



Für einen sicheren Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz

Formaldehyd

Asbest

Benzol



Abschlussbericht

Fachpolitischer Schwerpunkt des
Hessischen Ministeriums für Soziales
und Integration

„Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“
(2015–2018)





Liebe Leserinnen und Leser,

trotz vielfältiger Fortschritte in der Diagnostik und Therapie von Tumorerkrankungen fordert Krebs nach wie vor einen viel zu hohen Tribut von unserer Gesellschaft. Dies betrifft auch die Arbeitswelt. So sind Krebserkrankungen heute die Hauptursache von tödlich verlaufenden Berufserkrankungen in Deutschland. Der Verhinderung dieser heimtückischen und gefährlichen Krankheit durch gezielte Präventionsmaßnahmen kommt deshalb eine besondere Priorität zu, insbesondere auch am Arbeitsplatz.

In Deutschland steigt die Zahl der berufsbedingten Krebserkrankungen seit Jahren stetig an. Diese erschreckende Entwicklung ist auch in den anderen Staaten der Europäischen Union zu beobachten. Die Hauptursache für arbeitsbedingte Krebserkrankungen mit tödlichem Ausgang sind sowohl in Deutschland als auch in Europa krebserzeugende Gefahrstoffe am Arbeitsplatz. Der Schutz der Beschäftigten vor Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe muss deshalb zentrales Anliegen einer Präventionsstrategie vor dem Berufskrebs sein.

Da auch in Hessen viele Beschäftigte Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen ausführen, hat das Hessische Ministerium für Soziales und Integration den fachpolitischen Schwerpunkt „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ initiiert. Im Rahmen dieser Schwerpunktsetzung wurden seit dem Jahr 2015 eine große Anzahl von Arbeitsstätten, an denen Beschäftigte Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe ausgesetzt sind, systematisch überprüft. Die in einem

Zeitraum von vier Jahren durchgeführten Betriebsüberprüfungen offenbarten teilweise erhebliche Defizite bei der betrieblichen Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor gesundheitlichen Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe.

Diese Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit, beim Schutz der Beschäftigten vor dem Berufskrebs nicht nachzulassen, sondern die Notwendigkeit der betrieblichen Krebsprävention ernst zu nehmen und intensiv fortzuentwickeln. Die Entscheidung der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA), in ihrer aktuellen Periode mit Hilfe eines eigenständigen Arbeitsprogramms einen besonderen Schwerpunkt auf den sicheren Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen zu legen, begrüße ich deshalb nachdrücklich. Die im Rahmen unseres fachpolitischen Schwerpunkts „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ erzielten Ergebnisse sollen hierbei gern als Unterstützung dieses Arbeitsprogramms dienen. Nutzen wir die in Hessen gewonnenen Erkenntnisse, um den Berufskrebs gemeinsam gezielt und wirksam zu bekämpfen.

Ihr

Kai Klose
Hessischer Minister
für Soziales und Integration

INHALT

1	Berufskrebs ist vermeidbar	3
2	Krebserzeugende Gefahrstoffe als Ursache des Berufskrebses	3
3	Der fachpolitische Schwerpunkt „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“	7
3.1	Überwachung durch die hessischen Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit (APH)	7
3.1.1	Fachmodul „Krebserzeugende Gefahrstoffe“	8
3.1.2	Fachmodul „Holzstaub“	8
3.1.3	Fachmodul „Benzol“	9
3.1.4	Fachmodul „Trichlorethylen“	9
3.1.5	Fachmodul „Asbest“	9
3.2	Überwachung durch das Fachzentrum für medizinischen Arbeitsschutz (Landesgewerbearzt (LGA))	10
3.3	Messtechnische Erhebungen durch die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe	11
3.3.1	Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und Metallverbindungen	11
3.3.2	Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit Benzol-Expositionen	12
3.3.3	Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit Trichlorethylen-Expositionen	13
3.3.4	Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit Formaldehyd-Expositionen	13
4	Ergebnisse	14
4.1	Ergebnisse der Überwachung durch die hessischen Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit	14
4.1.1	Fachmodul „Krebserzeugende Gefahrstoffe“	14
4.1.2	Fachmodul „Holzstaub“	15
4.1.3	Fachmodul „Benzol“	16
4.1.4	Fachmodul „Trichlorethylen“	17
4.1.5	Fachmodul „Asbest“	18
4.2	Ergebnisse der Überwachung durch das Fachzentrum für medizinischen Arbeitsschutz	22
4.3	Ergebnisse der messtechnischen Erhebungen durch die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe	23
4.3.1	Krebserzeugende Metalle und Metallverbindungen	23
4.3.2	Trichlorethylen-Expositionen in Laboratorien zur Asphaltanalytik	26
4.3.3	Benzol-Expositionen bei der Tankreinigung	28
4.3.4	Benzol-Expositionen in Werkstätten	29
4.3.5	Formaldehyd-Expositionen in pathologischen und histologischen Laboratorien	31
5	Ergebnisdiskussion und Schlussfolgerungen	33
6	Zusammenfassung	38
7	Abkürzungsverzeichnis	39

1 Berufskrebs ist vermeidbar

Arbeitsbedingte Krebserkrankungen sind für Beschäftigte in vielen Staaten der Welt das größte Gesundheitsrisiko am Arbeitsplatz [1]. Auch in Deutschland ist der Berufskrebs die arbeitsbezogene Todesursache Nummer 1. Seit Jahren steigt die Zahl der tödlich verlaufenden Berufserkrankungen an. So haben allein 2017 mehr als 1.600 Beschäftigte aufgrund einer berufsbedingten Krebserkrankung ihr Leben verloren – so viele wie noch nie zuvor in Deutschland [2]. Damit starben nahezu dreimal so viele Arbeitnehmer*Innen an Berufskrebs, wie im gleichen Zeitraum Opfer durch tödlich verlaufende Arbeitsunfälle zu beklagen waren. Diese erschreckende Entwicklung ist in der gesamten europäischen Arbeitswelt zu beobachten: Krebs ist auch in den anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union die häufigste Ursache für arbeitsbedingte Erkrankungen mit tödlichem Ausgang. So wurden allein im Jahr 2008 mehr als 95.000 Tote in Europa aufgrund berufsbedingter Krebserkrankungen registriert [3]. In einem Bericht des ehemaligen Direktors der internationalen Arbeitsorganisation ILO (International Labour Organisation) Jukka Takala, für die unter dem griechischen Ratsvorsitz der EU veranstaltete Konferenz über Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz im Jahr 2014 in Athen, wurden insgesamt 102.500 Todesfälle aufgrund

von Krebserkrankungen in den Staaten der Europäischen Union berufsbedingten Ursachen zugeordnet [4]. Für Deutschland wurde eine Anzahl von mehr als 17.700 tödlich verlaufenden Berufskrebserkrankungen abgeschätzt [5], ein Wert, der signifikant oberhalb der von der Bundesregierung veröffentlichten statistischen Daten zur Berufskrankheitenentwicklung in Deutschland liegt [2]. Diese erheblichen Differenzen in der Abschätzung des Ausmaßes der berufsbedingten Krebserkrankungen ist ein ernstzunehmender Hinweis auf die auch heute noch bestehenden Erkenntnisdefizite. Gerade dies muss eine zukunftsorientierte Präventionsstrategie gegen den Berufskrebs berücksichtigen. Durch die Arbeit ausgelöste Krebserkrankungen können verhindert werden, wenn die die Krankheit indizierenden Expositionen verringert oder vermieden werden. Dies setzt aber das Wissen über Art, Ausmaß und Vorkommen der krebsauslösenden Expositionen am Arbeitsplatz voraus. Um hierfür eine Grundlage zu schaffen, hat das Hessische Ministerium für Soziales und Integration im Jahr 2015 mit dem fachpolitischen Schwerpunkt „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ eine umfassende Präventionsstrategie zum Schutz der Beschäftigten vor berufsbedingten Krebserkrankungen initiiert.

2 Krebserzeugende Gefahrstoffe als Ursache des Berufskrebses

Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Krebserkrankungen und der Belastung der Beschäftigten durch gefährliche Expositionen von krebserzeugenden Gefahrstoffen im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit ist seit langer Zeit Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. So konnte Sir Percival Pott bereits 1775 den ersten Nachweis einer berufsbedingten Krebserkrankung führen. Er erkannte, dass die häufige Erkrankung von Schornsteinfegern an Hodensackkrebs (Schornsteinfegerkrebs) auf die berufliche Rußexposition zurückzuführen war [6]. Rund 100 Jahre später gelang Ludwig Rehn durch konsequente Anwendung epidemiologischer Methoden die Aufklärung des häufigen Vorkommens von Blasenkrebserkrankungen bei den Arbeitern in der Anilinfarbenproduktion [7]. Nähere Untersuchungen ergaben, dass eine im Anilin vorhandene chemische Verunreinigung, das β -Naphthylamin, für die Bildung bösartiger Tumore der Harnblase verantwortlich war.

Heute ist wissenschaftlich gesichert, dass der Berufskrebs zwar durch unterschiedliche Risikofaktoren am Arbeitsplatz, wie beispielsweise ionisierende oder ultraviolette Strahlen, ausgelöst werden kann, die Hauptur-

sache für berufsbedingte, tödlich verlaufende Tumorerkrankungen aber krebserzeugende Gefahrstoffe sind (Abbildung 1). Der Schutz der Beschäftigten vor Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe hat deshalb im Zentrum einer zukunftsweisenden Präventionsstrategie gegen den Berufskrebs zu stehen.

Allerdings ist eine frühzeitige Identifizierung der Ursachen einer arbeitsbedingten Krebserkrankung ohne eine konkrete Präventionsstrategie zum Schutz der Beschäftigten keine Gewähr für eine erfolgreiche Abwehr des Berufskrebses. Dies belegen die Erfahrungen mit dem Faserwerkstoff Asbest, welcher aufgrund seiner besonderen feuerhemmenden und korrosionsbeständigen Eigenschaften als „Mineral der 1.000 Möglichkeiten“ bis Anfang der neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts eine weitverbreitete Anwendung fand, heute aber für einen großen Anteil der tödlich verlaufenden Berufskrebserkrankungen verantwortlich ist. Bereits zu Anfang des 20. Jahrhunderts wiesen Arbeitsmediziner auf den Zusammenhang zwischen einer beruflichen Asbestexposition und dem Auftreten von Asbestose hin [8]. In Deutschland wurde die Asbestose 1936 als Berufskrankheit anerkannt. Schon wenige

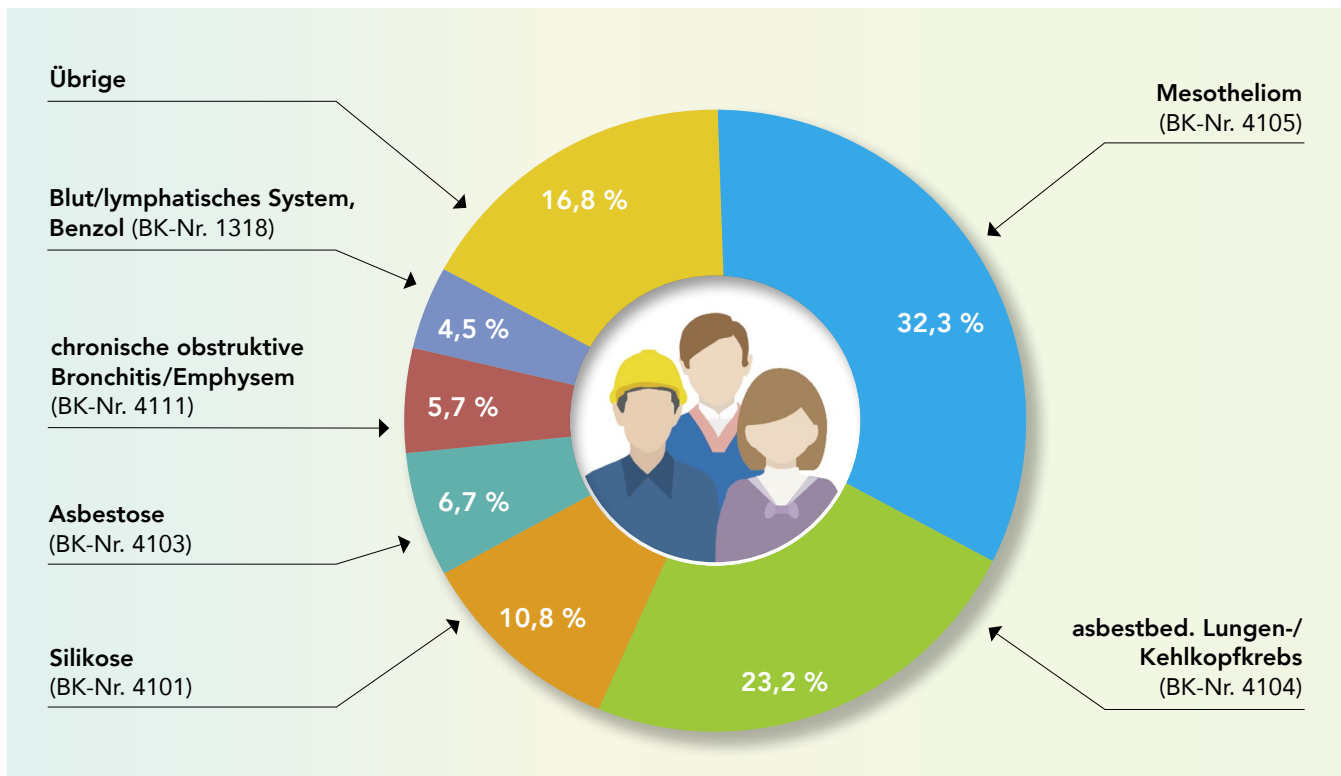


Abbildung 1: Ursachen des Berufskrebses – tödlich verlaufende Berufskrankheiten in Deutschland (2017)¹

Jahre später wurde auch die krebserzeugende Wirkung von Asbestfasern erkannt, so dass bereits 1942/1943 asbestbedingter Lungenkrebs als Berufskrankheit in das deutsche Berufskrankheitenrecht aufgenommen wurde [9]. Nachdem in den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts der Zusammenhang zwischen einer Asbestexposition und dem Entstehen von Brust- und Bauchfell-Mesotheliomen nachgewiesen wurde, erfolgte schließlich 1976 die Anerkennung des asbestbedingten Mesothelioms als Berufskrankheit. Doch trotz dieser umfassenden Erkenntnisse über das hohe Gefährdungspotenzial von Asbest stieg der Verbrauch von Asbest bis in die siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts unvermindert an. Es sollte noch bis zum Jahr 1993 dauern, ehe ein generelles Herstellungs- und Verwendungsverbot von Asbest und asbesthaltigen Materialien in Deutschland erlassen wurde. Insgesamt wurden im Zeitraum von 1948 bis 1993 5,7 Mio. t Rohasbest nach Deutschland eingeführt. 70 % des Rohasbests wurden zur Herstellung von Asbestzementprodukten verarbeitet. Bis 1993 wurden knapp 40 Mio. t Asbestzementprodukte hergestellt, von denen sich noch immer mehr als 35 Mio. t im derzeitigen Gebäudebestand der Bundesrepublik befinden [10].

