

04/2024



48. Jahrgang

www.ergo-med.de

ErgoMed

Praktische Arbeitsmedizin

BETRIEBSSICHERHEIT – BETRIEBLICHES GESUNDHEITSMANAGEMENT

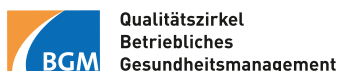
Schwerpunkt Cannabis

Herzfrequenz unter Arbeitsbelastung

Mindestbesichtigungsquote



Offizielles Organ von:



In Zusammenarbeit mit:





Kennen Sie schon
unser Fachportal
Stellenanzeigen?

Gezielt suchen –
passend finden.

Das spezialisierte Karriere-Fachportal für Arbeitsmediziner, Betriebsmediziner und medizinisches Fachpersonal

Arbeitsmediziner, Betriebsmediziner und medizinisches Fachpersonal profitieren gleichermaßen wie Arbeitgeber von unserem spezialisierten Karriere-Portal: Ob Sie eine neue Herausforderung suchen oder als Arbeitgeber qualifiziertes Fachpersonal gewinnen möchten – auf unserer Online-Plattform steht alles für ein erfolgreiches Match bereit.

Empfehlen Sie unser Karriere-Fachportal daher gern Ihren Kolleginnen, Kollegen und Personalverantwortlichen weiter, damit diese unisono profitieren können.

Stellenangebote aus der Arbeits- und Betriebsmedizin veröffentlichen wir dabei **als kostenfreien Service**.

Arbeitgeber senden ihr neuestes Stellenangebot bitte einfach an webmaster@gpk.de.

Nach Prüfung nehmen wir die Anzeige gern auf.

Ein Rechtsanspruch auf Veröffentlichung besteht nicht.

The screenshot shows the 'Stellenanzeigen' (Job Advertisements) section of the GPK website. It features a header with the title 'Stellenanzeigen' and a sub-header 'Sie suchen einen Betriebs-, Arbeitsmediziner oder med. Fachpersonal?'. Below this, there is a call to action: 'Dann senden Sie Ihr Stellenangebot an webmaster@gpk.de'. A disclaimer follows, stating that GPK does not guarantee the accuracy of the job offers. The main content area displays a job listing for 'Arbeitsmedizinische Dienste, Standort Bremen' by 'AMU HANSE'. The listing includes the date '26. Jun 2023' and the job title 'Facharzt (m/w/d) für Arbeitsmedizin oder Arzt (m/w/d) mit der Zusatzbezeichnung Betriebsmedizin ab sofort, Voll- oder Teilzeit'. A short description of the role is provided, along with a QR code and the website URL www.gpk.de/fach-stellenanzeigen for more information.

Wissen, was wichtig ist. Ein Informationsdienst Ihrer GPK.



Gesellschaft für medizinische Prävention und Kommunikation mbH



www.gpk.de

Liebe Leserin, lieber Leser!

Es vergeht kaum ein Tag, an dem im politischen Berlin nicht ein (neues) Gesundheitsthema ganz oben auf der Agenda steht und Land auf und ab kontrovers diskutiert wird: Organspende, Krankenhausstrukturreform, Klimaanpassung und Vieles mehr. Einem solchen Thema widmet sich die aktuelle Ausgabe von ErgoMed – Praktische Arbeitsmedizin.

Was Mancher sich bei so manch anderem Thema das eine oder andere Mal vielleicht inniglich wünscht – dass sich nämlich der politische Wille eindeutig und schneller manifestiert – konnte man hier gut beobachten. Von der Einigung im Koalitionsvertrag der Ampel bis zum Inkrafttreten des Cannabisgesetzes vergingen weniger als zweieinhalb Jahre. Seitdem erhitzt die Freigabe von Cannabis zu Genusszwecken die Gemüter. Von lautem Jubel bis hin zu brüsker Ablehnung reichen die Reaktionen. Aber ist das Letztere nicht eigentlich erstaunlich? In einem Land, in dem man überall noch immer (und manche sprechen von: wieder öfter) auf Raucherinnen und Raucher trifft? In dem „Prost!“ häufiger zu hören ist als „Gesundheit!“?

Die Ärzteschaft hat sich laut und engagiert in die Diskussion eingebracht. Die Breite der Themen zeigt, dass wir Ärztinnen und Ärzte in vielerlei Hinsicht Expertise besitzen: Cannabiskonsum begünstigt Psychosen im Kindes- und Jugendalter, schränkt die Verkehrstauglichkeit ein, fördert Suchtverhalten. Das alles kann Cannabis machen, aber unabhängig davon, ob sein Konsum legal oder illegal ist. Oder anders ausgedrückt: Rauchen kann Lungenkrebs verursachen, egal, ob die Zigaretten versteuert waren oder nicht. Alkohol kann zur Leberzirrhose führen, egal, ob er schwarz gebrannt wurde oder nicht.

Müsste es für uns als Ärztinnen und Ärzte daher nicht viel bedeutsamer sein, dass die gesundheitliche Aufklärung über individuelle Risiken und Risikogruppen richtig gut funktioniert? Für Präventivmedizinerinnen und Präventivmediziner keine bahnbrechend neue Erkenntnis, gleichwohl eine richtige. Aber ist es etwa realistisch, eine solche Aufklärung von Dealerinnen und Dealern zu erwarten? Wohl nicht. Hier sollten wir auf das im Aufbau befindliche Bundesinstitut für Prävention und Aufklärung vertrauen und hoffen, dass es einen wirklich breiten präventiven Ansatz verfolgt. Gerade Sucht hat häufig weniger mit Medizin im engeren Sinne zu tun als vielmehr mit gesellschaftspolitischen Herausforderungen.

Und ist es nicht zumindest besser als nichts, wenn diejenigen, die ja auch heute schon – und das trotz Prohibition und Strafverfolgung – „kiffen“, vor völlig unkontrollierbaren Konzentrationen und zweifelhaften Beimischungen geschützt werden? Wie es ja schon jetzt der Fall ist bei einer Cannabisverordnung aus therapeutischen Gründen.

Unsere Autorinnen und Autoren haben viel Wissenswertes zum Thema Cannabis zusammengetragen. Denn egal, ob wir persönlich zu den Befürwortern oder Gegnern von Cannabiskonsum zu Genusszwecken gehören: Es wird uns in der Arbeitswelt beschäftigen.

Mit präventiven Grüßen

Ihr Prof. Dr. med. Andreas Meyer-Falcke



Foto: Michael Lübke

12



Foto: © Alina Young – stock.adobe.com

6



8



Foto: © Iliyabatyrova – stock.adobe.com

5 BsAfB-News

6 Stellungnahmen der arbeitsmedizinischen Verbände zu verschiedenen Gesetzesvorhaben
BsAfB e.V.

Aktuelles

8 Zwischenbericht zur Kontrolldichte der Länder auf dem Weg zur Mindestbesichtigungsquote
Bundesministerium für Arbeit und Soziales

Schwerpunkt Cannabis

12 Cannabis und kein Ende... – Teil 1
Prof. Dr. Michael Kretzschmar, Silke Kretzschmar

14 Grundzüge der Pharmakologie von Cannabinoiden
Prof. Dr. Michael Kretzschmar

19 Auswirkungen des Cannabiskonsums am Arbeitsplatz
Silke Kretzschmar

22 Pro und Contra – Cannabislegalisierung aus Sicht der Suchtmedizin
Dr. med. Katharina Schoett

26 Toxikologische Analytik von Cannabis – Probenmatrices, Analystentechniken und Interpretation der Ergebnisse
PD Dr. rer. nat. Frank T. Peters

34 Cannabis und Fahreignung
Dr. med. Marco Reining

Originalarbeit

38 Eine Methode zur biologisch angepassten Beurteilung der Herzfrequenz unter Arbeitsbelastung
Dr. W. Micksch

Si-Akademie

46 Sonderausstellung auf der Messe Arbeitsschutz Aktuell in Stuttgart
Gesundheitsförderung: Pflicht und Kür

Beruflicher Auslandseinsatz

48 Erste Ergebnisse der VDR-Geschäftsreiseanalyse 2024
Prozessoptimierung und flexibles Arbeiten
Verband Deutsches Reisemanagement e. V.

Service

49 Termine
50 Hinweise für Autoren
50 Impressum

Der BsAfB e. V. im Kurzportrait

- Wir sind der Berufsverband selbstständiger Arbeitsmediziner und freiberuflicher Betriebsärzte
- Unsere berufspolitischen Ziele liegen darin, die Stellung der selbstständigen Betriebsärztinnen und -ärzte zu stärken
- Unsere Stärke ist die lokale Präsenz unserer Mitglieder und die Kontinuität der Betreuung durch eine Ärztin oder einen Arzt des BsAfB
- Wir verstehen uns als der kompetente Partner für KMU
- Wir versenden regelmäßig einen kostenlosen Arbeitsmedizin-Newsletter
- Wir setzen uns für die Förderung eines hohen Qualitätsstandards auf den Gebieten Arbeitsmedizin, Betriebliches Gesundheitsmanagement, Betriebliches Eingliederungsmanagement u. v. a. bei unseren Mitgliedern ein
- Im Rahmen von Forschungsaufträgen entwickelten wir das Verbundzertifikat (Osnabrücker Quality Assurance Management Modell – OsQa) mit der Hochschule Osnabrück
- Wir stehen im Gedankenaustausch in Qualitätszirkeln – via E-Mail und im öffentlichen Arbeitsmedizinforum (<http://www.arbeitsmedizinforum.de>). Wir möchten keine Einzelkämpfer sein
- Wir streben die synergistische Zusammenarbeit mit anderen Verbänden, wie z. B. der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM) und dem Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V. (VDBW) als Dachverband DIE ARBEITSMEDIZIN, der Deutschen Fachgesellschaft Reisemedizin (DFR), dem Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit (VDSI), dem Bundesverband freiberuflicher Sicherheitsingenieure und überbetrieblicher Dienste e.V. (BFSI) und der Aktion gesunder Rücken e.V. (AGR).
- Seit der Satzungsänderung vom 05. Februar 2005 können auch angestellte Ärzte, Sicherheitsingenieure oder Fachkräfte für Arbeitssicherheit (außerordentliche) Mitglieder werden



Silke Kretzschmar
Vorsitzende BsAfB e. V.



Bundesverband selbstständiger
Arbeitsmediziner und freiberuflicher
Betriebsärzte e. V. – BsAfB

Gartenstr. 29
49152 Bad Essen
Telefon: (0) 5472 / 94 33 25
Fax: (0) 5472 / 94 44 20

www.bsafb.de
info@bsafb.de



DIE ARBEITSMEDIZIN.

Verband Deutscher
Betriebs- und Werksärzte e.V.
Berufsverband
Deutscher Arbeitsmediziner

Stellungnahmen der arbeitsmedizinischen Verbände zu verschiedenen Gesetzesvorhaben

Im Rahmen seiner Zusammenarbeit war der BsAfB auch an den gemeinsamen Stellungnahmen der arbeitsmedizinischen Verbände zu verschiedenen Gesetzesvorhaben beteiligt.

Der Bundesverband selbstständiger Arbeitsmediziner und freiberuflicher Betriebsärzte (BsAfB), die Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM) und der Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte (VDBW) zählen zusammen über 6.000 Mitglieder. Die drei arbeitsmedizinischen Fachverbände engagieren sich sowohl für eine Verbesserung der betrieblichen Prävention und Gesundheitsförderung als auch für eine Stärkung der Rolle von Betriebsärzt:innen in der medizinischen Versorgung der Bevölkerung. Für diese Ziele treten BsAfB, DGAUM und VDBW bei allen verantwortlichen Akteur:innen in Politik, Wirtschaft und ärztlicher Selbstverwaltung ein.

Stellungnahme zum Referentenentwurf eines Gesetzes zur Stärkung der öffentlichen Gesundheit

Arbeitsmedizinische Fachverbände begrüßen ausdrücklich die Schaffung eines Bundesinstituts für Prävention und Aufklärung in der Medizin (BIPAM) als zentralen Bestandteil zur Stärkung der Öffentlichen Gesundheit. Betriebsärztinnen und -ärzte leisten bereits heute einen bedeutenden Beitrag zur medizinischen Prävention und Gesundheitsförderung. Die Arbeitswelt stellt mit rund 46 Millionen Erwerbstätigen das größte präventionsmedizinische Setting in unserer Gesellschaft dar. Der Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V. (VDBW), die Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) und der Bundesverband selbstständiger Arbeitsmediziner und freiberuflicher Betriebsärzte (BsAfB) haben zum Referentenentwurf eines Gesetzes zur Stärkung der öffentlichen Gesundheit eine Stellungnahme abgegeben.

Darin fordern sie die Verankerung des Setting- bzw. Lebensweltenansatzes und somit die Einbeziehung der Arbeitswelt bei Prävention und Gesundheitsförderung im Gesetz.

In ihrer Stellungnahme betonen die Verbände die zentrale Bedeutung der Prävention in der Arbeitsmedizin und die wichtige Rolle, die Betriebsärztinnen und -ärzte bereits heute in der medizinischen Prävention und Gesundheitsförderung spielen. „Die Arbeitswelt stellt mit rund 46 Millionen Erwerbstätigen das größte präventionsmedizinische Setting in unserer Gesellschaft dar“, heißt es in der Stellungnahme. Die Schaffung eines Bundesinstituts für Prävention und Aufklärung in der Medizin (BIPAM) wird als wichtiger Schritt gesehen, um die öffentliche Gesundheit in Deutschland zu stärken.

Die Verbände fordern jedoch die Verankerung des sogenannten Setting- oder auch Lebensweltenansatzes im Gesetz, um effektiv und nachhaltig die Gesundheit

der Bevölkerung zu fördern. Der Ansatz ist in der Ottawa-Charta der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Kernstrategie der Gesundheitsförderung anerkannt und sollte maßgeblich in die Aufgaben und Prozesse des BIPAM integriert werden. Kernaufgaben sind hier unter anderem:

- die Gestaltung gesundheitsförderlicher Lebenswelten, wozu auch die Arbeitswelt gehört
- die Zusammenarbeit verschiedener Sektoren und Akteure in der Gesellschaft, um die gesundheitsförderlichen Bedingungen in allen Lebensbereichen zu verbessern
- eine Partizipation bzw. aktive Einbeziehung der Bevölkerung, z.B. durch die Stärkung der Gesundheitskompetenz.

Die Berücksichtigung des Settingansatzes im Gesetz zur Stärkung der öffentlichen Gesundheit ist unerlässlich, um den umfassenden Anforderungen einer modernen Gesundheitsförderung gerecht

zu werden“, betonen die Verbände in ihrer Stellungnahme. Sie empfehlen dringend, den Settingansatz als integralen Bestandteil im Gesetzentwurf zu verankern und die entsprechenden Maßnahmen und Strukturen im BIPAM zu etablieren.

Stellungnahme zum Referentenentwurf eines Apothekenreformgesetzes

Die arbeitsmedizinischen Verbände – die Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM), der Bundesverband selbstständiger Arbeitsmediziner und freiberuflicher Betriebsärzte (BsAfB) und der Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte (VDBW) – begrüßen grundsätzlich den Referentenentwurf eines Apothekenreformgesetzes. Sie sehen jedoch dringenden Anpassungsbedarf, insbesondere in Bezug auf die Rolle und Einbeziehung von Betriebsärztinnen und Betriebsärzten beim Thema Impfen.

Wertvolle Rolle der Betriebsärzte in der Impfprävention

Die arbeitsmedizinischen Verbände betonen, dass die Betriebsärzte eine entscheidende Rolle in der Impfprävention spielen können. „Im größten Präventionssetting unserer Gesellschaft, in der Arbeitswelt, sind hervorragende Rahmenbedingungen gegeben, um die Impfraten in der Bevölkerung zu verbessern“, heißt es in der Stellungnahme. Über 9.000 Betriebsärztinnen und Betriebsärzte betreuen rund 46 Millionen Erwerbstätige. Durch niederschwellige Impfangebote am Arbeitsplatz werden auch die Menschen erreicht, die nicht zum Arzt gehen. Impflücken können so geschlossen werden.

Praktikable Lösungen zur Impfstoffbeschaffung

Der aktuelle Gesetzentwurf vernachlässigt die Notwendigkeit praktikabler Lösungen für die Impfstoffbeschaffung und Abrechnung für Betriebsärzte. Derzeit können diese nicht am Beschaffungsweg über den sog. Sprechstundenbedarf (SSB) partizipieren. Den Verbänden zufolge fehlten für die Betriebsärztinnen und Betriebsärzte nach wie vor praktikable Lösungen zur vereinfachten Impfstoffbeschaffung und Abrechnung. In der Stellungnahme fordern die Verbände daher eine entsprechende Nachbesserung des Gesetzentwurfs.

Handlingzuschlag von 3% auf Impfstoffe muss bleiben

Die Beschaffung und Bevorratung von Impfstoffen erfolgt insbesondere bei selbstständigen Betriebsärzten auf eigenes wirtschaftliches Risiko. Die GKV vergütet hier den Apothekeneinkaufspreis zzgl. 3% Zuschlag. Die im Gesetzentwurf geplante Herabsetzung des Zuschlages lehnen die drei Verbände deshalb ab und fordern eine Ausnahmeregelung für Betriebsärzte.

Stärkung der arbeitsmedizinischen Vorsorge

Die Stellungnahme betont, dass die arbeitsmedizinische Vorsorge eine zentrale Rolle bei der Impfprävention spielt und fordert eine bessere Unterstützung und Einbeziehung der Betriebsärzte. „In der arbeitsmedizinischen Betreuung findet korrekterweise die AMR 6.5 ‚Impfungen als Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge Anwendung‘.“

Die Verbände appellieren an das Bundesministerium für Gesundheit, diese Punkte im weiteren Gesetzgebungsverfahren zu berücksichtigen, um eine effektive und flächendeckende Impfprävention sicherzustellen und die Rolle der Betriebsärzte zu stärken.

Stellungnahme zum Referentenentwurf eines Gesetzes zur Stärkung der Herzgesundheit

Die drei arbeitsmedizinischen Verbände begrüßen die Zielstellung des Gesetzentwurfs zur Stärkung der Herzgesundheit (Gesundes-Herz-Gesetz – GHG) aus dem Bundesministerium für Gesundheit. Mit dem Gesetz soll die Früherkennung und Versorgung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbessert werden. In einer Stellungnahme betonen der Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V. (VDBW), die Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) und der Bundesverband selbstständiger Arbeitsmediziner und freiberuflicher Betriebsärzte (BsAfB) die Bedeutung der arbeitsmedizinischen Präventionsarbeit. Sie fordern u.a. Maßnahmen zu fördern, die die betriebsärztliche individuelle Beratungsleistung sichtbar machen und Doppeluntersuchungen ausschließen.

Die arbeitsmedizinischen Verbände weisen darauf hin, dass Betriebsärzte in Deutschland bereits jetzt rund 46 Millionen Erwerbstätige betreuen und einen entscheidenden Beitrag im größten Präventionssetting der Arbeitswelt leisten. „Die Früherkennung und Beratung zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind bereits Standard in der arbeitsmedizinischen Vorsorge“, heißt es in der Stellungnahme. Dies umfasst die Erfassung kardiovaskulärer Risikofaktoren und die Messung der Vitalparameter, die im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen durchgeführt werden.

Die Verbände fordern, dass diese bestehenden Kompetenzen und Ressourcen der Betriebsärzte stärker genutzt werden, um die Präventionsziele des Gesetzes zu erreichen. Dazu gehören Maßnahmen, die die betriebsärztliche individuelle Beratungsleistung sichtbar machen und Vergütungsregelungen nach § 132f SGB V ermöglichen. „Beratungsangebote in Apotheken können ärztliche Expertise nicht ersetzen“, betonen die Verbände und sprechen sich gegen Doppeluntersuchungen und Überschneidungen aus.

Seit dem Präventionsgesetz 2015 gibt es bereits eine gesetzliche Grundlage für die Umsetzung solcher Maßnahmen, jedoch behindert die Freiwilligkeit der Regelung die Effektivität. Die Verbände plädieren daher für eine Umwandlung dieser Regelung in eine Pflicht, um die nachhaltige und wirkungsvolle Umsetzung der Präventionsziele zu gewährleisten.

Die Verbände beurteilen das geplante Gesetzesvorhaben auch im Kontext des strategischen Rahmens der Europäischen Union für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz 2021–2027 und sehen darin eine wichtige Maßnahme zur Verbesserung der Gesundheitsvorsorge in Deutschland.



Wir sind jetzt auch auf LinkedIn:
www.linkedin.de => BsAfB



Zwischenbericht zur Kontrolldichte der Länder auf dem Weg zur Mindestbesichtigungsquote

Mit diesem Bericht nimmt das Bundesministerium für Arbeit und Soziales eine Zwischenauswertung der Kontrolldichte in den Ländern vor.

A. Rechtlicher Rahmen der Mindestbesichtigungsquote ab 2026

Mit dem zum 1.1.2021 in Kraft getretenen Arbeitsschutzkontrollgesetz wurde erstmals ein quantitativer Mindeststandard für die staatliche Arbeitsschutzaufsicht im Arbeitsschutzgesetz festgelegt. Ab 2026 muss die staatliche Aufsicht der Länder pro Jahr mindestens 5% der Betriebe gemäß der amtlichen Statistik der Bundesagentur für Arbeit besichtigen. Bis 2026 steigern die Länder ihr Besichtigungsgeschehen kontinuierlich, um diese Quote zu erreichen. Reaktive und aktive Besichtigungen, die keine vollständige Systembewertung beinhalten, sind als Teilbesichtigungen dabei kein Bestandteil der Mindestbesichtigungsquote (MBQ).

Welche Kriterien zur Auswahl von Betrieben bei der Überwachung anzuwenden, welche Sachverhalte im Rahmen einer anzurechnenden Betriebsbesichtigung mindestens zu prüfen und welche Ergebnisse aus der Überwachung für die

Berichterstattung zu erfassen sind, kann gemäß § 24 Nummern 1 und 2 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) in einer allgemeinen Verwaltungsvorschrift des Bundes geregelt werden.

In Abstimmung mit den Ländern macht der Bund von dieser Gelegenheit Gebrauch. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung liegt der vom Kabinett beschlossene Entwurf dieser Allgemeinen Verwaltungsvorschrift dem Bundesrat zum Beschluss vor¹. Dieser enthält vor allem die Zielsetzung eines länderübergreifenden hohen Standards für die in den Zähler eingehenden Betriebsbesichtigungen. Hier wurde, auf Grundlage eines mehrheitlichen Beschlusses des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, die Betriebsbesichtigung mit Systembewertung (inklusive der sog. Complianceprüfung) festgelegt. Diese beinhaltet neben der Überprüfung der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation auch die Prüfung der Umsetzung der Ge-

fährungsbeurteilung und der Einhaltung der rechtlichen Arbeitsschutzvorgaben. Um den spezifischen Herausforderungen gerade in kleinen Betrieben mit weniger als 50 Beschäftigten gerecht zu werden, erfolgt für diese eine leichte Modifikation des Prüfprogramms, soweit arbeitsmedizinische und sicherheitstechnische Betreuung gegeben sind. Insgesamt wird hiermit verbindlich und bundesweit ein hoher einheitlicher Standard für die staatlichen Betriebsbesichtigungen im Rahmen der Mindestbesichtigungsquote etabliert sowie eine Stärkung des Aufsichtshandelns erreicht.

Da der Berichtszeitraum für den vorliegenden Zwischenbericht jedoch vor Inkrafttreten der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift liegt, wird auf die von den Ländern gemeldeten Besichtigungen mit Systembewertung (BmSys) zurückgegriffen. Ferner ist darauf hinzuweisen, dass die Mindestbesichtigungsquote durch die Länder erst 2026 zu erfüllen ist. Insofern

handelt es sich bei der hier vorgestellten Kontrolldichte nicht um eine Besichtigungsquote im Sinne des Arbeitsschutzkontrollgesetzes.

B. Vorbemerkung zum Vollzug und zur Organisation der Arbeitsschutzverwaltungen der Länder

Der Vollzug des Arbeitsschutzgesetzes und der darauf basierenden Verordnungen wird von den Ländern gemäß Artikel 83 Grundgesetz als eigene Angelegenheit ausgeführt. Die Arbeitsschutzverwaltungen (ASV) der 16 Länder sind unterschiedlich organisiert. Die Organisation reicht vom Vollzug innerhalb der ministeriellen Ebene bzw. durch nachgeordnete Behörden bis zur Aufgabenerledigung

¹ vgl. Bundesrats-Drucksache 622/23, <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2023/0601-0700/622-23.html>

² Aus Datenschutzgründen und Gründen der statistischen Geheimhaltung werden, wenn bspw. rechnerisch, durch die Beschäftigtenzahl, die Region oder den Wirtschaftszweig direkte Rückschlüsse auf Einzelbetriebe möglich wären, diese in der Statistik der Bundesagentur für Arbeit als „Fälle ohne regionale Zuordnung“ kodiert. Die Gesamtzahl der Betriebe in Deutschland ergibt sich daher nicht summarisch aus den Betriebszahlen der einzelnen Länder.

durch Kommunen oder Unfallversicherungsträger. Daher divergieren in den ASV jeweils Aufbau, Aufgaben, Struktur sowie die Fach- und Dienstaufsicht.

C. Festlegung der Zahlengrundlage zur Ermittlung der Kontrolldichte

Da der Berichtszeitraum für den vorliegenden Zwischenbericht vor Inkrafttreten der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift liegt, werden für die Berechnung der Kontrolldichte die durchgeführten BmSys für das Jahr 2022 entsprechend der Festlegungen der 3. Periode der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) zugrunde gelegt.

Die hier vorgestellte Kontrolldichte bezieht sich dabei auf die Anzahl von Betriebsbesichtigungen in Relation zur Gesamtheit aller Betriebe in einem Bundesland und gibt nicht die ab 2026 geltende Berechnungsmethode für die Besichtigungsquote wider. Dieser Bericht zur Kontrolldichte ist ferner nicht mit dem jährlichen statistischen Bericht über den Stand von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit und über das Unfall- und Berufskrankheitengeschehen in der Bundesrepublik Deutschland vergleichbar, da er

auf andere Daten und Definitionen zurückgreift.

Maßgeblich für die Berechnung der Kontrolldichte ist die Anzahl der im jeweiligen Land vorhandenen Betriebe gemäß der amtlichen Betriebszahlenstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA) des Vorjahres nach dem Personenkonzept, sie umfasst alle Betriebe mit mindestens einer/einem sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.

D. Auswertung der Kontrolldichte der Länder

Die vorliegende Zwischenauswertung der Kontrolldichte in den Ländern und bundesweit für das Jahr 2022 wurde im Dezember 2023 durch die Bundesfachstelle Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit vorgenommen.

Die Kontrolldichte wird in diesem Bericht als Anzahl BmSys je 1.000 Betriebe angegeben. Im Jahr 2022 wurden bundesweit 18.225 BmSys von den Ländern gemeldet. Bei einer Gesamtzahl von 2.180.620 Betrieben beläuft sich die Kontrolldichte im Bundesgebiet auf rund acht Betriebsbesichtigungen mit Systembewertung je 1.000 Betriebe.

Bundesland	BmSys (2022)	BA Betriebe PK / VJ (2021)	Kontrolldichte: BmSys je 1.000 Betriebe
Baden-Württemberg	807	284.721	2,8
Bayern	1.212	375.240	3,2
Berlin	445	100.067	4,4
Brandenburg	1.258	66.351	19
Bremen	225	16.234	13,9
Hamburg	826	55.441	14,9
Hessen	1.430	168.086	8,5
Mecklenburg-Vorpommern	656	46.266	14,2
Niedersachsen	2.074	200.089	10,4
Nordrhein-Westfalen	4.446	437.530	10,2
Rheinland-Pfalz	800	105.435	7,6
Saarland	178	24.592	7,2
Sachsen	758	109.515	6,9
Sachsen-Anhalt	1.669	54.699	30,5
Schleswig-Holstein	731	80.126	9,1
Thüringen	710	55.586	12,8
Deutschland	18.225	2.180.620 ²	8,4

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die gemeldeten BmSys, die Gesamtzahl der Betriebe und die erreichte Kontrolldichte je Bundesland.

E. Zur Einordnung der Kontrolldichte

Die Aussagekraft der Kontrolldichte für das Jahr 2022 ist mit Unsicherheiten behaftet. So sind bei den Besichtigungszahlen im Jahr 2022 Corona-Effekte zu berücksichtigen; z. B. aufgrund bestandener Besichtigungsbeschränkungen bzw. anderer Besichtigungsstrategien, die die Ausbreitung der Corona-Pandemie im Fokus hatten und nicht die Durchführung der BmSys.

Gleichzeitig weisen die Länder darauf hin, dass Anfang 2022 noch nicht bei allen Ländern die Einführung der BmSys hinsichtlich EDV-Anpassung abgeschlossen war, so dass die dem BMAS-Zwischenbericht zur Kontrolldichte zugrundeliegenden Zahlen nur eine Teilmenge der durchgeführten BmSys umfassen.

Darüber hinaus erfüllen die ASV der Länder eine Vielfalt an Aufgaben, die nicht in den Rahmen einer Betriebsbesichtigung mit Systembewertung fallen und entsprechend nicht in die Berechnung der Kontrolldichte (und perspektivisch der Mindestbesichtigungsquote) einfließen.

F. Darstellung der Länder zu Aktivitäten der ASV über die Kontrolldichte hinaus

Die Länder ordnen die Aufgaben der ASV wie folgt ein:

Die Aufgaben der ASV sind vielfältig und dienen alle gleichermaßen dem Ziel, die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit zu sichern und zu verbessern. Hierbei werden unterschiedliche Ansätze bei der Überwachung und Beratung der Betriebe verfolgt. Sie erstrecken sich neben der Besichtigungsart BmSys, die eine risikoorientierte Auswahl der Betriebe berücksichtigt, über weitere Besichtigungen von Arbeitsplätzen. Neben der wichtigen Aufgabe der Besichtigung von Baustellen, die immer noch die höchste Unfallquote in Deutschland aufweisen, zählen hierzu die reaktiven Besichtigungen aufgrund von Unfällen, Beschwerden, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Erkrankungen oder im Rahmen von Anzeige- oder Genehmigungsverfahren, sowie themenspezifische Aktionen. Themengebiete wie die Überwachung der Arbeitszeitgestaltung u. a. für Berufskraftfahrer wie aber auch die Berücksichtigung des Mutter- und Jugendarbeitsschutzes sind ebenfalls von den ASV zu bearbeiten. Die zuletzt genannten Überwachungen fließen als Besichtigung betrieblicher Arbeitsschutzprozesse in die Jahresberichterstattung ein, bleiben jedoch bei der ab 2026 zu erfüllende MBQ unberücksichtigt. Sämtliche Aufgaben der ASV erfordern an den Einzelfall angepasste Vorgehensweisen, die sich nicht in der Durchführung einer BmSys und somit in der Erfüllung der MBQ erschöpfen.

Zu den Tätigkeiten der Aufsichtsbeamten und -beamtinnen gehören aber auch eine Vielzahl von Innendiensttätigkeiten, die sich aus den Gesetzen und Verordnungen ergeben. Zu nennen sind die Bearbeitung von Genehmigungen, Erlaubnissen und Anzeigen, wie aber auch Stellungnahmen im Rahmen von Genehmigungsverfahren nach anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften. Dieser Anteil ist in den letzten Jahren angestiegen, auch durch bundesgesetzliche Vorgaben mit Zustimmung des Bundesrates. Hinzu kommt der schriftlichen Einflussnahme nach den Betriebsbesichtigungen in Form von Besichtigungsschreiben, Anordnungen oder Bußgeldverfahren eine wichtige Rolle zu.

Weiterhin nehmen die Arbeitsschutzverwaltungen der Länder zum großen Teil nicht nur Aufgaben des allgemeinen Arbeitsschutzes wahr, sondern sind auch in weiteren Rechtsbereichen tätig. Hierzu gehören (je nach Bundesland) unter anderem das Sprengstoffrecht, das Strahlenschutzrecht, das Chemikalienrecht einschließlich der europäischen Verordnungen (REACH; CLP), das Produktsicherheits- bzw. Verbraucherschutzrecht (hier: Marktüberwachung), sowie das Immissionsschutzrecht. Zudem sind seit 2018 bei den ASV zusätzliche Aufgaben ohne adäquaten länderinternen Personalszuwachs hinzugekommen, wie z. B. aufgrund der erweiterten Zuständigkeiten im Rahmen des novellierten Mutter- und Jugendarbeitsschutzgesetzes sowie neue Aufgaben zur Marktüberwachung nach dem Sprengstoffgesetz.

Die Einführung der MBQ durch das Arbeitsschutzkontrollgesetz hat in einigen Ländern nach eigenen Angaben schon seit 2020 zu einem merkbaren Personalauf-

wuchs geführt. Es gebe aber auch Länder, bei denen bisher kein bzw. kaum ein Personalszuwachs stattgefunden hat.

Begleitend zur Personalaufstockung berichten die Länder von unterschiedlichen weiteren Maßnahmen, die ergriffen wurden, um die zwischenzeitlich festgelegten qualitativen und quantitativen Mindeststandards der ASV zu sichern – wie z. B.:

- Anpassung der Behördenstruktur.
- Umstellung des Aufsichtskonzeptes hin zur BmSys mit dem Ziel, die Teilbesichtigungen durch BmSys zu ersetzen.
- Durchführung einer Aufgabenkritik und einer Aufgabenpriorisierung, um begrenzte Ressourcen bei steigender Aufgabenfülle gezielt und am zweckmäßigsten zum Einsatz zu bringen.
- Effektiveres Verwaltungshandeln durch Verzicht auf Besichtigungsschreiben und durch sofortige Einleitung des Verwaltungshandelns nach Mängelfeststellung.
- Digitalisierung der internen Verwaltung und Prozessoptimierung, um möglichst schlanke und ressourcenoptimierte Verwaltungsprozesse abzubilden.
- Optimierung der Außendiensttätigkeiten durch die Einführung von mobiler Arbeit und standardisierten Prozessen.

Aktuelle Herausforderungen der Länder

Die ab 2026 geltende MBQ von 5 % der Betriebe pro Jahr ist eine erhebliche mengenmäßige Steigerung der aktuellen Besichtigungszahlen nach Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und den auf dem ArbSchG basierenden Verordnungen. Gemäß der Begründung des Gesetzentwurfs der Bundesregierung „Entwurf eines Gesetzes zur Verbesserung des Vollzugs im Arbeitsschutz (Arbeitsschutzkontrollgesetz)“ rechneten die Länder mit einem sehr grob geschätzten, zusätzlich benötigten Personalbedarf von bundesweit insgesamt 630 Stellen auf Grund der Einführung der MBQ im Jahr 2026. Laut Angaben der Länder sind bislang ca. 200 Stellen im Rahmen der Haushaltsaufstellungen der Länder für den Bereich der MBQ bereitgestellt oder zugesagt worden. Weitere Anträge für Stellenmehrbedarfe seien für künftige Länderhaushalte angemeldet. Durch den Fachkräftemangel gestalten sich die Gewinnung geeigneter Bewerberinnen und Bewerber für die Ausbildung zur

Aufsichtsbeamtin bzw. -beamten zunehmend schwierig. Zudem laufe ein anhaltender Trend der zusätzlichen Aufgabenzuweisung an die ASV (durch länderinterne Aufgabenverteilung bzw. bundesgesetzliche Vorgaben mit Zustimmung des Bundesrates) dieser Entwicklung entgegen.

Hinzu kommt, dass die Beschäftigten der ASV nach eigenen Angaben der Länder einen hohen Altersdurchschnitt haben. Somit müsse zusätzlich eine sehr große Anzahl von Personen auch für die Kompensation von Altersabgängen ausgebildet werden. Die Ausbildung von neuem

Personal für die Arbeitsschutzverwaltung (z. B. 18 Monate für den gehobenen Dienst) binde auch Ressourcen bei den Personen, die ausbilden.

Der internen Aufgabenkritik in den ASV sind gesetzliche Grenzen gesetzt. Die Länder sehen die Notwendigkeit, dass der Gesetzgeber mit ihnen zusammen vorhandene Vorschriften im Hinblick auf die Notwendigkeit bestimmter Formalverfahren wie z. B. Genehmigungen und Anzeigen überprüft.

H. Fazit

Die Länder haben sich bereits auf den Weg gemacht, um sowohl der MBQ wie auch allen weiteren Aufgaben der ASV gerecht werden zu können. Trotz begonnener Einstellung von zusätzlichem Personal und aller begleitenden Maßnahmen ist zu bilanzieren, dass zur Erreichung des Ziels der Erfüllung der MBQ ab 2026 die Ausstattung mit Personal eine zentrale Rolle spielen wird. Aufgrund der zu erwartenden äußerst angespannten Haushaltslagen der Länder ist zu erwarten, dass ein weiterer Personalaufwuchs eine große Herausforderung bleibt.

Primetime-Premiere

Wenn Weitspringer Markus Rehm nach seiner fünften paralympischen Goldmedaille greift, wenn Johannes Floors, Felix Streng und Léon Schäfer im Stade de France über die Tartanbahn fliegen, dann sind das nicht nur sporthistorisch große Momente. Zum ersten Mal überträgt die ARD Wettbewerbe der Paralympics aus Paris zur Primetime. Am 2. und 4. September heißt es nach der Tagesschau um 20.15 Uhr: Paralympics live.

„**Paralympics zur besten** Sendezeit – das ist historisch, das ist wunderbar! Doch es ist auch angemessen und überfällig. Wenn die drittgrößte Sportveranstaltung der Welt in Europa stattfindet, dann gehören die Wettkämpfe in die Primetime. Es ist ein großartiger Meilenstein für die Paralympische Bewegung in Deutschland. Gleichzeitig ist es nicht die Kür der öffentlich-rechtlichen Sender, sondern die Pflicht“, sagt Friedhelm Julius Beucher, Präsident des Deutschen Behindertensportverbandes (DBS), und fügt hinzu: „Für die Spitzenathlet*innen mit Behinderungen ist das die Bühne, die sie aufgrund ihrer beeindruckenden Leistungen verdient haben. Wir hoffen darauf, dass sich Hunderttausende Zuschauer*innen nachhaltig von den Paralympics begeistern lassen – und viele Menschen mit Behinderungen den Weg in die Sportvereine finden.“

Auch bei Markus Rehm ist die Freude groß – zumal sein Weitsprung-Wettkampf am 4. September live in der ARD zu sehen sein wird. „Das sind überragende Neuigkeiten und sorgt für ein Grinsen im Gesicht. Das ist eine tolle Plattform, um unsere Leistungen zu

präsentieren und den Menschen noch mehr Lust auf unseren Sport zu machen. Ich hoffe, dass wir gute Werbung machen und die Sender merken: Hey, das ist spannender Sport, den zeigen wir künftig häufiger.“

Während der Paralympics senden ARD und ZDF im täglichen Wechsel aus dem TV-Studio am Place de l'Alma. An ARD-Sendetagen präsentieren Michael Antwerpes und Stephanie Müller-Spirra zwischen 11 Uhr und 15 Uhr Live-Sport, Zusammenfassungen, News und inspirierende Lebensgeschichten. Kompetente und eloquente Unterstützung erhalten sie dabei durch die ARD-Paralympics-Expert*innen Kirsten Bruhn und Heinrich Popow. An ausgewählten Abenden sendet die ARD eine Highlight-Sendung aus Paris.

ARD-Team- und Programmchefin Mirjam Bach: „So groß war der Fokus auf paralympischem Sport noch nie! Wir wollen mit gutem Programm begeistern, vor allem aber bewegt uns, dass wir mit unseren Übertragungen einen kleinen Teil zur besseren Inklusion von und zum größeren Verständnis für Menschen mit Handicap beitragen können.

Was paralympische Athletinnen und Athleten leisten, ist zutiefst beeindruckend. Das einem großen Publikum zeigen zu können, vielleicht Kinder mit besonderen Herausforderungen zu inspirieren, ist öffentlich-rechtliches Programm at its best.“

Neben den stimmungsvollen Schwimm- und Leichtathletik-Sessions am Abend stehen in Paris auch die Mannschaftssportarten im Fokus. „Beide Rollstuhlbasketball-Mannschaften und das Team der Sitzvolleyballer haben sich qualifiziert, erstmals seit 2008 ist auch die Rollstuhlrugby-Nationalmannschaft wieder dabei. Wir freuen uns, diese Spiele live im TV und im Livestream am in der ARD Mediathek sowie auf [sportschau.de](https://www.sportschau.de) zu zeigen. So weiten wir unsere digitalen Aktivitäten auch bei den Paralympics aus“, sagt Bach. 75 Stunden Live-Streaming der Paralympics-Wettbewerbe auf [sportschau.de](https://www.sportschau.de) und in der ARD Mediathek ergänzen das TV-Programm.



Foto: © Alina Young – stock.adobe.com

Cannabis und kein Ende... – Teil 1

Mit freundlicher Genehmigung der
Landesärztekammer Thüringen

In Deutschland haben etwa 14,5 Millionen Erwachsene im Alter von 18 bis 64 Jahren sowie ca. 500.000 Jugendliche zwischen zwölf und 17 Jahren zumindest einmal in ihrem Leben eine illegale Droge konsumiert. Diese Angaben basieren auf den aktuell verfügbaren Bevölkerungssurveys. Sowohl bei den Jugendlichen als auch bei den Erwachsenen nimmt Cannabis unter den illegalen Drogen die mit Abstand prominenteste Rolle ein. Im Vergleich zu anderen Drogen dominiert diese Substanz mit einer Zwölfmonatsprävalenz von fast acht Prozent unter den Zwölf- bis 17-Jährigen (!) und mit über sechs Prozent unter den 18- bis 64-Jährigen deutlich.

Seit März 2017 können Patienten unter bestimmten Voraussetzungen Cannabis als Medikament verschrieben bekommen. Die Meta-Analyse CaPRis erbrachte jedoch nur wenig Evidenz für den Einsatz von Cannabinoid-haltigen Arzneimitteln. Das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) hatte am 6. Juli 2022 seinen Abschlussbericht zur Begleiterhebung von Cannabis in der Medizin veröffentlicht. Mit der Erhebung war das BfArM 2017 beauftragt worden, als der Bund die Möglichkeit zur Verschreibung von Cannabisarzneimitteln zulasten der gesetzlichen Krankenversicherung rechtlich verankert hatte. Das Fazit (u. a. von Prof. Dr. Winfried Meißner, Jena): „(...) Es ist an der Zeit, dass die medizinische Zulassung und Erstattung durch die



Prof. Dr. Michael Kretzschmar, Gera



Silke Kretzschmar

Solidargemeinschaft von Cannabinoiden auf der Basis hochwertiger Studien erfolgt – wie bei allen anderen Medikamenten – und das derzeitige Prozedere eine Übergangslösung bleibt.“

Der 125. Deutsche Ärztetag hatte bereits 2021 vor den möglichen Risiken einer Cannabislegalisierung für nichtmedizinische Zwecke gewarnt. Erfahrungen aus anderen Ländern deuteten auf einen erhöhten Konsum, mehr Cannabis-bedingte Notaufnahmen und einen steigenden psychiatrischen Behandlungsbedarf hin. Auch seien nach einer Freigabe mehr Suizide und tödliche Verkehrsunfälle zu erwarten. Dagegen gelänge es nur bedingt, den Schwarzmarkt auszutrocknen. Dies zeige ein Blick nach Kanada, wo Erwachsene seit

2018 Cannabis in lizenzierten Shops kaufen können. Trotzdem deckten ca. 35 Prozent der Konsumenten ihren Bedarf weiterhin über die illegalen (billigeren) Schwarzmarktprodukte.

Zu der bevorstehenden Legalisierung von Cannabis für den Freizeitkonsum erklärte der Präsident der Bundesärztekammer, Dr. Klaus Reinhardt, am 17. August 2023 u. a.: „Die Bundesregierung und Bundesgesundheitsminister Lauterbach möchten den Cannabiskonsum legalisieren. Sie wollen den Eigenanbau erlauben und Cannabis-Clubs einführen. Gleichzeitig soll eine Aufklärungskampagne junge Menschen vor den erheblichen Gefahren des Kiffens warnen. Vielleicht erschließt sich die Ambivalenz dieser Logik im

Rauschzustand, einer nüchternen kritischen Betrachtung hält sie jedenfalls nicht stand. (...) Der Bundesgesundheitsminister hat Medizin studiert. Er weiß und hat selbst öffentlich darauf hingewiesen, dass die Entwicklungsprozesse des Gehirns bis zum 25. Lebensjahr noch nicht abgeschlossen sind und der Konsum von Cannabis diese Prozesse negativ beeinflussen kann. Diese Schäden sind dauerhaft und bleiben lebenslang wirksam. So steigt das Risiko von nachhaltigen kognitiven Funktionsdefiziten, das Auftreten von Psychosen, Depressionen oder Angststörungen signifikant. (...) Trotz dieser schweren gesundheitlichen Gefahren will Minister Lauterbach schon Achtzehnjährigen den legalen Zugang zu Cannabis ermöglichen. Das ist kein Jugendschutz. Das ist hochgradig verantwortungslos ...“

Die Befürworter argumentieren damit, dass in der Realität die Strafbarkeit große Teile der Bevölkerung aller Altersklassen nicht davon abhält, Cannabis zu Genusszwecken zu erwerben. „Wenn doch mal jemand mit einem Tütchen in der Tasche erwischt wird, sind die Konsequenzen oftmals ‚gleich Null‘. Ist für das Individuum das Argument ‚Geringfügigkeit‘ ausschlaggebend, entstehen gleichwohl für die Allgemeinheit Kosten für Polizei, Staatsanwaltschaft und Justiz. Zudem sei es der menschlichen Lunge egal, ob die gerauchten Zigaretten aus einer Schachtel mit Steuerbanderole kommen oder ins Land geschmuggelt wurden. Der Leber ist es egal, ob die konsumierten Schnäpse schwarz gebrannt wurden oder aus dem Feinkostgeschäft stammen. Verhindern lassen sich Suchtfolgen am ehesten durch präventive Aufklärung über die Gesundheitsgefahren, durch (staatliche) Kontrolle über die Inhaltsstoffe und gezielte Verkaufsbeschränkungen. Die Konsumenten weiter in der Illegalität zu lassen, mag ordnungspolitisch als Position vertretbar sein. Die gesundheitliche Diskussion jedoch ist keine so einfache. Und dass Cannabis – anders als andere Suchtstoffe – zwischenzeitlich als Medikament zugelassen ist, macht die Komplexität bei der Be-

wertung der (gesundheitsschädigenden) Eigenschaften dieser Substanz noch deutlicher. Wer heute Cannabis zu Genusszwecken illegal erwirbt, weiß nicht wirklich, was er da gerade im wahrsten Sinne des Wortes in der Tüte hat: Ist der Stoff lediglich gestreckt? Oder ist er zusätzlich versetzt mit anderen – wesentlich härteren – Drogen? Wer heute Cannabis zu Genusszwecken illegal erwirbt, den fragt der Dealer nicht nach dem Alter. Wer heute aus gesellschaftlicher und gesundheitlicher Verantwortung gezielt Präventionsarbeit leisten möchte, kann die in der Illegalität lebende Zielgruppe nicht erreichen. Dies gilt für alle Konsumentengruppen, insbesondere aber für die besonders schutzbedürftigen Kinder und Jugendlichen. Ganz zu schweigen von Steuereinnahmen, auf die der deutsche Fiskus – anders als zunehmend mehr Länder auf dieser Welt – verzichtet...“ (Prof. Dr. Andreas Meyer-Falcke, Düsseldorf).

Erwartungsgemäß trat das „CannG“ mittlerweile in Kraft. Somit muss sich die Ärzteschaft darauf einstellen, sich zukünftig vermehrt mit den Folgen des Cannabiskonsums zu befassen. In diesem Heft finden Sie einen Übersichtsartikel zur Pharmakologie von Cannabis als Einstieg in eine nüchterne Betrachtung der Problematik. Das „Pro und Contra“ wird aus Sicht der Suchtmedizin beleuchtet. Zudem konnten Beiträge zur verkehrsmmedizinischen Bewertung sowie zu den möglichen Folgen der Legalisierung aus arbeitsmedizinischer Sicht gewonnen werden. Eine Darstellung der Probleme der Cannabinoid-Analytik und deren praktische Bedeutung runden das Themenheft ab. Allen beteiligten Autorinnen und Autoren sei an dieser Stelle sehr herzlich für ihre Mühe gedankt.

*Liebe Kolleginnen und Kollegen,
Sie erhalten hier den (aktualisierten) Nachdruck eines Themenschwerpunktes des Ärzteblattes Thüringen (Heft 02 und 03/2024). Der Redaktion sei für die Genehmigung des Nachdrucks herzlich gedankt.*

Mit freundlichen kollegialen Grüßen!

Prof. Dr. Michael Kretzschmar
Klinik für Schmerz- und Palliativmedizin
am SRH Wald-Klinikum Gera GmbH
E-Mail: michael.kretzschmar@srh.de

Silke Kretzschmar
Vorsitzende des Bundesverbandes
selbstständiger Arbeitsmediziner
und freiberuflicher Betriebsärzte e.V.
E-Mail: info@bsafb.de



© Summer Paradise, AdobeStock

- Rechtliche Grundlagen
- Gefährdungsbeurteilung
- Betriebsanweisungen
- Unterweisung
- Erste Hilfe und Brandschutz
- Umgang mit Gefahrstoffen
- Vermeidung psychischer Belastungen

Selbststudium – Start jederzeit möglich

Kosten: 399,00 Euro netto

Anmeldung und weitere Informationen:

Si-Akademie für Sicherheit und Gesundheit

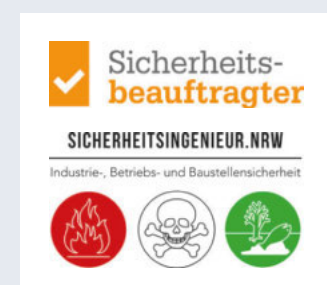
Martina Langenstück

Phone +49 711 7594-4607

si-akademie@konradin.de

**Jetzt
anmelden!**

In Kooperation mit:



Infos und Anmeldung:

www.sifa-sibe.de/akademie/seminare/ausbildung-sibe



Foto: © Ginja - stockadobe.com

Grundzüge der Pharmakologie von Cannabinoiden

Cannabis (Hanf, Haschisch, Marihuana, Dagga, Bhang, Gras) ist ein Harz, das aus den weiblichen Blüten der Hanfpflanze (*Cannabis sativa*) gewonnen wird. Es wird am häufigsten in Form des getrockneten pflanzlichen Produktes geraucht, allein oder als Konzentrat vermischt mit Tabak. Es kann aber auch verdampft werden. Aus den Pflanzenblüten können verschiedene Produkte hergestellt werden (Abbildung 1):

- Getrocknetes pflanzliches Material (z. B. „Marihuana“)
- Öl (z. B. „Haschischöl“)
- Hash (d. h. komprimiertes Harz, das z. B. in Form von Platten verkauft wird)

Autor: Prof. Dr. Michael Kretzschmar

- Konzentrate (z. B. „shatter“, die eine Wirkstoffkonzentration bis 90 Prozent aufweisen)
- In Lebensmitteln (Kuchen, Kekse) und Getränken („Energydrink“).

Die Hanfpflanze enthält über 100 verschiedene Wirkstoffe, die strukturell Cannabinoide sind. Der Hauptinhaltsstoff ist Δ -9-Tetrahydrocannabinol (THC). Die verschiedenen angebotenen Formen der Droge enthalten neben dem psychoaktiven THC also noch zahlreiche andere Cannabinoide. Die verwendete Nomenklatur kann verwirrend sein. Der primäre psychoaktive Wirkstoff in Cannabis, THC, hat eine natürlich vorkommende inaktive Vorstufe Tetrahydrocannabinol, die oft als THC-Säure oder THCA, THC-Carboxy oder exakt 2-COOH-THC bezeichnet wird. Die Carboxylgruppe in der inaktiven

Vorstufe befindet sich am Kohlenstoffring in Position 2. Durch Hitze und Trocknung wird die inaktive Vorstufe unter Bildung der psychoaktiven Droge THC entcarboxyliert. Der primäre Metabolit von THC enthält eine Carboxylgruppe (die ihn von der Ausgangsverbindung THC unterscheidet) an Position 11 und wird oft als THC-Säure oder THCA oder THC-Carboxy oder exakt 11-COOH-THC bezeichnet (Abbildung 2).

Molekulare Grundlagen

THC vermittelt seine Wirkungen über Cannabinoid-Rezeptoren, für die auch physiologische Liganden existieren. Die Erkenntnis, dass die Wirkungen von Cannabis über das sogenannte Endocannabinoidsystem vermittelt werden, ist das Ergebnis langjähriger Forschung. Mit der Entdeckung des endogenen Opioidsys-

tems Ende der 1970er-Jahre hatte sich die generelle Vorstellung etabliert, dass psychoaktive Moleküle ihre Wirkung über analoge Rezeptoren vermitteln und für diese Rezeptoren körpereigene Liganden existieren können. Nach erfolglosen Versuchen, mittels radioaktiv markiertem THC die Bindungsstellen zu lokalisieren, wurden 1987 Struktur-Wirkungs-Beziehungen hergeleitet, welche die Vermutung nahelegten, dass ein strukturell definiertes Target (d. h. ein Rezeptor) existiert. Die ersten Experimente endeten erfolglos, weil THC nur eine geringe Bindungsaffinität zu den Rezeptoren hat. 1990 wurde die Verteilung von Cannabinoid-Bindungsstellen im Körper mithilfe des hochpotenten Agonisten CP55,940 untersucht. Es fanden sich hohe Konzentrationen in verschiedenen Gehirnregionen. Schließlich gelang 1990 die Klonierung des CB1-Rezeptors. In den folgenden Jahren wurden verschiedene Signaltransduktionswege aufgeklärt, der CB2-Rezeptor kloniert und endogene Liganden entdeckt, darunter Anandamid (N-Arachidonylethanolamid).

Die bisher sicher identifizierten zwei endogenen Cannabinoid-Rezeptoren sind CB1 und CB2. Mittlerweile sind CB1-Rezeptoren nicht nur im ZNS, sondern auch

in vielen peripheren Organen und Geweben nachgewiesen worden, z. B. Immunzellen, Milz, Nebennieren, sympathische Ganglien, Bauchspeicheldrüse, Haut, Herz, Blutgefäße, Lunge und Teile des Urogenitaltraktes und des Magen-Darm-Traktes. Nur die Aktivierung des CB1-Rezeptors im ZNS – nicht des CB2-Rezeptors – führt zu den bekannten psychotropen Effekten. Seit der Entdeckung dieses komplexen endogenen Cannabinoid-Rezeptorsystems ist es offensichtlich, dass (Endo-)Cannabinoid zahlreiche physiologische Wirkungen haben.

Es gibt eine Vielzahl von Wechselwirkungen zwischen dem CB1-Rezeptor-System und vielen verschiedenen Neurotransmittern und Neuromodulatoren im zentralen und peripheren Nervensystem. Beispielsweise führt die Aktivierung von CB1-Rezeptoren zu einer retrograden Hemmung der neuronalen Freisetzung u. a. von Acetylcholin, Dopamin, GABA, Histamin, Serotonin, Glutamat, Cholecystokin, Glycin und Noradrenalin. Der CB1-Rezeptor ist der am weitesten verbreitete Gi-Protein-gekoppelte Rezeptor im ZNS. Bei Aktivierung senkt ein Gi-Protein die intrazelluläre Konzentration des „second messengers“ cAMP und führt so in der Regel zu einer Inaktivierung ver-

schiedener Funktionen der betreffenden Zelle. Anhand der Verteilung der Cannabinoid-Rezeptoren in verschiedenen Gehirnarealen und in der Peripherie lassen sich typische Cannabiswirkungen sehr plausibel erklären. Diese komplexen Wechselwirkungen erklären nicht nur die große Anzahl physiologischer Wirkungen von (Endo-)Cannabinoiden, sondern auch die pharmakologischen Wirkungen von Cannabispräparaten.

Die physiologischen Agonisten des CB1-Rezeptors sind die Endocannabinoide. Der am besten untersuchte exogene Agonist ist THC; dabei handelt es sich nur um einen partiellen Agonisten, der zudem auch am CB2-Rezeptor wirkt. Der Effekt wird durch Endocannabinoide moduliert (Agonist bei niedrigem, Antagonist bei hoher Endocannabinoid-Konzentration in unmittelbarer Umgebung). Heute sind viele selektive synthetische Agonisten (synthetische Cannabinoide) verfügbar, die chemisch-strukturell manchmal mit den Endocannabinoiden, manchmal mit THC verwandt sind.

Wegen ihres ubiquitären Vorkommens im Nervensystem vermitteln CB1-Rezeptoren viele unterschiedliche Wirkungen, wenn sie von exogenen oder endogenen Cannabinoiden aktiviert werden. Im Fol-

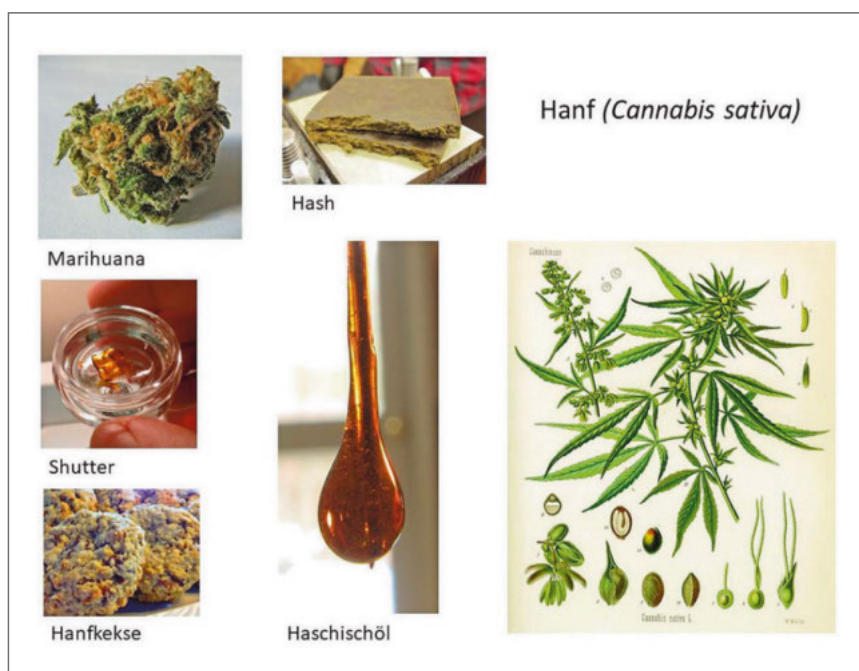


Abb. 1. Der Hanf ist eine krautige, leicht verholzende Pflanze mit einer Wuchshöhe von ein bis vier Metern. Es handelt sich um eine einjährige Pflanze mit einer Vegetationsdauer von 90 bis 105 Tagen [Prof. Dr. Otto Wilhelm Thomé: Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Gera, 1885. Quelle: www.biolib.de]. Weiterhin sind verschiedene Handelsformen von Cannabis dargestellt. (Quelle: The Leafly Guide to Cannabis. Twelve New York & Boston 2017).

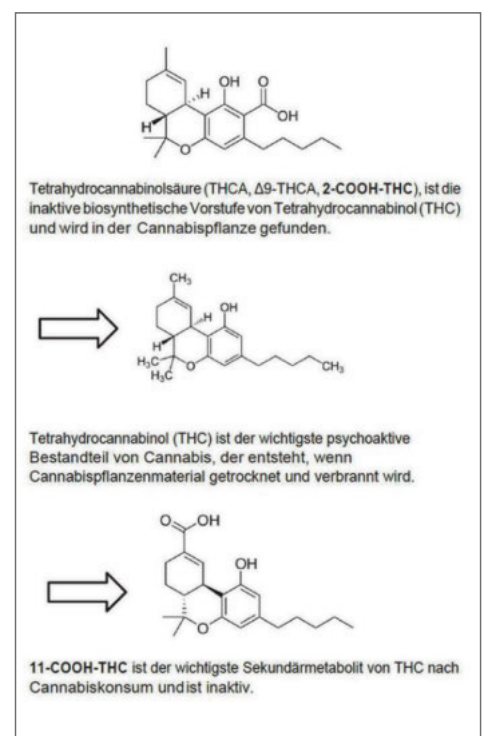


Abb. 2. Aktivierung von Tetrahydrocarbonsäure zu THC (Rauchen, Verdampfen) und Inaktivierung zu 11-COOH-THC, einem wesentlichen Metaboliten für die Urinanalytik.

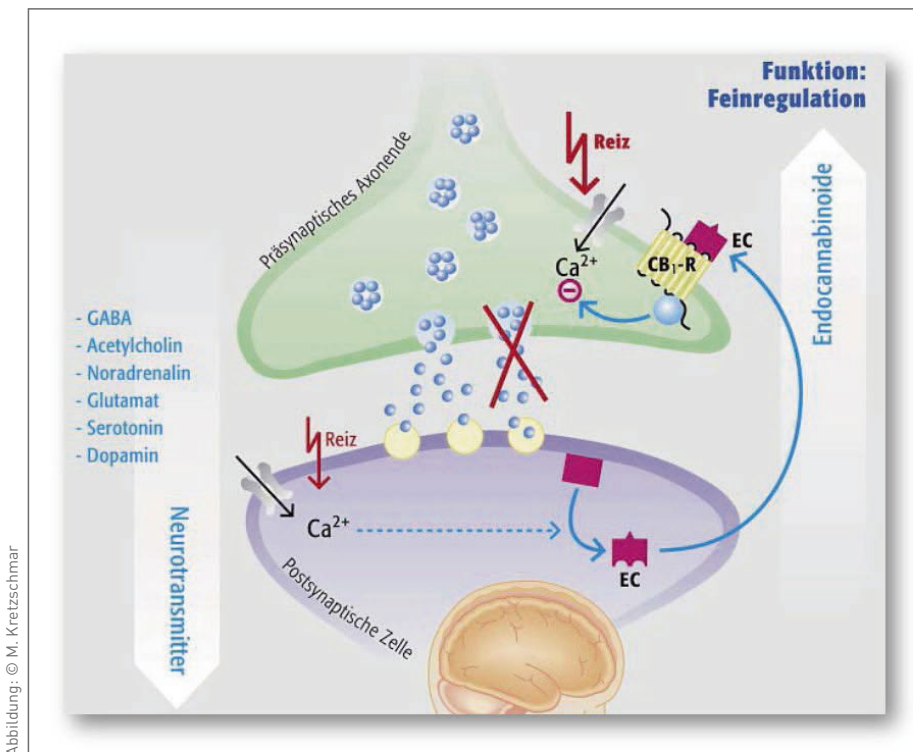


Abbildung: © M. Kretzschmar

Abb. 3. Cannabinoide wirken retrograd auf die synaptische Transmitterfreisetzung und sind zur Feinregulation der synaptischen Erregungsübertragung fähig (bearbeitete Abbildung aus Pharmazeutische Zeitung 2009; 154: 314–321). Abkürzungen: CB1-R = Cannabinoid 1-Rezeptor; EC = Endocannabinoid.

genden werden einige Beispiele für diese Wirkungen genannt. In Mäusen lösen Cannabinoide typischerweise vier Wirkungen gleichzeitig aus („tetrad“): Sedierung/Hemmung der Bewegung, Antinozizeption, Hypothermie und Katalepsie. Zudem wirken Cannabinoide „belohnend“ (rewarding) bei Tieren: Sie werden „selbst appliziert“, und sie führen zur konditionierten Platzpräferenz. Toleranz- und Abhängigkeitsentwicklung werden ebenfalls beobachtet.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass hinter den vielen komplexen Cannabinoid-Wirkungen auf das Nervensystem ein Grundmechanismus steht, die Hemmung der Neurotransmitter-Freisetzung aus den Axon-Terminalen. Abbildung 3 zeigt schematisch den Mechanismus der präsynaptischen Hemmung. Präsynaptische CB1-Rezeptoren sind auf den Axon-Terminalen vieler GABAergen, glutamatergen, cholinergen und noradrenergen Neurone im zentralen und peripheren Nervensystem lokalisiert. Die Aktivierung dieser Rezeptoren hemmt die Transmitterfreisetzung und dadurch die synaptische Übertragung (durch die Hemmung spannungsabhängiger Kalziumkanäle in den Axon-Terminalen).

Wir können zwischenbilanzieren, dass sich unsere Kenntnisse über die Wirkmechanismen von (Phyto-)Cannabinoiden und Endocannabinoiden in der letzten Zeit erheblich erweitert haben. Es scheint so zu sein, dass die klassischen Vorstellungen bezüglich eines eindeutigen Verhaltens von THC (und auch Cannabidiol – CBD) an den entsprechenden Rezeptoren möglicherweise einer Revision bedürfen, der Effekt hängt vom aktuellen Aktivitätszustand desselben oder von der lokalen Endocannabinoid-Konzentration ab. Dies ist eventuell die Erklärung für die sehr widersprüchlichen und nicht immer zuverlässigen klinischen Effekte der Substanzen und für die relativ rasch einsetzende Toleranzentwicklung bei chronischem Gebrauch.

Pharmakodynamik

Drei natürlich vorkommende Cannabinoide (Δ^9 -Tetrahydrocannabinol, Δ^8 -Tetrahydrocannabinol und Cannabidiol) und ein Metabolit (11-OH-THC) haben aktuell klinische Relevanz. Von diesen Verbindungen hat der Metabolit die stärksten psychoaktiven Effekte. Cannabidiol (CBD) ist selbst nicht psychoaktiv, sondern spielt eher eine modulierende

Rolle bei den psychoaktiven Wirkungen von THC. Der Anteil von 9-THC im Pflanzenmaterial ist höher (bis zu 40 %) im Vergleich zu anderen Cannabinoiden (bis zu 9 %). Die Pharmakodynamik ist aufgrund unterschiedlicher methodischer Aspekte (Dosierungen, Verabreichungswege und Erfahrungen der Probanden mit Cannabis) sehr variabel. Die bisherigen Erkenntnisse sagen, dass THC am meisten zur psychoaktiven Wirkung von Cannabis beiträgt. Aufgrund geringerer psychoaktiver Potenz und geringerer Anteile im Pflanzenmaterial haben andere psychoaktive Cannabinoide nur einen schwachen Einfluss auf die Endwirkung von Cannabis (und werden deshalb an dieser Stelle nicht weiter betrachtet).

Die Wirkungen des Cannabis-Hauptbestandteils THC sind psychotrop, analgetisch, antiemetisch, appetitanregend und muskelrelaxierend. Zu ersteren Wirkung gehören Stimmungsaufhellung, Euphorie, erhöhtes Kommunikationsbedürfnis, ggf. veränderte Wahrnehmungen von akustischen und optischen Reizen (auch mit Auslösung von psychotischen Zuständen). THC führt weiterhin zu einer dosisabhängigen Tachykardie und erhöhter Auswurfleistung, wobei innerhalb kurzer Zeit (Tage) eine Toleranzentwicklung zu beobachten ist. Ebenso können eine transiente Gefäßerweiterung, orthostatische Hypotension und Rötung der Konjunktiven beobachtet werden. Nach oraler Applikation kann eine geringe bis mäßige Bronchodilatation verzeichnet werden. Zudem wird eine Senkung des Augeninnendrucks beschrieben.