Doch trotz des hohen Asbestverbrauches kam es zunächst zu keiner auffälligen Entwicklung bei den relevanten Berufskrankheiten. Durch Asbestfasern verursachter Lungenkrebs kam in den 50er und 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts nur selten zur Anerkennung als Berufskrankheit. Erst ab 1985 war ein steiler Anstieg der anerkannten Erkrankungsfälle zu beobachten. Verantwortlich hierfür ist die lange Latenzzeit zwischen der beruflichen Exposition und dem Ausbruch der Erkrankung, die für Berufskrebskrankungen, insbesondere für die asbestinduzierten Krebskrankungen, charakteristisch ist. Dieser „eiserne Griff der Latenzzeit“ [11] kann im Fall von Asbest in einer Zeitspanne von 10 bis zu über 60 Jahre liegen, bis es zur Manifestation der Erkrankung kommt [12].

Abschätzungen aus den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts, die das Maximum der asbestbedingten Berufserkrankungen in Deutschland auf der Grundlage dieser Latenzzeit für den Zeitraum 2000 bis 2010 prognostizierten, haben sich leider als nicht zutreffend erwiesen [13]. Eine Auswertung der in den Berichten des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales veröffentlichten statistischen Daten zur Entwicklung der Berufskrankheiten in Deutschland im Zeitraum von 1995 bis 2016 ergab, dass sowohl die Anzahl der angezeigten Verdachtsfälle einer asbestinduzierten Berufskrankheit als auch die Anzahl der anerkannten asbestbedingten Berufskrankheiten weiterhin ansteigen [14] (Abbildung 2).

¹ Datenquelle: Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Unfallverhütungsbericht Arbeit, Berichtsjahr 2017; Herausgeber: Bundesministerium für Arbeit und Soziales und Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

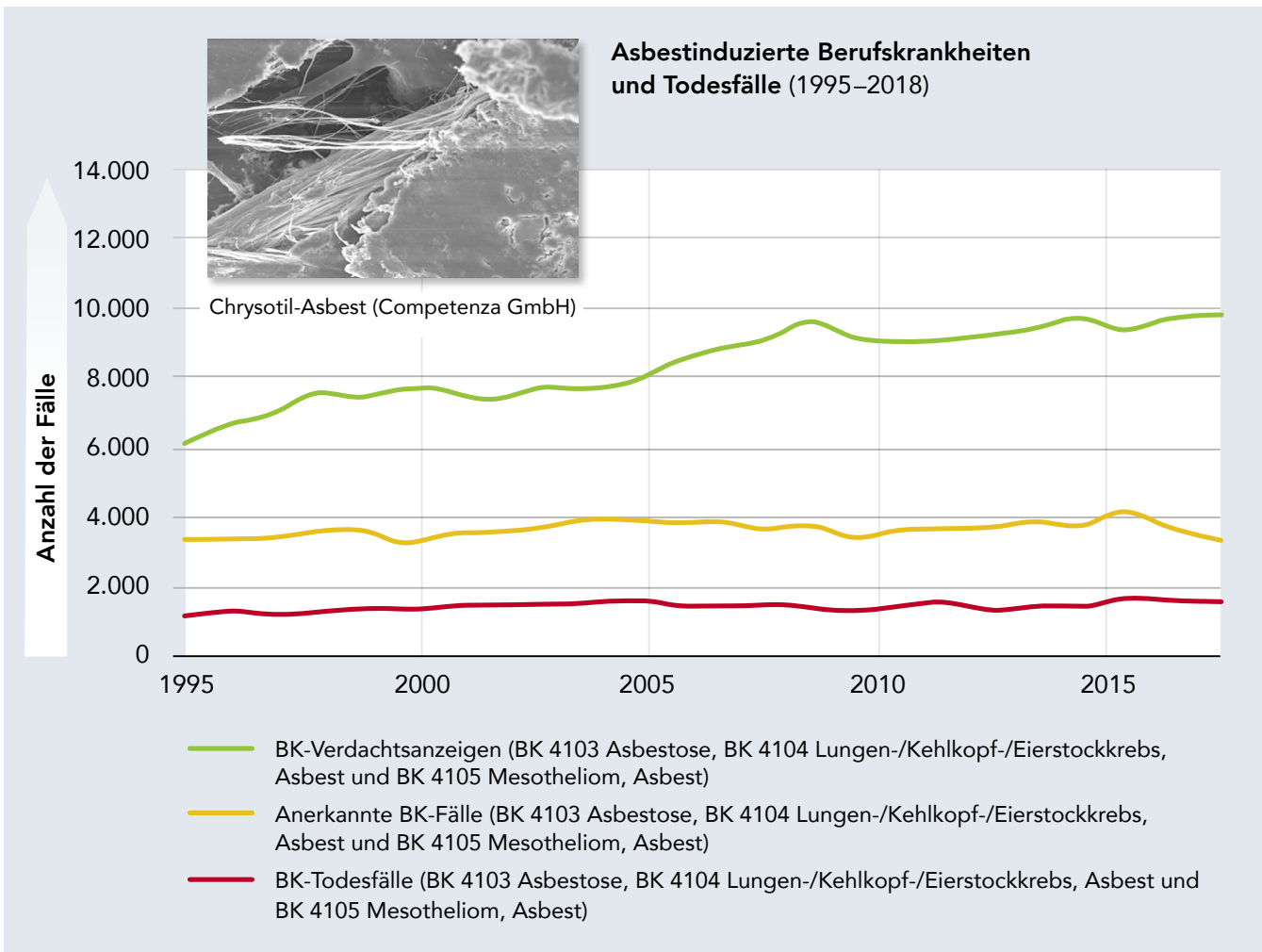


Abbildung 2: Entwicklung der asbestinduzierten Berufskrankheiten in Deutschland (Datengrundlage nach [10,15–17]). Alle Berufskrankheiten stehen im Zusammenhang mit der Aufnahme lungengängiger Asbestfasern, wie sie beispielsweise bei der mechanischen Bearbeitung von Asbest, wie Chrysotil-Asbest, entstehen können. Als besonders kritisch gelten dabei Fasern mit einer Länge größer oder gleich 5 µm, einem Durchmesser kleiner 3 µm und einem Verhältnis von Faserlänge zu Faserdurchmesser größer 3:1.

Seit 1993 gilt in Deutschland ein generelles Herstellungs- und Verwendungsverbot für Asbest und asbesthaltige Materialien. Ausgenommen hiervon sind lediglich Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) an Gebäuden, Anlagen, Fahrzeugen und Maschinen, die asbesthaltige Bauteile oder Bestandteile enthalten. Derartige ASI-Arbeiten unterliegen einem streng regulierten Anforderungsprofil durch die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [18] und die Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 519 [19], um Beschäftigte bei der Durchführung derartiger Tätigkeiten umfassend vor Asbestexpositionen zu schützen.

Doch trotz dieser strengen Regulierungen zum Schutz der Beschäftigten werden auch heute noch jedes Jahr ungefähr 3.500 durch Asbest ausgelöste Neuerkrankungen registriert. Da zugleich aber immer noch nahezu 90.000 Beschäftigte in Deutschland Tätigkeiten durchführen, bei denen sie Expositionen durch Asbestfasern ausgesetzt werden können [20], sind Tätigkeitsbereiche, in denen Beschäftigte derartige Arbeiten ausführen bei einer Präventionsstrategie zur Verhinderung des Berufskrebses gezielt zu berücksichtigen.



Abbildung 3: Neben leicht erkennbaren asbesthaltigen Materialien wie Spritzasbest, Asbestzement oder Floor-Flex-Platten können auch Putze, Spachtelmassen und Kleber asbesthaltig sein. Bei der Entfernung oder Bearbeitung solcher Materialien können Beschäftigte zusätzlich zu der auftretenden Staub- und Quarzfeinstaubbelastung auch gegenüber Asbest-Fasern exponiert sein. Durch messtechnische Untersuchungen soll die Gefahrstoffbelastung bei der Bearbeitung asbesthaltiger Bauteile, z. B. bei der Entfernung des asbesthaltigen Klebers von Fassadenoberflächen, ermittelt werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass auch in Hessen viele Beschäftigte Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen durchführen. Allerdings ist weder bekannt, in welchem Umfang Beschäftigte Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe ausgesetzt sind, noch welche Tätigkeiten oder welche Arbeitsstoffe eine Ursache für eine besondere Belastung darstellen. In der Bundesrepublik Deutschland sind Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen nicht mitteilungs-pflichtig, so dass eine gesicherte Aussage hierzu nicht möglich ist. Lediglich die schon genannten Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten an asbesthaltigen Materialien müssen bei der zuständigen Behörde angezeigt werden. Für diese Arbeitsbereiche sind deshalb auch belastbare Abschätzungen über die Anzahl der betroffenen Beschäftigten möglich.

Eine verlässliche Identifizierung von möglichen Belastungsursachen wird zudem durch die Vielzahl der inzwischen als eindeutig krebserzeugend klassifizierten Arbeitsstoffe erschwert. So werden in der Arbeitswelt mehr als 60 Stoffe oder Stoffgruppen eingesetzt, die krebserzeugende Eigenschaften besitzen und die die menschliche Gesundheit irreversibel schädigen können [21]. Aus diesem Grund darf nach § 7 Abs. 1 GefStoffV eine Tätigkeit mit krebserzeugenden Gefahrstoffen erst dann aufgenommen werden, wenn eine Gefährdungsbeurteilung für die betreffenden Arbeitsplätze durchgeführt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen umgesetzt wurden.

In der Vergangenheit gestaltete sich die Beurteilung der Gefährdung durch krebserzeugende Gefahrstoffe in vielen Fällen als schwierig, da für eine große Anzahl dieser Stoffe keine Wirkungsschwellen bekannt sind, unterhalb derer eine Exposition am Arbeitsplatz als unbedenklich angesehen werden kann. Infolgedessen konnten für die meisten krebserzeugenden Gefahrstoffe bisher keine Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) festgelegt werden. Vor diesem Hintergrund erarbeitete der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) mit der Technischen Regel TRGS 910 ein Konzept zur Festlegung risikobasierter Werte für krebserzeugende Stoffe [22]. Diese Technische Regel legt stoffübergreifende Risikogrenzen für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen fest, benennt stoffspezifische Akzeptanzkonzentrationen (AK) und Toleranzkonzentrationen (TK) als Beurteilungsmaßstäbe mittels einzelstoffbezogener Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB) und verknüpft diese Beurteilungsmaßstäbe mit einem stoffübergreifenden gestuften Maßnahmenkonzept. Mit Hilfe dieser Exposition-Risiko-Beziehungen kann eine in der betrieblichen Praxis auftretende Exposition durch einen in der TRGS 910 aufgeführten krebserzeugenden Gefahrstoff bewertet und die für diese Situation zum Schutz der Beschäftigten erforderlichen Maßnahmen abgeleitet werden. Damit ist diese Technische Regel eine wichtige Unterstützung bei der Bekämpfung der Ursachen des Berufskrebses.

3 Der fachpolitische Schwerpunkt „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“

Eine Präventionsstrategie zur gezielten Bekämpfung von berufsbedingten Krebserkrankungen hat die dargestellte komplexe Ausgangssituation zu berücksichtigen. Hierbei ist sie an den folgenden vier Kernfragen auszurichten:

1. In welchem Maße sind Beschäftigte Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe ausgesetzt?
2. Werden alle Anstrengungen unternommen, um auf krebserzeugende Gefahrstoffe am Arbeitsplatz zu verzichten?
3. Sind Beschäftigte, die an ihrem Arbeitsplatz mit krebserzeugenden Gefahrstoffen tätig werden, ausreichend geschützt?
4. Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden, um den Beschäftigten den größtmöglichen Schutz vor krebserzeugenden Gefahrstoffen zu ermöglichen?

Im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ wurden in Hessen seit dem Jahr 2015 Arbeitsstätten, an denen Beschäftigte Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe ausgesetzt sind, systematisch überprüft. Hierzu führten die Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit in Hessen (APH) gezielte Betriebsüberwachungen in unterschiedlichen Branchen und Wirtschaftszweigen durch. Weiterhin ermittelte die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe im Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe des Regierungspräsidiums Kassel umfangreiche Expositionsdaten. An einer Vielzahl von Arbeitsstätten erfolgte sowohl die Überwachung durch die APH als auch eine messtechnische Ermittlung durch die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe. In Betrieben, in denen Beschäftigte Expositionen durch Benzol ausgesetzt waren, wurde zudem durch das Fachzentrum für medizinischen Arbeitsschutz (Landesgewerbeamt in Hessen (LGA)) des Regierungspräsidiums Darmstadt die Umsetzung der arbeitsmedizinischen Vorsorge überprüft sowie Biomonitoring-Untersuchungen bei betroffenen Mitarbeitern durchgeführt. Die bei diesen vielfältigen Überprüfungen gewonnenen umfangreichen Datensätze wurden ausgewertet und führten zu den im Kapitel 4 dieses Berichts dargestellten Ergebnissen.

Der fachpolitische Schwerpunkt „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ gliedert sich grundsätzlich in Kernprozesse und Begleitprozesse – vergleichbar der Struktur der Arbeitsprogramme der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) [23]. Kernprozesse sind die Arbeitsplatzüberprüfungen durch die Aufsichtspersonen der APH mit Hilfe spezifischer Erhebungsinstrumente, den hierfür konzipierten Fachmodulen so-

wie verschiedene messtechnische Ermittlungen durch die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe und die Untersuchungen durch den Landesgewerbeamt in Hessen. Gerade dieser bewusst multifaktoriell angelegte Kernprozess sollte eine fachlich abgesicherte Beurteilung der unterschiedlichsten betrieblichen Expositionssituationen gewährleisten. Begleitprozesse sind Aktivitäten zur Information der Öffentlichkeit und der Fachöffentlichkeit, Erstellung von Publikationen sowie die Durchführung von Fachveranstaltungen für die Sozialpartner, die Fachorganisationen des betrieblichen Arbeitsschutzes und der Aufsichtspersonen. Diese Begleitprozesse boten vielfältige Möglichkeiten, um Kooperationspartner für eine Präventionsstrategie zum Kampf gegen den Berufskrebs zu sensibilisieren.

Die Zielsetzung und Ausgestaltung des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ wurden auch von anderen Ländern übernommen, so dass neben Hessen auch die Länder Baden-Württemberg, Hamburg, Schleswig-Holstein, das Saarland und Thüringen diese Kampagne aktiv durchführen oder durchgeführt haben. Dieses gemeinsame Engagement zur Bekämpfung des Berufskrebses war maßgeblich für die Entscheidung der Nationalen Arbeitsschutzkonferenz (NAK), die Thematik „Sicherer Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ als Arbeitsprogramm für die 3. Periode der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (Zeitraum 2021 bis 2025) auszuwählen.

3.1 Überwachung durch die hessischen Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit (APH)

Der Kernprozess des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ wurde durch die Überwachungsaktivitäten der APH bestimmt. Um eine systematische und aussagekräftige Auswertung der im Rahmen der stichprobenartigen Betriebsüberprüfungen erhobenen Daten über die Expositionssituationen der untersuchten Arbeitsplätze zu gewährleisten, wurden mehrere spezifische Fachmodule als Erhebungsinstrumente entwickelt. Grundlage hierfür waren das Technische Regelwerk und das risikobezogene Maßnahmenkonzept der Gefahrstoffverordnung für krebserzeugende Stoffe. Mit Hilfe dieser Fachmodule erfolgte sowohl eine gezielte, branchen- oder gewerkspezifische Beurteilung von Expositionssituationen an Arbeitsstätten, an denen krebserzeugende Gefahrstoffe bekanntermaßen Verwendung finden, als auch eine Überprüfung von Arbeitsbereichen, über die

nur eine geringe Vorinformation hinsichtlich der Verwendung von krebserzeugenden Arbeitsstoffen vorlag. Erreicht wurde diese Möglichkeit einer variabel angelegten Erhebung durch die Kombination aus einem allgemein ausgerichteten Fachmodul „Krebserzeugender Gefahrstoff am Arbeitsplatz“ mit den speziellen, stoff- oder gewerkspezifisch orientierten Fachmodulen „Trichlorethylen“, „Benzol“, „Holzstaub“ und „Asbest“. Das Fachmodul „Krebserzeugender Gefahrstoff am Arbeitsplatz“ diente somit für die Dokumentation aller Arbeitsplätze, an denen Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe auftraten, sofern keines der spezifischen Fachmodule anzuwenden war. Da Expositionen von Benzol, Trichlorethylen, Hartholzstäuben und Asbestfasern auch in Hessen an vielen Arbeitsplätzen auftreten und zudem seit mehreren Jahren ein deutlicher Anstieg der Krebserkrankungen durch Benzol und Hartholzstäube zu beobachten ist (Tabelle 1) [24], waren die stoffspezifischen Fachmodule eine wertvolle Unterstützung für eine gezielte Überprüfung und Bewertung dieser Arbeitsplätze.

In insgesamt 611 hessischen Betrieben wurde die Arbeitsplatzsituation unter Anwendung der spezifischen Fachmodule überprüft (Tabelle 2). Die Auswertung der hierbei gewonnenen Erhebungsdaten bildet die Grundlage dieses Berichts. Im Rahmen der Erhebungen wurden die Umsetzung der rechtlichen Anforderungen an Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen und die Einleitung wesentlicher Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten betrachtet und bewertet. Die Verneinung der Frage, ob der für den Stoff relevante Grenzwert oder Beurteilungsmaßstab nachweislich eingehalten wurde, hatte zur Folge, dass dieses als nachweisliche Überschreitung oder das Fehlen eines Nachweises für die Einhaltung des Grenzwertes oder Beurteilungsmaßstabs gewertet wurde. In allen Betrieben ohne nachweisliche Einhaltung des Grenzwertes oder Beurteilungsmaßstabs wurde hinterfragt, ob technische und organisatorische Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten eingeleitet wurden, ob ein Expositionsverzeichnis vorhanden war und die arbeitsmedizinische Vorsorge veranlasst wurde.

Tabelle 2: Anzahl der im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ überwachten Betriebe – Anwendung der verschiedenen Fachmodule

Fachmodule 2015–2018	Anzahl Betriebe
Krebserzeugende Gefahrstoffe	183
Holzstaub	190
Trichlorethylen	17
Benzol	117
Asbest	104
Gesamt	611

3.1.1 Fachmodul „Krebserzeugende Gefahrstoffe“

Das Fachmodul „Krebserzeugende Gefahrstoffe“ wurde in den Jahren 2015–2018 in 183 Betrieben, in denen Beschäftigte mit verschiedenen krebserzeugenden Gefahrstoffen tätig waren, angewendet (Tabelle 3).

Dieses Fachmodul diente der Dokumentation aller Arbeitsstätten, an denen Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe auftreten konnten, sofern keines der spezifischen, nachfolgend aufgeführten Fachmodule anzuwenden war. Es wurde vorwiegend bei der Überprüfung von Arbeitsstätten angewendet, an denen Tätigkeiten mit Formaldehyd, Dieselmotoremissionen und krebserzeugenden Metallen und Metallverbindungen ausgeführt wurden. Die Entwicklung dieses Fachmoduls erfolgte auf der Grundlage der LASI-Veröffentlichung LV 55 [21].

3.1.2 Fachmodul „Holzstaub“

Holzstäube können bei der spanabhebenden Be- und Verarbeitung von Holz und Holzwerkstoffen entstehen, beispielsweise beim Sägen, Bohren oder Schleifen. Hartholzstäube, die bei derartigen Tätigkeiten oder Verfahren freigesetzt werden, können beim Menschen Krebs der Nasenschleimhaut (Adenokarzinom) erzeugen. Hartholzstäube wie Buchen- und Eichenholzstäube sind daher nach der TRGS 906 [25] als krebserzeugend eingestuft. Weiterhin können Holzstaubexpositionen zur

Tabelle 1: Entwicklung der tödlich verlaufenden Berufskrankheiten BK-Nr. 1318 (Benzol) und BK-Nr. 4203 (Hartholzstäube) in den Jahren 2010–2017

BK-Nr.	BK-Bezeichnung	Anzahl der Todesfälle pro Jahr							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1318	Erkrankungen des Blutes/lymph. Systems durch Benzol	37	51	68	65	68	105	117	105
4203	Nasen Adenokarzinome durch Eichen- oder Buchenholz	22	9	16	21	13	16	27	16

Tabelle 3: Anzahl der mit dem Fachmodul „Krebserzeugende Gefahrstoffe“ überwachten Betriebe in Abhängigkeit der auftretenden krebserzeugenden Gefahrstoffe

Stoffe	Anzahl Betriebe
Dieselmotoremissionen	42
Formaldehyd	22
Krebserzeugende Metalle und Metallverbindungen	35
Asbest (vor Einführung des Fachmoduls „Asbest“)	6
Sonstige Stoffe	42
Keine Angaben	35

Beeinträchtigung der Atemwege und zu allergischen Reaktionen führen. Bei Tätigkeiten, in deren Folge Holzstäube entstehen können, ist die Technische Regel TRGS 553 „Holzstaub“ [26] zu beachten. Gemäß der TRGS 553 gilt bei allen Tätigkeiten, bei denen Holzstaub entsteht, der Stand der Technik als eingehalten, wenn die Konzentration von einatembarem Holzstaub (E-Fraktion) in der Luft 2 mg/m³ im Schichtmittelwert nicht überschritten wird.

Wesentlich für die Minimierung der Gefährdung sind neben technischen Schutzmaßnahmen, wie eine wirksame Erfassung der entstehenden Holzstäube, auch organisatorische Maßnahmen, wie beispielsweise die regelmäßige Kontrolle und Prüfung der Erfassungseinrichtungen, die Unterweisung der Beschäftigten und die Erstellung von Betriebsanweisungen.

In den überprüften Betrieben wurde die Einhaltung des Beurteilungsmaßstabes für Holzstaub als erfüllt angesehen, wenn der Nachweis durch Messungen erfolgte oder wenn nachgewiesen wurde, dass die Voraussetzungen der TRGS 553 für staubgeminderte Arbeitsbereiche erfüllt wurden.

3.1.3 Fachmodul „Benzol“

Benzol ist ein aromatischer Kohlenwasserstoff, der als krebserzeugend und keimzellmutagen eingestuft ist. Es wird sowohl über die Atemwege als auch über die Haut aufgenommen. Benzol und seine Stoffwechselprodukte können Veränderungen der Chromosomen hervorrufen und dadurch das menschliche Erbgut schädigen. In epidemiologischen Studien konnte die Entstehung von Leukämien auf die berufliche Benzolexposition zurückgeführt werden [27]. Für Benzol ist eine Akzeptanzkonzentration (AK) in Höhe von 0,2 mg/m³ sowie eine Toleranzkonzentration (TK) in Höhe von 1,9 mg/m³ festgelegt [22].

Benzol wird in der chemischen Industrie als wichtiger Syntheserohstoff eingesetzt, beispielsweise für die Herstellung von Farbstoffen, Medikamenten oder Kunststoffen. Daneben ist Benzol aber auch in geringen Konzentrationen als Bestandteil in Rohöl und vielen Kraftstoffen enthalten. Der Benzolgehalt von Kraftstoffen beträgt durchschnittlich 0,7 Volumenprozent² [28, 29]. Ottokraftstoff ist heute sowohl für Beschäftigte als auch für die Allgemeinbevölkerung die wichtigste Expositionsquelle für Benzol [27]. Der Benzolgehalt in Heizölen beträgt zwischen 8 und 62 mg/kg [30].

Die Überprüfungen durch die APH konzentrierten sich auf Branchen, in denen Tätigkeiten mit Mineralölprodukten ausgeführt werden, da diese mit einer Benzolexposition für die Beschäftigten verbunden sind (Tabelle 4).

Tabelle 4: Anzahl der mit dem Fachmodul „Benzol“ überwachten Betriebe nach Art der Betriebsstätte

Art der Betriebsstätte	Anzahl Betriebe
Werkstatt (Gartengeräte)	29
Werkstatt (Forstgeräte)	13
Motorradwerkstatt	25
Tankreinigung	18
Tanklager	7
KFZ-Recycling	14
Chemische Industrie	3
Schiffsentladung	1
Sonstige	7
Gesamt	117

3.1.4 Fachmodul „Trichlorethylen“

Trichlorethylen (Trichlorethen; TRI) ist ein als krebserzeugend und keimzellmutagen eingestuftes halogeniertes Kohlenwasserstoff, der hauptsächlich als Lösemittel sowie als Reinigungs-, Entfettungs- und Extraktionsmittel verwendet wird. Schwerpunktartig wurde dieses Fachmodul in Laboratorien angewendet, die Asphaltnalytik durchführten und Trichlorethylen als spezifisches Löse- und Extraktionsmittel einsetzen.

² Gemäß Richtlinie 98/70/EG darf Benzol in Kraftstoffen mit max. 1,0 Volumen-% enthalten sein [29].

3.1.5 Fachmodul „Asbest“

Asbest wurde aufgrund seiner hohen Feuer-, Hitze- und Korrosionsbeständigkeit bis zum generellen Asbestverbot im Jahr 1993 in vielen Bereichen verwendet, insbesondere in Bauprodukten (u. a. in Dacheindeckungen, in Bodenbelegen, Fensterbänken, Fliesenklebern und Spachtelmassen), als Dämmstoff (z. B. als asbesthaltiger Spritzputz), aber auch in Produkten wie Blumenkästen, Bremsbelegen, Dichtungen oder in Nachtspeicheröfen.

Aufgrund des hohen Gefährdungspotentials von Asbestfasern sind heute Tätigkeiten mit asbesthaltigen Materialien entsprechend den Vorgaben der Gefahrstoffverordnung, Anhang II ausschließlich zum Zweck von Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten zulässig. Hierbei sind die Anforderungen der TRGS 519 „Asbest – Abbruch, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“ [19] einzuhalten. Dazu gehören je nach Tätigkeit auch Anzeigepflichten gegenüber der zuständigen Aufsichtsbehörde sowie umfangreiche technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen.

Das Fachmodul „Asbest“ wurde für die Überwachung von insgesamt 104 Betriebsstätten eingesetzt, in denen Beschäftigte auch heute noch Tätigkeiten mit asbesthaltigen Materialien ausführen. So wurde der Schutz der Beschäftigten vor Asbestexpositionen an Arbeitsplätzen auf Asbestsanierungsbaustellen, in Entsorgungsfachbetrieben bei der Annahme von asbesthaltigen Abfällen und bei zugelassenen Asbestfachbetrieben nach Anhang I Nr. 2.4.2 Abs. 4 GefStoffV überprüft (Tabelle 5). An den überprüften Arbeitsstätten waren Abbruch und Entfernung von festgebundenen Asbestprodukten die häufigste Tätigkeit, die von Beschäftigten mit asbesthaltigen Materialien ausgeführt wurden (Tabelle 6).