Pharmakokinetik

Die Verteilung von THC im Organismus erfolgt dreiphasig. In der ersten Phase wird THC in das Blut aufgenommen und rasch in gut durchblutete Organe und in das ZNS verteilt, wobei die THC-Konzentration im Blut abfällt. In der zweiten Phase akkumuliert THC im schlecht durchbluteten Fettgewebe (Depotbildung). In der dritten Phase strömt THC aus dem Fettgewebe zurück in das Blut, sodass der Abfall der THC-Blutspiegels langsam erfolgt (Abbildung 4). Die THC-Elimination wird polyphasig beschrieben. Durch die Cytochrom P450-abhängige Hydroxylierung entsteht aus THC der ebenfalls (psychoaktiv) wirksame Metabolit 11-Hydroxy- Δ^9 -THC (THC-OH). Anschließend erfolgt durch die Alkoholdehydrogenase in der Leber der weitere Ab-

bau zum (inaktiven) 11-Nor-9-Carboxy- Δ^9 -THC (THC-COOH), der für die Analytik große Bedeutung hat. THC-COOH wird nachfolgend in freier Form oder als Phase-II-Metabolit über den Urin und Stuhl ausgeschieden.

Nebenwirkungen, Risiken und Toxizität

Sowohl der Freizeitkonsum als auch der „medizinische“ Gebrauch von Cannabis kann mit erheblichen Nebenwirkungen einhergehen (Tabelle 1, Seite 18). Diese können akut oder chronisch sein. Unter den akuten Effekten steht die Rauschwirkung mit gravierenden Einflüssen auf Psyche und Wahrnehmung (Euphorie, „High“-Gefühl und Entspannung) sowie Intensivierung der sensorischen Wahrnehmung (z. B. von Farben und Geräuschen) im Vordergrund. Diese Effekte haben zum weitverbreiteten Gebrauch von Cannabis als Rauschdroge geführt. Weitere akute Effekte und potenzielle Nebenwirkungen sind Müdigkeit und Konzentrationsstörungen, reduziertes Reaktionsvermögen, Beeinträchtigung des Kurzzeitgedächtnisses, Sprachstörungen, Störungen der motorischen Koordination mit verlangsamten Reaktionszeiten, verringerte Muskelkraft und Ataxie, Dysphorie und Depression sowie Angst- und Panikattacken. Cannabiskonsum kann eine akute Psychose mit Delirium, Verwirrtheit, Desorientiertheit, Realitätsverlust sowie optischen und akustischen Halluzinationen auslösen. Dabei kommt es zur Steigerung der Herzfrequenz und des Blutdrucks.

Cannabinoide haben nachweislich heterogene Wirkungen auf die zentrale und periphere Zirkulation. Es hat sich gezeigt, dass Cannabiskonsum zu Arrhythmie einschließlich ventrikulärer Tachykardie und plötzlichen unerwarteten Todesfällen führen kann und das Risiko eines Myokardinfarkts erhöht. Cannabiskonsum erhöht das Risiko, einen ischämischen Schlaganfall zu erleiden, insbesondere bei gesunden jungen Patienten.

Beim wiederholten Gebrauch entwickelt sich innerhalb von Tagen bis Wochen eine Toleranz. Dies ist sowohl für die psychotropen Wirkungen als auch für die kognitiven und psychomotorischen Einschränkungen, aber auch für die Einflüsse auf das kardiovaskuläre System beschrieben. Die regelmäßige inhalative Anwendung von Cannabis (Rauchen) geht mit chronischen Erkrankungen der Atemwege einher. Bei chronischem Cannabiskonsum

kann es zur Ausbildung eines Amotivationsyndroms mit Passivität, Lethargie, Antriebsmangel, verflachter Affektivität, Interesselosigkeit und kognitiven Defiziten kommen. Die weltweit kontinuierliche Zunahme der THC-Konzentration in Cannabisprodukten dürfte mit einer Erhöhung der gesundheitlichen Risiken assoziiert sein, vor allem wenn Cannabis im Jugendalter konsumiert wird.

Studien am Menschen haben eine Reihe von neurokognitiven Unterschieden zwischen Cannabiskonsumern und Nichtkonsumenten gezeigt (Beeinträchtigung von verbalem Lernen und Gedächtnis, Aufmerksamkeit, psychomotorischer Funktion und Entscheidungsfindung). Ebenso wie in Tiermodellen, die Defizite in der Hirnentwicklung zeigen, wenn THC während der Adoleszenz verabreicht wird, scheint es auch beim Menschen so zu sein, dass der Cannabiskonsum, insbesondere während dieser kritischen Entwicklungsphase, die neurokognitive Entwicklung negativ beeinflusst. Tatsächlich weisen Personen, die Cannabis während der Adoleszenz regelmäßig gebrauchen, niedrigere IQs auf und scheinen weniger „kristallisierte“ Intelligenz zu haben (d. h. erworbenes Wissen durch Fähigkeiten und Erfahrung). Zusammenfassend gibt es zunehmende Evidenz dafür, dass die Verwendung von Cannabis negative Auswirkungen auf die Gehirnstruktur und

-funktion hat. Es existiert aber durchaus die Möglichkeit der Erholung von einigen der negativen Auswirkungen einer längeren Einnahme. Langfristige schädliche Wirkungen sind vorhanden und wahrscheinlicher, wenn der Konsum im Jugendalter beginnt und über einen längeren Zeitraum erfolgt. Daten aus Tiermodellen und Untersuchungen am Menschen zeigen eindeutig die besonders empfindliche Phase der Adoleszenz für unerwünschte Wirkungen von Cannabis durch die Modulation der in Reifung befindlichen Verbindungen zwischen den unterschiedlichen Hirnregionen. Die Mechanismen, die solchen Modulationen zugrunde liegen, sind nicht vollständig verstanden und resultieren wahrscheinlich aus mehreren Ebenen komplexer Wechselwirkungen, einschließlich Beginn, Dosis und Dauer des Cannabiskonsums sowie neurobiologischen Faktoren (z. B. genetisches Risiko). Längerer Cannabiskonsum führt zu anhaltenden Veränderungen der Gehirnstruktur und -funktion, die als ursächlich für die Verschlechterung kognitiver Leistungen, die nach Langzeitkonsum nachweisbar sind, angesehen werden können. Zusammenhänge zwischen Cannabiskonsum und der Entwicklung einer schizoiden Psychose werden immer wieder berichtet. Es existieren jetzt epidemiologische Belege, die die hinreichend gesicherte Schlussfolgerung zu-

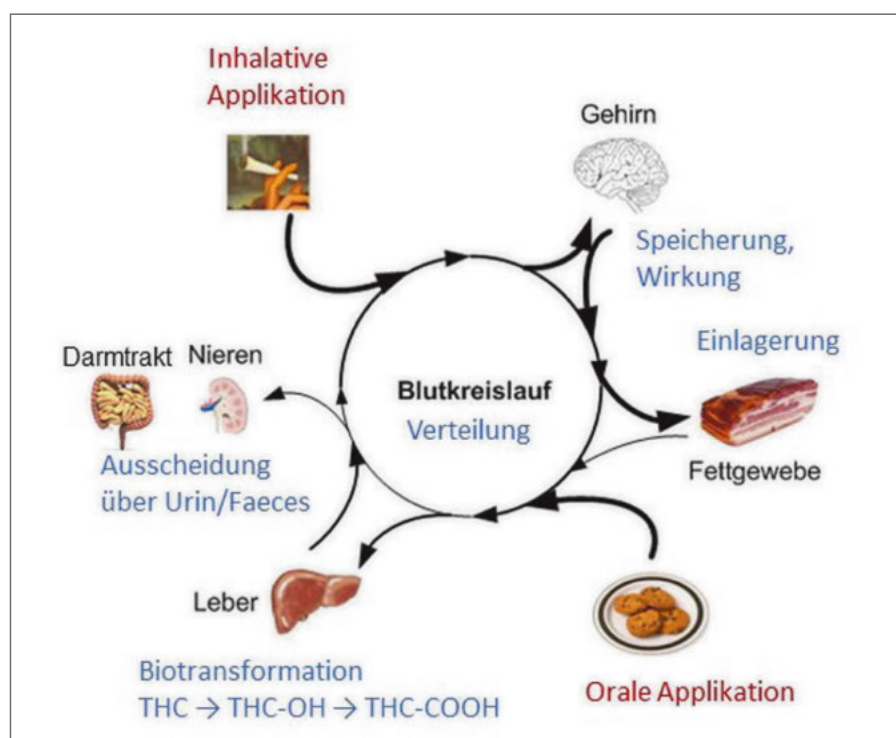


Abb. 4. Verteilung von THC im Organismus nach einmaliger Applikation (inhalativ oder oral).

Tabelle 1: Übersicht: Nebenwirkungen bei chronischem Cannabiskonsum (somatisch)

Region	Symptomatik bzw. Folgen
Mund und Rachen	Wucherungen des Zahnfleisches, Stomatitis oder Uvulitis
Respirationstrakt	Reizung des respiratorischen Systems, Schädigung der Bronchiolen und chronische Bronchitis Dyspnoe, Heiserkeit, chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen oder Pharyngitis bei kombiniertem Konsum von Cannabis und Tabak; die Befunde für Tabak- und Cannabisinhalation gehen nicht in die gleiche Richtung; mehrere Kohortenstudien mit unterschiedlichen Ergebnissen lebensbedrohliche respiratorische Probleme (experimentell nicht nachgewiesen, tierexperimentell eher auf bronchodilatierende Effekte) Emphyse: Effekte von Cannabis umstritten
Gastrointestinaltrakt	Verschlechterung einer Steatosis hepatitis (v. a. bei Hepatitis C) mit möglicher steatogener und fibroseinduzierender Wirkung Cannabis-Hyperemesis-Syndrom: wiederholte Episoden von Übelkeit und Erbrechen
kardiovaskuläres System	Tachykardien, RR-Erhöhung, Rhythmusstörungen bis hin zu Vorhofflimmern Todesfälle durch zerebrale und kardiale Ischämien
Haut und Schleimhäute	Entzündung der Bindehaut des Auges (Konjunktivitis) bis hin zur Entzündung des posterioren Gaumens Einzelfälle: Urtikaria, Pruritus (Juckreiz), exkoritative Prurigo, Typ-1-Allergien (asthmatische und anaphylaktische Reaktionen)
Stoffwechsel	erhöhte viszerale Fetteinlagerung und Insulinresistenz
Gesamtmortalität	ungünstige Wirkungen des Cannabiskonsums (z. B. erhöhtes Risiko für Verkehrsunfälle und Tumoren) können die Gesamtmortalität beeinflussen
Reproduktionssystem	bei Frauen: Beeinträchtigung der Frequenz des Menstruationszyklus, der Oogenese, der Einnistung des Embryos, der embryonalen Gehirnentwicklung, erhöhtes Risiko für Geburtskomplikationen, vermindertes Geburtsgewicht des Kindes bei Kindern von Cannabis-exponierten Schwangeren: vermehrte Impulsivität, Beeinträchtigungen des Lernens, des Gedächtnisses und exekutiver Funktionen, besonders bei Cannabisexposition im letzten Trimester der Schwangerschaft bei Männern: Ejakulationsprobleme, verminderte Spermienzahl, Libidoverlust oder Impotenz
Tumorentstehung	nasopharyngeale Tumoren (unabhängig vom Tabakgebrauch) Risiko für Lungentumoren erhöht im Zusammenhang mit parallelem Tabakkonsum
Immunsystem	immunsuppressive Wirkung bei einer Reihe von Autoimmunerkrankungen oder inflammatorischen Prozessen (z. B. Multiple Sklerose, Atherosklerose, Asthma, rheumatische, gastrointestinale und Lebererkrankungen)

lassen, dass regelmäßiger Cannabiskonsum das Risiko psychotischer Störungen erhöht.

Die Beendigung des regelmäßigen Konsums geht häufig mit Entzugssyndromen einher. Ähnlich wie beim Entzug von Opioiden oder Alkohol werden Unruhe, Angst, Dysphorie, Erregbarkeit, Reizbarkeit, Schlaflosigkeit, Muskelzittern und verstärkte Reflexe beschrieben.

Cannabis ist die häufigste illegale Droge, die während der Schwangerschaft verwendet wird, mit einer Prävalenz des Konsums von drei bis 30 Prozent in verschiedenen Bevölkerungsgruppen weltweit. Cannabinoide als lipophile Verbindungen passieren die Plazenta und werden in der Muttermilch gefunden. Dies kann negative Auswirkungen sowohl auf das perinatale „outcome“ als auch auf die fetale Entwicklung des ZNS haben. Cannabis kann mit fetalen Wachstumsstörun-

gen, Totgeburt und Frühgeburt assoziiert werden. Allerdings ist die Datenlage in Bezug auf die negativen perinatalen Ergebnisse alles andere als einheitlich. Vorliegende Studien werden durch den Gebrauch von Nikotin und anderen Drogen sowie soziodemografischen Faktoren beeinträchtigt. Aktuelle Erkenntnisse deuten darauf hin, dass Cannabiskonsum sowohl während der Schwangerschaft als auch während der Stillzeit die Entwicklung des ZNS insbesondere in Zeiten kritischen Hirnwachstums (sowohl im sich entwickelnden fetalen Gehirn als auch während der Hirnreifung bei Kindern und Jugendlichen) negativ beeinflussen kann, mit Auswirkungen auf neuropsychiatrische, verhaltensmäßige und exekutive Funktionen. Diese Veränderungen persistieren bis in das Erwachsenenalter. Neue Forschungen aus dem Bereich der Embryologie erklären die Auswirkungen der

Cannabisexposition auf einen sich entwickelnden Fetus und geben eine molekulare Erklärung für die negativen Folgen des Cannabiskonsums während der Schwangerschaft.

i

Literatur beim Verfasser.

Prof. Dr. med.
Michael Kretzschmar
Klinik für Schmerz- und
Palliativmedizin
SRH Wald-Klinikum Gera GmbH
Straße des Friedens 122
07548 Gera
E-Mail:
michael.kretzschmar@srh.de

Auswirkungen des Cannabis-konsums am Arbeitsplatz

In der Vergangenheit wurden bereits etliche Untersuchungen durchgeführt, um das Arbeitsunfallrisiko bei illegalem Drogenkonsum (einschließlich Cannabis) von Arbeitnehmern zu bewerten. Sie haben ein sehr variables Risiko aufgezeigt. Diese Inkonsistenz hängt mit dem Studiendesign, der Demografie, der Art der Beschäftigung und potenziellen Störfaktoren zusammen (z. B. generelles Risikoverhalten unter illegalem Drogenkonsum). Im Zusammenhang mit dem illegalen Drogenkonsum ist die Wirkung des Cannabiskonsums auf den Arbeitnehmer ein Thema, das in der Arbeitsmedizin bisher nur wenig Beachtung gefunden hat. Mit der politisch gewollten Legalisierung des Freizeitkonsums von Cannabis ist eine Auseinandersetzung der Problematik jedoch erforderlich, da eine höhere Prävalenz des Cannabiskonsums zu erwarten ist.

Gegenwärtig gibt es keine ausreichende Datenlage, um klare Schlussfolgerungen über die Beziehung zwischen dem „medizinischen“ Gebrauch von Cannabis oder dem „Freizeit“-Konsum und der Sicherheit (sowie Produktivität) am Arbeitsplatz zu ziehen. Es kann begrenzte Situationen geben, in denen eine niedrige Konzentration von Tetrahydrocannabinol (THC) oder eine minimale restliche THC-Bioverfügbarkeit im Rahmen einer Aktivität mit geringem Risiko keine messbare Gefahr darstellen. Gleichzeitig müssen Arbeitsmediziner auf das mögliche Potenzial für katastrophale Folgen von Cannabis-bedingten Beeinträchtigungen achten. Dieses Risiko wurde 2013 offenbar, als gezeigt werden konnte, dass illegaler Cannabisgebrauch der auslösende Faktor bei einem schweren Arbeitsunfall war, der sechs Menschenleben forderte (Abbildung 1). In den USA ist es den Arbeitnehmern, die in einem staatlichen Drogentestprogramm regelmäßig gescreent werden, verboten, Cannabis zu verwenden. Darüber hinaus können Arbeitgeber in jedem Bundesstaat Arbeitnehmern unter dem Einfluss von Marihuana die Arbeit verbieten und Mitarbeiter disziplinieren, die gegen das Verbot verstoßen.



Silke Kretzschmar

Die anstehende Legalisierung des Freizeitkonsums von Cannabis führt naturgemäß zu der Frage, welche Risiken dies für die Arbeitswelt nach sich ziehen könnte. Ergebnisse des aktuellen „National Survey on Drug Use and Health USA“ zeigten, dass mehr als 13 Prozent der Erwachsenen im Untersuchungszeitraum (ein Jahr) Cannabis konsumiert hatten und über acht Prozent innerhalb des letzten Monats. Die Zahlen in Deutschland dürften sich in ähnlicher Größenordnung bewegen.

Die Bedenken bezüglich des Cannabiskonsums von Arbeitnehmern betreffen sowohl akute körperliche Störungen und Beeinträchtigungen bei der Entscheidungsfindung als auch langfristige kognitive Defizite. Somit wurden in den Vereinigten Staaten arbeitsmedizinische Empfehlungen erarbeitet, um mit der zunehmenden Legalisierung von Cannabis in weiteren Bundesstaaten Schritt zu halten. Da es nur wenige Studien gibt, die das Risiko von Unfällen am Arbeitsplatz nach Cannabisexposition untersuchten, kann das Führen von Kraftfahrzeugen praktisch als ein Modell für die Prüfung sicherheitsrelevanter Fragen dienen (M. Rei-

ning, in diesem Heft). Eine Fall-Kontroll-Studie über Arbeitsunfälle aus dem Jahr 2014 fand keinen signifikanten Unterschied im Risiko zwischen Arbeitnehmern, die positiv auf Cannabis getestet wurden, und einer Stichprobe von Arbeitnehmern ohne nachweisbaren Konsum. Allerdings wurde in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt, dass THC eine lipophile Verbindung ist, die im Fettgewebe abgelagert wird und im Urin für viele Tage nach dem Abklingen der anderen Effekte nachweisbar ist.

Zahlreiche Studien zu kognitiven und psychomotorischen Effekten von Cannabis wurden in den letzten Jahrzehnten durchgeführt, die einhellig die negativen Auswirkungen von Cannabis auf Lernen und Gedächtnis zeigen konnten, zusätzlich zu Defiziten bei Aufmerksamkeit, Konzentration und abstraktem Denken. Einige Studien konnten zeigen, dass der akute Cannabisgebrauch die kognitive Leistungsfähigkeit bei erfahrenen Konsumenten nicht signifikant mindert (Toleranzentwicklung!), obwohl bei einer größeren Anzahl der Probanden eine Verminderung oder Verzögerung der kortikalen Verarbeitung nachgewiesen werden konnte. Nach wie vor sind definitive Schlussfolgerungen über die akuten und anhaltenden Wirkungen von THC immer noch problematisch. Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Belegen, die die Persistenz neurokognitiver Beeinträchtigungen von Stunden bis Wochen belegen. Mehrere Studien zum „Marihuana-High“ belegen einen Zusammenhang zwischen THC-Konzentration und neurokognitiver Dysfunktion. Die Restwirkungen setzten sich jedoch auch bei Probanden fort, die sich subjektiv nicht mehr beeinträchtigt fühlten. So bedeutet die subjektive Rückkehr zum mentalen Ausgangszustand möglicherweise nicht die vollständige Rückkehr der neurokognitiven Funktion.

Weitere Untersuchungen zeigten, dass THC dosisabhängig anhaltende negative Auswirkungen auf das verbale und visuelle Gedächtnis, die Funktionsfähigkeit als Führungskraft, die visuelle Perzeption, die psychomotorische Geschwindigkeit

Foto: © S. Kretzschmar

Abb. 1. Am 5. Juni 2013 stürzte ein im Abriss befindliches Gebäude auf einen benachbarten Heilsarmee-Spendenladen im Zentrum von Philadelphia und verschüttete mehrere Menschen unter den Trümmern. Der Laden war geöffnet und voll mit Kunden und Mitarbeitern. Sechs Menschen starben und vierzehn weitere wurden verletzt. Der Baggerführer stand unter dem Einfluss von THC und wurde unter anderem wegen fahrlässiger Tötung angeklagt. Er erhielt eine Haftstrafe von 15 bis 30 Jahren. Bildquelle: <https://static01.nyt.com/images/2013/06/14/us/COLLAPSE/COLLAPSE-superJumbo.jpg>

und die manuelle Geschicklichkeit verursacht. Die exekutiven Funktionen und die motorische Kontrolle über einen Zeitraum von mehr als sechs Stunden nach Beendigung des Rauchens wurden nachhaltig beeinträchtigt. Diese Effekte können auch noch nach 28 Tagen Abstinenz persistieren. Leistung und Sicherheit könnten möglicherweise auch nach einer mehrwöchigen Abstinenzzeit gefährdet sein. Es ist zu beachten, dass ein überwiegender Teil der Studien über den funktionellen Effekt von Marihuana mit Präparationen durchgeführt wurde, die eher wenig THC enthielten (ca. 4 % THC). Die heute auf dem Markt erhältlichen Präparate enthalten häufig deutlich mehr THC. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die jetzt erhältlichen Cannabiszüchtungen mit hohem THC-Gehalt proportional intensivere und länger anhaltende psychomotorische Effekte haben dürften.

Ein Missbrauch von illegalen Drogen bei der Arbeit führt in der Regel zu arbeitsrechtlichen Konsequenzen. Neben der Nichtzahlung des Lohnes für die Zeit der Entfernung vom Arbeitsplatz kommen auch Abmahnungen und ggf. eine Kündigung in Betracht. Kann der Betrof-

fene sein Verhalten allerdings nicht mehr steuern, weil eine Suchterkrankung vorliegt, scheiden diese Maßnahmen aus. In Betracht kommt dann eine auf die Krankheit gestützte personenbedingte Kündigung, deren Rechtfertigung an andere, insgesamt strengere Voraussetzungen geknüpft ist. Da sich meistens nicht von vornherein sagen lässt, ob eine Suchterkrankung vorliegt oder nicht, gibt es in vielen Betrieben und Dienststellen des öffentlichen Dienstes sogenannte Stufenpläne, durch die möglichst zeitig Probleme angegangen werden sollen. Diese Stufenpläne bieten den Betroffenen auf der einen Seite Chancen, da sie mit Hilfsangeboten (Kontakt mit betrieblichen oder externen Suchtberatern, Entzugsbehandlung) verbunden sind. An dieser Stelle nimmt der Betriebsarzt eine Schlüsselrolle ein. Einerseits ist er der Arbeitssicherheit verpflichtet, andererseits aber auch den Interessen des betroffenen Arbeitnehmers.

Es gibt viele Ursachen für Beeinträchtigungen wie Müdigkeit, Medikamentenkonsum (rezeptfrei, verschreibungspflichtig, illegal), Konsum von illegalen Drogen etc. Eine durch Cannabiskonsum

bedingte Beeinträchtigung am Arbeitsplatz kann unter Umständen schwerwiegende Folgen haben. Ein wichtiger Schritt zur Prävention ist die Entwicklung klarer Richtlinien für alle Beteiligten am Arbeitsplatz mit einem fairen und konsistenten Ansatz (Betriebsvereinbarung!). Gegenwärtig gibt es nur begrenzte Möglichkeiten, die Beeinträchtigung von Cannabis mittels Screening-Tests zu objektivieren. Darüber hinaus gelten Substanzprüfungen in Deutschland generell als diskriminierend und werden nur in bestimmten Situationen (z. B. bei sicherheitsrelevanten Arbeiten) gestattet. Ähnliche Regularien gelten in Kanada. So weist die kanadische Menschenrechtskommission darauf hin, dass „Drogentests am Arbeitsplatz ein komplexes Thema sind, das viele Faktoren beinhaltet, wie z. B.: Menschenrechtsgesetzgebung, Sicherheit, Privatsphäre, Arbeitsnormen, Bestimmungen von Tarifverträgen, regulatorische Anforderungen und das Niveau der Überwachung am Arbeitsplatz“. Anders als bei einem Alkoholtest weist ein positives Testergebnis z. B. für THC-COOH im Urin nicht unbedingt darauf hin, dass der Proband in diesem Moment beeinträchtigt ist. Wie vom American College of Occupational and Environmental Medicine festgestellt wird, „sollten Mitarbeiter, die am Arbeitsplatz beeinträchtigt zu sein scheinen, immer nach den Richtlinien des Arbeitgebers beurteilt werden. Der Nachweis von THC-COOH im Urin korreliert nicht mit einer Beeinträchtigung. Die THC-Konzentration im Blut korreliert direkter, aber alle Bewertungen sollten eine klinische Gesamtbewertung der Beeinträchtigung beinhalten.“ Die Problematik der Beurteilung einer möglichen Beeinträchtigung durch Freizeitgebrauch von Cannabis ergibt sich aus der komplizierteren Pharmakokinetik von THC im Vergleich zu Alkohol. Während der Alkoholabbau im Organismus einer Kinetik nullter Ordnung folgt (Abbildung 2), wird THC mehrphasig verteilt und verstoffwechselt (Abbildung 3). Nähere Informationen zur Problematik der Analytik von Cannabinoiden sind im Beitrag von F. Peters in diesem Heft zu finden.

Nach wie vor gibt es erhebliche Unklarheiten zum Umgang mit Mitarbeitern, die unter dem Verdacht des gelegentlichen oder regelmäßigen Konsums von Cannabis stehen. Gesetzliche Regelungen gibt es hierfür nicht, sieht man von einigen wenigen Vorschriften (z. B. Unfallverhütungs-

Abbildung: © S. Kretzschmar

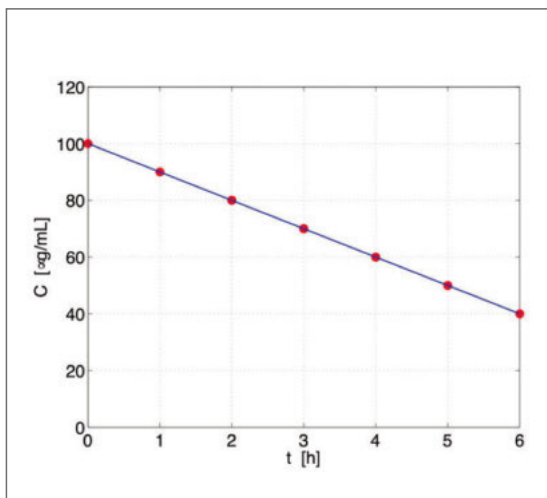


Abb. 2. Während der Resorption, Verteilung und Elimination eines Arzneistoffes im Körper ändert sich dessen Konzentration C in den Körperflüssigkeiten als Funktion der Zeit t . Ist die Änderungsgeschwindigkeit konstant und unabhängig von der jeweils vorhandenen Konzentration, spricht man von Kinetik nullter Ordnung. Beispiel für eine Kinetik nullter Ordnung ist die Elimination von Ethanol aus dem menschlichen Körper.

vorschrift für Wachleute) ab. Entscheidend ist nach den Unfallverhütungsvorschriften die Fähigkeit, die Arbeit verrichten zu können, ohne andere oder sich selbst zu gefährden (§ 15 Abs. 2, 3 Unfallverhütungsvorschrift BGV A 1). Der Umgang mit Cannabis (auch im Hinblick auf die Legalisierung) im Betrieb sollte durch eine Betriebsvereinbarung geregelt werden, so wie dies teilweise schon für Alkohol geschieht. In solchen Vereinbarungen wird z. B. ein absolutes Alkoholverbot geregelt. Klarheit über den Umgang mit Cannabis ist für alle Beteiligten wichtig. Kommt es unter Einfluss von Cannabis zu einem Unfall, stellt sich die Frage nach der Haftung (z. B. fahrlässige Körperverletzung, Regress der Berufsgenossenschaft, Arbeitnehmerhaftung, Verletzung der Aufsichtspflicht durch Vorgesetzte, Abmahnung, Kündigung). Große Unsicherheit besteht häufig, wenn bei einem Mitarbeiter erkennbare Anzeichen bestehen, dass ein sicheres Arbeiten nicht mehr gewährleistet ist (z. B. „verdächtige Fehlhandlungen“). Es ist hier eine Regelung zu treffen, die einerseits die Persönlichkeitsrechte wahrt und andererseits den ggf. entstehenden besonderen Gefahren für die Sicherheit im Betrieb Rechnung trägt. Kann er/sie den Verdacht nicht ausräumen, sollte als Entlastungsmöglichkeit ein Testverfahren (z. B. Urinscreening) angeboten werden. Dies ist von Bedeu-

tung, wenn „arbeitsrechtliche Schritte“ anstehen, um sich vom ungerechtfertigten Vorwurf eines Fehlverhaltens zu entlasten. Ein allgemeines, anlassunabhängiges Drogenscreening ist aus rechtlichen Gründen in Deutschland nicht möglich. Über die moralischen, ethischen und juristischen Probleme von Test auf Alkohol und illegale Drogen am Arbeitsplatz wird auch international schon lange und kontrovers diskutiert. In den USA wurden erstmals 1988 Drogentests am Arbeitsplatz bei Staatsangestellten durchgeführt und die dafür erforderlichen Standards festgelegt. Das „Federal Workplace Testing Program“ (U.S. Department Health and Human Services Drug Testing Standards) regelt die Untersuchung von Haar-, Speichel-, Schweiß- und Urinproben auf THC, Kokain, Phencyclidin, Opiaten (mit Schwerpunkt Heroin) und Amphetaminen am Arbeitsplatz unter Verwendung von Schnelltests. In Finnland wurde im Jahr 2004 eine entsprechende Gesetzgebung verabschiedet. Über eine sehr ähnliche Gesetzgebung verfügt auch Italien.

Zusammengefasst kann man feststellen, dass die beabsichtigten und unbeabsichtigten pharmakologischen Effekte von Cannabis auf die neurokognitive Leistungsfähigkeit von mehreren Stunden bis zu mehr als 28 Tagen nach Abstinenz andauern können. Auch die Blutspiegel korrelieren nicht immer mit der aktuellen Be-

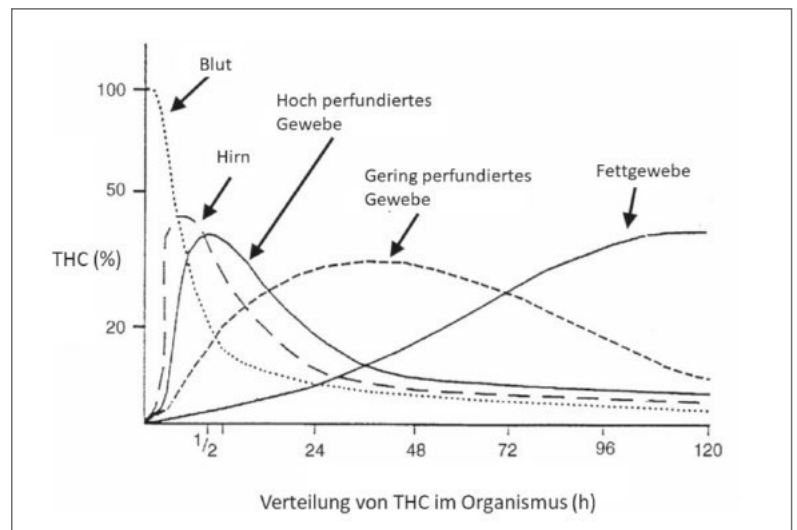


Abb. 3. Pharmakokinetik von Tetrahydrocannabinol (THC): THC und seine zwei Hauptmetabolite (11-Hydroxy-THC und THC-Carbonsäure) sind zwar problemlos nachweisbar, jedoch führt die komplexe Pharmakokinetik von THC dazu, dass die gemessenen Konzentrationen nicht eindeutig mit einem akuten Effekt korreliert werden können. Grund hierfür ist die Akkumulation von THC (und seinen Metaboliten) in tieferen Kompartimenten (Fett). Dargestellt sind die Gewebekonzentrationen (in %) in Abhängigkeit von der Zeit nach einmaliger Applikation (in Stunden).

Abbildung: © S. Kretzschmar

einträchtigung des Probanden. Die Beurteilung erfordert neurokognitive Tests. Auch die Dauer der Beeinträchtigung kann nicht sicher vorhergesehen werden. Daher kann der Freizeitkonsum von Cannabis durch Arbeitnehmer aus arbeitsmedizinischer Sicht nicht als unbedenklich angesehen werden.

i

Literatur bei der Verfasserin.

Silke Kretzschmar
Praxis für Arbeitsmedizin
Vorsitzende des Berufsverbandes
selbständiger Arbeitsmediziner und
freiberuflicher Betriebsärzte e. V.
Heinrichstraße 46
07545 Gera
E-Mail: info@arbeitsmedizin-gera.de



Pro und Contra – Cannabislegalisierung aus Sicht der Suchtmedizin

Alle reden über Cannabis ...

Nein, man kann wirklich nicht sagen, dass Cannabis eine „neue Substanz“ ist. Denn bereits im 7. Jahrhundert v. Chr. wurde die Pflanze als Heilkraut genutzt, und seitdem gibt es immer wieder Phasen, in denen sie mehr oder weniger akzeptiert war im gesellschaftlichen Ansehen.