Tabelle 5: Anzahl der mit dem Fachmodul „Asbest“ überwachten Betriebe nach Art der Betriebsstätte

Art der Betriebsstätte	Anzahl Betriebe
Asbestsanierungsbaustellen	83
Entsorgungsfachunternehmen, die asbesthaltige Abfälle annehmen	11
Zugelassene Asbestfachbetriebe nach Anhang I Nr. 2.4.2 Abs. 4 GefStoffV	10

Tabelle 6: Tätigkeitsbereiche der mit dem Fachmodul „Asbest“ überwachten Betriebe

Tätigkeiten mit Asbest	Anzahl Betriebe
Abbruch/Sanierung von schwach gebundenen Asbestprodukten	11
Abbruch/Entfernen von festgebundenen Asbestprodukten	73
Instandhaltung	4
Tätigkeiten mit geringer Exposition/Emissionsarmes Verfahren	3
Arbeiten im geringen Umfang	5
Sonstige Tätigkeiten	8

3.2 Überwachung durch das Fachzentrum für medizinischen Arbeitsschutz (Landesgewerbearzt (LGA))

In den im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ überwachten Betrieben mit Benzolexpositionen wurde auch der Status der arbeitsmedizinischen Vorsorge überprüft. Hierfür beinhaltete das Fachmodul Benzol spezifische Fragestellungen aus dem Bereich der Arbeitsmedizin. Die Überprüfung dieser Fragestellungen im Verlaufe der betriebsbezogenen Überwachung erfolgte durch das Fachzentrum für medizinischen Arbeitsschutz des Regierungspräsidiums Darmstadt (Landesgewerbearzt (LGA)).

Benzol ist ein Stoff mit deutlich ausgeprägten hautresorptiven Eigenschaften. Bei derartigen Substanzen kann die dermale Aufnahme für einen wesentlichen Anteil der Exposition am Arbeitsplatz verantwortlich sein. Bei einem möglichen Hautkontakt mit einem hautresorptiven Stoff ist zur Beurteilung der Gefährdung durch die Gefahrstoffexposition am Arbeitsplatz die ausschließliche Ermittlung der inhalativen Exposition nicht als ausreichend anzusehen. Vielmehr sollte eine mögliche dermale Exposition durch ein gezieltes Biomonitoring überprüft werden. Zur Ermittlung der Gesamtexposition ist eine Biomonitoring-Untersuchung der betroffenen Beschäftigten immer dann geeignet, wenn hierfür ein spezifisches Verfahren zur Verfügung steht [22]. Für die Ermittlung von Benzolexpositionen ist mit der Bestimmung von S-Phenylmercaptursäure (SPMA) im Urin eine anerkannte Methode für das Bio-

monitoring vorhanden. Eine entsprechende Benzol-Biomonitoring-Untersuchung wurde in 47 Unternehmen bei 140 Beschäftigten nach einer Arbeitsschicht mit Benzoleinwirkung durch Bestimmung von S-Phenylmercaptursäure (SPMA) im Spontanurin durchgeführt und auf Kreatinin bezogen. Die Biomonitoringproben wurden im Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg analysiert.

3.3 Messtechnische Erhebungen durch die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe

Im Rahmen der Betriebsüberprüfungen durch die APH führte die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe in 66 Betrieben messtechnische Untersuchungen zur Bestimmung der Gefahrstoffexposition durch (Tabelle 7). Die zur Beurteilung der Gefährdung herangezogenen Grenzwerte und Beurteilungsmaßstäbe der ermittelten Gefahrstoffe sind im Technischen Regelwerk zur Gefahrstoffverordnung festgelegt (Tabelle 8).

In diesem Bericht kann allerdings lediglich eine erste Zusammenfassung der Ergebnisse der umfangreichen messtechnischen Untersuchungen dargestellt werden, da einzelne Projekte noch über den Berichtszeitraum fortgeführt werden. Auf die im Literaturverzeichnis aufgeführten weiterführenden Fachveröffentlichungen wird verwiesen [33–39].

3.3.1 Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und Metallverbindungen

Die messtechnischen Erhebungen der Expositionen durch krebserzeugende Metalle in Betrieben der Metallbe- und -verarbeitung konzentrierten sich auf schweißtechnische Arbeiten sowie die dazugehörigen Nachbearbeitungsverfahren der Werkstücke wie Schleifen oder Fräsen. Neben den krebserzeugenden Metallen Cadmium, Beryllium, Cobalt, Arsen, Nickel und ihren Verbindungen sowie Chrom(VI)-Verbindungen wurden auch die nicht krebserzeugenden Metalle Mangan, Kupfer und Zink untersucht, soweit sie an den untersuchten Arbeitsstätten ebenfalls zu relevanten Belastungen führen konnten.

Neben den Expositionen an Schweißarbeitsplätzen wurden auch Arbeitsplatzmessungen bei der Herstellung von Hartmetallen durchgeführt. Hartmetalle sind Verbundwerkstoffe, die neben anderen Materialien einen Anteil von 3 bis 30 % Cobalt-Metall und/oder von bis zu 15 % Nickel-Metall enthalten können. Die Herstellung von Hartmetallen bzw. Hartmetallwerkzeugen erfolgt durch Erzeugen eines pressfertigen Pulvers, Granulats oder einer formbaren Masse, welche durch verschiedene Pressverfahren zu einem halbfesten Zwischenprodukt, dem sog. Grünteil geformt wird. Das Grünteil wird direkt oder nach mechanischer Bearbeitung durch einen Sinter- und/oder Heißpressvorgang in das endfeste Hartmetall überführt.

Tabelle 7: Anzahl der im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ durchgeführten messtechnischen Erhebungen

Untersuchte Tätigkeiten	Relevante(r) Stoff(e)	Untersuchungszeitraum	Anzahl Betriebe (Proben)
Untersuchung von Asphalt in Asphaltmischwerken, Auftragslaboratorien und zertifizierten Prüfstellen für Erd- und Straßenbau	Trichlorethylen	2015–2017	15 (306 Proben)
Untersuchung von Gewebeproben in pathologischen und histologischen Laboren	Formaldehyd	2016–2018	8 (224 Proben)
Schweißtechnische Arbeiten	Krebserzeugende Metalle, A-Staub, E-Staub, weitere Staubinhaltsstoffe	2014–2018	17 (515 Proben)
Herstellung von Hartmetallen	Cobalt	2016–2018	3 (119 Proben)
Reinigung von Heizöltanks	Benzol	2016–2017	1 (23 Proben)
Reparatur von Forst-, Garten- und Kommunalgeräten sowie von Motorrädern in Werkstätten	Benzol	2016–2018	13 (520 Proben)
Bauarbeiten im Baubestand	Asbest, Quarz und Staub	2016–2018	9 (191 Proben)
Summe:			66 Betriebe

Tabelle 8: Stoffspezifische Grenzwerte und Beurteilungsmaßstäbe der im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ überprüften Gefahrstoffe (Auszug)

Gefahrstoff	Beurteilungsmaßstab	Quelle
Allgemeiner Staubgrenzwert* Alveolengängige Fraktion Einatembare Fraktion	AGW: 1,25 mg/m ³ (A) AGW: 10 mg/m ³ (E)	TRGS 900 [31]
Arsenverbindungen, als Carc. 1A, Carc. 1B eingestuft	TK: 8,3 µg/m ³ (E) AK: 0,83 µg/m ³ (E)	TRGS 910 [22]
Benzol	TK: 1,9 mg/m ³ AK: 0,2 mg/m ³	TRGS 910 [22]
Cadmium und anorganische Cadmiumverbindungen, als Carc. 1A, Carc. 1B eingestuft	TK: 1,0 µg/m ³ (E) AK: 0,16 µg/m ³ (A)	TRGS 910 [22]
Chrom (VI)-Verbindungen	BM 1,0 µg/m ³ (E)	TRGS 910 [22]
Cobalt und Cobaltverbindungen, als Carc. 1A, Carc. 1B eingestuft	TK: 5,0 µg/m ³ (A) AK: 0,5 µg/m ³ (A)	TRGS 910 [22]
Ethylbenzol*	AGW: 88 mg/m ³	TRGS 900 [31]
Formaldehyd	AGW: 0,37 mg/m ³	TRGS 900 [31]
Mangan und seine anorganischen Verbindungen*	AGW: 0,02 mg/m ³ (A) AGW: 0,2 mg/m ³ (E)	TRGS 900 [31]
Nickel und Nickelverbindungen	AGW: 0,03 mg/m ³ (E)	TRGS 900 [31]
Nickelverbindungen, als Carc. 1A, Carc. 1B eingestuft	TK: 6,0 µg/m ³ (A)** AK: 6,0 µg/m ³ (A)	TRGS 910 [22]
Trichlorethylen (Trichlorethen) zum Zeitpunkt der Ermittlungen	TK: 60 mg/m ³ AK: 33 mg/m ³	Begründung zur BekGS 910 [32]
Trichlorethylen (Trichlorethen) zum Zeitpunkt der Veröffentlichung	TK: 33 mg/m ³ ** AK: 33 mg/m ³	TRGS 910 [22]
Xylol* zum Zeitpunkt der Ermittlungen	AGW: 440 mg/m ³	TRGS 900 [31]
AK: Akzeptanzkonzentration (Risiko 4:10.000) TK: Toleranzkonzentration (Risiko 4:1.000)		
AGW: Arbeitsplatzgrenzwert BM: Beurteilungsmaßstab, risikobasiert (Risiko 4:1.000)		
* nicht krebserzeugender Gefahrstoff		
** Die TK wurde aufgrund der nicht krebserzeugenden Wirkung festgelegt. Dieser Wert stimmt in diesem Fall mit der Höhe der AK überein, der Bereich des mittleren Risikos entfällt damit.		

3.3.2 Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit Benzol-Expositionen

Die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe untersuchte im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ gezielt Arbeitsstätten, an denen Beschäftigte unmittelbar Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe ausgesetzt waren. Hierzu gehören auch Tätigkeiten mit Mineralölprodukten, die Benzol enthalten, wie Heizöl oder Ottokraftstoff.

Das krebserzeugende und keimzellmutagene Benzol ist in diversen Erdölprodukten enthalten, darunter auch in Heizöl oder Ottokraftstoff. Jedoch sind Gemische erst ab einem Massenanteil von 0,1 % Benzol als krebserzeugend (und keimzellmutagen) einzustufen [40]. Da

der Benzolgehalt von Heizölen deutlich unterhalb dieser Grenze liegt [30], sind diese nicht als krebserzeugend und keimzellmutagen eingestuft. Entsprechend liefern die Sicherheitsdatenblätter der Heizöle keine Informationen über die auftretenden Gefährdungen durch Benzol an Arbeitsplätzen, an denen die Beschäftigten gegenüber Heizöl und seinen Dämpfen exponiert sein können. Da Benzol zu den leichtflüchtigsten Bestandteilen des ansonsten hochsiedenden Gemisches gehört, tritt es zu einem überproportional hohen Anteil in die Gasphase über. Exponiert sind zum Beispiel Beschäftigte von Tankreinigungsunternehmen, die in der Regel pro Tag mehrere Heizöltanks manuell von innen reinigen und sich somit in unmittelbarer Nähe der Expositionsquelle aufhalten.

Neben Heizölen können auch Ottokraftstoffe für Benzol-Expositionen am Arbeitsplatz verantwortlich sein, auch wenn der Benzol-Gehalt von Ottokraftstoffen ist auf max. 1 Volumenprozent begrenzt ist [29] und im Durchschnitt bei ca. 0,7 Volumenprozent liegt [28, 29]. Expositionen von Beschäftigten treten neben etlichen anderen Arbeitsbereichen auch in Werkstätten auf, in denen ottomotorbetriebene Geräte und Fahrzeuge gewartet und repariert werden. Aufgrund einer bisher unsicheren Datenlage wurden in den Jahren 2016 bis 2018 gezielt Arbeitsplatzmessungen in Motorradwerkstätten und Werkstätten für Garten-, Forst- und Kommunalgeräte durchgeführt.

3.3.3 Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit Trichlorethylen-Expositionen

Die im Rahmen des Straßenbaus verwendeten bitumenhaltigen Baumaterialien werden aus Gründen der Qualitätssicherung vor dem Einbau regelmäßig analytisch untersucht. Hierzu wird das Bindemittel Bitumen mit Trichlorethylen (Trichlorethen) in geschlossenen Extraktionsanlagen von den mineralischen Bestandteilen des Bitumenmischgutes gelöst und das Bindemittel mit Hilfe einer Destillation zur weiteren Analyse zurückgewonnen.

In einem großen Anteil der von den APH überprüften Betriebe (15 der 17 Betriebe) wurde die Betriebsüberwachung durch Arbeitsplatzmessungen der Hessischen Ländermessstelle für Gefahrstoffe ergänzt. In den Jahren 2015 bis 2017 wurden messtechnische Ermittlungen zur Bestimmung der Trichlorethenexposition in Asphaltlaboratorien von Asphaltmischwerken, Auftragslaboratorien und zertifizierten Prüfstellen für Erd- und Straßenbau durchgeführt. Hierzu erfolgten 21 Arbeitsplatzmessungen in 15 Betrieben. Insgesamt wurden mehr als 300 personenbezogene Proben genommen. Dabei wurden auch mehrere Evaluationsmessungen in Betrieben nach Umsetzung von technischen Schutzmaßnahmen durchgeführt, um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu überprüfen.

3.3.4 Messtechnische Überprüfung von Tätigkeiten mit Formaldehyd-Expositionen

Seit dem 1. Januar 2016 ist Formaldehyd in allen Staaten der EU als krebserzeugend eingestuft. In Deutschland ist zudem ein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert von 0,37 mg/m³ [31] für Formaldehyd festgelegt. Da aber für die meisten Arbeitsstätten, an denen Tätigkeiten mit Formaldehyd ausgeführt werden, keine aktuellen Expositionsdaten vorlagen, wurden von der Hessischen Ländermessstelle für Gefahrstoffe umfangreiche Arbeitsplatzmessungen auf Formaldehyd durchgeführt. Dabei wurden hauptsächlich pathologische und histologische Labore betrachtet. Formaldehyd wird in diesen Einrichtungen als ein proteinvertetzendes additives Fixan eingesetzt. Es stoppt die Selbstaflösung und Fäulnis von Gewebeproben und macht diese dauerhaft haltbar. Es wird in pathologischen und histologischen Laboren als 4 – 4,5 %ige Lösung zur Fixierung von Gewebeproben eingesetzt. Im Bereich der anatomischen Praktika wird Formaldehyd-Lösung für die Konservierung von Körperspenden benutzt. Trotz der Gesundheitsgefahren durch Formaldehyd ist es insbesondere aufgrund seiner generellen antiseptischen Eigenschaften auch weiterhin in vielen Bereichen unverzichtbar, insbesondere bei der Haltbarmachung und Konservierung von Gewebeproben.

Beschäftigte in pathologischen und histologischen Laboren sind neben der Belastung durch Formaldehyd bei den Tätigkeiten Probenannahme, Zuschnitt von Gewebeproben, Einkapseln der Proben, Befüllen und Entleeren von Behältern und Entsorgung von Formaldehydlösung auch einer Belastung durch die Lösemittel Xylol, Ethylbenzol und verschiedenen Alkoholen beim Färben der Gewebeproben ausgesetzt. Aus diesem Grund wurden neben der Formaldehydexposition auch die Expositionen durch Xylol und Ethylbenzol beprobt und ausgewertet. Auf messtechnische Untersuchungen der Expositionen durch Alkohole wurde auf Grund der gesicherten Datenlage in der Fachliteratur verzichtet [42].

Die untersuchten pathologischen und histologischen Labore verfügten in der Regel über eine raumluftechnische Anlage sowie abgesaugte Zuschnittstische. Die Lösemittel wurden ausschließlich in geschlossenen Anlagen verwendet, die aber nicht in allen Fällen an die raumluftechnische Anlage angeschlossen waren. In allen Betrieben standen den Beschäftigten als persönliche Schutzausrüstung geeignete Chemikalienschutzhandschuhe zur Verfügung.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Überwachung durch die hessischen Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit

4.1.1 Fachmodul „Krebserzeugende Gefahrstoffe“

Die APH stellten bei ihren Betriebsüberwachungen Defizite bei der Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte bzw. bei den stoffspezifischen Beurteilungsmaßstäben fest. In der Hälfte der überprüften Betriebe waren keine Ermittlungen zu Art und Höhe der Expositionen erfolgt, so dass dort nicht bekannt war, in welchem Ausmaß die Beschäftigten Belastungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe ausgesetzt waren. Von

den Betrieben, in denen eine Expositionsermittlung durchgeführt worden war, konnten weniger als die Hälfte (46 %) die Einhaltung des Beurteilungsmaßstabs nachweisen.

Auch die mit der spezifischen betrieblichen Expositionssituation korrespondierenden Verpflichtungen, wie die Umsetzung der erforderlichen Schutzmaßnahmen und das Erfassen der gefährdeten Beschäftigten mit ihren individuellen Belastungen in einem Expositionsverzeichnis, werden in einem erheblichen Teil der Betriebe nicht erfüllt (Defizite in 59 %, bzw. 76 % der untersuchten Betriebe, vergl. Abbildung 4).

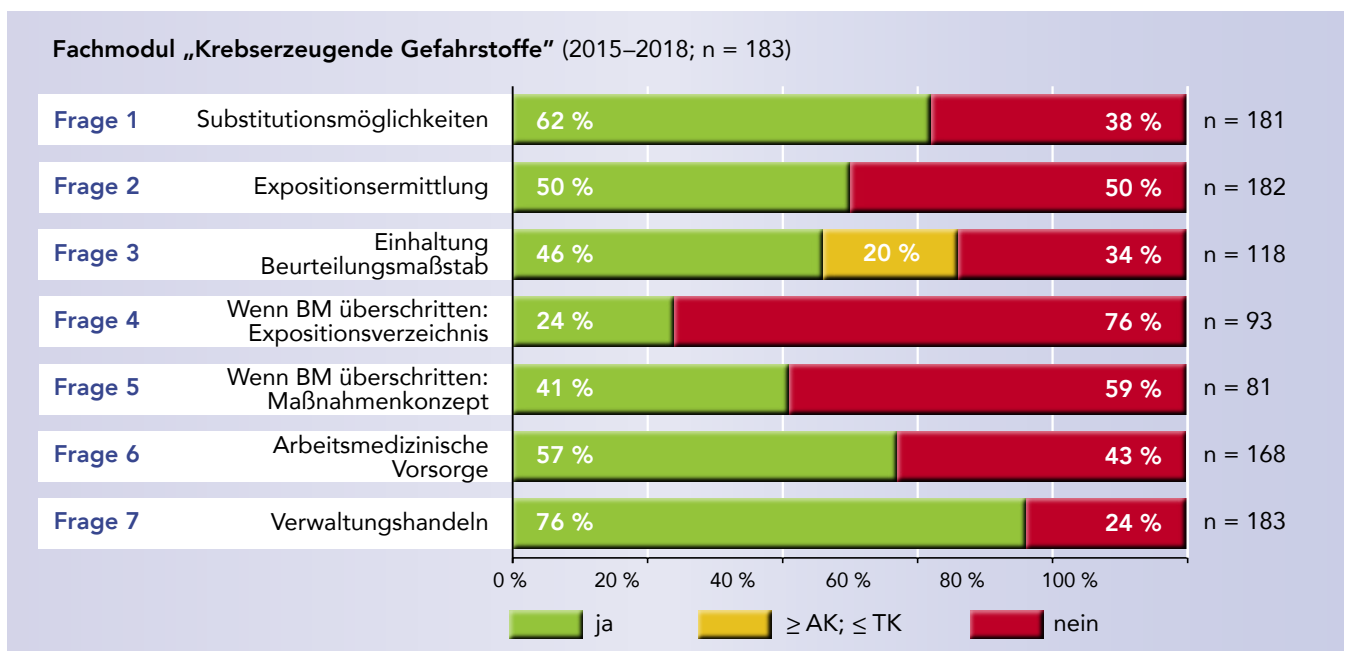


Abbildung 4: Ergebnisse der Betriebsüberwachungen mit dem Fachmodul „krebserzeugende Gefahrstoffe“

Frage 1	Wurden Substitutionsmöglichkeiten geprüft und die Prüfung dokumentiert?
Frage 2	Wurde die Höhe der Expositionen (inhalative, dermale) ermittelt?
Frage 3	Wenn ja, wird der Beurteilungsmaßstab nachweislich eingehalten?
Frage 4	Wenn der Beurteilungsmaßstab nicht nachweislich eingehalten wird, wird ein Expositionsverzeichnis nach § 14 Abs. 3 Nr. 3 GefStoffV geführt?
Frage 5	Wenn der Beurteilungsmaßstab nicht nachweislich eingehalten wird, werden die erforderlichen Maßnahmen nach dem Risikobezogenen Maßnahmenkonzept der TRGS 910 ergriffen?
Frage 6	Wird arbeitsmedizinische Vorsorge durchgeführt?
Frage 7	Wurden Verwaltungsmaßnahmen ergriffen?

4.1.2 Fachmodul „Holzstaub“

In vielen der 190 untersuchten holzbearbeitenden Betrieben wurden bedeutsame Defizite bei der installierten Sicherheitstechnik und der betrieblichen Arbeitsschutzorganisation festgestellt. Grundsätzlich wurden Holzstäube in annähernd allen Betrieben abgesaugt und abgeleitet. Die Nachweise zur Prüfung der Absauganlage und zur Einhaltung der Grenzwerte sowie die Belege zur Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge konnten jedoch lediglich in etwas mehr als

der Hälfte der Betriebe vorgelegt werden. Ein Expositionsverzeichnis fehlte in 86 % der überprüften Holzbetriebe. Auch Unterweisungen und Betriebsanweisungen fehlten in vielen Betrieben (Defizite in 45 %, bzw. 42 % der untersuchten Betriebe). Zusammenfassend ist festzustellen, dass die rechtlichen Anforderungen der Gefahrstoffverordnung und ihres Technischen Regelwerkes in annähernd jedem zweiten Betrieb nicht eingehalten wurden.

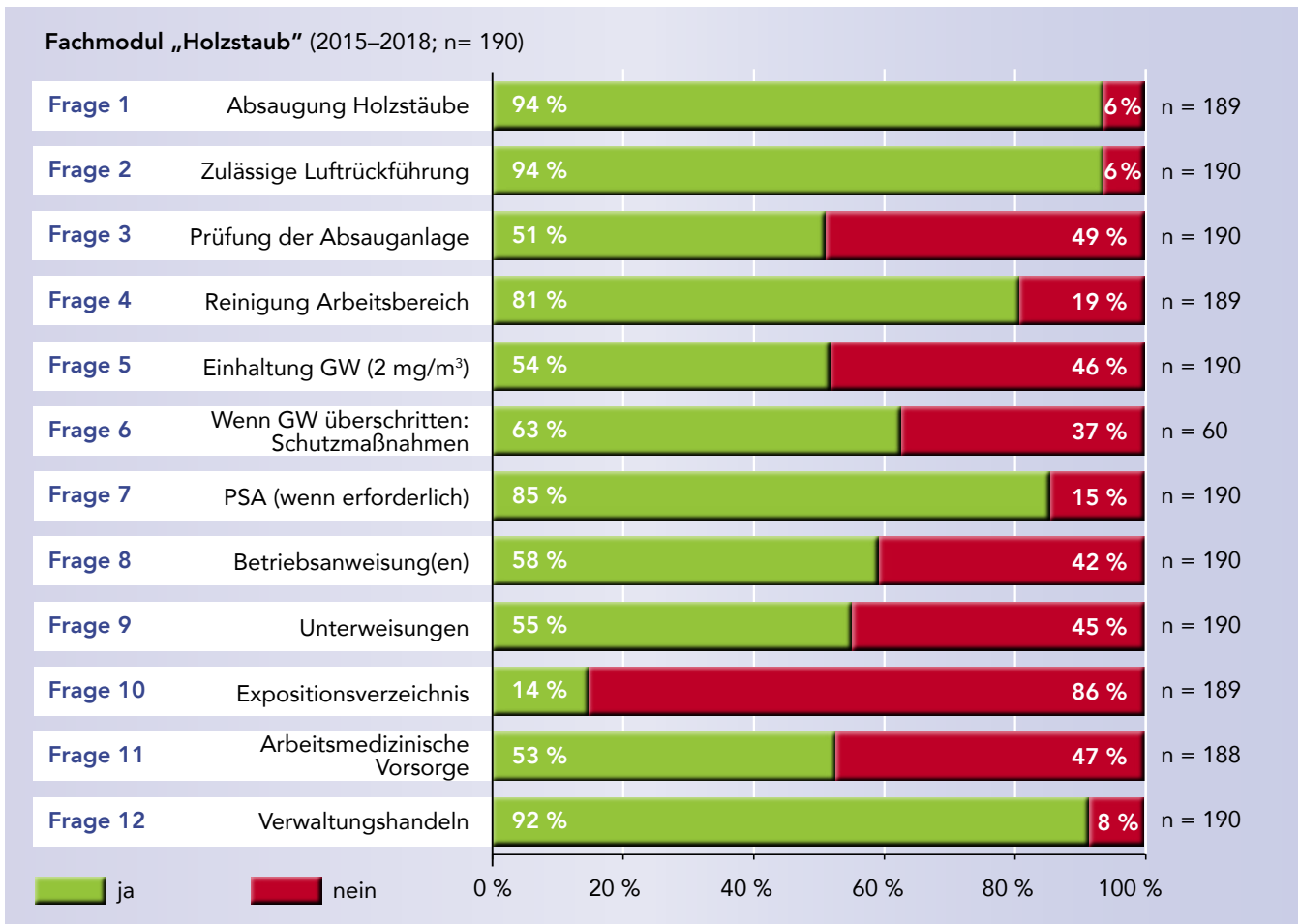


Abbildung 5: Ergebnisse der Betriebsüberwachungen mit dem Fachmodul „Holzstaub“

- Frage 1** Werden bei allen spanabhebenden Bearbeitungsverfahren die Holzstäube wirksam erfasst und abgesaugt?
- Frage 2** Wird die abgesaugte Luft aus dem Arbeitsbereich geleitet (z. B. in Silos) bzw. erfolgt eine zulässige Luftrückführung?
- Frage 3** Liegen Nachweise zur Prüfung der Absauganlage vor? (Nr. 4.2 TRGS 553)
- Frage 4** Wird der Arbeitsbereich regelmäßig und sachgerecht gereinigt?
- Frage 5** Wird der Grenzwert für Holzstaub (2 mg/m³) nachweislich eingehalten?
- Frage 6** Wenn der Grenzwert nicht eingehalten wird: sind die technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen ausgeschöpft?
- Frage 7** Wird geeigneter Atemschutz (PSA) zur Verfügung gestellt und – falls erforderlich – benutzt?
- Frage 8** Existiert/en geeignete Betriebsanweisung(en) für die Tätigkeiten mit Holzstaub?
- Frage 9** Werden Unterweisungen bzgl. Holzstaub durchgeführt und dokumentiert?
- Frage 10** Existiert ein Expositionsverzeichnis nach §14 Abs. 3 Nr. 3 GefStoffV?
- Frage 11** Wird arbeitsmedizinische Vorsorge durchgeführt?
- Frage 12** Wurden Verwaltungsmaßnahmen ergriffen?