In der Bundesrepublik Deutschland wurden in den vergangenen Jahren wiederholt Versuche unternommen, den öffentlichen Umgang mit Cannabis neu zu diskutieren und an die gesellschaftliche Situation anzupassen. Bereits in vergangenen Legislaturperioden wurden deshalb wiederholt Entwürfe zu einem Cannabiskontrollgesetz vorgelegt (Deutscher Bundestag, 2015, 2018), die sich im Kern damit beschäftigten, Cannabis nicht mehr als Betäubungsmittel einzuordnen, sondern stattdessen unter bestimmten Auflagen legal verfügbar zu machen. Diese Entwürfe wurden jeweils vom Bundestag abgelehnt (Deutscher Bundestag, 2017, 2020). Lediglich Teilaspekte wurden im fachlichen Diskurs neu verhandelt, was exemplarisch durch das am 10. März



Katharina Schoett

2017 in Kraft getretene Gesetz zur nun möglichen Verordnung von Medizinalcannabis unterstrichen wird.

Mit der neuen Legislaturperiode (2021–2025) und der gewählten Ampelkoalition wurde erneut das Ziel eines veränderten gesetzlichen Umgangs mit Can-

nabis formuliert und im Koalitionsvertrag verankert. In diesem wird formuliert „Wir führen die kontrollierte Abgabe von Cannabis an Erwachsene zu Genusszwecken in lizenzierten Geschäften ein.“ Dieses Vorhaben wird seitdem vielfältig und kontrovers diskutiert; veröffentlicht werden zahlreiche Meinungen und Stellungnahmen, nur bedingt wird klar, wer dabei eigentlich welche Interessen verfolgt. Gerade dies wäre aber ein wichtiges Kriterium, um besser einordnen zu können, welche impliziten Zielkonflikte hinter einer Argumentation stehen und warum z. B. wissenschaftliche Erkenntnisse so unterschiedlich interpretiert werden. Dabei wird es schon allein dann unterschiedliche Ansätze der Betrachtung geben, wenn jemand an eine entspannte Runde Erwachsener denkt, die sich bei einer Feier statt Rotwein lieber einen Joint gönnen, oder aber an Jugendliche, die in der eigenen Fachambulanz wegen kognitiver Störungen im Zuge eines gehäuften Cannabiskonsums um Hilfe suchen. Wenn dann noch wirtschaftliche oder Verbandsinteressen dazukommen, wird die Gemengelage wahrhaftig unübersichtlich.

Im folgenden Beitrag wird deshalb versucht, einige Pro- und Contra-Argumente der Legalisierungsdebatte darzustellen, wobei dieser Überblick aufgrund der Dynamik der aktuellen Diskussion nur als Zwischenstand zu verstehen ist. Dabei werden insbesondere suchtmmedizinische Aspekte mit einbezogen, auch wenn klar ist, dass Cannabis-konsumierende Menschen erst dann in den Fokus unserer ärztlichen Disziplin gelangen, wenn sich Probleme im Zusammenhang mit dem Konsum ergeben haben.

Warum ist eine Neubetrachtung unseres Umgangs mit Cannabis sinnvoll?

Beim Umgang mit Cannabis gibt es, wie im Übrigen auch bezüglich anderer psychotroper Substanzen, zwei diametral entgegengesetzte Positionen (sowie zahlreiche Zwischenpositionen). Auf der einen Seite steht ein akzeptierender Ansatz der Schadensminimierung, der davon ausgeht, dass Individuen das Recht auf Selbstbestimmung zur Führung (und ggf. Schädigung) ihres eigenen Lebens haben. Sie sollen dahin gehend unterstützt werden, dass sie risikobewusst ihr Leben und ihren Konsum gestalten können und ggf. bei Problemen Hilfe erhalten. Auf der anderen Seite steht ein eher paternalistischer Ansatz, der u. a. durch Gesetze, Sanktionen und Verbote versucht, empfohlenes bzw. erwünschtes Verhalten zu erreichen. Spannenderweise ist das Ziel beider Ansätze – die Verringerung der gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung – trotz der unterschiedlichen Ausgangspositionen gleich. Die Unterschiede ergeben sich aus den gewählten Wegen und Methoden zur Erreichung des Ziels, weshalb es berechtigte Hoffnung gibt, das gesteckte Ziel auch erreichen zu können.

Dass es überhaupt eine zunehmende Debatte um einen nicht strafrechtlichen Umgang mit Cannabis gibt, liegt wesentlich an der Tatsache, dass Verbote und die strafrechtliche Verfolgung von drogenkonsumierenden Menschen nicht dazu geführt haben, dass es keinen Cannabis-konsum in der Bevölkerung gibt. Trotz vorherrschendem Verbot ist der Cannabis-konsum weltweit erheblich verbreitet (UN 2022), die Sicherheit der Konsumierenden ist nicht gewährleistet und der Schwarzmarkt blüht. Auch in Deutschland zeigen Trendanalysen eine Zunahme von Cannabis in den letzten Jahren (Ort & Merkel, 2022; Rauschert et al. 2022).

Hinzu kommt, dass eine wirkungsvolle Aufklärungs- und Präventionsarbeit kaum möglich ist, solange es offiziell gar keinen Cannabis-konsum gibt. Wie soll z. B. ein Suchtberater über die Risiken eines höher dosierten Konsums aufklären oder ein Arzt die Folgen eines inhalativen Konsums offen besprechen, wenn gleichzeitig alle eigentlich so tun müssen, als werde gar nicht konsumiert? Letztlich sind Maßnahmen wie eine Regulierung der Abgabe oder Qualitätskontrollen bzgl. einzelner Cannabisprodukte nicht möglich bei einem allumfassenden Verbot, was aus Fachkreisen immer wieder kritisiert wird. Die reine Prohibition gilt deshalb als mehr oder weniger gescheitert, weshalb sich vereinzelte Länder dafür entschieden haben, eine Cannabisregulierung zu Genusszwecken einzuführen (Hall et al. 2019).

Auch Deutschland hat sich mit dem jetzt vorliegenden „Gesetz zum kontrollierten Umgang mit Cannabis und zur Änderung weiterer Vorschriften“ (CannG) auf den Weg gemacht, das Recht zu verändern, nach dem Verkauf, Erwerb oder Besitz von Cannabis strafbar sind (§ 29 BtMG). Bisher konnte lediglich unter gewissen Voraussetzungen (z.B. bei geringen Mengen) die Strafverfolgung ausgesetzt werden (§ 31a BtMG), wobei die Festlegung, welche Mengen als gering angesehen werden, bundeslandspezifisch ist und zwischen 6 und 15 Gramm variiert (Deutscher Bundestag, 2019). Durch das CanG soll die Qualität kontrolliert, die Weitergabe verunreinigter Substanzen verhindert und der Jugendschutz gewährleistet werden.

Klar scheint allen Beteiligten zu sein, dass ein zukünftiges Regelwerk nicht perfekt sein kann. Es gilt deshalb auszuhandeln, wie Rahmenbedingungen und Sachfragen im Detail entschieden werden, was die Lebhaftigkeit und Schärfe der Diskussion erklärt. Während konservative Politiker die Vorschläge als Verharmlosung von Cannabis beklagen (Antrag der CDU/CSU-Fraktion, 2023), bewerten FDP-Vertreter die vorgeschlagenen Regeln als zu restriktiv (Suliak 2022). Seitens der Ärzteschaft erfolgt eine teils entschiedene Ablehnung des Vorschlags (Stellungnahme der BÄK, 2023), auch die Kinder- und Jugendschützer sind alarmiert. Seitens der (potenziellen) Konsumenten erfolgt hingegen viel Zustimmung zum Entwurf, u. a. vom Deutschen Hanfverband und dem Branchenverband Cannabiswirtschaft e. V.

Pro: Was spricht für die vorgeschlagene Neuregelung?

Positiv hervorzuheben ist zunächst die geplante Entkriminalisierung, sodass künftig rechtsverbindlich geregelt ist, dass Besitz, Konsum und Anbau in bestimmten Mengen nicht mehr als Straftat angesehen werden. Dies ist eine Akzeptanz der Realität, in der durch strafrechtliche Sanktionierungen weder die Rate des Konsums in der Allgemeinbevölkerung noch die daraus resultierenden gesundheitlichen und sozialen Folgen reduziert werden konnten.

Zudem wird der Versuch unternommen, den illegalen Verkauf von Cannabinoiden einzuschränken und durch die Möglichkeit zum legalen Erwerb von geprüften Cannabisprodukten eine Alternative zu bieten. Diese wären zudem ohne Verunreinigungen oder Beimengungen, was Gesundheitsgefahren mindern dürfte. Schließlich ist, im Gegensatz z. B. zu einigen US-Bundesstaaten, kein gewinnorientierter „freier Markt“ geplant. Das vorgesehene allgemeine Werbe- und Sponsoringverbot ist ein wichtiges Signal.

Bezüglich Suchtprävention, Frühintervention und Kooperationen mit der Suchthilfe ist davon auszugehen, dass Aufklärungskampagnen besser, früher und zielgruppenspezifischer erfolgen könnten, da ja nun über eine legal zugängliche Substanz berichtet wird. Auch Beratungs- und Therapieoptionen sind leichter zu installieren, da Konsumierende offen über ihre Erfahrungen und etwaige Probleme berichten können. Forschungen zu den Auswirkungen einer Cannabisregulierung auf das Konsumverhalten und die Gesundheit zeigen gemischte Ergebnisse und basieren insbesondere auf Beobachtungsstudien (Hall et al. 2020, Hammond et al. 2020, Rivera-Aquirre et al. 2022).

Aus medizinischer Sicht wäre ferner zu vermuten, dass ein Umdenken bzgl. Cannabis auch mit einer Entstigmatisierung und größeren Offenheit gegenüber der Verordnung von medizinischem Cannabis einhergehen dürfte. Hier stehen weiterhin ermutigende Behandlungsergebnisse einer großen Unsicherheit hinsichtlich der „verbotenen Substanz“ gegenüber, was sich vielfältig auf das Verordnungs-, Einnahme- und Kostenerstattungsverhalten auswirkt.

Schließlich erwarten die Länder allein bei den Gerichten Einsparungen von 225 Mio. Euro durch weniger Strafverfahren

wegen konsumnaher Cannabisdelikte (Lau, 2023). Diese hohe Summe ergibt sich angesichts der Tatsache, dass allein im Jahr 2020 knapp 190.000 „konsumnahe“ Delikte durch die Behörden festgestellt wurden (Schneider et al., 2021).

Contra: Welche Argumente sprechen gegen den Gesetzesentwurf?

Noch gibt es allerdings auch eine Reihe ernsthafter Kritikpunkte, deren Klärung idealerweise vor der Verabschiedung des Gesetzes erfolgen sollte. Als bedeutsam ist vor allem zu erwähnen, dass voraussichtlich die Zahl der Personen mit Intoxikationen bzw. Intoxikationspsychosen bei einer Freigabe deutlich zunehmen wird (Hall & Lynskey, 2020, Manthey et al., 2023). Dies führt erfahrungsgemäß zu vermehrten Kontakten mit dem Hilfesystem und vermutlich auch zu einer höheren Rate von Hospitalisierungen. Zudem ist bekannt, dass es bei vulnerablen Personen einen dosisabhängigen Zusammenhang u. a. mit depressiven Störungen, Suizidalität, Psychosen und Angsterkrankungen gibt. Angesichts der Tatsache, dass das psychiatrische- und suchtmmedizinische Versorgungssystem bereits jetzt be- bis überlastet ist, dürfte die zusätzliche Versorgung von Patienten mit Cannabis-bezogenen Störungen sowohl das ambulante als auch das stationäre Hilfesystem an seine Grenzen bringen. Hiervor hatten u. a. der 125. Deutsche Ärztetag 2021 und der 127. Deutsche Ärztetag 2023 in entsprechenden Stellungnahmen gewarnt. Mittel, um eine solche Überlastung abzuwenden, sind im Gesetz nicht vorgesehen.

Ähnlich ungelöst ist die Frage, wie die zukünftige Prävention konzipiert und bezahlt werden soll. Eine allgemeine Aufklärung (vorgesehen über eine „digitale Plattform“ der BzGA) dürfte kaum die Wirkung einer lokal implementierten Präventionsarbeit ersetzen können. Die aus Fachkreisen geforderten kommunalen, risikoadaptierten und evidenzbasierten präventiven Maßnahmen, z. B. in Schulen und Jugendeinrichtungen, werden nicht geplant, was nicht zuletzt angesichts der im Bundeshaushalt 2024 vorgesehenen Kürzungen für die Suchtprävention (von 13,2 auf 9,2 Mio. Euro) höchst bedenklich ist.

Die vorgesehenen Mengen (Besitz von bis zu 25 g bzw. monatliche Mitnahmemenge für Erwachsene von 50 g) erscheinen aus suchtmmedizinischer Sicht zu hoch

– der daraus resultierende Konsum von ein bis zwei Gramm täglich geht erfahrungsgemäß deutlich über einen „Konsum zu Genusszwecken“ hinaus und entspricht eher einem Hoch-Risiko-Konsum (BÄK, 2023). Wer täglich diese Mengen selbst konsumiert, der muss auf jeden Fall mit gesundheitlichen und sozialen Problemen rechnen.

Ein erheblicher Kritikpunkt am Gesetzesentwurf ist auch, dass die seitens der Bundesregierung selbst formulierten Ziele des Kinder- und Jugendschutzes nicht ausreichend Berücksichtigung finden. Medizinische Erkenntnisse, dass das menschliche Gehirn bis zur Vollendung des 25. Lebensjahres nicht vollständig ausgereift ist, stehen dem Plan, bereits ab dem 18. Lebensjahr Cannabis kaufen zu können, entgegen. Die genannte reduzierte Menge für Heranwachsende (Mitnahmegrenzung auf 30 g/Monat zwischen 18. und 21. Lebensjahr) erscheint willkürlich gewählt und hoch. Seitens der klinischen Forschung ist längst belegt, dass intensiver Cannabiskonsum in der Jugend die Gedächtnis-, Lern- und Erinnerungsleistungen ebenso wie Aufmerksamkeit, Intelligenz und Denkleistungen negativ beeinflusst. Laut der CaPRis-Studie steigt das Risiko für eine Cannabis-bezogene Störung auf 17 Prozent, wenn der Konsum in der Adoleszenz beginnt (bei täglichem Konsum sogar auf 25 bis 50 %!).

Auch das vorgesehene regionale Konsumverbot in der Nähe von Kinder- und Jugendeinrichtungen ebenso wie in Fußgängerzonen, Sportstätten etc. dürfte schwer umsetzbar sein. Der Internationale Suchtstoffkontrollrat (INCB) der Vereinten Nationen hat 2022 festgestellt, dass eine Legalisierung gerade bei jungen Menschen zu erhöhtem Konsum und zu einer verminderten Risikowahrnehmung führt – dieses Signal, dass es keinen risikofreien Konsum gibt, braucht es noch stärker im Gesetz.

Offen bleibt schließlich, wie die zahlreichen Festlegungen zukünftig überprüft werden sollen. Wie sollen beispielsweise die Überprüfung des THC-Gehaltes (maximal 10 %) oder die Genehmigung zum begrenzten Eigenanbau (maximal drei Pflanzen zum Eigenkonsum) erfolgen?

Es wird noch viele Diskussionen geben (müssen)

Die aktuelle Legalisierung erscheint als ein sinnvoller Schritt, um den langjährigen und nicht erfolgreichen Weg der Pro-

hibition zu verlassen. Wünschenswert wäre ausreichend Zeit, um Regelungen zu veranlassen, die die bekannten Risiken hinreichend beachten. Schließlich kann die geplante Evaluation im Nachgang nicht dafür sorgen, entstandene Schäden rückgängig zu machen! Eine relevante Gefährdung der psychischen Gesundheit und der Entwicklungschancen der jungen Generation darf aber nicht passieren. Vielmehr braucht es Zeit, um den veränderten Umgang mit Cannabis als weiterhin potenter psychotroper Substanz zu erlernen und gerade während des Übergangs vulnerable Gruppen gut zu schützen.

Insofern ist aus suchtmmedizinischer Sicht die geplante Entkriminalisierung ein positiver Schritt, um z. B. Kranke nicht für ihren Cannabiskonsum strafrechtlich zu verfolgen. Die mit dem geplanten Gesetz verbundenen Chancen und Risiken sind inzwischen kommuniziert, und der weitere Verlauf wird entscheidend davon abhängen, wie mit den offenen Diskussionspunkten verfahren wird. Für uns Mediziner bleibt dabei vor allem die Aufgabe, denen Hilfe zu geben und sie offen und vorwurfsfrei zu behandeln, die wegen einer Abhängigkeitserkrankung unsere Unterstützung benötigen.

i

Literatur bei der Verfasserin.

Dr. med. Katharina Schoett
 Chefärztin der Klinik für
 Suchtmedizin
 am Ökumenischen Hainich
 Klinikum gGmbH
 Pflafferode 102
 99974 Mühlhausen
 Tel.: 03601-803-848
 E-Mail: k.schoett@oehk.de

BsAfB e.V.

Aufnahmeantrag



Eine Aufnahme ist nur mit Einzugsermächtigung möglich!
Wer kann Mitglied werden? www.bsafb.de » BsAfB-Mitglied werden

Gartenstr. 29
49152 Bad Essen
Telefon 05472 / 94 33 25
Fax 05472 / 94 44 20
info@bsafb.de
www.bsafb.de

Vorab auch per Fax 05472 / 94 44 20

Titel	Name	Vorname
Gebietsbezeichnung		
Zusatzbezeichnung(en)		
Straße, Hausnummer	PLZ	Ort
Telefon	Fax	
E-Mail	Homepage	

Bitte jeweils ankreuzen!

- Ich möchte die BsAfB-Rundschreiben an obige Faxnummer gesandt bekommen
 an folgende Faxnummer:
 nur per E-Mail - bitte beachten Sie die Konsequenzen für Ihre Beiträge (siehe unten!)
 per E-Mail und Fax

Ich möchte im Mitgliederverzeichnis auf der BsAfB-Website unter Betriebsarztsuche bzw. FASI-Suche aufgeführt werden.

- Ja Nein
 Ich strebe die außerordentliche Mitgliedschaft an.

Ort, Datum	Unterschrift
------------	--------------

Einzugsermächtigung (obligat)

Hiermit erteile ich dem BsAfB die widerrufliche Abbuchungsgenehmigung des satzungsgemäßen Vereinsbeitrages von zur Zeit:

- 150 EUR pro Jahr bei Rundschreiben und Vereinsmitteilungen an E-Mail-Anschrift
- 170 EUR pro Jahr bei Rundschreiben per Fax (erheblicher Mehraufwand)
- 130 EUR pro Jahr für außerordentliche Mitglieder (z. B. angestellte Ärzte/-innen)

ggf. Stempel

Im Mitgliedsbeitrag ist die kostenlose Zusendung der ErgoMed / Prakt. Arb.med. enthalten.
Die Beiträge werden üblicherweise Anfang des Jahres für das jeweilige Kalenderjahr abgebucht.
Erreicht uns ein Aufnahmeantrag im laufenden Jahr, wird anteilmäßig nur der Betrag für die verbleibenden Monate abgebucht.

Kontoinhaber	Name und Ort des Kreditinstituts
IBAN	BIC
Ort, Datum	Unterschrift



Foto: © ysndi. – stock.adobe.com

Toxikologische Analytik von Cannabis – Probenmatrices, Analystentechniken und Interpretation der Ergebnisse

Einleitung

Der Konsum von Cannabisprodukten wie Haschisch oder Marihuana als Rausch- oder Freizeitdroge ist in Deutschland besonders unter jüngeren Menschen weit verbreitet. So wird die Zwölfmonatsprävalenz des Cannabiskonsums in den Jahren 2018/2019 im Jahresbericht der Drogenbeauftragten der Bundesregierung 2021 für die Altersgruppe der Zwölf- bis 17-Jährigen mit 8,1 Prozent, in der Altersgruppe der 18- bis 25-Jährigen mit 24,1 Prozent angegeben. Darüber hinaus wird Cannabis in Form von medizinischen Cannabisblüten, Fertigarzneimitteln (z. B. Sativex®) oder dem reinen Wirkstoff Dronabinol auch medizinisch zur Behandlung diverser Krankheitsbilder eingesetzt, die von Spastiken über durch Zytostatika induzierte Übelkeit und Erbrechen bis hin zu chronischen Schmerzen reichen.



Frank T. Peters

Aufgrund seines Missbrauchs-/Abhängigkeitspotenzials und seiner berauschenden Wirkung ergeben sich in der täglichen Routine Fragestellungen bezüglich akuter Wirkung von Cannabis im Sinne akuter Beeinträchtigungen z. B. auf die Fahrsicherheit oder bezüglich der Konsumgewohnheiten oder einer Cannabisabstinenz. Hierbei kommen analytische Methoden zum Einsatz, um eine Cannabisaufnahme zu objektivieren und/oder um diese zeitlich einzuordnen oder Aussagen bezüglich einer möglichen Beeinträchtigung treffen zu können.

Welche Analyten sind für die toxikologische Cannabisanalytik relevant?

Cannabispflanzen der Arten *Cannabis sativa* L. und *Cannabis indica* LAM. enthalten mehr als 60 natürliche Cannabinoide. Von diesen ist vor allem das (-)- Δ^9 -*trans*-Tetrahydrocannabinol (THC) für

Foto: © F.T. Peters

die psychoaktiven Wirkungen von missbräuchlich verwendeten Cannabisprodukten wie Haschisch oder Marihuana, aber auch medizinisch verwendeten Cannabisblüten verantwortlich. THC liegt in der Pflanze weit überwiegend in Form der pharmakologischen inaktiven Vorläufersubstanz Δ^9 -Tetrahydrocannabinolsäure A (THC-Säure A) vor. Erst während der bei allen gängigen Konsum- bzw. Anwendungsformen von Cannabis vorgeschalteten oder immanenten Erhitzungsprozessen (Rauchen, Vaporisieren, Backen oder Teekochen) wird aus THC-Säure A der eigentliche Wirkstoff THC durch Decarboxylierung freigesetzt.

Nach Aufnahme wird THC im Körper vor allem zu seinem pharmakologisch noch aktiven Metaboliten 11-Hydroxy-THC hydroxyliert, welches sodann metabolisch weiter zum pharmakologisch nicht mehr aktiven Metaboliten 11-Nor-9-carboxy- Δ^9 -Tetrahydrocannabinol (THC-Carbonsäure) oxidiert wird. Letzterer wird wiederum größtenteils mit Glucuronsäure konjugiert und als THC-Carbonsäure-Glucuronid im Urin ausgeschieden. THC und 11-Hydroxy-THC können auch direkt mit Glucuronsäure konjugiert werden. Je nach Fragestellung und untersuchter Probenmatrix können THC und/oder die vorgenannten Stoffwechselprodukte die Zielanalyten für die Untersuchung darstellen und von interpretatorischer Relevanz sein.

Unter Umständen kann auch die Untersuchung auf das ebenfalls pharmakologisch wirksame, aber nicht psychoaktive pflanzliche Cannabinoid Cannabidiol (CBD) von Interesse sein. Es ist je nach Sorte in mehr oder weniger hoher Konzentration in Cannabispflanzen enthalten. Darüber hinaus ist eine Vielzahl von CBD-haltigen Nahrungsergänzungsmitteln und Lifestyleprodukten im Handel verfügbar, die auch geringe Mengen an THC enthalten können ($\leq 3\%$).

Darüber hinaus sind in den letzten Jahren Produkte auf dem Drogenmarkt aufgetaucht, die statt (Δ^9 -)THC dessen Stellungsisomer Δ^8 -THC oder Hexahydrocannabinol (HHC) enthalten, bei dem die Doppelbindung des THC's hydriert ist. Sowohl Δ^8 -THC als auch HHC kommen in geringen Mengen bzw. Spuren auch natürlich in Cannabisprodukten vor, werden aber für die Verwendung als Rauschmittel vor allem halb synthetisch aus CBD hergestellt. Ihre Wirksamkeit wird im Vergleich zu (Δ^9 -)THC als geringer oder allenfalls

gleich stark angegeben. Im Gegensatz zu Δ^8 -THC ist HHC in Deutschland nicht als Betäubungsmittel eingestuft.

Welche Probenmaterialien sind für die toxikologische Cannabisanalytik geeignet?

Neben den klassischen Analysenmatrices Blut bzw. Blutserum/-plasma und Urin werden je nach Fragestellung auch die sogenannten alternativen Matrices „Speichel“ (genauer Mundflüssigkeit, engl. „oral fluid“), Haare und Mekonium für die Untersuchung auf Cannabinoide herangezogen.

Blut bzw. daraus gewonnenes Plasma oder Serum stellen die Probenmatrix der Wahl dar, wenn Aussagen bezüglich einer möglichen akuten Cannabiswirkung bzw. -beeinträchtigung, des Zeitpunkts der letzten Cannabisaufnahme und/oder des allgemeinen Aufnahme-/Konsumverhaltens getroffen werden sollen. Bei Verdacht auf eine Ordnungswidrigkeit gemäß § 24a StVG (Fahren unter dem Einfluss berauschender Mittel) oder Straftaten gemäß § 316 StGB (Trunkenheit im Verkehr) oder § 315c StGB (Gefährdung des Straßenverkehrs) werden standardmäßig Blutplasma- oder -serumproben für die Untersuchung verwendet. Zielanalyten im Blut bzw. Plasma/Serum sind vor allem THC und seine Metaboliten 11-Hydroxy-THC und THC-Carbonsäure.

Urin wird vor allem für Cannabisabstinenzkontrollen im klinischen oder arbeitsmedizinischen Bereich sowie in der Fahreignungsdiagnostik verwendet. Im letzteren Fall wird gefordert, dass die Probenahme unter Sicht erfolgt, um Probenmanipulationen auszuschließen. Zudem wird in der Regel die Kreatininkonzentration in der Urinprobe mitbestimmt, um eine eventuelle Verdünnung des Urins durch übermäßige Flüssigkeitsaufnahme oder nachträgliche Wasserzugabe zu der Probe zu erfassen. Weitere Parameter zur Überprüfung der Validität von Urinproben sind die Bestimmung des pH-Wertes und die Messung der Urin Temperatur unmittelbar nach der Probenabgabe sowie Verfälschungstests, z. B. in Form von Teststreifen auf Oxidantien oder Nitrite. Die Abgabe von sogenanntem „synthetischem Urin“ statt einer echten Urinprobe kann ggf. durch eine chromatographisch-massenspektrometrische Untersuchungen auf endogene Stoffe wie z. B. Carnithine erfolgen. Die Cannabisanalytik im Urin ist in der Regel auf durch entsprechende Pro-

benvorbereitungsschritte aus ihren Glucuroniden freigesetzte THC-Carbonsäure ausgerichtet (siehe unten). Unter bestimmten Umständen können auch THC und 11-Hydroxy-THC (nach Freisetzung aus ihren Glucuroniden) im Urin nachgewiesen werden.

Speichelproben haben insbesondere für Drogenvortests durch die Polizei, jedoch auch im klinischen Bereich erhebliche Bedeutung. Dies ist nicht nur der nicht invasiven, einfach zu überwachen und somit eine Manipulation praktisch ausschließenden Probenahme geschuldet, sondern auch dem Umstand, dass die Nachweisfenster vieler Drogen eine relativ gute Übereinstimmung mit dem Vorliegen relevanter Konzentrationen der entsprechenden Substanzen im Blut zeigen. Für Cannabinoide sind positive Vortestergebnisse im Speichel typischerweise auf noch aus dem letzten Anwendungs-/Konsumvorgang (Inhalation, Rauchen, perorale Aufnahme) in der Mundhöhle befindlichen Cannabinoide, speziell THC zurückzuführen. Ein Übertritt von THC und/oder seinen Metaboliten von der Blutseite in den Speichel findet hingegen aufgrund der hohen Plasmaproteinbindung dieser Substanzen nur in sehr geringem Maße statt und spielt für den Nachweis allenfalls eine geringe Rolle. Die Probenahme von Speichel kann zwar prinzipiell durch Herauslaufenlassen aus der Mundhöhle oder durch Spucken erfolgen. In der Regel werden hierfür jedoch spezielle Probennahmesysteme verwendet, die u. a. ein saugfähiges Material und ggf. zusätzliche Puffer zur Konservierung/Stabilisierung der Probe bei der Lagerung enthalten. Einige dieser Systeme enthalten zudem einen Farbindikator, der die Entnahme eines ausreichenden Probenvolumens anzeigt. Letzteres ist allerdings nur von Relevanz, wenn auch eine eventuelle Bestätigungsanalyse (siehe unten) in der entnommenen Speichelprobe erfolgen soll, was auf den klinischen und arbeitsmedizinischen Bereich beschränkt ist. Seitens der Polizei werden für Drogenvortests im Speichel Testsysteme verwendet, in denen die Probenahme und immunchemische Tests integriert ablaufen. Bei positivem Testergebnis werden dann Blutproben für die Bestätigungsanalyse entnommen.

Haarproben können zur Abstinenzkontrolle oder einer Beurteilung des Aufnahme-/Konsumverhaltens über längere Zeiträume herangezogen werden. Dabei

hängt der überprüfte Zeitraum von der Länge der untersuchten Haare ab. In der Regel kann bei Kopfharen unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Haarwachstumsrate (1 cm/Monat) von einem Monat pro Zentimeter Haarlänge ausgegangen werden. Die tatsächlich abgedeckten Zeiträume können jedoch zwischen 0,7 und 1,4 Monaten pro Zentimeter Haarlänge betragen. Darüber hinaus können bei positiven Befunden aufgrund nicht mehr im Wachstum befindlicher katagener und telogener Haare ggf. auch noch weiter zurückliegende und auch aus der Haarlänge abgeschätzte Zeiträume miterfasst werden. Bei Untersuchungen im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik ist die maximal zu untersuchende Länge einer kopfhautnah entnommenen Haarprobe auf sechs Zentimeter – gemessenen von der kopfhautnahen Seite – begrenzt, um eventuelle „Verdünnungseffekte“ durch negative Teile der Haarprobe sowie Auswascheffekte zu vermeiden. Körperhaare können ebenfalls für eine Untersuchung herangezogen werden. Dabei sind jedoch deren spezielle Wachstumszyklen zu beachten. Zielanalyten für die Cannabinoid-Analytik in Haaren sind THC und ggf. dessen Metaboliten 11-Hydroxy-THC und THC-Carbonsäure (siehe unten).

Eine *in utero* Exposition Ungeborener infolge eines Cannabiskonsum der werdenden Mutter kann post partum durch Analyse des Mekoniums erfolgen. Letzteres wird im 3. Trimester gebildet und erlaubt bei reifgeborenen Kindern insofern eine retrospektive Beurteilung über diesen Zeitraum. Die Cannabisanalytik im Mekonium ist üblicherweise auf THC-Carbonsäure und ggf. zusätzlich 11-Hydroxy-THC ausgerichtet.

Welche Analysetechniken sind für die toxikologische Cannabisanalytik geeignet?

In der toxikologischen Cannabisanalytik wird – mit Ausnahme von Haaranalysen und Mekoniumanalysen – in der Regel eine zweistufige Teststrategie verfolgt. In der ersten Stufe wird mittels immunchemischer Methoden auf Cannabinoide (und ggf. weitere Substanzgruppen) getestet. Dabei handelt es sich um sogenannte hinweisgebende Verfahren, deren Ergebnisse nicht beweissicher und daher bis zur Bestätigung als vorläufig anzusehen sind. Sie werden gemeinhin auch als Drogenvortests oder Drogenschnelltests bezeichnet.

Im Falle eines positiven Ergebnisses in der ersten Stufe schließt sich eine sogenannte Bestätigungsanalyse mit einem identifizierenden Verfahren an, das eine eindeutige und beweissicher Substanzidentifizierung erlaubt. In der Regel kommen hierbei chromatographisch-massenspektrometrische Kopplungstechniken wie Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) oder Flüssigkeitschromatographie-Tandemmassenspektrometrie (LC-MS/MS) zum Einsatz.

Immunchemische Tests

Für die Vortestung auf Cannabinoide sind zahlreiche unterschiedliche immunchemische Testverfahren verfügbar, die sämtlich auf Antigen-Antikörper-Reaktionen beruhen. Sie unterscheiden sich allerdings in der Zielstruktur. So sind die Testkörper immunchemischer Tests für die Vortestung von Urin und Blut bzw. Plasma oder Serum gegen die THC-Carbonsäure gerichtet, die in diesen Matrices in der Regel in der höchsten Konzentration vorliegt und/oder am längsten nachweisbar ist. In Speicheltests auf Cannabinoide werden hingegen Testantikörper gegen THC verwendet, da THC-Carbonsäure – wenn überhaupt – nur in sehr geringen Konzentrationen im Speichel zu erwarten ist.

Je nach Testprinzip ist die Antigen-Antikörper-Reaktion mit unterschiedlichen Signalsystemen gekoppelt, die ein Signal generieren, das letztendlich für die positiv-negativ Entscheidung herangezogen wird. Dies kann ein einfaches binäres Signal wie die Ausbildung einer Linie in einem Detektionsfeld bei sogenannten Point-of-care-Tests (POCT, „Drogenschnelltest“) sein oder eine kontinuierliche Messgröße wie eine Lichtabsorption bei instrumentellen immunchemischen Tests (siehe unten). Letztere wird über einen Schwellenwert wiederum in ein binäres Ergebnis (positiv oder negativ) umgesetzt. Die mit dem Schwellenwert korrespondierende Konzentration der Kalibratorsubstanz (THC oder THC-Carbonsäure) stellt dabei den sogenannten Cut-off-Wert dar, oberhalb dessen das Ergebnis als positiv, unterhalb als negativ gewertet wird. Die Cut-off-Werte hängen von der angestrebten Testsensitivität und -spezifität und der Analysenmatrix ab.