4.1.3 Fachmodul „Benzol“

Die Überwachung von 117 Betrieben, in denen Beschäftigte Benzol-Expositionen ausgesetzt wurden, ergab in vielen Fällen eine ungenügende betriebliche Umsetzung der rechtlichen Anforderungen der Gefahrstoffverordnung und ihres Technischen Regelwerks. Bei 79 % der Betriebe wurden Substitutionsmöglichkeiten nicht geprüft und/oder nicht dokumentiert. Die Akzeptanzkonzentration wurde in insgesamt 82 %, die Toleranzkonzentration in 24 % der Betriebe überschritten.

Damit waren in rund einem Viertel der überprüften Betriebe die Beschäftigten einer Exposition ausgesetzt, die ein hohes Risiko für die Gesundheit der Beschäftigten darstellt und somit nicht als tolerabel zu bewerten ist [22]. Die arbeitsmedizinische Vorsorge fehlte bei 85 % der Betriebe. In den 98 Unternehmen ohne nachweisliche Einhaltung des Beurteilungsmaßstabs fehlten in etwa 90 % der Betriebe ein Expositionsverzeichnis und ein Maßnahmenkonzept zum Schutz der Beschäftigten.

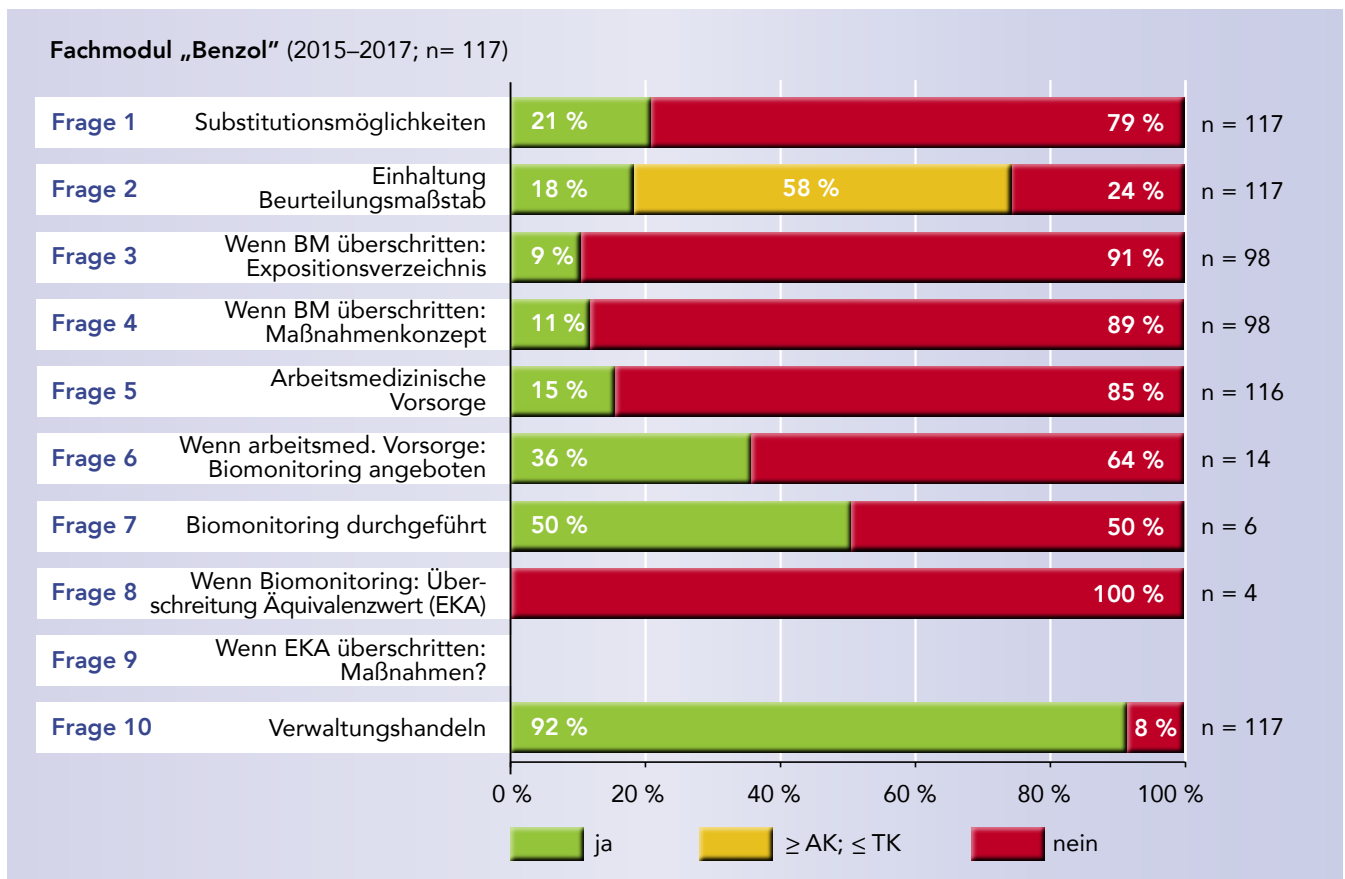


Abbildung 6: Ergebnisse der Betriebsüberprüfungen mit dem Fachmodul „Benzol“

Frage 1	Wurden Substitutionsmöglichkeiten geprüft und die Prüfung dokumentiert?
Frage 2	Werden die Beurteilungsmaßstäbe für Benzol nachweislich eingehalten?
Frage 3	Wenn der Beurteilungsmaßstab nicht nachweislich eingehalten wird, wird ein Expositionsverzeichnis nach § 14 Abs. 3 Nr. 3 GefStoffV geführt?
Frage 4	Wenn der Beurteilungsmaßstab nicht nachweislich eingehalten wird, werden die erforderlichen Maßnahmen nach dem Risikobezogenen Maßnahmenkonzept der TRGS 910 ergriffen?
Frage 5	Wird arbeitsmedizinische Vorsorge durchgeführt?
Frage 6	Wenn Frage 5 ja, wurde im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge in den letzten 10 Jahren Biomonitoring angeboten?
Frage 7	Wenn Frage 6 ja, wurde Biomonitoring durchgeführt?
Frage 8	Wenn Frage 7 ja, fand sich bei dem Biomonitoring eine Überschreitung des Äquivalenzwertes für die Benzol-Toleranzkonzentration?
Frage 9	Wenn Frage 8 ja, hat der Betriebsarzt dem Arbeitgeber im Rahmen des § 6 Abs. 4 Satz 2 ArbMedVV mitgeteilt, dass er bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge Anhaltspunkte für einen nicht ausreichenden Arbeitsschutz festgestellt und Schutzmaßnahmen vorgeschlagen hat?
Frage 10	Wurden Verwaltungsmaßnahmen ergriffen?

4.1.4 Fachmodul „Trichlorethylen“

Obwohl für Tätigkeiten mit Trichlorethylen alternative Verfahren ohne den Einsatz dieses krebserzeugenden Gefahrstoffs konkret in der TRGS 460 [43] beschrieben sind, wurde die Substitutionsprüfung in 47 % der Betriebe nicht durchgeführt und/oder nicht dokumentiert. Die für Trichlorethylen relevante Akzeptanzkonzentration wurde bei 53 % der Betriebe überschritten, in 29 % sogar die Toleranzkonzentration. In denjenigen Betrie-

ben, in denen die Beurteilungsmaßstäbe überschritten wurden, fehlte das von der Gefahrstoffverordnung geforderte Expositionsverzeichnis bei 86 % der betroffenen Unternehmen. Auch die konzeptionelle Maßnahmenplanung zum Schutz der Beschäftigten war bei 75 % dieser Betriebe nicht erfolgt. Die Anforderungen an die arbeitsmedizinische Vorsorge wurde demgegenüber in der überwiegenden Anzahl der überprüften 17 Betriebe eingehalten.

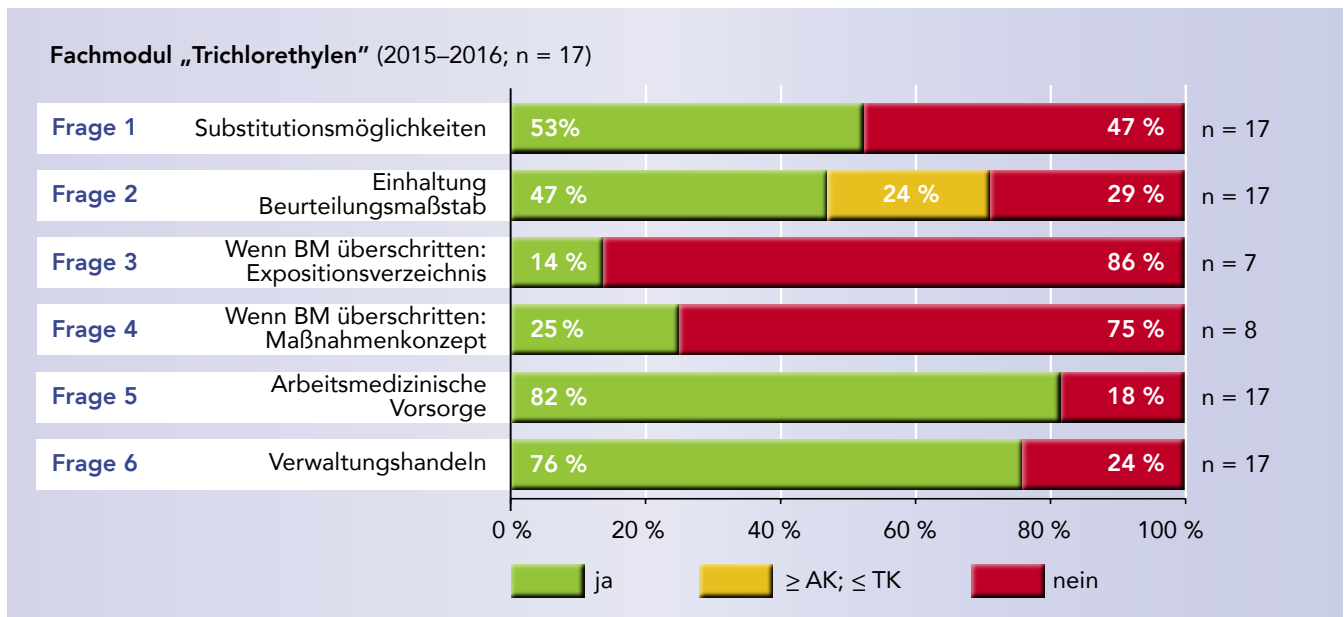


Abbildung 7: Ergebnisse der Betriebsüberwachungen mit dem Fachmodul „Trichlorethylen“

- Frage 1** Wurden Substitutionsmöglichkeiten geprüft und die Prüfung dokumentiert?
- Frage 2** Werden die Beurteilungsmaßstäbe für Trichlorethylen nachweislich eingehalten?
- Frage 3** Wenn der Beurteilungsmaßstab nicht nachweislich eingehalten wird, wird ein Expositionsverzeichnis nach § 14 Abs. 3 Nr. 3 GefStoffV geführt?
- Frage 4** Wenn der Beurteilungsmaßstab nicht nachweislich eingehalten wird, werden die erforderlichen Maßnahmen nach dem Risikobezogenen Maßnahmenkonzept der TRGS 910 ergriffen?
- Frage 5** Wird arbeitsmedizinische Vorsorge durchgeführt?
- Frage 6** Werden Verwaltungsmaßnahmen ergriffen?

4.1.5 Fachmodul „Asbest“

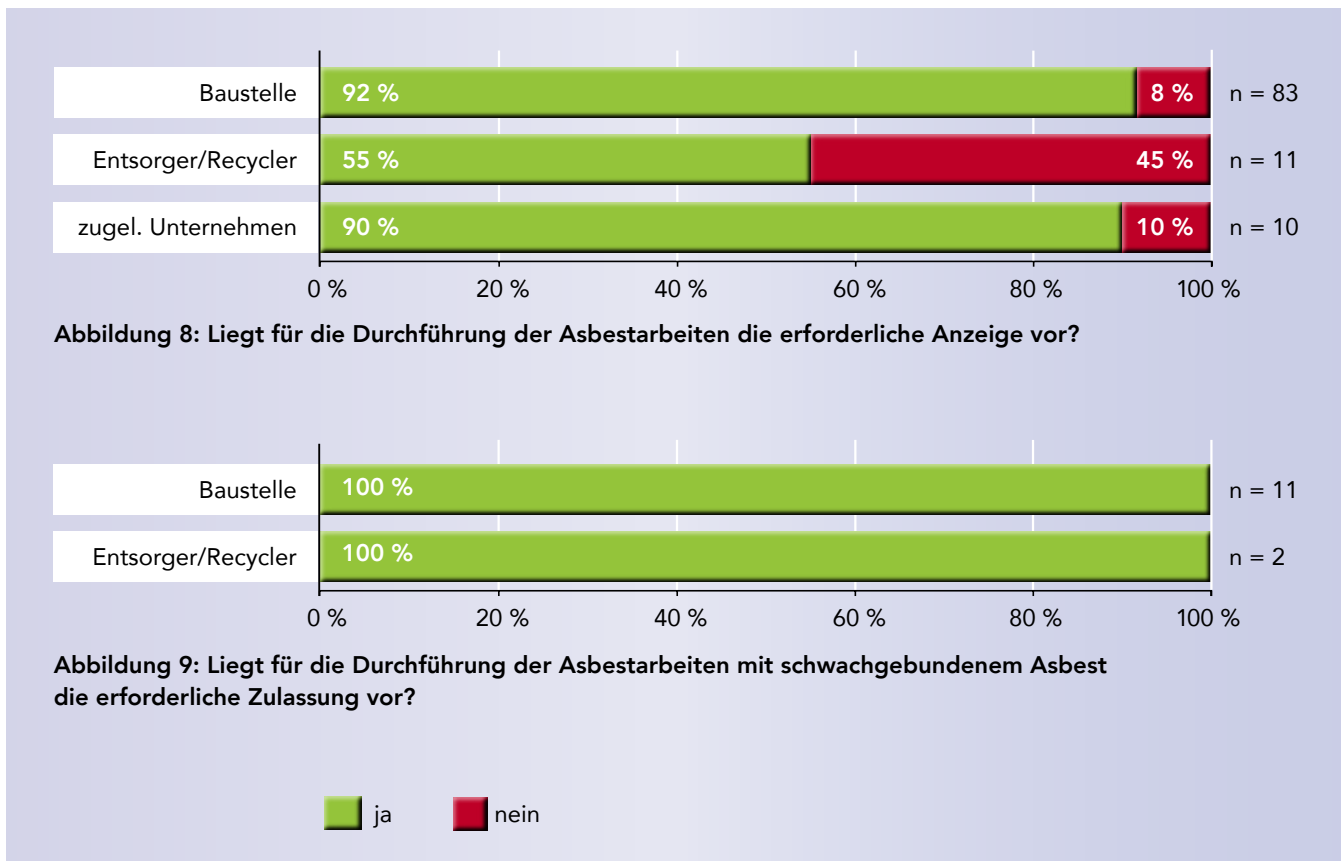
Aufgrund des von Asbestexpositionen ausgehenden hohen Gefährdungspotenzials legen die Gefahrstoffverordnung und die Technische Regel TRGS 519 umfassende Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten fest. Die Überprüfungen der APH ergaben, dass in der überwiegenden Anzahl der überprüften Betriebsstätten dem Schutz der Beschäftigten vor Asbestfaserexpositionen eine hohe Bedeutung beigemessen wurde. So wurde auf den überprüften Baustellen und in den überwachten Entsorgungs- und Asbestfachbetrieben in nahezu allen Fällen den Beschäftigten die für ihre Tätigkeit erforderliche und geeignete persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt und diese wurde auch in der Arbeitspraxis verwendet. Demgegenüber stellte die APH im Rahmen ihrer Überprüfungen durch-

gehend hohe Defizite hinsichtlich der Führung eines Expositionsverzeichnisses der Beschäftigten nach § 14 Abs. 3 Nr. 3 GefStoffV fest. Auch an Arbeitsstätten, an denen Beschäftigte Tätigkeiten mit asbesthaltigen Materialien ausführen, findet ganz offensichtlich diese Dokumentationsverpflichtung der Gefahrstoffverordnung nicht die ausreichende Beachtung.

In den überprüften Entsorgungsunternehmen wurden insbesondere Defizite bei der Dokumentation der Unterweisungen sowie beim Führen des Expositionsverzeichnisses festgestellt (Defizite in 82 %, bzw. 50 % der untersuchten Betriebe). In diesen Unternehmen wurden zudem häufig Mängel hinsichtlich der Betriebsanweisungen und der arbeitsmedizinischen Vorsorge vorgefunden.

Abbildungen 8 bis 20:

Ergebnisse der Überprüfungen von Baustellen, Entsorgungsfachbetrieben und zugelassenen Asbestfachbetrieben mit dem Fachmodul „Asbest“



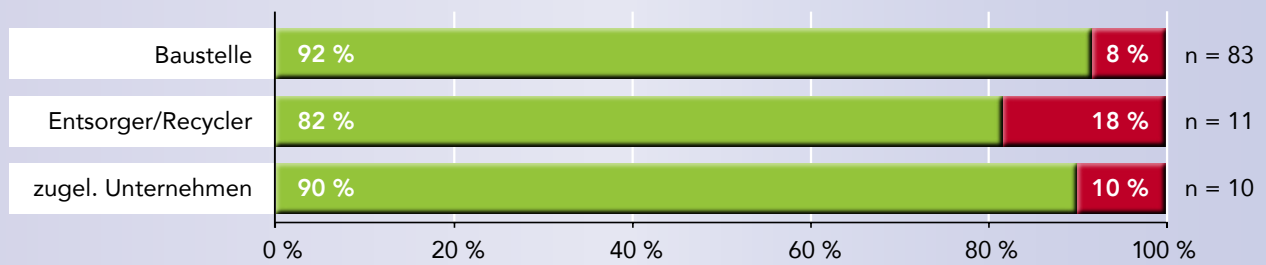


Abbildung 10: Ist die persönliche Ausstattung für die durchgeführten Asbestarbeiten ausreichend?

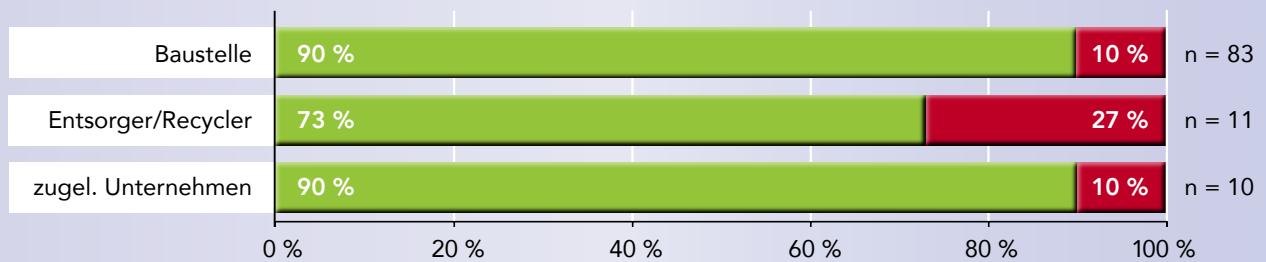


Abbildung 11: Ist die eingesetzte technische und sicherheitstechnische Ausstattung für die durchgeführten Asbestarbeiten geeignet?

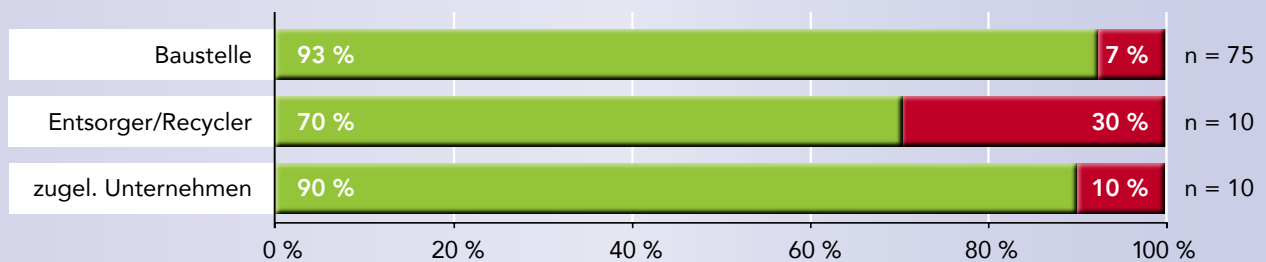


Abbildung 12: Wird der Arbeitsbereich nach Beendigung der Tätigkeiten ausreichend und sachgerecht gereinigt?

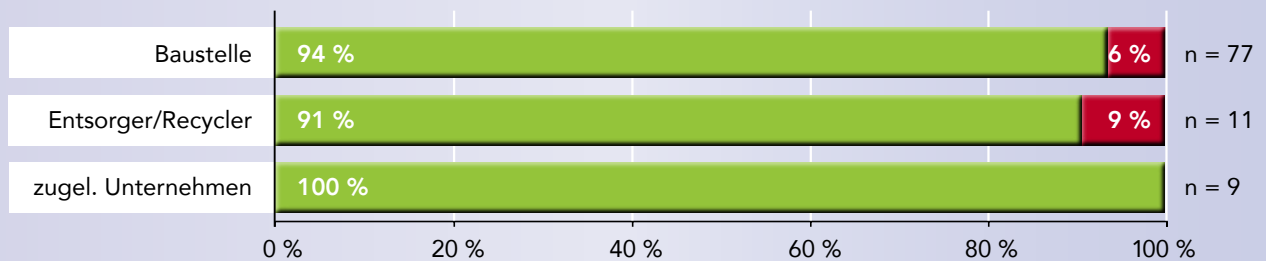


Abbildung 13: Wird geeignete PSA hinsichtlich der Asbestgefährdung zur Verfügung gestellt?

■ ja ■ nein

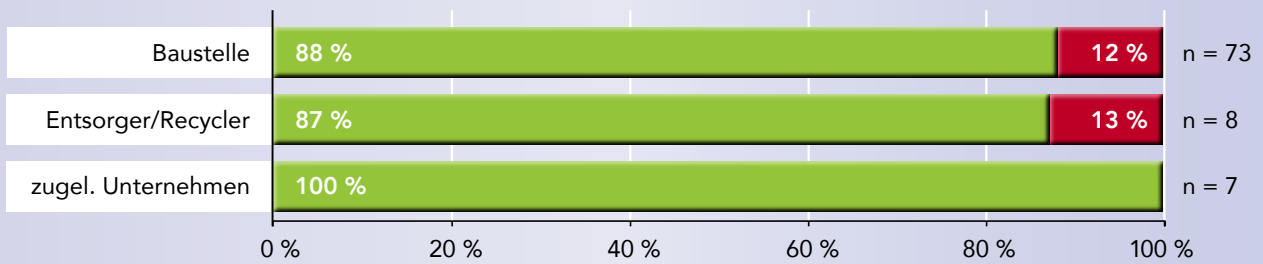


Abbildung 14: Wird die zur Verfügung gestellte PSA richtig benutzt?

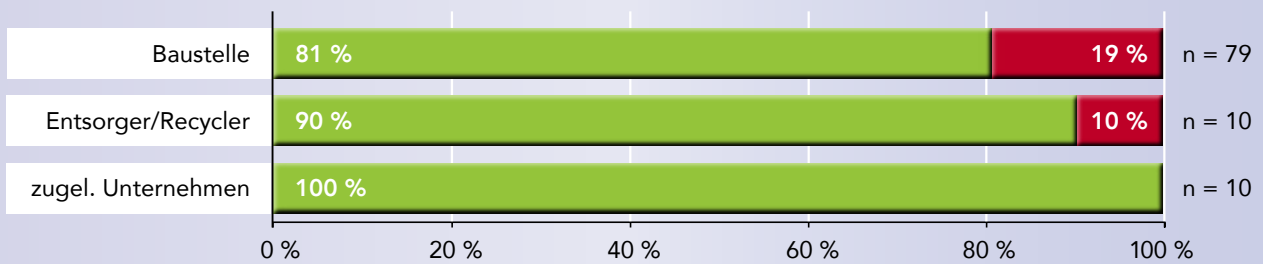


Abbildung 15: Werden die erforderlichen Hygienemaßnahmen getroffen?

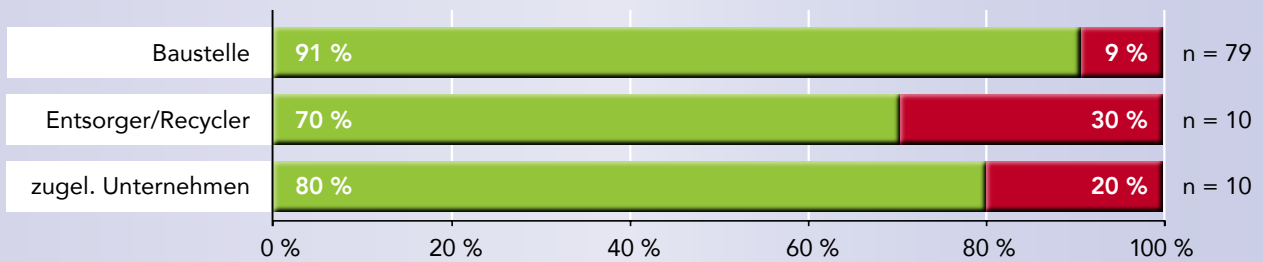


Abbildung 16: Existiert/en geeignete Betriebsanweisung(en) für die Tätigkeit mit Asbest bzw. asbestbelastetem Material?

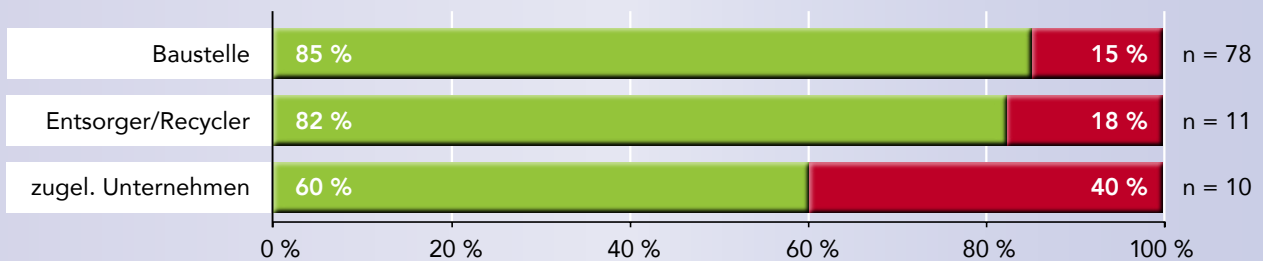


Abbildung 17: Werden Unterweisungen bzgl. Asbest dokumentiert?

■ ja ■ nein

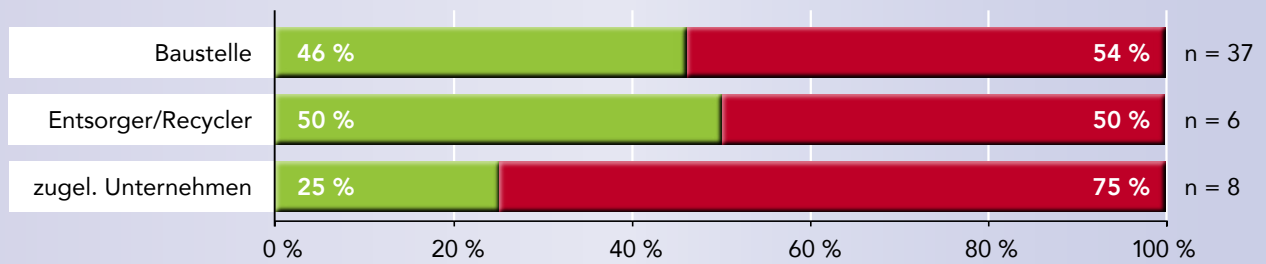


Abbildung 18: Sind die Beschäftigten in einem Expositionsverzeichnis nach §14 Abs. 3 Nr. 3 GefStoffV erfasst?