Unabhängig vom konkreten Testprinzip kann es bei allen immunchemischen Tests auf Cannabinoide sowohl zu falsch positiven als auch zu falsch negativen Ergebnissen kommen. Bei falsch positiven

Ergebnissen zeigt der Test ein positives Ergebnis an, obwohl die entsprechenden Zielanalyten (THC oder THC-Carbonsäure) nicht in der untersuchten Probe vorhanden sind. Sie beruhen in der Regel auf einer Kreuzreaktion mit Substanzen, die aufgrund ihrer strukturellen Eigenschaften mit dem Testantikörper reagieren können, obwohl sie nicht zur Zielgruppe des Tests gehören und die Kreuzreaktionen sich alleine aus der chemischen Struktur nicht ohne weiteres erklären. So sind für einige immunchemische Cannabinoid-Tests falsch positive Testergebnisse aufgrund von Kreuzreaktion mit dem nicht nukleosidischen Revers-Transkriptase-Hemmer Nevirapin oder mit Wirkstoffen aus den Gruppen der Protonenpumpenhemmer oder der nichtsteroidalen Antirheumatika beschrieben. Aufgrund der Möglichkeit solch falsch positiver Ergebnisse ist es wichtig, positive Testergebnisse auf Cannabinoide mit einem identifizierenden Verfahren zu bestätigen, wenn das Ergebnis seitens der Patienten angezweifelt oder Therapieentscheidungen (z. B. vorzeitige Beendigung einer Entzugsbehandlung) davon abhängig gemacht werden. Positive Vortestergebnisse auf Cannabinoide bei Fragestellungen, in denen ein beweissicheres Ergebnis benötigt wird, wie bei Verdacht auf eine der o. g. Verkehrsordnungswidrigkeiten/-straftaten bedürfen stets der Bestätigung.

Falsch negative Ergebnisse können ihre Ursache in der Zusammensetzung der Probe haben, z. B. wenn in stark konzentrierten Urinproben durch unspezifische Bindung an Matrixbestandteile die Reaktion der Testantikörper mit den Wirkstoffmolekülen gestört ist. Auch ein Zusatz von Tensiden, Oxidanzien oder Säuren/Laugen können die Antigen-Antikörper-Reaktion stören oder den Analyten in der Probe zerstören.

Immunchemische POCT

Solche Tests werden häufig als sogenannte Drogenschnelltests bezeichnet. Es handelt sich dabei um Teststreifen oder Testkassetten, die Testfelder für eine einzelne Droge oder mehrere Drogen/Drogengruppen enthalten. Sie arbeiten in der Regel nach dem immunchromatographischen Prinzip, bei dem die Probe nach Aufbringen auf den Test über Kapillarkräfte zum Detektionsfeld transportiert wird, wo das Ergebnis (Bildung oder Ausbleiben einer Linie) abgelesen werden

kann. Zu beachten ist dabei, dass je nach dem konkreten Testprinzip die Bildung einer Linie in manchen POCT ein positives in anderen hingegen ein negatives Ergebnis anzeigt. Es ist daher zwingend erforderlich, dass die Anwender sich bei einer Neuanschaffung oder einem Produktwechsel mit den Testspezifikationen vertraut machen.

POCT für die Testung auf Cannabinoide (und in der Regel weitere Drogengruppen) werden für Urin- und Speichelproben, nicht jedoch für die Testung von Blut angeboten. Ein Vorteil der POCT ist ihre relativ einfache Handhabung, die keine besonderen analytischen Kenntnisse voraussetzt und eine Anwendung durch Polizeibeamte sowie medizinisches oder Pflegepersonal z. B. in der Notaufnahme oder in der Psychiatrie erlaubt. Ein Proben-transport ins Labor kann mithin entfallen, sodass innerhalb von einigen Minuten ein Testergebnis vorliegt. Nachteile der POCT sind, dass die Cut-off-Konzentrationen vom Anwender nicht beeinflusst werden können, was indes bei der Testung auf Cannabinoide von untergeordneter Relevanz erscheint. Auch lässt die Testreaktion keine zuverlässigen Rückschlüsse darüber zu, wie weit die Schwellenkonzentration überschritten wurde. Schließlich kann es bei POCT Ergebnissen zu Fehlinterpretationen kommen, da diese in der Regel nicht von qualifiziertem Laborpersonal durchgeführt werden und die Anwender auf der Station mit den Limitationen der Tests häufig nicht vertraut sind.

Instrumentelle immunochemische Tests

Instrumentelle immunochemische Tests werden für die Untersuchung von Blutplasma/-serum, Urin und Speichel angeboten. Sie werden in der Regel mithilfe von Analysenautomaten durchgeführt, die die einzelnen Analysenschritte von der Probenahme bis zur Detektion vollautomatisch durchführen können und zumindest für Urinproben zum Routineprogramm größerer Kliniklaboratorien und forensisch-toxikologischer Laboratorien gehören. Letztere haben in der Regel auch apparative immunochemische Tests für die Untersuchung von Blut bzw. Serum- oder Plasmaproben auf Cannabinoide etabliert.

Wie bereits oben erwähnt, werden bei diesen instrumentellen immunochemischen Tests kontinuierliche Ergebnisse generiert, die anhand einer Kalibration quantitativ ausgewertet werden können.

Zusätzlich zu der positiv-negativ-Entscheidung anhand des Cut-off-Wertes, erhält der Anwender damit zusätzliche Informationen, ob die untersuchte Probe eher hohe oder eher niedrige Analytenkonzentrationen enthält. Jedoch darf diese Abschätzung nicht mit einer definitiven Konzentrationsbestimmung eines konkreten Wirkstoffs verwechselt werden, da auch bei den instrumentellen immunochemischen Methoden keine Aussage möglich ist, durch welche Substanz(en) und/oder Metaboliten das Messergebnis verursacht wurde. So sind die Vortestergebnisse für Cannabinoide im Urin in der Regel deutlich höher als die in entsprechenden Bestätigungsanalysen bestimmten Konzentrationen für den Zielanalyten THC-Carbonsäure, da Urinproben nach Aufnahme von Cannabisprodukten zahlreiche weitere Cannabiswirkstoffe und deren Metaboliten enthalten können, die mit den Testantikörpern kreuzreagieren. Nichtsdestotrotz weisen die Ergebnisse instrumenteller immunochemischer Tests eine höhere Aussagekraft auf als die entsprechender POCT. Zudem lassen die instrumentellen immunochemischen Tests über die Anpassung von Proben- und Reagenzienvolumina eine gewisse Flexibilität bei der Einstellung der Schwellenkonzentrationen zu. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Ergebnisse solcher Tests von qualifiziertem Laborpersonal durchgeführt, ausgewertet und beurteilt werden, die mit den Testspezifikationen sowie mit den Limitationen der Ergebnisse wie falsch positiven oder falsch negativen Ergebnissen vertraut sind.

Chromatographisch-massenspektrometrische Kopplungstechniken

Chromatographisch-massenspektrometrische Kopplungstechniken wie Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) oder Flüssigchromatographie-(Tandem)massenspektrometrie [LC-MS(/MS)] kombinieren die hohe Trennleistung der Chromatographie mit der hohen Sensitivität und Spezifität der massenspektrometrischen Detektion. Hierdurch können mit diesen Verfahren eine Vielzahl von Wirkstoffen und Metaboliten voneinander und von Matrixbestandteilen unterschieden werden, sodass eine simultane Bestimmung auch in komplexen Biomatrizes wie Blut, Urin, Speichel oder Mekonium möglich ist. Zudem erlauben diese Verfahren eine zweifelsfreie Substanzidentifizierung.

Ein Nachteil der chromatographisch-massenspektrometrischen Analyseverfahren ist, dass die Proben nicht direkt analysiert werden können, sondern es einer mehr oder weniger komplexen Probenvorbereitung bedarf. Zudem erfordert der Betrieb solcher Systeme und insbesondere die Auswertung der generierten Analysendaten fundierte Spezialkenntnisse. Sie sind daher nur in spezialisierten Laboreinrichtungen verfügbar. In der toxikologischen Cannabinoidanalytik werden die chromatographisch-massenspektrometrischen Kopplungstechniken vor allem zur Bestätigung positiver immunochemischer Vortestergebnisse in Blut (Serum, Plasma), Urin oder Speichelproben sowie zur direkten, gezielten Untersuchung auf ausgewählte Cannabiswirkstoffe und deren Metaboliten in solchen Analysenmatrizes verwendet, für die keine kommerziellen immunochemischen Tests auf Cannabinoide verfügbar sind wie Mekonium oder Haare.

Die Probenvorbereitung für die Untersuchung von Cannabinoiden in den o. g. Körperflüssigkeiten oder Mekonium mittels GC-MS schließt in der Regel zumindest einen Extraktions- und Derivatisierungsschritt ein. Bei der Untersuchung von Urinproben ist zusätzlich eine enzymatische oder chemische Konjugatsspaltung erforderlich, um aus den nicht GC-gängigen Glucuroniden die GC-gängigen Muttersubstanzen und/oder Phase-I-Metaboliten, insbesondere THC-Carbonsäure, freizusetzen.

Bei der Untersuchung auf Cannabinoide mittels LC-MS(/MS) kann sich die Probenvorbereitung ggf. auf eine einfache Proteinfällung (Blut, Plasma, Serum) oder Verdünnung mit Lösungsmittel (Urin) beschränken, da bei dieser Analysetechnik keine Derivatisierung erforderlich ist und Phase-II-Metaboliten (Glucuronide) direkt bestimmt werden können. In der Regel wird jedoch auch bei der Analyse auf Cannabinoide im Urin mittels LC-MS(/MS) eine Konjugatsspaltung vorgeschaltet. Im Zusammenhang mit Abstinenzkontrollen im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik ist dies vorgeschrieben.

Bei der Untersuchung von Haarproben sind vor der eigentlichen Probenvorbereitung noch Waschschriffe zur Dekontamination der Haare erforderlich. Zudem müssen die Haare für eine effektive Aufarbeitung zerkleinert, sprich kleingeschnitten oder gemahlen werden.

THC und seine Metaboliten können

Tabelle 1: Probenmatrices, Zielanalyten, Nachweisfenster, Fragestellung für die Anwendung, Beurteilung (Grenzwerte, Cut-offs etc.) für die Cannabisanalytik

Probenmatrix	Zielanalyten	Nachweisfenster	Fragestellungen	Beurteilung
Blut bzw. Plasma/ Serum	THC	bis ca. 12 h nach einmaliger, gelegentlicher Aufnahme wenige Tage bis u. U. wenige Wochen nach regelmäßiger Aufnahme	Aktueller Einfluss Zeitpunkt der letzten Aufnahme (Konzentrationsverhältnis zu 11-Hydroxy-THC)	Grenzwert 1 ng/ml (Plasma/Serum) bei Fragestellung § 24a StVG
	11-Hydroxy-THC	bis ca. 12 h nach einmaliger, gelegentlicher Aufnahme bis wenige Tage nach regelmäßiger Aufnahme	Aufnahmeweg (Konzentrationsverhältnis zu THC)	
	THC-Carbonsäure	wenige bis einige Tage bei einmaliger oder gelegentlicher Aufnahme bis zu einigen Wochen bei regelmäßiger Aufnahme	Zeitpunkt der letzten Aufnahme (zusammen mit THC-Konzentration) Aufnahme-/Konsumhäufigkeit	ab 70 ng/ml zunehmende Wahrscheinlichkeit für regelmäßige Aufnahme, ab 150 ng/ml sicher regelmäßige Aufnahme
Speichel	THC	½ bis 1 Tag (Vortest) bis wenige Tage (Bestätigungsanalyse)	Aktueller Einfluss (Vortest) Abstinenzkontrolle	
Urin (nach Konjugaspaltung)	THC-Carbonsäure	wenige Tage nach einmaliger Aufnahme mehrere Wochen nach regelmäßiger, intensiver Aufnahme/Konsum	Abstinenzkontrolle	Cut-off EWDTs: 50 ng/ml (Vortest), 15 ng/ml (Bestätigung) Fahreignung: 7,5 ng/ml (Bestätigung)
	11-Hydroxy-THC	ca. ein Tag nach einmaliger, gelegentlicher Aufnahme	Zeitpunkt der letzten Aufnahme	
	THC	ca. ½ Tag nach Aufnahme		
Haare	THC	Abhängig von Haarlänge, ca. 1 Monat pro cm	Cannabisexposition	Aufnahme oder externe Antrugung

trotz struktureller Ähnlichkeiten mit in der forensischen Toxikologie typischerweise verwendeten Chromatographiesystemen voneinander getrennt und aufgrund ihrer massenspektrometrischen Eigenschaften unterschieden werden. Die Identifizierung erfolgt durch Abgleich der chromatographischen Retentionszeiten sowie der massenspektrometrischen Daten von Analyten und entsprechenden Referenzstandards. Je nach verwendetem Massenspektrometer und Detektionsmodus können entweder volle Massenspektren für den Abgleich herangezogen werden oder eine Mindestanzahl von drei charakteristischen Fragmentationen (selected-ion monitoring, SIM) oder zwei charakteristischen Massenübergängen (selected-reaction monitoring). Die beiden letztgenannten Modi werden aufgrund der höheren Empfindlichkeit und Messzyklen pro Zeiteinheit bevorzugt für quantitative Bestätigungsanalysen eingesetzt. Abbildung 1 zeigt beispielhaft sogenannte Massenfragmentogramme von je-

weils drei charakteristischen Fragmenten von THC, 11-Hydroxy-THC und THC-Carbonsäure in einer Serumprobe aus einem authentischen Fall und in einer entsprechenden Qualitätskontrollprobe.

Für die Differenzierung der Stereoisomeren von Δ^9 -THC und Δ^8 -THC ist aufgrund der sehr ähnlichen massenspektrometrischen Eigenschaften eine chromatographische Trennung vor der Detektion unbedingt erforderlich, während HHC aufgrund seiner um zwei Masseneinheiten höheren Molekülmasse notfalls auch alleine anhand seiner massenspektrometrischen Eigenschaften von THC differenziert werden kann.

Bei welchen Fragestellungen werden toxikologische Cannabis-Analysen durchgeführt?

Typische Fragestellungen, in denen die toxikologische Cannabis-Analytik eingesetzt wird, sind zum einen eine akute Beeinflussung durch Cannabiswirkstoffe, speziell THC und ggf. partialsynthetische

Cannabinoide wie Δ^8 -oder HHC. Zum anderen spielen derartige Analysen eine große Rolle im Rahmen von Abstinenzkontrollen im klinischen Umfeld (Entwöhnungsbehandlung, *in utero* Exposition), in der Arbeitsmedizin/Arbeitssicherheit und im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik. Je nach konkreter Fragestellung werden unterschiedliche Analysenmatrices für die Analytik verwendet.

Fragestellung akuter Cannabiseinfluss

Im klinischen Umfeld stellt sich die Frage nach einem akuten Einfluss insbesondere dann, wenn Patienten mit einer entsprechenden Symptomatik (siehe hierzu) in die Notaufnahme oder eine psychiatrische Klinik kommen oder gebracht werden. Hier kann zunächst über einen Drogenschnelltest oder einen instrumentellen immunochemischen Test im Speichel oder Urin eine vorläufige Überprüfung einer Cannabisaufnahme erhoben werden. Dabei lässt sich ein positives Vortestergebnis im Urin zwar mit einer akuten Beein-

flussung vereinbaren. Es lässt jedoch keine zuverlässigen Rückschlüsse diesbezüglich zu, da aufgrund der langen terminalen Elimination von THC bzw. THC-Carbonsäure je nach vorheriger Konsum- oder Anwendungshäufigkeit teilweise noch Wochen nach der letzten Cannabisaufnahme positive Testergebnisse im Urin resultieren können. Ein positives Vortestergebnis im Speichel spricht hingegen je nach Sensitivität des angewandten Testes für eine Cannabisaufnahme innerhalb einiger bis mehrerer Stunden vor der Durchführung des Tests und weisen insofern zwar eher aber nicht notwendigerweise auf eine akute Aufnahme/Beeinflussung hin als ein positives Testergebnis im Urin. Zur weiteren Abklärung kann eine Blutentnahme für eine quantitative Bestätigungsanalyse erfolgen, deren Ergebnis jedoch im günstigsten Fall erst nach wenigen Tagen verfügbar und für das Akutmanagement nicht von Relevanz sein wird.

Im Straßenverkehr stellt sich die Frage nach einem (möglichen) akuten Cannabiseinfluss bei Verdacht auf eine Ordnungswidrigkeit gemäß §24a StVG oder

eine Straftat gemäß den §§ 316, 315c StGB. Hier werden – zumindest von der Thüringer Polizei – zur Erhärtung des Verdachts in der Regel Drogenschnelltests im Speichel durchgeführt. Ein positives Ergebnis zeigt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine relevante THC-Konzentration im Blut bzw. Plasma oder Serum an, sodass regelmäßig eine Blutentnahme bei den Betroffenen/Beschuldigten zum Zweck einer späteren Bestätigungsanalyse veranlasst wird. Ein negatives Vortestergebnis zieht in der Regel keine weiteren Maßnahmen nach sich, es sei denn, es liegen positive Vortestergebnisse auf andere Drogen oder Alkohol oder der Verdacht auf eine Einnahme weiterer relevanter Substanzen vor, die durch die verwendete Drogenvortests nicht erfasst werden.

Bei der Fragestellung einer akuten Cannabiseinträchtigung stellt die Konzentration im Blut bzw. Plasma oder Serum den Zielparameter dar. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass keine ausreichende Korrelation zwischen der THC-Konzentration im Blut bzw. Plasma/Serum und der aktuellen Cannabiseinwirkung bei den betroffenen Personen besteht, um

Letztere alleine aus den Analyseergebnissen abzuleiten. Dies gilt insbesondere bei inhalativer Aufnahme durch Rauchen oder Vaporisieren, bei denen aufgrund der raschen Aufnahme über die Lungen zunächst sehr hohe THC-Konzentrationen im Blut resultieren, während das Maximum der THC-Wirkung erst nach Verteilung in das ZNS erreicht wird, wenn die THC-Konzentration im Blut bereits wieder deutlich abgefallen ist. Bei der selteneren oralen Aufnahme werden infolge des hohen first-pass-Effektes und der langsameren Aufnahme deutlich geringere THC-Konzentrationen im Blut erreicht, die nichtsdestotrotz mit Cannabiswirkungen einhergehen, die zudem länger anhalten als nach dem Konsum durch Rauchen.

Darüber hinaus kann es bei regelmäßiger Cannabisaufnahme aufgrund der hohen Lipophilie von THC zu einer Depotbildung vor allem im Fettgewebe kommen. Aus diesen Depots kann das THC zwischen einzelnen Aufnahmeprozessen wieder ins Blut abgegeben werden, sodass sich mehr oder weniger hohe Basalkonzentrationen im Blut einstellen (sogenanntes „residuales THC“), die jedoch

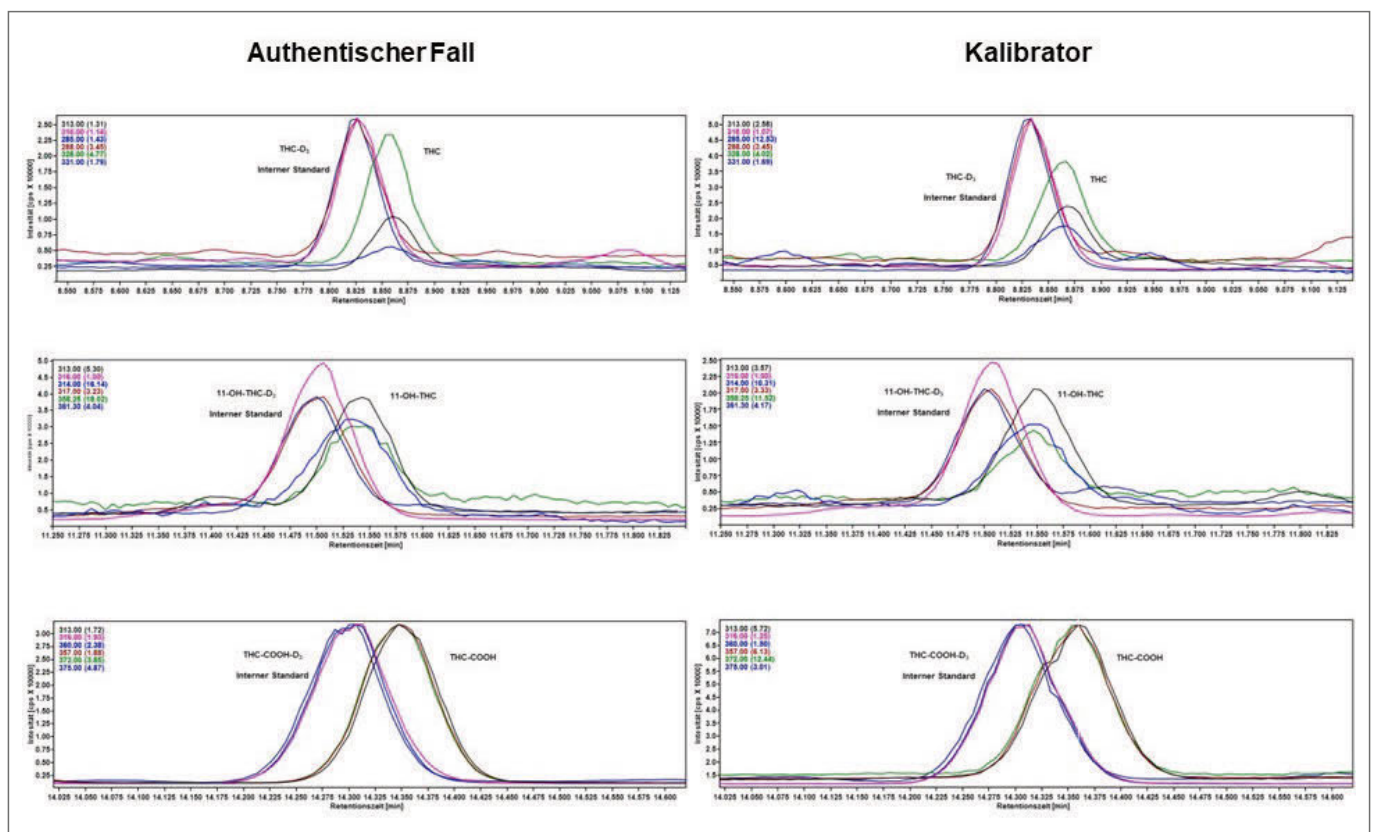


Abbildung 1: Fragmentogramme von Analyten und ihren Deuterium-markierten internen Standards in Extrakten einer authentischen Serumprobe (links) und eines Kalibrators (rechts), jeweils nach Festphasenextraktion und Methylierung: THC und THC-D₃ (oben), 11-Hydroxy-THC und 11-Hydroxy-THC-D₃ (Mitte), THC-Carbonsäure und THC-Carbonsäure-D₃ (unten). Die Analytkonzentrationen in der authentischen Serumprobe wurden mit 2,9 ng/ml für THC, 1,1 ng/ml für 11-Hydroxy-THC und 51 ng/ml für THC-Carbonsäure bestimmt.

nicht mit einer akuten Wirkung assoziiert sind.

Für Ordnungswidrigkeiten gemäß § 24a StVG wurde von der Grenzwertkommission ein Grenzwert von THC von 1,0 ng/ml im Plasma/Serum vorgeschlagen, unterhalb dessen in der Regel keine Ordnungswidrigkeitenverfahren wegen des Fahrens unter der Wirkung von Cannabis verfolgt werden. Dieser zunächst analytische Grenzwert wurde in der Folge nach einem Urteil des Bundesverfassungsgerichts auch als Grenzkonzentration angesehen, ab der eine Beeinträchtigung der Sicherheit beim Führen von Kraftfahrzeugen zumindest möglich ist. Vor dem Hintergrund des Umstandes, dass beim weit überwiegenden Teil der Personen mit einer THC-Konzentration von 1 ng/ml keine solche Beeinträchtigung zu erwarten ist. Durch eine vom Bundesminister für Gesundheit berufene Expertengruppe wurde ein Grenzwert von 3,5 ng/ml vorgeschlagen. Für die Feststellung der Fahrtüchtigkeit schreibt das Straßenverkehrsgesetz nun erstmalig einen zulässigen Tetrahydrocannabinol (THC)-Grenzwert im Blutserum fest. Ging die Rechtsprechung bisher von einem Grenzwert von 1,0 ng/ml aus, sieht das Gesetz nun einen Wert von 3,5 ng/ml THC vor. Wer diesen überschreitet und ein Fahrzeug führt, handelt ordnungswidrig und muss mit einem Bußgeld bis 3.000 € rechnen.

Im Hinblick auf eine tatsächliche Beeinträchtigung der Fahrsicherheit im Sinne der §§ 316, 315c StGB sind keine Grenzwerte etabliert. Für die Beurteilung einer cannabisbedingten Fahrunsicherheit sind daher neben der THC-Konzentration im Plasma/Serum auch Angaben zur Fahrweise und zum psycho-physischen Erscheinungsbild der Beschuldigten in zeitlicher Nähe zu der vorgeworfenen Tat heranzuziehen.

Die Konzentration von 11-Hydroxy-THC im Blut bzw. Plasma/Serum ist trotz der etwa gleich starken Wirksamkeit im Vergleich zu THC für die Beurteilung einer Beeinflussung durch Cannabis von untergeordneter Relevanz. Sie kann jedoch Hinweise zum Aufnahmeweg geben. So stellt sich bei inhalativer Aufnahme nach wenigen Stunden typischerweise ein Konzentrationsverhältnis von THC zu 11-Hydroxy-THC etwa 2:1 ein. Nach oraler Aufnahme liegt das Verhältnis hingegen nahe 1:1, oder die 11-Hydroxy-THC-Konzentration übersteigt die Konzentration an THC.

Die Konzentration an THC-Carbonsäure ist aufgrund der fehlenden pharmako-

logischen Aktivität für die Einschätzung eines möglichen Cannabiseinflusses nicht von unmittelbarer Bedeutung. Wegen ihrer langen terminalen Eliminationshalbwertszeit kommt es jedoch bei regelmäßiger, sprich täglicher oder fast täglicher Aufnahme zur Kumulation dieses Metaboliten im Blut bzw. Plasma/Serum. Hohe Konzentrationen, die über die üblicherweise bei einmaliger oder gelegentlicher Aufnahme erreichten THC-Carbonsäurekonzentrationen hinausgehen, sprechen daher ab ca. 70 ng/ml mit zunehmender Wahrscheinlichkeit für eine regelmäßige Aufnahme. Bei sehr hohen THC-Carbonsäurekonzentrationen ab 150 ng/ml kann eine solche als gesichert angesehen werden. Bei derart hohen Konzentrationen an THC-Carbonsäure sind daher bei der Beurteilung eines möglichen akuten Cannabiseinflusses entsprechende Toleranzeffekte zu berücksichtigen.

Fragestellung Zeitpunkt des letzten Cannabiskonsums

Die zeitliche Einordnung der letztmaligen Cannabisaufnahme kann anhand von Analyseergebnissen in Speichel, Blut bzw. Plasma/Serum und ggf. Urin abgeschätzt werden. So spricht ein positives Vortestergebnis oder ein chromatographisch-massenspektrometrischer Nachweis von THC im Speichel je nach Cut-off-Werte bzw. Nachweisgrenze der verwendeten Methode für eine Cannabisaufnahme innerhalb weniger bis einiger Stunden vor der Probennahme.

Für die Einschätzung der letzten Cannabisaufnahme anhand von Analyseergebnissen im Plasma/Serum wurden Berechnungsmodelle entwickelt, die entweder alleine auf der THC-Konzentration im Plasma/Serum beruhen (Modell I) oder neben der THC-Konzentration die Konzentration der THC-Carbonsäure im Plasma/Serum mit einbeziehen (Modell II). Diese Modelle können zwar eine letztmalige Aufnahme innerhalb der definierten 95-Prozent-Konfidenzintervalle zwar recht zuverlässig abschätzen. Allerdings umfassen die damit berechneten Zeiträume auch unter günstigen Bedingungen (hohe THC-Konzentration bei geringer THC-Carbonsäurekonzentration) zumindest wenige Stunden. So ergeben sich z. B. bei einer THC-Konzentration von 10 ng/ml und einer THC-Carbonsäurekonzentration von 28 ng/ml ein Schätzwert von 1,2 h mit einer 95-Prozent-Konfidenzintervall von 0,46–3,2 h. Bei regel-

mäßiger Aufnahme und insbesondere hohem residuellen THC können die Modelle zudem zu einem deutlichen Unterschätzen der Zeit zwischen letzter Aufnahme und Blutentnahme kommen.

Urinproben sind für Feststellungen bezüglich des Zeitpunktes der letzten Cannabisaufnahme nur bedingt geeignet. Jedoch sprechen der Nachweis 11-Hydroxy-THC und THC neben THC-Carbonsäure (nach Spaltung der jeweiligen Glucuronide) zumindest bei nicht regelmäßiger inhalativer Aufnahme mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine letztmalige Cannabisaufnahme innerhalb eines Tages bzw. eines halben Tages vor der Probennahme.

Fragestellung Abstinenzkontrolle

Für die Cannabisanalytik im Rahmen von Abstinenzkontrollen im klinischen, arbeitsmedizinischen oder forensischen Umfeld decken Speicheltests nur relative kurze Zeiträume ab, die je nach Empfindlichkeit der verwendeten Testmethoden von mehreren Stunden bis maximal ein bis zwei Tage reichen. In den Richtlinien der European Workplace Drug Testing Society (EWDTS) wird für die Untersuchung von Speichelproben ein maximaler Cut-off-Wert von 10 ng/ml und für die Bestätigungsanalyse eine maximale Cut-off-Konzentration für THC von 2 ng/ml vorgegeben.

Urin stellt für Cannabisabstinenzkontrollen die klassische Probenmatrix und das im Urin ausgeschiedene THC-Carbonsäureglucuronid bzw. die daraus freigesetzte THC-Carbonsäure (siehe oben) den Zielanalyten dar. Die Nachweisfenster von THC-Carbonsäure im Urin hängen maßgeblich von der Häufigkeit der Aufnahme ab. Sie reichen von ca. zwei bis drei Tagen nach einmaliger Aufnahme bis hin zu mehreren Wochen nach zuvor täglicher bis mehrfach täglicher Aufnahme.

Abstinenzuntersuchungen bezüglich Cannabis im Urin erfolgen in der Regel nach der oben beschriebenen Zweistufenstrategie. Dabei werden in der ersten Stufe im klinischen und arbeitsmedizinischen Umfeld in der Regel Drogenschnelltests mit einer Detektionsschwelle von 50 ng/ml für eine positive Reaktion oder instrumentelle immunchemische Tests mit einem Cut-off-Wert von 25 ng/ml verwendet. Diese gelten als bestätigt, wenn in der Bestätigungsanalyse THC-Carbonsäure sicher nachgewiesen wird, sofern kein eigener Cut-off-Wert für die Bestätigungsanalyse definiert ist. In den EWDTS-Richtlinien ist Letzterer

für THC-Carbonsäure mit 15 ng/ml angegeben.

Für Cannabis-Abstinenzkontrollen in der Fahreignungsdiagnostik ist ein Cut-off-Wert von 7,5 ng/ml vorgeschrieben, allerdings für die in der Bestätigungsanalyse festgestellte Konzentration von THC-Carbonsäure im Urin nach Konjugatspaltung. Der Cut-off-Wert für den Vortest in der ersten Stufe muss vom Labor so festgelegt werden, dass er bei der vorgenannten THC-Carbonsäurekonzentration sicher überschritten wird. Aufgrund der zusätzlich in der Cannabispflanze enthaltenen Cannabinoiden, die mit dem Test reagieren können, kann der Cut-off-Werte für den Vortest erfahrungsgemäß höher angesetzt werden als für die Bestätigungsanalyse, z. B. bei 10 ng/ml.

Bei der Abstinenzkontrolle mittels Analyse von Haarproben wird in der Regel zunächst auf THC getestet. Fällt diese Analyse negativ aus, so kann das Analyseergebnis als Abstinenzbeleg gewertet werden, sofern die verwendete Analysemethode ausreichende Empfindlichkeit aufweist. In der Abstinenzkontrolle im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik ist diesbezüglich ein Cut-off-Wert von 0,02 ng/mg etabliert. Positive THC-Befunde belegen eine Cannabisexposition in dem durch die untersuchte Haarprobe abgedeckten Zeitraum. Da die Einlagerung auch bei Konsumenten vor allem über den Kontakt der Haare mit Cannabisrauch

oder Substanzreste an den Händen erfolgt, ist ein positiver Befund nicht zwingend als Beleg für eine Cannabisaufnahme mit Körperpassage des THC's zu werten. Für die Differenzierung einer rein passiven Exposition und einer aktiven Aufnahme kann auf den Cannabismetaboliten THC-Carbonsäure und ggf. zusätzlich auf 11-Hydroxy-THC in den Haaren getestet werden. Werden diese ebenfalls nachgewiesen, kann in der Regel von einer aktiven Aufnahme ausgegangen werden, auch wenn bei engem Kontakt mit Cannabiskonsumern auch eine passive Antragung von Cannabismetaboliten von außen beispielsweise über Haartalg oder Schweiß von Cannabiskonsumern oder -patienten u. U. nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass in den letzten ca. 15 Jahren zahlreiche vollsynthetische Cannabinoid-Rezeptoragonisten (SCRA) auf dem Drogenmarkt aufgetaucht sind, welche zwischenzeitlich zum größten Teil dem Betäubungsmittelgesetz (BtmG) oder dem Neue Psychoaktive Stoffe Gesetz (NPSG) unterstellt wurden. Diese häufig als „synthetische Cannabinoide“ bezeichneten Stoffe werden aufgrund ihrer von den natürlichen oder partialsynthetischen Cannabinoiden verschiedenen chemischen Strukturen von den hier beschriebenen Analysestrategien nicht erfasst. Ihr Nachweis erfordert vielmehr den Einsatz hochsensi-

tiver chromatographisch-massenspektrometrischer Methoden, deren Besprechung den Rahmen dieses auf pflanzliches Cannabis ausgerichteten Artikels überdehnt hätte. Der Umstand, dass sie hier keine ausführliche Erwähnung finden, darf insofern nicht im Sinne einer geringen Bedeutung dieser Substanzen verstanden werden. Vielmehr sind viele dieser synthetischen Cannabinoide aufgrund ihrer um ein Vielfaches höheren Potenz und Toxizität im Vergleich zu natürlichem THC von erheblicher toxikologischer Relevanz.

Danksagung

Der Autor dankt Dr. Daniela Wissenbach, PD Dr. Dirk K. Wissenbach und Lisa Oßowski für die Unterstützung und die Durchsicht des Manuskripts.

i

Literatur beim Verfasser.

PD Dr. rer. nat. Frank T. Peters
Universitätsklinikum Jena
Institut für Rechtsmedizin,
Arbeitsbereich Toxikologie
Am Klinikum 1
07747 Jena
E-Mail:
frank.peters@med.uni-jena.de

Roadmap on Carcinogens

EU-Initiative zur Bekämpfung von berufsbedingtem Krebs bis 2027 verlängert

100.000 Beschäftigte in der Europäischen Union (EU) sterben Schätzungen zufolge jährlich an den Auswirkungen berufsbedingter Krebserkrankungen. Um Beschäftigten und Arbeitgebern dieses Risiko bewusst zu machen und sie bei der Einführung präventiver Schutzmaßnahmen an Arbeitsplätzen zu unterstützen, haben die Niederlande 2016 im Rahmen ihrer EU-Ratspräsidentschaft die HYPERLINK „<https://roadmaponcarcinogens.eu>“ Roadmap on Carcinogens ins Leben gerufen. Unterstützt durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) hat das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) die Leitung dieser gemein-

schaftlich von EU-Mitgliedsstaaten, der EU-Kommission sowie Arbeitnehmer- und Arbeitgeberverbänden getragenen Initiative während der Deutschen Ratspräsidentschaft 2020 übernommen.

Die Ergebnisse der zweiten Phase des Aktionsbündnisses wurden gestern und heute in Brüssel unter der Belgischen Ratspräsidentschaft in einer Abschlussveranstaltung vorgestellt. In einem symbolischen Akt erklärten die bisherigen Partner – mit frischer Unterstützung von Irland und Norwegen – ihre Absicht, für weitere drei Jahre mit fokussiertem Engagement die Prävention von berufsbedingtem Krebs zu unterstützen und damit die dritte Phase der

Roadmap einzuläuten. Im Fokus der dritten Phase der Roadmap on Carcinogens steht der Transfer der bisher erzielten Ergebnisse und Hilfestellungen in die Betriebe, zum Beispiel die Factsheets zu krebserzeugenden Gefahrstoffen und den Beispielen guter Praxis.

Die Partner der Roadmap on Carcinogens sind sich einig, dass die Bemühungen nicht nachlassen dürfen. Die BAuA setzt sich gemeinsam mit dem BMAS und den anderen Partnern dafür ein, dass die Initiative prominent in den Mitgliedsstaaten während derer Präsidentschaften fortgeführt und im nächsten Arbeitsschutzrahmenprogramm der EU verankert wird.

Cannabis und Fahreignung

Dr. med. Marco Reining¹

¹ SRH Wald-Klinikum Gera, Klinik für Schmerz- und Palliativmedizin

Interessenkonflikte:

Der Autor erklärt, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Zusammenfassung:

Die Legalisierung des Cannabiskonsums in Deutschland betrifft in besonderem Maße auch die Frage nach der Fahreignung, deren wesentliche Aspekte in einer narrativen Übersichtsarbeit dargestellt werden sollen.

Das Führen von Fahrzeugen im Verkehr unter Einfluss von berauschenden Mitteln ist strafbar. Während zum Konsum von Cannabis zu Genusszwecken eine gefestigte höchstrichterliche Rechtsprechung besteht, fehlt diese für den Konsum aus medizinischen Zwecken, welcher nach anderen Kriterien zu beurteilen ist.

Bei Zweifeln an der Fahreignung ordnet die Fahrerlaubnisbehörde eine verkehrsmedizinische Begutachtung an. Hierbei gibt es zahlreiche formale Besonderheiten, auf die ebenfalls eingegangen wird.

Cannabis führt zu einer Vielzahl von somatischen und psychischen Effekten, welche Einfluss auf die Fahreignung haben. Fahrstudien zeigen eine reduzierte Leistungsfähigkeit insbesondere in den ersten Stunden nach dem Konsum, welche durch Alkohol potenziert werden, allerdings wurde in Flugsimulatorstudien auch 24 Stunden nach dem Konsum eine Beeinträchtigung der Handlungsfähigkeit festgestellt. Die Datenlage zur Fahreignung mit Medizinalcannabis und Fertigarzneimitteln ist unzureichend.

Abstract:

The legalization of cannabis consumption in Germany also particularly affects the question of driving ability, the key aspects of which are to be presented in a narrative review.

Driving vehicles under the influence of intoxicating substances is a criminal offense. While there is established case law from the highest courts on the consumption of cannabis for recreational purposes, there is no such law for consumption for medical purposes, which must be assessed according to other criteria.

If there are doubts about ability to drive, the driving license authority orders a traffic medical assessment. There are numerous formal peculiarities here, which are also discussed.

Cannabis leads to a variety of physical and psychological effects that influence suitability to drive. Driving simulator studies show reduced performance, particularly in the first hours after consumption, which is potentiated by alcohol. However, flight simulator studies found an impairment of ability to act 24 hours after consumption. The data on ability to drive with medicinal cannabis and finished pharmaceuticals containing cannabinoids is insufficient.

Einleitung

Mit dem „Gesetz zur Änderung betäubungsmittelrechtlicher und anderer Vorschriften“ vom 6. März 2017 wurde die ärztliche Verordnung von Cannabisarzneimitteln zulasten der gesetzlichen Krankenversicherung ermöglicht.¹ Versi-

cherte haben nach § 31 Abs. 6 Sozialgesetzbuch Fünft (SGB V) Anspruch auf Versorgung mit Cannabis in Form von getrockneten Blüten oder Extrakten in standardisierter Qualität bzw. auf Versorgung mit Arzneimitteln mit den Wirkstoffen Dronabinol oder Nabilon, wenn

1. eine schwerwiegende Erkrankung besteht, und
2. eine allgemein anerkannte, dem medizinischen Standard entsprechende Leistung nicht zur Verfügung steht oder im Einzelfall unter Abwägung der zu erwartenden Nebenwirkungen und

unter Berücksichtigung des Krankheitszustandes der oder des Versicherten nicht zur Anwendung kommen kann, und

3. eine nicht ganz entfernt liegende Aussicht auf eine spürbare positive Einwirkung auf den Krankheitsverlauf oder auf schwerwiegende Symptome besteht.

Auch nach § 13 Abs. 1 Betäubungsmittelgesetz (BtmG) ist eine Indikation für die Behandlung mit Betäubungsmitteln unter anderem nur dann gegeben, wenn die Anwendung zur Erreichung des Therapieziels unerlässlich ist. Kommen andere Maßnahmen in Betracht (z.B. Änderung der Lebensweise, physiotherapeutische Behandlung, Psycho- oder Verhaltenstherapie, Anwendung von anderen Arzneimitteln) ist diesen Vorrang zu geben.²

Mit dem „Gesetz zum kontrollierten Umgang mit Cannabis und zur Änderung weiterer Vorschriften“ (Cannabisgesetz – CanG) vom 27.03.2024 hat die Ampelkoalition die weitere Legalisierung von Cannabis in Deutschland beschlossen, ein zentrales Projekt im Koalitionsvertrag. Das „Gesetz zum Umgang mit Konsumcannabis“ (Konsumcannabisgesetz – KCanG) stellt seit dem 01. April 2024 den Besitz, Konsum und Anbau zur Eigenverwendung mit Einschränkungen straffrei. Seit dem 01. Juli 2024 sind auch der gemeinschaftliche Anbau und die Weitergabe in sog. Anbauvereinigungen möglich.

Sowohl der medizinische Konsum als auch die erfolgte Legalisierung mit zu erwartender breiterer Nutzung werfen juristische und auch medizinische Fragen im Hinblick auf die Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen (Fahreignung) auf, zumal Studien auf ein bis 2-fach erhöhtes Unfallrisiko hinweisen.^{3,4}

Gesetzliche Regeln zur Fahrerlaubnis und Fahreignung

Unterschieden werden müssen zunächst strafrechtliche und verwaltungsrechtliche Normen. Das strafrechtliche Verfahren hat das Sanktionieren von individuellem Fehlverhalten zum Ziel und soll abschrecken, während das verwaltungsrechtliche Verfahren im Straßenverkehr primär die Aufrechterhaltung der allgemeinen Verkehrssicherheit und den Schutz von Dritten als Ziel hat.⁵

Nach § 2 Straßenverkehrsgesetz (StVG) ist zum Führen von Kraftfahrzeugen eine behördliche Fahrerlaubnis erforderlich, welche durch eine amtliche Be-



Marco Reining

scheinigung („Führerschein“) nachzuweisen ist. Diese ist zu erteilen, wenn der Bewerber körperlich, geistig und charakterlich zum Führen von Kraftfahrzeugen geeignet ist und nach § 3 StVG in Verbindung mit § 46 Abs. 1 Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) zu entziehen, wenn sich jemand als ungeeignet erweist. Der Begriff der Eignung wird in § 11 FeV näher geregelt, hier wird insbesondere auf die Anlage 4 der FeV verwiesen, welche eine Auflistung häufiger Erkrankungen und Mängel mit Einschränkung der Fahreignung enthält, unter anderem werden auch Cannabis (Nr. 9.2) und Arzneimittel (Nr. 9.6) explizit genannt. Weitere Ausführungen finden sich in den von der Bundesanstalt für Straßenwesen herausgegebenen Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung und in von den Fachgesellschaften (DGVP, DGVM) herausgegebenen Kommentaren.^{2,6,7}

Jegliches Führen von Fahrzeugen im Verkehr unter Einfluss von namentlich in Anlage 4 FeV genannten berauschenden Mitteln (u.a. wird Cannabis genannt) ist mindestens eine Ordnungswidrigkeit (§ 24a Abs. 2 StVG), ausreichend ist bereits der laborchemische Nachweis der Substanz im Blut. Aus der regelmäßigen Rechtsprechung lässt sich für Cannabiskonsum ein Grenzwert von 1,0 Nanogramm Tetrahydrocannabinol pro ml Blutserum ableiten (BGH, Beschluss vom 14.02.2017, Az.: 4 StR 422/15), eine Anhebung des Grenzwertes auf 3,5 ng/ml mit Einschränkungen (Fahranfänger, Mischkonsum) wurde am 6. Juni 2024 vom Bundestag beschlossen (BT-Drucks.

20/11370). Die Ordnungswidrigkeit wird entsprechend dem Bußgeldkatalog – abhängig von der Zahl bisheriger einschlägiger Verstöße – mit einem Bußgeld zwischen 500 € und 1500 €, ein bis drei Punkten im Fahreignungsregister und einem Fahrverbot von ein bis drei Monaten bestraft. Treten zusätzlich Einschränkungen im Fahrverhalten oder Ausfallerscheinungen auf, handelt es sich nicht mehr um eine Ordnungswidrigkeit, sondern um eine Straftat nach § 316 StGB (Geld- oder Freiheitsstrafe bis 1 Jahr, Entzug der Fahrerlaubnis für mindestens 10 Monate, zwei bis drei Punkte im Fahreignungsregister), bei Gefährdung von Menschen oder bedeutenden Sachwerten auch nach § 315c StGB (Geld- oder Freiheitsstrafe bis 5 Jahre, Entzug der Fahrerlaubnis, Punkte). Jedes mit einem Bußgeld, einem Strafbefehl oder einer Verurteilung abgeschlossene Verfahren wird automatisch auch an die zuständige Fahrerlaubnisbehörde gemeldet, welche ihrerseits ein verwaltungsrechtliches Verfahren eröffnet und in der Regel die Fahreignung überprüft, zum Beispiel durch Anordnung einer Medizinisch-Psychologischen Untersuchung (MPU).

Bei Cannabiskonsum zu Genusszwecken existiert im Hinblick auf die Fahreignung eine gefestigte Rechtsprechung zur bisherigen Gesetzeslage: Die Beurteilung erfolgt nach Nr. 9.2 der FeV Anlage 4: bei regelmäßigem Konsum (nahezu täglich oder gewohnheitsmäßig) besteht definitiv keine Fahreignung (9.2.1). Bei der gelegentlichen Einnahme von Cannabis (mind. 2 voneinander getrennte Konsumvorgänge) besteht die Fahreignung nur, wenn der Substanzkonsum und die Teilnahme am Straßenverkehr voneinander getrennt werden kann und wenn parallel kein Alkohol und keine anderen psychoaktiven Substanzen nachgewiesen werden (9.2.2).⁸

„Bei einem gelegentlichen Konsumenten von Cannabis, der **erstmalig** unter einer seine Fahrsicherheit möglicherweise beeinträchtigenden Wirkung von Cannabis ein Kraftfahrzeug geführt wurde, darf die Fahrerlaubnisbehörde in der Regel nicht ohne weitere Aufklärung von fehlender Fahreignung ausgehen und ihm unmittelbar die Fahrerlaubnis entziehen. In solchen Fällen hat sie [...] nach pflichtgemäßem Ermessen über die Einholung eines medizinisch-psychologischen Gutachtens (MPU) zu entscheiden“ (BVerwG, Urteil vom 11.04.2019, AZ: 3 C 8.18).

Foto: © SRH Wald-Klinikum Gera

Darf die Behörde von der fehlenden Fahreignung ausgehen und die Fahrerlaubnis entziehen, kommt es bei der MPU als Voraussetzung für die Wiedererteilung der Fahrerlaubnis darauf an, ob zukünftig der Substanzkonsum und die Teilnahme am Straßenverkehr voneinander getrennt werden können.⁹ Eine eindeutig definierte Grenze zwischen gelegentlichem (mindestens zwei voneinander getrennte Konsumakte) und regelmäßigem Konsum gibt es aktuell nicht. Zum KCanG und den gleichzeitig erfolgten Änderungen der FeV gibt es aktuell noch keine Rechtsprechung.

Deutlich komplexer wird die Rechtslage beim THC-Konsum aus medizinischen Gründen. Hierzu gibt es inzwischen wenige, teils deutlich divergierende Entscheidungen verschiedener Gerichte, aber noch keine letztinstanzlichen Entscheidungen. Zumeist wird das Arzneimittelprivileg angenommen, so dass die Beurteilung der Fahreignung nach Nr. 9.6 der FeV Anlage 4 (Dauerbehandlung mit Arzneimitteln) erfolgen muss. Hierbei kommt es auf folgende Faktoren an:

1. Die Substanz ist medizinisch indiziert und ärztlich verordnet.
2. Die Substanz wird bestimmungsgemäß für einen konkreten Krankheitsfall eingenommen und die Behandlung ärztlich überwacht.
3. Es sind keine Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit festzustellen.
4. Die Grunderkrankung sowie deren Symptomatik weisen keine verkehrsmedizinisch relevante Ausprägung auf.
5. Es nicht zu erwarten ist, dass der oder die Betroffene in Situationen am Straßenverkehr teilnimmt, in denen seine oder ihre Fahrsicherheit durch die Medikation oder Erkrankung eingeschränkt ist.^{7 9}

Bei der Beurteilung wird auch berücksichtigt, inwiefern die – als Voraussetzung für die Verordnung von Medizinalcannabis vorliegende **schwere** – Grunderkrankung durch die Therapie so weit gelindert wird, dass eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr überhaupt wieder möglich wird.⁶

Praktische Aspekte der verkehrsmedizinischen Begutachtung

Zweifel an der körperlichen, charakterlichen oder geistigen Eignung muss die Fahrerlaubnisbehörde aufklären. In vielen einfach gelagerten Fällen ist eine kurze (haus-)ärztliche Bestätigung der Fahreignung ausreichend, während bei komplexen Fragestellungen zumeist eine Begutachtung durch einen Facharzt des jeweiligen Gebiets mit verkehrsmedizinischer Qualifikation oder eine MPU angeordnet wird.¹⁰ Der behördlichen Aufforderung ist zu entnehmen, über welche fachliche Qualifikation der das Gutachten erstellende Arzt verfügen muss und welche konkreten Fragestellungen im Gutachten beantwortet werden sollen, daher sollte diese dem Gutachter vorliegen.

Die Fachgebietsbeschränkung gilt auch bei verkehrsmedizinischen Gutachten, sofern dieses nicht von einer von der Bundesanstalt für Straßenwesen anerkannten MPU-Begutachtungsstelle erstellt wird. Aufgabe des ärztlichen Gutachters ist die Beantwortung der in der behördlichen Anordnung gestellten Fragen.^{7 10} Dazu gehört die Beschreibung von Mängeln und Einschränkungen sowie die Einschätzung, welchen Einfluss diese auf die Fahreignung haben (z.B. „Aufgrund einer peripheren Nervenläsion verminderte Kraft im rechten Fuß entsprechend Kraftgrad M2; nicht zur sicheren Betätigung der Pedale ausreichend. Im Übrigen durch Ner-

venschaden keine Beeinträchtigung der Fahreignung zu erwarten.“). Auf Basis dieser Defizitbeschreibung entscheidet die Behörde, ob die Fahreignung entfallen oder eingeschränkt ist und ob ggf. ein technischer Sachverständiger bestellt wird, welcher eine Empfehlung zu notwendigen Umbauten am Fahrzeug (z.B. Umbau auf Handgas) oder sonstigen Auflagen gibt. Die endgültige Entscheidung über Auflagen obliegt der Behörde.¹⁰

Grundsätzlich ist der Gutachter an die in der Aufforderung gestellten Beweisfragen gebunden, insofern ist der Umgang mit während der Begutachtung erkannten zusätzlichen Mängeln problematisch. Solche Befunde müssen mit der begutachteten Person besprochen werden (Sicherungsaufklärung!), nach individueller Abwägung (Einsicht, Schweigepflicht vs. allgemeine Verkehrssicherheit) kann im Gutachten der mögliche Mangel benannt und eine zusätzliche Begutachtung durch einen entsprechenden Facharzt empfohlen werden.

Die ärztliche Schweigepflicht gilt insbesondere gegenüber der Fahrerlaubnisbehörde: das Gutachten wird grundsätzlich der begutachteten Person übergeben oder übersandt, diese entscheidet, ob sie es bei der Behörde einreicht oder in der Hoffnung auf eine günstigere Einschätzung weitere Gutachter beauftragt. Die verkehrsmedizinische Begutachtung ist keine Kassenleistung und wird immer als privatärztliche Leistung liquidiert.¹⁰

Medizinische Aspekte der Fahreignung

Aus medizinischer Sicht sind insbesondere die Auswirkungen von Cannabinoiden auf die Fahreignung von Interesse. Die Einnahme von Cannabis führt abhängig von der Applikationsform bereits nach wenigen Sekunden bis Minuten zu einer Aktivierung verschiedener Cannabinoidrezeptoren mit einer Vielzahl von somatischen und psychischen Effekten, welche überwiegend durch den Wirkstoff $\Delta 9$ -Tetrahydrocannabinol (THC) verursacht werden (vgl. Tabelle 1).^{11 12}

Viele der genannten akuten THC-Wirkungen können zu einer Einschränkung der allgemeinen Leistungsfähigkeit und damit der Fahreignung führen.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Fahreignung hat das Sehvermögen. Aufgrund der durch die Cannabiswirkung erweiterten Pupillen wurde in Studien mehr Streulicht im Auge gemessen, was zu ei-

Tabelle 1: Akute Wirkungen von $\Delta 9$ -Tetrahydrocannabinol (THC)

Körperliche Wirkungen von Cannabis	Psychische Wirkungen von Cannabis
<ul style="list-style-type: none"> ■ Ansteigen des Blutdrucks und der Körpertemperatur ■ Erhöhte Herzfrequenz ■ Schläfrigkeit ■ Hunger- und Durstgefühle ■ Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen ■ Parästhesien ■ Erweiterte Pupillen ■ Störungen der Feinmotorik wie z.B. Gangunsicherheit ■ Zittern und Mundtrockenheit 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Euphorie und Entspannung ■ Wahrnehmungsveränderungen ■ Verzerrte Zeitwahrnehmung ■ Intensivierung der sensorischen Erfahrungen ■ Beeinträchtigung von Kurzzeitgedächtnis und Aufmerksamkeit ■ Störungen motorischer Fähigkeiten ■ Einschränkung von Reaktionszeit und komplexen Aktivitäten



Foto: © Adim - stock.adobe.com

ner stärkeren Blendung durch Gegenlicht führt.¹³ Studien zeigen zudem, dass die Wahrnehmung von Kontrasten und die Tiefenwahrnehmung gestört ist, hierdurch konnten die Probanden Entfernungen nicht mehr korrekt einschätzen.¹³⁻¹⁵

Die reduzierte Leistungsfähigkeit wird durch zahlreiche Studien im Fahrsimulator bzw. im Straßenverkehr (natürlich mit Fahrlehrer) bestätigt, in denen die Zahl der Fahrfehler (insbesondere Probleme beim Halten der Spur) in den ersten zwei bis drei Stunden nach der Einnahme erhöht war, in Kombination mit Alkohol waren die Effekte besonders ausgeprägt.¹⁶⁻²⁴ Vier bis fünf Stunden nach dem Konsum wurden nur noch Fahrabbrüche wegen Müdigkeit beobachtet.²² Im Unterschied zu Alkohol gibt es keine lineare Beziehung zwischen der THC-Konzentration im Blut und den Einschränkungen der Fahreignung, so dass die Festlegung eines Grenzwertes kaum möglich ist.²⁵⁻²⁷

Cannabidiol (CBD) hat keine psychomimetischen Effekte, kann jedoch durch Müdigkeit und Benommenheit zu einer Einschränkung der Fahrtauglichkeit führen. Auch hier werden die Effekte durch Alkohol und andere Sedativa potenziert.²⁸

Interessanterweise fallen Cannabiskonsumern im Straßenverkehr – im Gegensatz zu alkoholisierten Fahrzeugführern – nur selten durch eine unangepasst

aggressive Fahrweise auf, vielmehr fahren sie besonders vorsichtig und defensiv. Alkoholkonsumenten tendieren zur Unterschätzung der substanzbedingten Beeinträchtigungen, während Cannabiskonsumern diese eher überschätzen.^{18,22}

Die wenigen Studien zur Toleranzentwicklung bei regelmäßigem Konsum im Hinblick auf die Fahreignung liefern widersprüchliche Ergebnisse, wahrscheinlich kann nicht von einer Toleranzentwicklung gegenüber allen fahreignungsrelevanten Effekten ausgegangen werden.^{29,30} Eine Studie konnte sogar zeigen, dass bei langjährigem regelmäßigem Konsum auch bei länger zurückliegender Einnahme vermehrt Fahrfehler auftraten, es fand sich zudem eine Assoziation mit einem frühen Konsumbeginn (vor dem 16. Lebensjahr) und Impulsivität.³¹ Zur Dauer der Beeinträchtigungen gibt es zwei Flugsimulatorstudien an Piloten, welche auch 24 Stunden nach dem Konsum noch Beeinträchtigungen der Handlungsfähigkeit nachweisen konnten.^{32,33}

Zur Fahreignung mit Medizinalcannabis und Fertigarzneimitteln existieren kaum Daten, die zudem widersprüchlich sind. Während einzelne Arbeiten sowohl für medizinisches als auch für nichtmedizinisches Cannabis eine vergleichbare Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit nachwies,³⁴ konnte eine andere Studie

an erheblich durch die Grunderkrankung eingeschränkten Multiple-Sklerose-Patienten eine Verbesserung der Fahrleistung nachweisen.³⁵ Zu diesem Themenfeld, insbesondere zu den Fertigarzneimitteln sind dringend weitere Studien erforderlich. In den Fachinformationen der Fertigarzneimittel wird jedenfalls auf eine mögliche Beeinträchtigung der Fahreignung ausdrücklich hingewiesen.^{36,37}

i

Literatur beim Verfasser.

Dr. med. Marco Reining
SRH Wald-Klinikum Gera GmbH
Klinik für Schmerz- und Palliativmedizin
Straße des Friedens 122
07548 Gera
Marco.Reining@srh.de
0365 / 828-1810

Eine Methode zur biologisch angepassten Beurteilung der Herzfrequenz unter Arbeitsbelastung

Äquivalenter Dauerschallpegel, äquivalente Herzschlagfrequenz, Einflussfaktoren, Skalierung der Arbeitsschwere

Dr. W. Micksch

Zusammenfassung

Im Arbeitsprozess gibt es nach wie vor Tätigkeiten, die durch eine zu hohe Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems bei längerer Einwirkzeit Schäden setzen können. Dies trifft sowohl auf Gesamt- als auch auf Einzeltätigkeiten zu. Um durch eine gezielte Arbeitsplatzgestaltung derartige Beanspruchungen abbauen zu können, ist die Messung der Herzfrequenz u. a. eine geeignete Methode. Die Interpretation der Messergebnisse mittels arithmetischen Mittelwertes beinhaltet jedoch einige Schwierigkeiten, da der Einfluss von Ruheherzschlagfrequenz, Arbeitszeit und stark unterschiedlichen Kurzzeitbeanspruchungen auf das Ergebnis durch die einfache zeitliche Wichtung nicht genügend beachtet werden kann. In dieser Arbeit wird eine Formel hergeleitet, die als Ergebnis eine Einwertangabe (äquivalente Herzfrequenz) hat und die o. a. Einflussfaktoren besser berücksichtigt als der arithmetische Mittelwert. Die Ergebnisse zeigen, dass die genannten Einflussfaktoren z. T. eliminiert (Ruheherzschlagfrequenz), Kurzzeitbeanspruchungen bei vorgegebenen Grenzwert(en) biologisch angepasster interpretiert werden können und auf die Angabe einer Arbeitsherzschlagfrequenz verzichtet werden kann.

Praktische Relevanz

Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist eine Formel für die Berechnung einer äquivalenten Herzschlagfrequenz, mit deren Hilfe eine genauere Beurteilung der Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems durch Gesamt- bzw. Teiltätigkeiten im Arbeitsprozess ermöglicht wird. Diese äquivalente Herzschlagfrequenz kann als Hilfsmittel für die Arbeitsplatzgestaltung verwendet werden.

Summary

In the work process there are still activities which inadmissibly highly workload the cardiovascular system by a too great workload. This applies on both total- and singles – activities. In order to be able to reduce such workloads by a specific engineering of workplace, there is (among others) the measurement of the heart rate a suitable Method. The interpretation of the results of the measurement by means of an arithmetic average contains some difficulties, however. The influence of heart rate in rest, working time and strongly different short time workload on the result through the simple temporal weighting not sufficiently can be heeded. In this work is derived a formula, having as result a one-value-declaration (equivalent heart rate) which can consider the factors of influence better than the arithmetic average. The results in this work show that the mentioned factors of influence can be partly eliminated (e.g. heart rate in rest). The short time workloads at predetermined limiting values can be interpreted biologically more adjusted. Therefore, it is possible to renounce the declaration of a work-heart-rate.

Practical relevance

The result of the work in hand is a formula for the calculation of an equivalent heartrate with those help a more exact judgement is made possible for the workload of the cardiovascular system by total and partial activities in the working process. The equivalent heart rate can be used as an aid for the job design.

1. Einleitung

Eine der Aufgaben auf dem Gebiet der Arbeitsplatzgestaltung ist es, die körperlich schwere Arbeit abzubauen. Um zu wissen, um welchen Schweregrad der Arbeit es sich handelt, ist es erforderlich, die Antwortreaktion des menschlichen Körpers auf die physische Belastung während der Arbeit zu messen, zu bewerten und zu beurteilen. Dies geschieht im Allgemeinen durch die Ermittlung von Herzperiodendauer bzw. Herzschlagfrequenz und dem Sauerstoffverbrauch über eine bestimmte Tätigkeitsdauer. Die Beurteilung erfolgt dann nach Arbeitsenergieumsatz und/oder Herzschlagfrequenz-Mittelwert.

Die vorliegende Arbeit befasst sich ausschließlich mit dem Problem der Mittelwert-Bildung sowie der Skalierung der Herzschlagfrequenz. Damit soll eine genauere Beurteilung der Schwere der Arbeit sowohl für die Gesamt- als auch für Teiltätigkeiten ermöglicht werden.

2. Problemstellung

Es ist in der Arbeitshygiene (-medizin) üblich, die telemetrisch oder nicht telemetrisch gewonnenen Herzschlagfrequenz-Werte (nachfolgend HF genannt) so aufzubereiten, dass zum Schluss der zeitlich gewogene arithmetische Mittelwert – mit oder ohne Streuung – angegeben und zur Beurteilung verwendet wird.

Wenn der arithmetische Mittelwert eine richtige Voraussetzung für eine Beurteilung ist, so muss er auch bei Grenzfällen der Belastung eine verlässliche Beurteilung ermöglichen.

An zwei Beispielen soll gezeigt werden, dass diese Aussage angezweifelt werden muss.

1. Beispiel:

Teiltätigkeit 1 mit $HF_1 = 110$ 1/min und einer Dauer von $t_1 = 240$ min

Teiltätigkeit 2 mit $HF_2 = 90$ 1/min und einer Dauer von $t_2 = 240$ min

2. Beispiel:

Teiltätigkeit 3 mit $HF_3 = 200$ 1/min und einer Dauer von $t_3 = 45$ min

Teiltätigkeit 4 mit $HF_4 = 90$ 1/min und einer Dauer von $t_4 = 435$ min

Den zeitlich gewogenen arithmetischen Mittelwert berechnet man mit nachstehender Formel

$$HF_{1,2} = \frac{HF_1 * t_1 + HF_2 * t_2}{t_1 + t_2}$$

Man erhält in beiden Beispielen als Ergebnis $HF_{1,2} = HF_{3,4} = 100$ 1/min.

Beide Mittelwerte ergeben bei gleicher Ruheherzschlagfrequenz (HF_0) auch die gleichen Beanspruchungen, obwohl das Beispiel 2 auf Dauer eine Überlastung des normal trainierten Kreislaufs darstellt, da eine HF von 200/min über 45 min/Arbeitsschicht den Regelmechanismus des Kreislaufes überfordert.

Dieses Ergebnis widerspricht der eingangs postulierten Behauptung, dass der arithmetische Mittelwert eine richtige Beurteilung der Arbeitsschwere ermöglicht.

Die Aussage über den arithmetischen Mittelwert in obigen

Beispielen ist aber nur dann zutreffend, wenn das Kreislaufregelverhalten als linear betrachtet wird.

In praxi sind jedoch aufgrund der Nichtlinearität des Kreislaufregelverhaltens die Schwankungsbreiten im Bereich der HF_0 erheblich höher als im oberen Belastungsbereich. Dadurch werden die oberen und unteren Werte des Regelbereiches falsch gewichtet und das kann zusätzlich zu einer weiteren unrichtigen Bewertung der tatsächlich wirkenden Beanspruchung führen.

Dieses Problem, sowie der Einfluss der HF_0 , der Arbeitsdauer und der Kurzzeitbelastung auf den arithmetischen Mittelwert führen zu der Fragestellung:

Ist die Ermittlung des arithmetischen Mittelwertes der Herzschlagfrequenz eine ausreichend genaue Grundlage für die Beurteilung der Herz-Kreislauf-Beanspruchung des Menschen durch den Arbeitsprozess?

Die Beantwortung dieser Fragestellung ist das Ziel nachfolgender Überlegungen.

3. Versuch einer biologisch angepassten Wichtung bei der Mittelwertbildung

Das zu findende Verfahren muss eine sichere Beurteilung der Arbeitsschwere zulassen, auch wenn sich – wie bereits erwähnt – die Einflussgrößen HF_0 , Arbeitszeit und Kurzzeitbelastung, deren dynamisches Verhalten durch die Arbeitstätigkeit bedingt ist, ändern.

Zunächst sollen die Einflussgrößen diskutiert werden.

3.1 Validierung der Einflussgrößen

3.1.1 Einfluss der Ruheherzschlagfrequenz (HF_0)

Der Begriff der HF_0 lässt sich unterschiedlich definieren. Zwischen der biologisch „echten“ HF_0 und der arbeitshygienisch verwendeten HF_0 besteht oft ein beachtlicher Unterschied. Es ist z. B. dem Untersuchenden überlassen, ob er die HF_0 im Liegen, Sitzen oder im Stehen misst; eine einheitliche Festlegung existiert nicht. Berücksichtigt man zudem, dass bereits die Vorbereitungen vor Arbeitsbeginn, die Vorbereitungsarbeiten für das Ankleben der Elektroden, das Ankleben selbst, die ungewohnten Fragen der Untersuchenden, trotz bester psychischer Vorbereitung der Probanden Vorstartreaktionen auslösen, die die HF_0 beträchtlich erhöhen können, dann muss man sich fragen, welche Bedeutung für die Beurteilung eine solche „unzuverlässige“ untere Grenze hat.

Relativ genau, und mit verhältnismäßig geringer Streuung lässt sich der Bereich oberhalb der HF_0 bis zum Bereich der Extrembelastung bestimmen. Subtrahiert man davon die HF_0 , so erhält man die Arbeitsherzschlagfrequenz, deren Skalierung zur Beurteilung der Arbeitsschwere führt.

Welchen Wert haben aber die Skalierung und damit auch die Bewertung der Arbeitsschwere, wenn bei ein und demselben Probanden die Ausgangslage bereits in der Größenordnung einer Arbeitsschwerekategorie schwanken kann? Das kann zu der Aussage führen, dass heute die Arbeit für den Probanden als schwer eingestuft werden muss und morgen – mit anderer Ausgangslage – evtl. als mittelschwer oder sehr schwer, je nachdem in welche Richtung sich die HF_0 verschiebt, obwohl die Arbeitssanforderung und damit die Belastung völlig gleichgeblieben ist.

Da derartig große Schwankungen in der Bewertung keine schnelle und sichere Aussage über die Schwere der Arbeit zulassen, müssten diese über mehrere Messungen gemittelt werden.

Die auf diese Weise gemittelten intraindividuellen und interindividuellen Schwankungen bedingen aber einen beträchtlichen messtechnischen und rechnerischen Aufwand.

Es gilt daher, ein Bewertungsverfahren zu finden, das den Einfluss der HF₀ berücksichtigt, trotzdem eine sichere Bewertung der Arbeitsschwere und gleichzeitig den messtechnischen und rechnerischen Aufwand verringert.

3.1.2 Einfluss der Arbeitszeit

Nimmt man eine bestimmte Dauerleistungsgrenze des Organismus in Abhängigkeit von der Schwere der Arbeit an, so muss diese als auf eine bestimmte Arbeitszeit bezogen werden. Davon abweichende Arbeitszeiten – vor allem Überstunden – müssen zu einem anderen (niedrigeren) Dauerleistungsgrenzwert führen, da sonst physiologische Reserven angegriffen werden, die evtl. im biologischen 24 h-Rhythmus nicht wieder aufgefüllt werden können. Eine abnehmende physische Leistungsfähigkeit wäre die Folge. Die unterschiedliche Arbeitszeit und die damit verbundene Dauerleistungsgrenzenänderung müssen in einem Bewertungsverfahren ihren Niederschlag finden.

3.1.3 Einfluss der Kurzzeitbelastungen

Bei der bisherigen Bewertung, der der arithmetische Mittelwert zugrunde liegt, werden alle Belastungsintervalle gleich gewichtet und zeitlich gewogen. Man kann zwar für die HF zulässige Höchstzeiten definieren und dadurch ihre Gefährlichkeit für den Organismus dokumentieren, aber eine exakte Abhängigkeit in Form einer Funktion (HF = f(Arbeitszeit)) ist aus der Literatur nicht bekannt.

Man kann also nicht vorherbestimmen, welche zulässige HF z. B. bei 6 oder 11h Arbeitszeit nicht überschritten werden darf; oder umgekehrt, welche Arbeitszeit bedingt welche zulässige HF (s. Pkt. 5).

Ein zu findendes Beurteilungsverfahren muss so aufgebaut sein, dass ohne zusätzliche Einschränkungen ein Vergleich mit einem zulässigen Höchstwert möglich ist.

3.2 Herleitung des Verfahrens

Bei der Beurteilung der Gehörschädlichkeit von Arbeitslärm stand man vor einigen Jahrzehnten vor der gleichen Fragestellung wie o. a.: wie kann man die verschiedenen Einflussfaktoren (Lärmintensität, Einwirkdauer, Impulshaltigkeit) so in einer Formel berücksichtigen, dass letztendlich eine Einwertangabe die Wirkung der berücksichtigten Einflussfaktoren beschreibt. Das „Dresdner Gehörschadensmodell“ beschrieb retrospektiv die Beziehungen zwischen dem durch Lärm verursachten Gehörschaden (sowohl Beanspruchung als auch Bewertung und Beurteilung) und der Belastung durch Lärm. Der sog. äquivalente Dauerschallpegel (L_{eq}) war das Ergebnis, wobei ursprünglich nicht die Energieäquivalenz im Vordergrund stand, sondern ein variabler Äquivalenzparameter (q=3...6 dB/Zeithalbierung; s.u.) die unterschiedliche Beanspruchung des Gehörs durch verschiedene Lärmaufkommen beschrieb.

Nachstehende Ableitung soll den Gedankengang dieses Verfahrens erläutern, um aufzuzeigen, dass ein ähnliches Verfahren auch für die Bewertung der HF möglich ist.

3.2.1 Herleitung des äquivalenten Dauerschallpegels

Der Ausgangspunkt dieses Verfahrens bildet Gleichung (1). Es ist dies der arithmetische Mittelwert.

$$I = \frac{1}{T} \int^T I(t) dt \quad (1)$$

I: Schallintensität

T: Gesamtzeit (z. B. Arbeitszeit) |

(t): Schallintensität als Funktion der Zeit

Durch Potenzierung mit einem sog. „Äquivalenzparameter“ (3/q) auf dessen Bedeutung unter Punkt 4.2.4. eingegangen wird) erhält man die Gleichung (2).

$$I^{\frac{3}{q}} = \frac{1}{T} \int I(t)^{\frac{3}{q}} dt \quad (2)$$

Mit q=3 erhält man wieder den arithmetischen Mittelwert. Mit q<>3 sind andere Mittelwerte möglich, die z. B. Einzelereignisse (Impulse) stärker oder schwächer als der arithmetische Mittelwert beschreiben.

Führen wir nun den Lärmpegel ein. Er ist aus bestimmten physikalischen Gründen definiert zu

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad \text{dB} \quad (3)$$

wobei I₀ die Bezugsintensität an der Hörschwelle ist.

Stellt man die Intensität explizit dar, so erhält man

$$\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}} \quad (4)$$

Dividiert man Gl. (2) durch I₀, so lautet Gl. (5)

$$\left(\frac{I}{I_0}\right)^{\frac{3}{q}} = \frac{1}{T} \int \left(\frac{I(t)}{I_0}\right)^{\frac{3}{q}} dt \quad (5)$$

Nach Umformungen (Summenbildung, Gl (3) in Gl (5)) erhält man

$$10 \lg \left(\frac{I}{I_0}\right)^{\frac{3}{q}} = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_i \left(\frac{I_i}{I_0}\right)^{\frac{3}{q}} * t_i \quad \text{dB} \quad (6)$$

Aus Gl (6) erhält man nach einfachen Umformungen Gl (7)

$$10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 * \frac{q}{3} \lg \frac{1}{T} \sum_i \left(\frac{I_i}{I_0}\right)^{\frac{3}{q}} * t_i \quad \text{dB} \quad (7)$$

und schließlich mit Gl(4) in Gl(7) die endgültige Gleichung für den äquivalenten Dauerschallpegel L_{eq}

$$L_{eq} = \frac{q}{3} * 10 \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{\frac{L_i - 3}{10} * \frac{3}{q}} * t_i \quad \text{dB} \quad (8)$$

Das Ergebnis dieser Gleichung für das unterschiedliche Lärmaufkommen (mit q=3) entspricht einem gewichteten Mittelwert und ist eine Einwertangabe.

3.2.2 Herleitung der äquivalenten Herzschlagfrequenz

In Analogie zu obigen Verfahren beim Lärm wird nun eine adäquate Gleichung für die Beanspruchung des Kreislaufes im Arbeitsprozess abgeleitet.

Hierbei ist der Ausgangspunkt die vom Organismus aufzubringende Energie, die ja der physischen Beanspruchung adäquat ist, wobei $S(t)$ in Gl (9) die durch überwiegend dynamische Arbeit bedingten Energieaufwendungen darstellen.

$$S = \frac{1}{T} \int S(t) dt \quad (9)$$

Auch hier soll ein Äquivalenzparameter in Gl (9) eingeführt werden mit $m=n/a$ (10), wobei a der noch zu ermittelnde Parameter /Zeithalbierung und n ein „Anpassungsparameter“ ist, wobei $n \leq 1$ sein kann.

Mit Gl (10) wird Gl (9) zu

$$\frac{S}{m} = \frac{1}{T} \int S(t)^{\frac{1}{m}} dt \quad (10)$$

Mit $m = 1$ erhält man wieder den arithmetischen Mittelwert. Mit $m > 1$ sind wie beim Lärm andere gewichtete Mittelwerte möglich.

Als Bezugsgröße führen wir noch eine Bezugsenergie S_0 (Energieverbrauch im Ruhezustand) ein und definieren unter der Voraussetzung, dass die HF dem Energieumsatz (bedingt durch die überwiegend dynamische Arbeit) proportional ist Gl (11), wobei HF_0 die Ruheherzschlagfrequenz ist.

$$\frac{HF}{HF_0} = \lg \frac{S}{S_0} \quad (11)$$

und damit wird

$$\frac{S}{S_0} = 10^{\frac{HF}{HF_0}} \quad (12)$$

Führt man S_0 in Gl (10) ein, so erhält man

$$\left(\frac{S}{S_0}\right)^{\frac{1}{m}} = \frac{1}{T} \int \left(\frac{S(t)}{S_0}\right)^{\frac{1}{m}} dt \quad (13)$$

durch Logarithmieren von Gl (13) und Umformungen findet man

$$\lg\left(\frac{S}{S_0}\right)^{\frac{1}{m}} = \lg \frac{1}{T} \sum \left(\frac{S(t)}{S_0}\right)^{\frac{1}{m}} dt \quad (14)$$

Durch Einsetzen von Gl (11) in die linke Seite von Gl (14) und von Gl (12) in die rechte Seite der Gleichung (14) erhält man schließlich

$$\frac{HF}{HF_0} = m * \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{\frac{HF_{i+1}}{HF_0} * \frac{1}{m}} * t_i \quad (15)$$

Die endgültige Formel für die gewichtete und zeitlich gewogene HF lautet:

$$HF_{eq} = HF_0 * m * \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{\frac{HF_{i+1}}{HF_0} * \frac{1}{m}} * t_i \quad 1/min \quad (16)$$

Hierbei bedeutet:

HF_{eq} : äquivalente Herzschlagfrequenz

T: Dauer der Arbeitszeit
 T_i : Dauer der Einzeltätigkeit
 HF_i : Herzschlagfrequenz bei Einzeltätigkeit
 m : Äquivalenzparameter
 HF_0 : Ruheherzschlagfrequenz

Da oft die Herzperiodendauer (HPD) die Primärdaten sind, lässt sich Gl (16) über

$$HPD = \frac{60}{HF} \quad 1/min$$

umrechnen.

Man erhält dadurch eine äquivalente Herzperiodendauer

$$HPD_{eq} = \frac{HPD_0}{m * \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{\frac{HPD_0}{HPD_i} * \frac{1}{m}} * t_i} \quad S \quad (17)$$

4 Diskussion der Formeln

4.1 Was bedeutet die HF_{eq}

Die HF_{eq} ist — genau wie der Dauerleistungsgrenzwert — eine Einwertangabe und beinhaltet

- keine Aussage über den zeitlichen Verlauf der HF
- eine Nivellierung sämtlicher Herzschlagfrequenzunterschiede zu einem einzigen äquivalenten Wert bei gleicher Gesamtdauer (Beispielbilder s. u.)
- die Möglichkeit einer unterschiedlichen Wichtung von Teilbelastungen (Einzeltätigkeiten) je nach Wahl des Äquivalenzparameters „ m “

4.2 Die Eigenschaften der HF_{eq}

4.2.1 HF_{eq} bei den Ausgangsbeispielen:

An den beiden Beispielen, die eingangs diskutiert wurden, soll nun gezeigt werden, wie sich die Voraussetzungen zur Beurteilung der Arbeitsschwere unter Anwendung von Gl (16) ändert ($m=1$).

1. Beispiel:

Tätigkeit 1: $HF_1 = 110 \text{ 1/min}$ mit $t_1 = 240 \text{ min}$

Tätigkeit 2: $HF_2 = 90 \text{ 1/min}$ mit $t_2 = 240 \text{ min}$

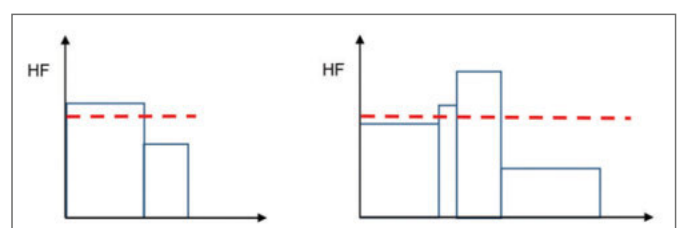
angenommene HF_0 : $HF_0 = 70 \text{ 1/m}$

Arbeitszeit: $T = t_1 + t_2$

$$HF_{eq} = HF_0 * \lg \frac{1}{T} \left(t_1 * 10^{\frac{HF_1}{HF_0}} + t_2 * 10^{\frac{HF_2}{HF_0}} \right) \quad 1/min$$

$$HF_{eq} = 70 * \lg \frac{1}{480} \left(240 * 10^{\frac{110}{70}} + 240 * 10^{\frac{90}{70}} \right) \quad 1/min$$

$$HF_{eq} = 102 \quad 1/min$$



Beispielbilder

2. Beispiel:

Tätigkeit 1: HF₃ = 200 1/min mit t₃ = 45 min

Tätigkeit 2: HF₄ = 90 1/min mit t₄ = 435 min

angenomme HF₀: HF₀ = 70 1/min

Arbeitszeit: T = t₃ + t₄

$$HF_{eq} = 70 * \lg \frac{1}{480} \left(45 * 10^{\frac{200}{70}} + 435 * 10^{\frac{90}{70}} \right) \quad 1/\text{min}$$

$$HF_{eq} = 135 \quad 1/\text{min}$$

Beispiel 1 ergibt unter Anwendung der Gleichung für die HF_{eq} einen Wert, der nur wenig über den mit dem arithmetischen Mittelwert gewonnen Wert liegt (ΔHF_{eq} = 2/min). Diese geringe Differenz ist dadurch erklärlich, dass die HF-Werte nur gering schwanken.

Im Beispiel 2 beträgt die Differenz zum arithmetischen Mittelwert ΔHF_{eq} = 35/min.

Nach diesem Ergebnis muss eine derartige belastende Tätigkeit abgelehnt werden, wenn man die übliche Beurteilung entsprechend der Skalierung der HF oder Arbeits-HF zugrunde legt. Die eingangs erwähnte Überforderung des Kreislaufregelvermögens wird durch obiges Ergebnis bestätigt.

4.2.2 Zum Einfluss HF₀ auf HF_{eq}

Das Verhalten der GI (16) bei Änderung der HF₀ soll ebenfalls an den beiden eingangs diskutierten Beispielen erläutert werden. Nachstehende Tabelle 1 ermöglicht einen sofortigen Überblick:

HF ₀ /min	Beispiel 1	Beispiel 2
60	101,9	142
70	101,6	135
80	101,4	130

Die (unsinnige) 1. Kommastelle wurde angegeben, um aufzuzeigen, dass im Beisp.1 eine Änderung der HF₀ um (ΔHF₀ = 20/min keinen nennenswerten Einfluss auf die HF_{eq} hat. Im Beisp. 2 ist dieser Einfluss bereits wesentlich größer.

Trotzdem bleiben im Ergebnis die Differenzen der HF_{eq} bei einer Änderung der HF₀ um 10/min noch unter ΔHF_{eg} = 10/min, d.h. die Änderung der HF₀ bewirkt selbst bei diesem extremen Beispiel, noch keine Änderung der Beurteilungsstufe (z. B. von schwerer auf sehr schwere Arbeit).

Somit kann man sagen, dass das im Pkt. 3.1.1. kritisierte Verhalten der HF₀ bei der Beurteilung der Arbeitsschwere über die HF_{eq} nicht mehr auftritt und dadurch eine wesentlich sichere Skalierung und Beurteilung der Arbeitsschwere möglich ist.

4.2.3 Zum Einfluss der Arbeitszeit

Die in GI (16) im Argument des Logarithmus vorhandene Zeit T, kann theoretisch jede beliebige Zeitdauer bedeuten.

Sinnvoll angewandt bedeutet T jedoch die Arbeitszeit/Schicht. Bei z. B. regulärer 12 h-Schicht muss für T also 12 h eingesetzt werden.

Hier die Berechnungen für beide Beispiele bei ausgewählten Schichtdauern (GI (16); m=1: HF₀= 70/min):

Tab 2: Einfluss der Schichtdauer

Schichtdauer [h]	Beispiel 1 [1/min]
8	102
10	95
12	89

Die Werte der HF_{eq} in den Beispielen nehmen wie zu erwarten mit steigender Arbeitszeit bei gleichbleibender physiologischen Beanspruchung ab.

4.2.4 Zur Kurzzeitbelastung:

Da in der HF_{eq} die Zeitstruktur der HF nicht mehr enthalten ist (Einwertangabe), muss die zeitliche Dauer der Einzeltätigkeiten im Argument des Logarithmus von GI (16) berücksichtigt werden. Dies geschieht durch den Term

$$\sum 10^{\frac{HF_i}{HF_0}} * t_i$$

Die Dimension dieses Terms ist eine Zeit, die zur Gesamtzeit T (Arbeitszeit) ins Verhältnis gesetzt wird.

Aus der Lärmesstechnik ist bekannt, dass der L_{eq} auch über Klassierung berechenbar ist. Dies ist auch hier möglich, wobei die Klassierung z. B. durch die Multimoment-Häufigkeitsmethode bei der Erfassung der HF ersetzt werden kann.

GI (16) lautet dann

$$HF_{eq} = HF_0 * m * \lg \left(\frac{1}{N} \sum 10^{\frac{HF_i}{HF_0} * \frac{1}{m}} * N_i \right) \quad 1/\text{min} \quad (18)$$

Wählt man als Multimoment-Häufigkeit z. B. folgendes Zeitraster: 27 s Totzeit und 3 s Registrierzeit, dann erhält man für diese 0,5 min einen HF-Wert, der eben für dieses Zeitintervall repräsentativ ist. Je nach Tätigkeit des Probanden sind andere Zeitraster denkbar. Definiert man nun für die gesamte Intervallbreite der HF entsprechende Klassen (z. B. mit einer Klassenbreite von 5 HF), so erhält man ein Verteilungshistogramm, dass sich nach GI (18) auswerten lässt, wobei N_i die Anzahl der Zählungen pro HF-Klasse und N die Gesamtzahl der Zählungen bedeuten. Durch Multiplikation von N_i mit 0,5 min (gem. obigen Beispiel) ist der Zeitbezug wiederhergestellt.

4.2.5 Größe und Bedeutung des Äquivalenzparameters

In der Lärmesstechnik wird in der Praxis bei der L_{eq}-Bildung der Äquivalenzparameter q per definitionem mit 3 dB/Zeithalbierung angesetzt, wenn man die Gehörschädlichkeit des Lärmes beurteilen will. In Gl (8) bedeutet dies, dass sich an der Wichtung des L_{eq} nichts ändert, wenn pro Zeithalbierung der Einwirkzeit des Lärmes sich der zugehörige Schalldruckpegel um 3 dB erhöht. Überträgt man dies auf Gl (16), so muss es für die HF_{eq} einen Äquivalenzparameter geben, der dieselben Bedingungen erfüllt, d.h. dass sich bei einer Halbierung der Ein-

wirkzeit einer physischen Beanspruchung die HF₁ um einen bestimmten Betrag erhöht. Diesen Betrag kann man wie folgt ermitteln.

4.2.5.1 Festlegung von Grenzwerten für die HF bei schwerer Arbeit

Als Dauerleistungsgrenze für z. B. schwere Arbeit ist in der Literatur überwiegend eine HF_{eg} = HF₁ = 110 /min für eine Schicht angegeben.

Aus dem Institut für Arbeitshygiene der TU Dresden, Medizinischen Akademie * wurden dem Verfasser weitere Wertepaare für schwere Arbeit angegeben:

HF₁ = 110 /min mit t₁ = 480 min

HF₂ = 140 /min mit t₂ = 30 min

HF₃ = 170 /min mit t₃ = 5min

4.2.5.2 Ermittlung des Äquivalenzparameters „m“

Aus obigen drei Wertepaaren kann man unter dem Aspekt der Zeithalberung je Stufe bei gleichzeitiger konstanter Erhöhung der HF folgende Tabelle 3 aufstellen, wobei die vorgegebenen Wertepaare nur geringfügig geändert werden.

Aus Tab. 3 lässt sich der Äquivalenzparameter a ablesen. Je Zeithalberungsstufe darf die HF im Mittel um 8,75/min zuneh-

men, um die vorgegebenen Wertepaare genügend genau zu realisieren.

In $m=n/a$ eingesetzt erhält man mit $a=8,75$: $m= n/8,75$.

Gl (16) lässt sich nunmehr präzisieren:

$$HF_{eq} = HF_0 * \frac{n}{8,75} * \lg \left(\frac{1}{7} \sum 10^{\frac{HF_i - 8,75}{n}} * t_i \right) \quad 1/min \quad (19)$$

Wählt man $n = 8,75$, so erhält man den arithmetischen Mittelwert ($m=1$) über alle Teiltätigkeiten. Bei $n <> 8,75$ sind abweichende Mittelwertbildungen möglich, die evtl. eine bessere Anpassung an das biologische Geschehen ermöglichen.

Das Verhalten von Formel (19) ist aus nachfolgenden Beispielen ersichtlich (Tab. 4 und 5). Hier wurde zwei Belastungen (HF₁ mit t₁; HF₂ mit t₂; $n=8,75$; t₁ + t₂= 480 min) zunächst nach der üblichen Vorgehensweise (zeitlich gewogener Mittelwert so umgerechnet, das sich 5 Varianten immer mit dem gleichen Mittelwert HF = 100 / min ergeben (s. Tab 4).

Berechnet man nun nach Formel (19) mit den o.g. Parametern die HF_{eq} mit HF₀ = 60...80 1/min (Tab. 5), so lässt sich feststellen, dass die hohen Beanspruchungen strenger bewertet werden. Das entspricht nach Ansicht des Verfassers (ohne Beweis) auch den tatsächlichen physiologischen Gegebenheiten.

Aus Tab. 5 erhellt, dass die Unterschiede der HF_{eg} ($\Delta_{max} HF_{eq} <= 5/min$ im Fall1) bei Änderung der HF₀ vernachlässigbar sind.

Damit wurde eine der eingangs diskutierten Fehlerquellen beseitigt.

*Herrn OA Dr. med. Naumann gebührt Dank für seine bereitwillige Unterstützung

Tab. 3: Einfluss der Zeithalberung auf die HF

T/min	480,00	240,00	120,00	60,00	30,00	15,00	7,50	3,75
HF/min	110,00	118,70	127,50	136,20	145,00	153,70	162,50	171,25
	1	2	3	4	5	6	7	8

Tab. 4: Beispiel für die HF_{eq} mit gleichem Mittelwert von 100 1/min

Fall	HF1 /min	t1 /min	HF2 /min	t2 /min
1	180	20	96,5	460
2	160	22,5	97	457,5
3	140	25,7	97,7	454,3
4	120	30	98,7	450
5	100	36	100	444

Tab. 5: Einfluss unterschiedlicher HF₀ auf die 5 Beispiele der Tab. 4

Fall	HF0 =60 1/min	HF0 =70 1/min	HF0 =80 1/min
1	114	111	109
2	107	106	104
3	103	102	102
4	101	101	100
5	100	100	100

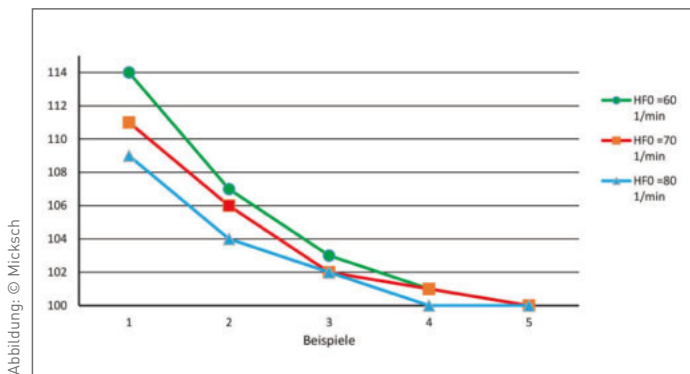


Bild 1: Grafische Darstellung der Tab. 5

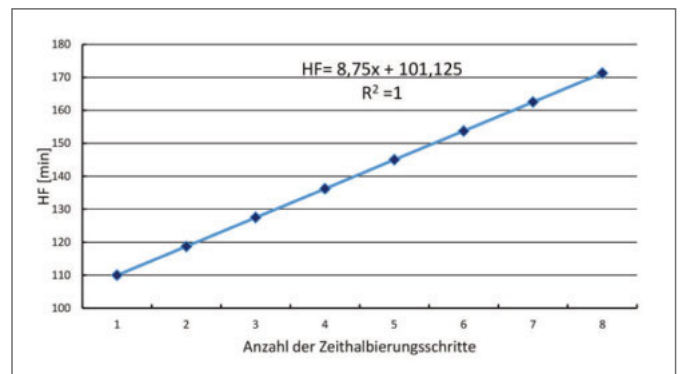


Bild 2: Grafische Darstellung der Tab. 3 (HF)

Tab. 5 bildlich dargestellt liefert folgenden Überblick: (S. Bild 1)

4.2.5.3 Einfluss des Äquivalenzparameters auf die HF_{eq}

Wird die HF = f(Halberungsschritte x) aufgetragen, dann ergibt sich mit guter Näherung eine Gerade (s. Bild 2).

Die T = f (Halberungsschritte x) liefert eine abklingende e-Funktion. Sie lautet

$$T = 960e^{(-0,6931 \cdot X)} \quad (20)$$

Beide Funktionen können ineinander umgerechnet werden. Dies erreicht man, indem man HF = 8,75x+101,25 aus Bild 2 nach x aufgelöst und die Gleichung in Bild 3 eingesetzt wird. Nach einigen Umformungen erhält man mit genügender Genauigkeit:

$$HF = 188 - 29lgt \quad 1/\text{min} \quad (21)$$

Diese Gleichung gilt gem. Voraussetzung nach Tab. 3 für T = 480 min (nicht für Überstunden!)

Sind nicht die HF sondern die Herzperiodendauern (HPD) die Primärdaten, so lässt sich über die Beziehung HPD = 60/ HF die Gl (21) leicht in Gl (22) bzw. Gl (22a) umrechnen

$$HPD = \frac{60}{188 - 29lgt} \quad \text{s} \quad (22)$$

oder

$$HPD = \frac{1}{3,13 - 0,483lgt} \quad \text{s} \quad (22a)$$

Beide Gleichungen (21, 22) sind gut geeignet, um Einzelwerte der Beanspruchungen bei der Auswertung hinsichtlich ihrer Zulässigkeit zu kontrollieren. Dies ist ein wichtiger Aspekt bei der Arbeitsgestaltung, um einzelne Tätigkeiten hinsichtlich ihrer Kreislauf-Beanspruchung beurteilen zu können.

In der aufgezeigten Art und Weise lassen sich bei entsprechender Vorgabe von Grenzwerten auch für leichte, mittelschwere und sehr schwere Arbeit Kurven finden, die sich mathematisch in geschlossener Form darstellen lassen.

Vereinbarungsgemäß ist der Äquivalenzparameter — wie bereits bei der Herleitung von Gl (17) erläutert — geeignet, um eine Wichtung der HF_i vorzunehmen.

Die Wirkungsweise soll für m > <= 1 (willkürlich angenommen) an beiden eingangs betrachteten Beispielen soll nun diskutiert werden. (Tabelle 6)

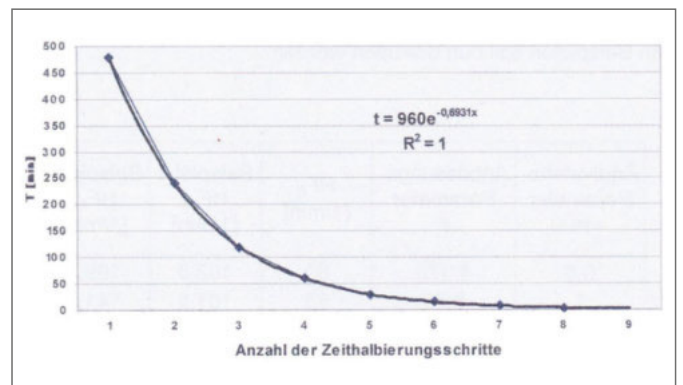


Bild 3: Grafische Darstellung der Tab. 3 (Zeit)

Die Auswertung von Tab. 6 lässt folgende Schlüsse zu:

1. Die relativ starken Schwankungen der HF₀ ergeben bei konstantem Äquivalenzparameter keine nennenswerten Änderungen im Ergebnis der HF_{eq} im Beispiel 1. Im extremen Beispiel 2 liegen die Änderungen mit jeweils ca. ΔHF_{eq} < 15 /min bei gleichem Äquivalenzparameter ebenfalls noch innerhalb einer Bewertungsstufe.
2. Auch, wenn der Äquivalenzparameter bei gleicher HF₀ in weiten Grenzen geändert wird, gibt es kaum Änderungen im Beispiel 1. Im Beispiel 2 wird jedoch in Abhängigkeit vom Äquivalenzparameter eine deutliche Änderung erreicht.

5. Schlussbemerkungen

Ziel dieser Arbeit war es, ein bereits für die Beurteilung der Beanspruchung durch Arbeitslärm angepasstes und bewährtes mathematisches Modell auf das Kreislaufverhalten bei überwiegend dynamischer körperlicher Arbeit zu übertragen.

Die im Pkt. 2 genannten Mängel des Beurteilungssystems auf der Grundlage des arithmetischen Mittelwertes sind durch das vorgestellte Verfahren weitgehend beseitigt. Der Einfluss von Schwankungen der Ruheherzschlagfrequenz (HF), der unterschiedliche Arbeitszeiten ist eliminiert.

Dem Verfasser kommt es bei der Vorstellung beider Verfahren nur auf das Prinzip an. Jegliche Zahlenwerte beruhen auf vorgegebenen Werten aus der Literatur, zu deren statistischer Absicherung und Genauigkeit der Verfasser nichts sagen kann.

Bei einer Präzisierung der vorgegebenen Werte ist eine Validierung ohne weiteres möglich, ohne dass sich am Verfahren selbst etwas ändert.

Wenn erforderlich, kann durch Änderung des Äquivalenzpa-

Tab. 6: Einfluss unterschiedlicher Äquivalenzparameter

Äquivalenz-Parameter m	Anpassungs-Parameter n	HF ₀ [1/min]	Beispiel 1: HF _{eq} [1/min]	Beispiel 2: HF _{eq} [1/min]
0,5	4,375	60	103,5	169,2
1	8,75	60	101,9	141,8
2	17,50	60	101,0	117,0
0,5	4,375	70	103,1	164,1
1	8,75	70	101,6	135,0
2	17,50	70	100,8	113,8
0,5	4,375	80	102,7	159,2
1	8,75	80	101,4	129,6
2	17,50	80	100,7	111,5
0,5	4,375	90	102,5	154,4
1	8,75	90	101,3	125,3
2	17,50	90	100,6	109,9

rameters eine noch bessere Anpassung der Gleichungen an das Kreislaufverhalten erreicht werden.

Aufgrund der Eigenschaften der hergeleiteten Gleichungen ist eine sichere Beurteilung der Einzel- und der Gesamtbeanspruchung des Kreislaufes mit weniger Aufwand als bisher möglich.

Bei Anwendung dieses Verfahrens ist – bis auf extreme Belastungen – eine Bestimmung der Ruheherzschlagfrequenz nur noch grob erforderlich. Sie sollte jedoch nicht unbeachtet bleiben, da sie einen Überblick über den Trainingszustand des Probanden zulässt.

Damit fallen alle eingangs erwähnten Fehlermöglichkeiten bei der Bestimmung der Arbeitsschwere weg. Es ist ebenfalls nicht nötig eine Arbeitsherzschlagfrequenz zu definieren, weil allein der gemessene und gewichtete Mittelwert (HF_{eq}) bei entsprechender Skalierung eine Beurteilung der Arbeitsschwere zulässt.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich betont, dass alle anderen Einflussfaktoren, die während des Arbeitsprozesses die Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems beeinflussen, nicht Gegenstand dieser Betrachtungen sind.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass diese theoretische Arbeit an einigen Beispielen rechnerisch überprüft wurde. Das Ergebnis war überaus zufriedenstellend. Der Feldbeweis durch praktische Anwendung steht allerdings noch aus.

Literatur

DIN EN ISO 6385:2004-05: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2004); Deutsche Fassung EN ISO 6385:2004

Kraak, W, Fuder, G, Kracht, L: Die Ausbildung von Gehörschäden als Folge der Akkumulation von Lärmeinwirkungen – Teil 2 (als Manuskript gedruckt, TU Dresden)

Lühring, H. & Seibel, H.D., Arbeit und psychische Gesundheit. Göttingen, Verlag für Psychologie, 1984, S. 13 – 36

Oppelt/Vossius: Der Mensch als Regler; VEB Verlag Technik Berlin, 1970

Rohmert, W. Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. Z.Arb.wiss. 38 (10 NF) 1984, 193 – 200

Rohmert, Laurig: Physische Beanspruchung durch muskuläre Belastungen in: Schmidtke, H: Ergonomie, 3. Auflage 121–143, Hansa Verlag 1992

Strasser, H: Editorial zum Themenheft „Arbeitsphysiologie“ Z.Arb.wiss. 53 (25 NF) 1999

„Biomonitoring in der Praxis“

Nach einer längeren Pause setzt die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) die Tagungsreihe „Biomonitoring in der Praxis“ fort. Der 11. Workshop findet am 04. Dezember 2024 am Standort in Berlin statt. Er bietet interessierten Betriebsärztinnen und Betriebsärzten und anderen im Arbeitsschutz engagierten Kolleginnen und Kollegen die Möglichkeit, sich auf dem aktuellen Entwicklungsstand über Biomonitoring zu informieren und mit erfahrenen Fachleuten zu diskutieren. Die sachgerechte Durchführung eines Bio-

monitorings erfordert aktuelles interdisziplinäres Fachwissen. So unterliegen die Untersuchungen bei Beschäftigten verschiedenen rechtlichen Regelungen und setzen sowohl aktuelle gefahrstoffspezifische Kenntnisse als auch konkrete Einblicke in die Arbeitssituation der zu Untersuchenden voraus. Die Tagung vermittelt Wissen rund um die sachgerechte Durchführung eines Biomonitorings bei Gefahrstoffexpositionen am Arbeitsplatz. Anhand von Fallbeispielen wird zudem die Nutzung des Biomonitorings in der betriebsärztlichen

Praxis verdeutlicht. Die Anerkennung der Veranstaltung als ärztliche Fortbildung mit voraussichtlich 6 Punkten wurde bei der Berliner Ärztekammer beantragt. Die Teilnahmegebühr beträgt 125 Euro, für Studenten und Ärzte in Weiterbildung zum Facharzt für Arbeitsmedizin 80 Euro. Weitere Informationen und die Möglichkeit zur Anmeldung gibt es unter HYPERLINK „<https://www.baua.de/DE/Angebote/Veranstaltungen/Termine/2024/12.04-Biomonitoring>“ www.baua.de/termine.

Sonderausstellung auf der Messe Arbeitsschutz Aktuell in Stuttgart

Gesundheitsförderung: Pflicht und Kür

Das Deutsche Netzwerk Büro e.V., ein Partnernetzwerk der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA) des Bundesarbeitsministeriums, organisiert auf der Messe Arbeitsschutz Aktuell vom 5. bis 7. November 2024 in Stuttgart eine Sonderausstellung über die Herausforderungen und Lösungen für die multilokale Bildschirmarbeit zwischen Gesundheitsförderung und Pflichterfüllung.

Partner:



Die Gesunderhaltung und die Gesundheitsförderung von Beschäftigten, die multilokal an Bildschirmen arbeiten, bewegt sich oftmals im Spannungsfeld zwischen purer arbeitsschutzrechtlicher Pflichterfüllung und freiwilligen gesundheitlichen Fördermaßnahmen. Diese führen zu mehr Produktivität, mehr Bindung an den Arbeitgeber und zu weniger Krankheitstagen. Abgesehen davon, dass bei vielen Unternehmen allein

schon Unklarheit hinsichtlich ihrer arbeitsschutzrechtlichen Pflichten bei der multilokalen Bildschirmarbeit herrscht, sind die Mitarbeitenden oft erst recht außerhalb des Radars für spezifische Maßnahmen zur Gesundheitsförderung.

Neben der Komplexität, dezentral arbeitende Teams in der hybriden Arbeitswelt adäquat zu führen und die Bindung der Kolleginnen und Kollegen untereinander als auch zum Arbeitgeber zu ge-

währleisten, muss deshalb auch die Gesundheitsförderung bei der multilokalen Bildschirmarbeit in den Fokus rücken. Die Sonderausstellung „Multilokale Bildschirmarbeit – Paragraphen, Produktivität und BGM in Einklang bringen“, die vom Deutschen Netzwerk Büro e.V. (DNB) im Rahmen der Messe Arbeitsschutz Aktuell vom 5. bis 7. November 2024 in Stuttgart organisiert wird, beschäftigt sich genau mit diesen Themen und zeigt praxisorientierte Lösungen.

Auf einer Sonderfläche innerhalb der Messehalle wird aufgezeigt, wie technische und organisatorische Lösungen aussehen können, mit denen der Gesundheitsschutz der multilokal arbeitenden Beschäftigten sowohl im Büro, im Homeoffice als auch an sogenannten „dritten Orten“ gewährleistet und gefördert werden kann. Zu den typischen Handlungsfeldern, die dargestellt werden sollen, gehören beispielsweise

- die ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen im Homeoffice,
- der gezielte Einsatz ergonomischer Hilfsmittel am Büroarbeitsplatz, zu Hause, an dritten Orten, unterwegs,
- Ideen zur intuitiven Bewegungsförderung im Büro und zu Hause,
- die rechtssichere Umsetzung von Schutzpflichten bei hybrider Arbeit.

Dabei soll dem fachlichen Austausch und dem Netzwerken viel Raum gewidmet werden. Kompetente Ansprechpartner werden stets auf der Ausstellungsfläche sein, sodass die Besucherinnen und Besucher mit ihren rechtlichen, technischen und organisatorischen Fragen nicht alleingelassen werden. Die Sonderausstellung kann mit dem regulären Messticket der Arbeitsschutz Aktuell kostenlos besucht werden.

Praxis-Konferenz auf der Arbeitsschutz Aktuell

Im Rahmen der Praxis-Konferenz auf der Messe Arbeitsschutz Aktuell präsentiert die Fachzeitschrift „Sicherheitsingenieur“ am Nachmittag des ersten Messtages zwei wichtige Themen bei der Umsetzung eines guten Arbeitschutzmanagements. Der Besuch der Konferenz ist im Messticket enthalten.

Dienstag, 5. November 2024

13:00 Uhr bis 14:00 Uhr Fokusthema: Geschlechterspezifischer Arbeitsschutz

13:00 Uhr Begrüßung und Einführung, David Wiechmann, Chefredakteur Sicherheitsingenieur

13:15 Uhr Frauen und Männer – alle gleich?, Heike-Rebecca Nickl, Arbeitskammer des Saarlandes

13:50 Uhr Diskussion

14:00 bis 14:15 Uhr Coffee Break

14:15 Uhr bis 16:30 Uhr Fokusthema: Evaluation und Fortschreibung der Gefährdungsbeurteilung Psyche

14:15 Uhr Begrüßung und Einführung, David Wiechmann

14:20 Uhr Gefährdungsbeurteilung Psyche – Evaluation und Fortschreibung, Dr. Yannick Metzler, Leibniz Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund

15:05 Uhr Fragen und Antworten

15:20 Uhr Follow up der GB Psyche in der Praxis, Dr. Yacine Taibi, thyssenkrupp

16:00 Uhr Fragen und Antworten, Diskussion

16:30 Uhr Ende der Veranstaltung



Kostenloses

Arbeitsschutz Aktuell

Messticket

Sie planen einen Besuch auf der diesjährigen Arbeitsschutz Aktuell, der Fachmesse für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz vom 05.-07. November 2024 in Stuttgart?

sifa-sibe.de sponsert kostenlose Besuchertickets.
Einfach registrieren und Buchungscode erhalten.

Zur Registrierung:

[www.sifa-sibe.de/akademie/akademie-meldungen/
arbeitsschutzaktuell2024](http://www.sifa-sibe.de/akademie/akademie-meldungen/arbeitsschutzaktuell2024)

**Kostenloses
Messticket**

Erste Ergebnisse der VDR-Geschäftsreiseanalyse 2024

Prozessoptimierung und flexibles Arbeiten

Die ersten Auswertungen in diesem Jahr zum deutschen Geschäftsreisemarkt verdeutlichen die Themenfelder im Travel Management von heute und morgen. Für nahezu alle Befragten stehen aktuell sowie zukünftig die Themen rund um Prozessoptimierung, umweltbezogene Nachhaltigkeit und Reisesicherheit ganz oben auf der Agenda. Dies geht aus den repräsentativen Ergebnissen der Geschäftsreiseanalyse 2024 hervor, die der Verband Deutsches Reisemanagement e. V. (VDR) veröffentlichte.

Themen – heute und morgen

Mit rund 95 Prozent wählten nahezu alle Befragten die „Prozessoptimierung“ auf Platz Eins im Ranking der Themenfelder aktuell und in Zukunft. Denn die Komplexität der Aufgaben rund um die geschäftliche Mobilität steigt und neue Themenfelder kommen hinzu. Um Prozesse effektiv zu gestalten, werden Mobilitätsverantwortliche mehr denn je zu Schnittstellen-Managern zwischen den Bereichen Personal, Einkauf, Finanzen oder auch der IT. Im Hinblick auf umweltbewusstes Handeln und die ab diesem Jahr umzusetzenden Vorgaben der EU-weiten „Corporate Sustainability Reporting Directive“ ist das Thema „Nachhaltig-

keit“ bei der Themenrelevanz in den Unternehmen mittlerweile auf Platz Zwei gerückt. Dicht gefolgt von dem Aspekt „Sicherheit“, der weiterhin eine zentrale Rolle bei Geschäftsreisen darstellt.

KI fördert Prozessoptimierung

Das Thema KI ist zwar in aller Munde, aber wie hoch ist der Stellenwert tatsächlich und inwiefern besteht ein Zusammenhang zur Prozessoptimierung? Hier zeigen die Ergebnisse, dass das Thema bei über der Hälfte der großen Unternehmen inzwischen fest verankert ist – hingegen bei den kleineren bislang nur bei circa jedem Dritten. Dieser Unterschied könnte mit der höheren Komplexität der Reiseprozesse in den großen Firmen zusammenhängen, bei denen der Einsatz von KI deutliche Vorteile bei der Verbesserung, Einsparung oder auch Vereinfachung von Prozessen bewirken kann.

Flexibles Arbeiten hat sich etabliert

Remote Work sowie Home Office im Speziellen sind in deutschen Unternehmen nicht mehr wegzudenken. Alle befragten Firmen erlauben ihren Mitarbeitenden zumindest teilweise Arbeit von Zuhause oder innerhalb Deutschlands. 43 Prozent gestatten auch das Arbeiten aus

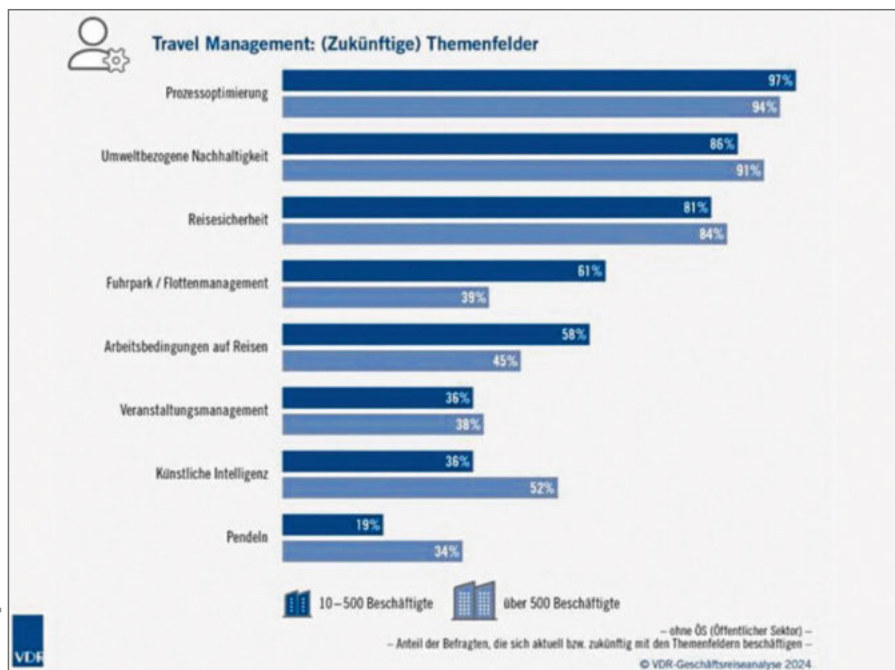
dem Ausland und weitere 33 Prozent planen dies. Bei der Wahl des Aufenthaltsortes zeigen sich insbesondere die größeren Unternehmen flexibel, denn 39 Prozent erlauben weltweite Wahlfreiheit. Kleinere Firmen konzentrieren sich eher auf die EU. Die maximale Dauer variiert stark von zwei Wochen bis über 60 Tage – hierbei spielen gesetzliche Vorgaben und Versicherungsfragen eine große Rolle. Insgesamt sind Auslandsaufenthalte bis 30 Tage in fast der Hälfte der Unternehmen, die Arbeit aus dem Ausland erlauben, möglich. Diese Entwicklung zeigt, dass eine große Nachfrage nach flexiblen Arbeitsplätzen besteht und Unternehmen diesen Trend erkannt haben.

Ganzheitliches Mobilitätsmanagement

Digitalisierung, KI, neue Werte und damit verbunden flexible Arbeitswelten sowie steigende umweltbezogene Anforderungen erweitern das Aufgabenfeld des Travel Managers neben dem Schwerpunkt „Geschäftsreisen“. Mit jeweils 80% gehören dazu sowohl das Fuhrpark- als auch das Dienstwagenmanagement. Aber auch weitere Themen, aus dem Bereich der Mitarbeitenden-Mobilität, wie zum Beispiel Pendeln, Ausweiten einer Geschäftsreise durch „Blended Travel“ oder das Mobilitätsbudget wurden von den Umfrageteilnehmern genannt. Wie die Umsetzung eines ganzheitlichen Mobilitätsmanagements im Unternehmen gelingen kann, welche Schnittstellen und Prozesse berücksichtigt werden müssen und welche Chancen entstehen, erarbeitet aktuell die VDR-Projektgruppe „Ganzheitliche Mobilität“.

Unter dem Jubiläums-Motto „Im Wandel verbunden“, anlässlich des 50ten Geburtstags des VDRs, wird es in zahlreichen Workshops und Vorträgen darum gehen, geschäftliche Mobilität aktiv und zukunftsfähig gemeinsam mit Mitgliedern und Experten zu gestalten. Im Rahmen des Jubiläumsjahrs gibt es zudem eine attraktive Geburtstagsaktion „Mitglied werden oder Mitglied werben“, die 50 Prozent Nachlass auf den Jahresbeitrag für neue Mitglieder oder auf das Seminarangebot der Akademie für bestehende Mitglieder beinhaltet.

Verband Deutsches Reisemanagement e. V.



Themenfelder im Travel Management, VDR-Geschäftsreiseanalyse 2024

Fortbildungen

Ärztliche Akademie für medizinische Fort- und Weiterbildung in Nordrhein:

Termine der Weiterbildungskurse Arbeitsmedizin/ Betriebsmedizin der Ärztlichen Akademie für medizinische Fort- und Weiterbildung in Nordrhein in 2024

Modul I: 31.01. bis 09.02.2024

Modul II: 03.04. bis 12.04.2024

Modul III: 19.06. bis 28.06.2024

Modul IV: 07.08. bis 16.08.2024

Modul V: 04.09. bis 13.09.2024

Modul VI: 13.11. bis 22.09.2024

Anmeldung: Fabienne.Bartusch@aekno.de

Tauchmedizin und Hyperbarmedizin

In regelmäßigen Abständen führen wir tauchmedizinische Fortbildungsveranstaltungen für Ärzte durch. Wir bieten Grundlagenkurse zu Untersuchungen nach E31/G31 und Kurse zum GTÜM 1 Diplom, sowie E31/G31/GTÜM-Refresher Kurse an.

Für Arbeitsmediziner erfüllt das Kursangebot die Anforderungen der DGUV und der Behörden, welche nach der Druckluftverordnung zu Untersuchungen nach G31 (E31) ermächtigen (§13 DruckLV) .

Die Kurse finden in Abstimmung mit der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V. (GTÜM) statt und werden als Grundlage für das Diplom 1 anerkannt.

GTÜM Diplom 1: Tauchtauglichkeitsuntersuchungen.

Alle weiteren Infos: <https://www.gtuem.org/5>

www.gtuem.org

Die Ärztekammer Nordrhein honoriert die erfolgreiche Teilnahme üblicherweise mit 24 CME-Punkten.

Unsere Refresherkurse eignen sich für Arbeitsmediziner (G31 bzw. E31) wie auch als Refresher nach GTÜM.

Sie erhalten für die Teilnahme 16 CME-Punkte.

Die nächsten Kursangebote

Kurs G31 / E31 / GTÜM Diplom 1

29. Nov. – 1. Dez. 2024

freie Plätze > 9, Format Präsenz

Refresher G31 / E31 / GTÜM Diplom 1 & 2a

11. Jan. – 12. Jan. 2025

freie Plätze > 9, Format online

Alle weiteren Infos und Anmeldung:

Silvester Siegmann

0211 81 06480, siegmann@uni-duesseldorf.de

oder:

Thomas Muth

0211 81 06419, thomas.muth@uni-duesseldorf.de

Fortbildungsveranstaltungen des VAF e.V.

VAF e.V. / Fortbildungslehrgänge 2024

für das arbeitsmedizinische nichtärztliche Assistenzpersonal

18.03. bis 22.03.2024 / Saarbrücken

Handwerkskammer des Saarlandes

- Grundlagenlehrgang-Rahmenplan / Woche 2
- Arbeitsmedizinische Gehörvorsorge.
- Auge und Optik in der Arbeitsmedizin.

17.06. bis 21.06.2024 / Dresden

DGUV

- Auge und Optik in der Arbeitsmedizin.
- Lungenfunktion / EKG / Ergometrie, Ein Lehrgang für in der Praxis Stehende.
- Umsetzung der ArbMedVV / Gesetze, Vorschriften, Delegation, Verantwortung.
- Ergonomische Arbeitsgestaltung.

15.07. bis 17.07.2024 / Freiburg i. Brsg.

Mercure-Hotel Freiburg

- Impf- und Reisemedizin.

14.10. bis 18.10.2024 / Düsseldorf

djh-Rheinland

- Arbeitsmedizinische Gehörvorsorge.
- Auge und Optik in der Arbeitsmedizin.
- Lungenfunktion / EKG / Ergometrie, ein Lehrgang für in der Praxis Stehende.
- Psychische Belastungen am Arbeitsplatz, Stress und Konfliktbewältigung.

04.11. bis 08.11.2024 / Saarbrücken

Handwerkskammer des Saarlandes

- Grundlagenlehrgang-Rahmenplan / Woche 3
- Arbeitsmedizinische Gehörvorsorge.
- Auge und Optik in der Arbeitsmedizin.

Hinweis:

Die aufgeführten Themen sind eigenständige Lehrgänge, die in der jeweiligen Woche parallel durchgeführt werden. Programm-Anforderungen gerne beim Veranstalter. Belegt wird nach Eingang nur schriftlicher Anmeldung an die Geschäftsstelle des VAF e.V. in Düsseldorf; Hotelzimmer-Reservierungen erfolgen durch die Teilnehmer/Innen selbst, u.a. mit den beiliegenden Informationen des VAF e.V. zur Teilnahmebestätigung.

Veranstalter:

Verband Arbeitsmedizinisches Fachpersonal-VAF e.V.

Kamper Weg 228 – 40627 Düsseldorf

Tel. 0211-2700833 / Fax: 0211-2700834

Email: VAF-SC@T-Online.de

www.vaf-assistenzpersonal.de

Autorenrichtlinien

Aufgenommen werden gerne Originalarbeiten.
Diese dürfen nicht schon anderweitig veröffentlicht sein.

Manuskripte von Originalarbeiten sind der Schriftleitung einzureichen.
Für die Manuskripte gelten die Hinweise für Autoren.

Tagungsberichte, Mitteilungen von Organisationen und Körperschaften, Personelles sowie Referate, Buchbesprechungen und weitere Beiträge sind an die Schriftleitung zu senden.

Der Verlag erwirbt mit der Annahme des Manuskriptes durch die Schriftleitung das ausschließliche Recht der Vervielfältigung, Verbreitung, Übersetzung und Verwendung für fremdsprachige Ausgaben.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf foto-mechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernsehsendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – sind nur mit Genehmigung des Verlages möglich.

Die in den Heften mit Namen bezeichneten Artikel stellen stets die Ansichten der Verfasser dar und müssen nicht mit denen der Schriftleitung identisch sein.

Hinweise für Autoren wissenschaftlicher Beiträge

Zielgruppen dieser Zeitschrift sind Arbeitsmediziner, Sicherheitsingenieure, Gesundheitsmanager, Arbeitswissenschaftler und andere der Arbeitsmedizin und Arbeitssicherheit sowie der Umweltmedizin nahestehende Personenkreise und Institutionen.

- 1.0 Der Text der Arbeiten muss verständlich geschrieben sein.
- 2.0 Die Titelseite (Seite 1 des Manuskriptes) muss umfassen
 - 2.1 Titel der Arbeit in deutscher und englischer Sprache
 - 2.2 Name(n) des Autors (der Autoren) mit Vornamen
 - 2.3 Name(n) der Institution(en), aus der (denen) die Arbeit stammt
 - 2.4 Namen, Vornamen mit Titel(n) des Autors (der Autoren) und Anschrift.
- 3.0 Eine Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache muss dem Manuskript beigefügt sein. Die Zusammenfassung soll die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen enthalten und maximal 300 Worte umfassen.
- 4.0 Maximal 5 Schlüsselwörter sind in deutscher und englischer Sprache anzugeben. Sie sollen repräsentativ für den Inhalt der Arbeit sein.
- 5.0 Literaturverzeichnis: Alle Autoren und Quellen – und nur diese – müssen in der Reihenfolge des erstmaligen Auftretens im Text im Literaturverzeichnis aufgeführt sein. Sämtliche Autoren sind zu nennen.

Beispiele:

- 1 Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrsg. 1985). Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte. Verlag Chemie, Weinheim 1985
- 2 Lüdersdorf R, Schäcke G, Fuchs A. Leitkomponenten in organischen Lösemittelgemischen in Lacken der holzverarbeitenden Industrie. In: Konietzko H, Schuckmann F (Hrsg.). Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 271–274. Gentner Verlag, Stuttgart, 1984
- 3 Schilling RSF. Occupational Health Practice. 1st edn Butterworths, London, 1973
- 4 Trenkwalder P, Bencze K, Lydtin H. Chronische Thalliumintoxikation. Beobachtung einer kriminellen Vergiftung. Dtsch med Wschr 1984; 109: 1561–1566

Anschließend an das Literaturverzeichnis können bei Bedarf unter „Nützliche Internetadressen“ noch verlässliche Adressen aufgelistet werden.

- 5.1 Zitierweise im Text: mit hochgestellter Zahl (entsprechend der Zitierweise des British Medical Journal)
- 6.0 Illustrationen: Bitte farbig (auch Fotos). Jede Abbildung muss im Text erwähnt sein. Dateiformate: .ppt, .jpg, .tif, .psd oder .eps
- 6.1 Tabellen: Jede Tabelle muss im Text erwähnt sein. Bitte als Excel-Datei (Dateiformat .xls)
- 6.2 Legenden zu den Illustrationen und Tabellen sollen kurz sein und sich auf deren Inhalt beschränken.
- 7.0 Das Manuskript incl. Abbildungen und Tabellen ist als Word-Datei auf elektronischem Weg an die Schriftleitung zu senden (Kontakt siehe Impressum). Abbildungen und Tabellen bitte zusätzlich separat in den o.g. Dateiformaten
- 8.0 Mit der Einsendung des Manuskriptes hat/haben der/die Autoren sichergestellt, dass bei positiver Entscheidung über die Annahme einem Druck keinerlei Gründe entgegenstehen.

Die eingehenden Artikel werden einem Peer-Review-Verfahren unterzogen (s.a. Editorial Ergomed 4/2001)

Nachdruck nur mit Erlaubnis des Verlages.
Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen.

Impressum

ErgoMed
Praktische Arbeitsmedizin

ZEITSCHRIFT FÜR BETRIEBSSICHERHEIT • BETRIEBLICHES GESUNDHEITSMANAGEMENT

48. Jahrgang (2024) Heft 4

Verlag: Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH, Ernst-Mey-Strasse 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen
Postanschrift: Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH, Vangerowstraße 14/1, 69115 Heidelberg, Germany. Phone + 49 711 7594-0, ergomed@konradin.de

Herausgeberin: Katja Kohlhammer

Geschäftsführung: Peter Dilger

Verlagsleitung: Peter Dilger

Hauptschriftleiter:

Dr. rer. medic. Dipl.-Min. Silvester Siegmann, M. Sc. Betriebsicherheitsmanagement, Sicherheitsingenieur, Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Düsseldorf, Universitätsstr. 1, D-40225 Düsseldorf, Phone + 49 (0) 211 81 15393, Fax + 49 (0) 211 81 15334, siegmann@uni-duesseldorf.de

Schriftleiter:

em. apl. Prof. Dr. med. habil. Andreas Meyer-Falcke, Beigeordneter für Gesundheit der Landeshauptstadt Düsseldorf a. D., a.meyer-falcke@t-online.de

Univ.-Prof. Dr. med. Dirk-Matthias Rose, Wissenschaftliche Leitung Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Institut für Lehrer-gesundheit am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Kupferbergterrasse 17 – 19, 55116 Mainz, Phone + 49 (0) 6131 88 448 55, Fax + 49 (0) 6131 88 448 70, dirk-matthias.rose@unimedizin-mainz.de

Redaktionsbeirat:

Prof. Dr. med. Henning Allmers, M. P. H. (Harvard Univ.), Leiter des Betriebsärztlichen Dienstes der Universität Osnabrück, Facharzt für Arbeitsmedizin, Allergologie und Umweltmedizin • Dr. Beate Beermann, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin • Dipl.-Biologe Jörg Feldmann, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin • Prof. Dr. Dr. h.c. mult. David Groneberg, Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin, Johann Wolfgang Goethe-Universität • Prof. Dr. med. habil. Tomas Jelinek, Berliner Centrum für Reise- u. Tropenmedizin, Berlin • Dr. Ursula Bach, DLR Projekträger des BMBF Arbeitsgestaltung und Dienstleistungen, Bonn • Silke Kretzschmar, Vorsitzende des BsAFB e.V., Fachärztin für Arbeitsmedizin, Leitung der Praxis für Arbeitsmedizin Kretzschmar, Gera • Prof. Dr. med. Axel Muttray, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin • Dr. med. Michael Schneider, Leitender Betriebsarzt der Boehringer Ingelheim • Markus Schropp, HOW & WHY, Bad Boll • Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. (FH) Bernd Schubert, Facharzt für Arbeitsmedizin, Facharzt für Allgemeinmedizin, Sozialmedizin, ärztl. Qualitätsmanagement, Bottrop-Kirchhellen • Dr. Kai Seiler, LIA.NRW • Prof. Dr. Udo Weis, Geschäftsführer Ifnek GmbH, Plankstadt • Priv.-Doz. Ing. Andreas Wittmann, Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich D, Arbeitsmedizin, Arbeitsphysiologie und Infektionsschutz, Wuppertal • Bruno Zwingmann, Sankt Augustin

Layout: Bernd Wilfing

Anzeigenverkauf:

[Verantwortlich für den Anzeigenteil]:
Joachim Linckh, Phone + 49 711 7594-565, joachim.linckh@konradin.de

Auftragsmanagement: Martina Schäffler, Phone + 49 711 7594-445, martina.schaeffler@konradin.de

Leserservice ErgoMed: Postfach 810580, 70522 Stuttgart, Telefon: 0711/82651-254, Fax: 0711/82651-399, E-Mail: leserservice@konradin.de

Erscheinungsweise: jeden zweiten Monat

Jahresabonnement: Inland 85,20 Euro inkl. MwSt. und Versandkosten, Ausland 105,90 Euro inkl. Versandkosten, Einzelheftpreis 14,30 Euro inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Abbestellungen können jeweils nur zum Jahresende berücksichtigt werden, unter Einhaltung einer Kündigungsfrist von drei Monaten. Reklamationen über nicht erhaltene Hefte können beim Verlag nur innerhalb von drei Monaten nach der zuletzt fälligen Zustellung geführt werden. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlages oder im Falle höherer Gewalt besteht kein Entschädigungsanspruch.

Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten.

Reproduktionen, gleich welcher Art, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages.

Druck: Konradin Druck, Kohlhammerstraße 1-15, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Printed in Germany

© 2024 by Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH, Leinfelden-Echterdingen

konradin
mediengruppe

Betriebssicherheit und Betriebliches Gesundheitsmanagement



Die Zeitschrift bietet umfangreiche Informationen aus den Bereichen Arbeitsmedizinische Praxis, angewandte Arbeitsmedizin und betriebliches Gesundheitsmanagement.

Neben aktuellen Themen aus den Bereichen Prävention, Vorsorge und Behandlung beinhaltet **ErgoMed-Praktische Arbeitsmedizin** zahlreiche Informationen zu neuen juristischen und normativen Entwicklungen.

Unser Top-Angebot für Sie!

Jetzt ErgoMed abonnieren und GRATIS-Prämie sichern!

Kofferband mit TSA Schloss

Kofferband und TSA-Schloss zugleich: Das patentierte TSA-Kofferband mit Zahlencode als Sicherheit bei Kofferkontrollen auf Flugreisen, insbesondere in die USA. Gepäckstücke werden dank des Behördenschlüsselzugs nicht mehr aufgebrochen. Lieferung im Design-Karton.



GRATIS FÜR SIE!

Gleich online bestellen:
www.direktabo.de/em/angebote

Oder Coupon einsenden an:
ErgoMed Leserservice
Ernst-Mey-Strasse 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen
Phone 0711 82651-254 • Fax 0711 82651-399

direktabo.de

Ja, ich nutze das Angebot:

ich abonniere für ein Jahr (6 Ausgaben) zum Preis von nur 85,20 € (Ausland 105,90 €) inkl. MwSt. und Versand. GRATIS dazu erhalte ich die praktische Laptotasche, die mir nach Bezahlung der Abrechnung umgehend zugeschickt wird. Kündigungsfrist: erstmals 4 Wochen zum Ende des ersten Bezugsjahres, danach jeweils 4 Wochen zum Quartalsende.

Widerrufsrecht: Sie haben das Recht, binnen vierzehn Tagen ohne Angabe von Gründen diesen Vertrag zu widerrufen. Die Widerrufsfrist beträgt vierzehn Tage ab dem Tag, an dem Sie oder ein von Ihnen benannter Dritter, der nicht der Beförderer ist, die erste Ware in Besitz genommen haben bzw. hat. Um Ihr Widerrufsrecht auszuüben, müssen Sie uns (Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH, Vangerowstr. 14/1, 69115 Heidelberg, Leserservice: Ernst-Mey-Strasse 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Phone 0711 82651-254, Fax 0711 82651-399, leserservice@konradin.de) mittels einer eindeutigen Erklärung über Ihren Entschluss, diesen Vertrag zu widerrufen, informieren. Sie können ein Muster-Widerrufsformular oder eine andere eindeutige Erklärung auch auf unserer Webseite unter www.direktabo.de/widerrufsformular elektronisch ausfüllen und übermitteln. Machen Sie von dieser Möglichkeit Gebrauch, so werden wir Ihnen unverzüglich (z. B. per E-Mail) eine Bestätigung über den Eingang eines solchen Widerrufs übermitteln. Zur Wahrung der Widerrufsfrist reicht es aus, dass Sie die Mitteilung über die Ausübung des Widerrufsrechts vor Ablauf der Widerrufsfrist absenden.

Vorname, Name

Firma, Funktion

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Phone, Fax

E-Mail

Ja, ich willige ein, dass mir die Dr. Curt Haefner Verlag GmbH und deren verbundene Unternehmen (Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, Konradin Business GmbH, Konradin Selection GmbH, Konradin Mediengruppe GmbH, Konradin Medien GmbH, MMCD NEW MEDIA GmbH, Visions Verlag GmbH, Dialog GmbH, Medienservice Konradin GmbH) Fachinformationen der Redaktionen, Einladungen zu Messen, Fachveranstaltungen sowie Informationen und Angebote zum Zwecke der Werbung telefonisch, per E-Mail und Post übermitteln. Ich kann meine Einwilligung jederzeit mit Wirkung für die Zukunft gegenüber Konradin per E-Mail an datenschutz-online@konradin.de widerrufen.

Geburtsdatum

Beruf, Branche



Datum, Unterschrift



Die digitalen Angebote von Sicherheitsingenieur und Sicherheitsbeauftragter



SifaPlus

Ihre Vorteile auf einen Blick:

- + aktuelle Fachbeiträge aus Sicherheitsingenieur
- + Zugriff auf das umfassende Archiv mit über 1.200 Beiträgen
- + zusätzlich alle Hefte von Sicherheitsingenieur als PDF pünktlich zum Erscheinungstermin
- + Umweltschutz im Betrieb und aktuelle Rechtsprechung inklusive
- + Checklisten Download: umfangreiche Handlungshilfen für die tägliche Arbeit

SibePlus

Ihre Vorteile auf einen Blick:

- + aktuelle Fachbeiträge aus Sicherheitsbeauftragter
- + Zugriff auf das umfassende Archiv mit über 700 Beiträgen
- + zusätzlich alle Hefte von Sicherheitsbeauftragter als PDF pünktlich zum Erscheinungstermin
- + Vor-Ort-Reportagen aus den Betrieben, inspirierende Praxisbeispiele und aktuelle Rechtsprechung inklusive
- + Checklisten Download: umfangreiche Handlungshilfen für die tägliche Arbeit

Jetzt
einen Monat gratis testen
www.sifa-sibe.de/test

Sie haben bereits ein Print-Abo?
Dann nutzen Sie unser attraktives Upgrade-Angebot:

www.sifa-sibe.de/upgrade-sifa oder
www.sifa-sibe.de/upgrade-sibe