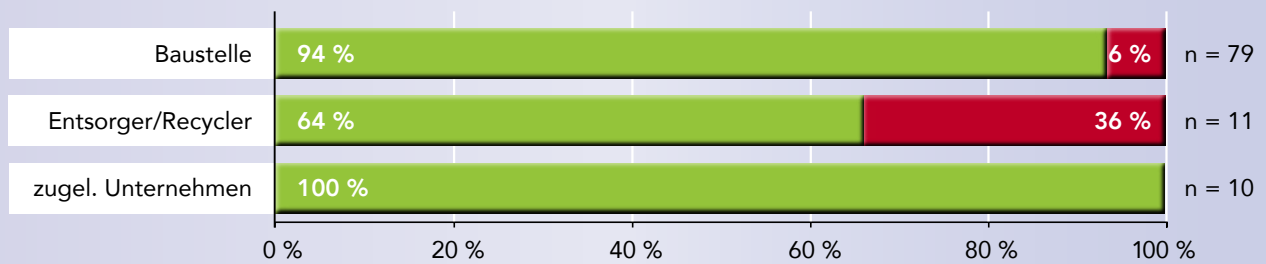


Abbildung 19: Wird arbeitsmedizinische Vorsorge in Zusammenhang mit der Asbestbelastung durchgeführt?

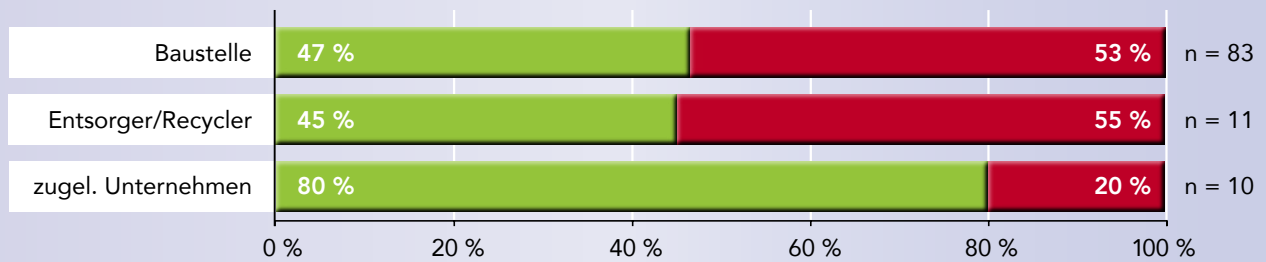


Abbildung 20: Wurden Verwaltungsmaßnahmen ergriffen?

■ ja
 ■ nein

4.2 Ergebnisse der Überwachung durch das Fachzentrum für medizinischen Arbeitsschutz

Die Ergebnisse der Biomonitoringuntersuchungen [43] in Betrieben mit Benzolexpositionen wurde sowohl differenziert nach den überprüften Branchen ausgewertet, als auch getrennt nach rauchenden und nichtrauchenden Beschäftigten, da der Raucher/Nichtraucherstatus eines Exponierten einen großen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse besitzt (Tabelle 11). Es zeigte sich, dass 56,9 % der Nichtraucher den zum Zeitpunkt der Untersuchungen gültigen biologischen Arbeitsstoff-Referenzwert (BAR) in Höhe von 0,5 µg S-Phenylmercaptursäure (SPMA)/g Kreatinin sowie 6,2 % der Nichtraucher das Benzol-Expositionsäquivalent (EKA) der MAK-Kommission für die Benzol-AK in Höhe von

2,5 µg SPMA/g Kreatinin [44] überschreiten (Tabelle 9). Sowohl der BAR als auch der EKA gelten nur für Nichtraucher. Eine Überschreitung des Expositionsäquivalentes für die Benzol-TK (25 µg SPMA/g Kreatinin) wurde bei keinem Beschäftigten festgestellt.

Bei Nichtrauchern wurde die höchste Benzoleinwirkung bei Beschäftigten in Motorradwerkstätten und Werkstätten für Garten- und Forstgeräte beobachtet, die signifikant höher lagen als bei Beschäftigten in Tankreinigungsbetrieben. Bei den Rauchern fanden sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Ergebnisse des Benzol-Biomonitorings in den verschiedenen Branchen (Tabelle 10). Die SPMA-Konzentration war abhängig vom Raucherstatus (Tabelle 11). Die SPMA-Konzentration war in allen drei Rauchergruppen jeweils signifikant höher als bei den Nichtrauchern ($p < 0,001$) [43].

Tabelle 9: Ergebnisse des Benzol-Biomonitorings in verschiedenen Branchen (nur Nichtraucher)

Branche	SPMA (µg/g Kreatinin)					
	Arithmetischer Mittelwert	± Standardabweichung	Median	Anteil Werte > 0,5 ¹ (%)	Anteil Werte > 2,5 ² (%)	Anteil Werte > 25 ³ (%)
Tankreinigungen (n = 17)	0,39	0,53	0,05	29,4	0	0
Werkstätten für Garten- und Forstgeräte (n = 17)	1,23 ⁴	1,32	0,76	70,6	17,6	0
Motorradwerkstätten (n = 11)	1,32 ⁴	0,78	1,24	81,2	0	0
Kfz-Recycling (n = 11)	0,93	0,92	1,07	54,5	9,1	0
Tankanlagen und Tankspeditionen (n = 9)	0,56	0,55	0,59	55,6	0	0
Gesamt (n = 65)	0,88	0,96	0,68	56,9	6,2	0

¹ BAR (Stand 2016),

² Äquivalenzwert zur Benzol-AK nach DFG (Stand 2016),

³ Äquivalenzwert zur Benzol-TK nach TRGS 910,

⁴ $p < 0,05$ im Vergleich zu Beschäftigten in Tankreinigungen

Tabelle 10: Ergebnisse des Benzol-Biomonitorings in verschiedenen Branchen (nur Raucher)

Branche	SPMA (µg/g Kreatinin)			
	Arithmetischer Mittelwert	± Standardabweichung	Median	Anteil Werte > 25 ¹ (%)
Tankreinigungen (n = 19)	3,38	2,47	3,03	0
Werkstätten für Garten- und Forstgeräte (n = 19)	3,78	2,81	3,03	0
Motorradwerkstätten (n = 15)	1,32 ²	0,78	1,24	0
Kfz-Recycling (n = 17)	3,22	2,78	2,32	0
Tankanlagen und Tankspeditionen (n = 5)	3,15	3,60	1,14	0
Gesamt (n = 75)	4,00	3,66	2,99	0

¹ Äquivalenzwert zur Benzol-TK nach TRGS 910

² $p < 0,05$ im Vergleich zu Beschäftigten in Tankreinigungen

Tabelle 11: Ergebnisse des Benzol-Biomonitorings für Raucher und Nichtraucher.

Raucherstatus	SPMA ($\mu\text{g/g}$ Kreatinin)
Nichtraucher	1,06 \pm 1,34
1–9 Tabakprodukte/Tag	3,33 \pm 3,01
10–19 Tabakprodukte/Tag	4,13 \pm 3,63
\geq 20 Tabakprodukte/Tag	4,63 \pm 4,67

Die Ergebnisse des Benzol-Biomonitorings zeigten eine Überschreitung des BAR bei vielen Beschäftigten. Nur bei 6,2 % der Nichtraucher war der EKA für die AK und in keinem Fall der Äquivalenzwert für die TK erhöht. Dies spricht für eine relativ niedrige Benzol-Einwirkung. Überraschend war die deutlich niedrigere SPMA-Konzentration bei den Beschäftigten in der Tankreinigung. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass das Tragen von Atemschutz und geeigneten Schutzhandschuhen beim Einstieg in Heizöltanks einen guten Schutz gewähren [43]. Beschäftigte in den übrigen untersuchten Branchen trugen hingegen während der Tätigkeit keinen Atemschutz und häufig auch ungeeignete Schutzhandschuhe.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen außerdem einen deutlichen Einfluss des Aktivrauchens von Tabakprodukten auf die innere Benzolbelastung eines Beschäftigten.

Obwohl das Benzol-Biomonitoring dieser kleinen Stichprobe auf eine relativ niedrige tätigkeitsbedingte Benzol-Belastung hinweist, ist die mangelhafte Umsetzung der arbeitsmedizinischen Vorsorge als bedenklich zu bewerten. So weist die Arbeitsmedizinische Regel 6.2 [45] darauf hin, dass ein Biomonitoring gerade bei Tätigkeiten mit einer Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen sowie bei Tätigkeiten, bei denen die Gefahrstoffe durch Luftmessungen nur schwer erfassbar sind, geboten erscheint.

4.3 Ergebnisse der messtechnischen Erhebungen durch die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe

Die von der Hessischen Ländermessstelle für Gefahrstoffe durchgeführten messtechnischen Untersuchungen erlauben eine sehr genaue Beurteilung der an den überprüften Arbeitsplätzen auftretenden Expositionen durch krebserzeugende Metalle und Metallverbindungen, Trichlorethylen (Trichlorethen), Benzol und Formaldehyd.

4.3.1 Krebserzeugende Metalle und Metallverbindungen

Seit 2014 wurden in 20 Betrieben Arbeitsplatzmessungen zur Bestimmung der Expositionen durch krebserzeugende Metalle und Metallverbindungen durchgeführt. Dabei wurden insgesamt 634 personenbezogene Proben im Bereich der Atemluft von Beschäftigten genommen. Die messtechnischen Untersuchungen konzentrierten sich neben der alveolengängigen und einatembaren Staubfraktion (A- und E-Staub) auf relevante Staubinhaltsstoffe (Tabelle 8).

SCHWEISSTECHNISCHE ARBEITEN

MAG-Schweißen (Metall-Aktiv-Schutzgasschweiße) wurde in 11 Betrieben messtechnisch untersucht. MAG-Schweißen ist das in den Betrieben am weitesten verbreitete Schweißverfahren und wird hauptsächlich bei unlegierten Stahlsorten (Baustahl) eingesetzt, kommt aber auch bei legierten Stählen (Edelstahl) zum Einsatz. In 6 von 11 Betrieben wurde an den Schweißarbeitsplätzen eine Überschreitung des AGW für die alveolengängigen Staubfraktion von $1,25 \text{ mg/m}^3$ festgestellt (Tabellen 12 und 13).

Auch bei Einhaltung des AGW für A-Staub kam es zur Überschreitung der Beurteilungsmaßstäbe für einzelne Staubinhaltsstoffe, insbesondere für das nicht krebserzeugende Mangan. Beim Schweißen von Baustahl wurden erhöhte Konzentrationen von krebserzeugenden Gefahrstoffen ermittelt, wenn die Staubbelastung größer als 5 mg/m^3 A-Staub war. Beim MAG-Schweißen von Edelstahl wurden deutlich erhöhte Konzentrationen für Nickel-Verbindungen bis zu $360 \mu\text{g/m}^3$ in der A-Fraktion und für Chrom(VI)-Verbindungen bis zu $41 \mu\text{g/m}^3$ in der E-Fraktion ermittelt. Die Konzentrationen für Cobalt weisen auf ein mittleres, an einzelnen Arbeitsplätzen auch ein hohes Risiko hin (Tabelle 12 und Tabelle 13).

Tabelle 12: Messergebnisse beim MAG-Schweißen von Baustahl (A-Staub); personengetragene Messung (Messung in 10 Betrieben, Anzahl Messwerte n = 36)

	Messwerte als zeitlich gewichtete Mittelwerte für die Tätigkeit						
	A-Staub [mg/m ³]	Cd (A) [µg/m ³]	Co (A) [µg/m ³]	Cu (A) [mg/m ³]	Mn (A) [mg/m ³]	Ni (A) [µg/m ³]	Zn (A) [mg/m ³]
Minimum	< 0,37	< 0,013	< 0,042	< 0,0021	< 0,0033	< 3,3	< 0,0024
Mittelwert	3,5	0,17	1,1	0,020	0,22	5,1	0,046
Median	1,6	< 0,013	0,094	0,0083	0,092	< 3,3	0,0075
95. Perzentil	11	0,026	0,76	0,062	0,74	10	0,38
Maximum	19	5,5	33	0,16	1,2	44	0,60

Farbcode:

- ermittelte Konzentration liegt zwischen Akzeptanz- und Toleranzkonzentration (mittleres Risiko nach TRGS 910 [22])
- ermittelte Konzentration liegt oberhalb der Toleranzkonzentration (hohes Risiko nach TRGS 910 [22]) bzw. des Beurteilungsmaßstabs

Tabelle 13: Messergebnisse beim MAG-Schweißen von Edelstahl (A-Staub und Cr(VI)-Verbindungen in E-Staub); personengetragene Messung (Messung in 4 Betrieben, Anzahl Messwerte A-Staub n = 19, Anzahl Messwerte Cr(VI)-Verbindungen n = 6)

	Messwerte als zeitlich gewichtete Mittelwerte für die Tätigkeit							
	A-Staub [mg/m ³]	Cd (A) [µg/m ³]	Co (A) [µg/m ³]	Cu (A) [mg/m ³]	Mn (A) [mg/m ³]	Ni (A) [µg/m ³]	Zn (A) [mg/m ³]	Cr (VI) (E) [µg/m ³]
Minimum	< 0,092	< 0,026	< 0,021	< 0,0021	< 0,0017	< 1,7	< 0,0024	< 0,43
Mittelwert	2,3	< 0,026	0,99	0,0091	0,17	110	0,0061	16
Median	1,8	< 0,026	0,79	0,0075	0,14	71	0,0048	14
95. Perzentil	5,8	< 0,026	2,4	0,024	0,51	279	0,013	35
Maximum	6,0	< 0,026	2,6	0,036	0,57	360	0,018	41

Farbcode:

- ermittelte Konzentration liegt zwischen Akzeptanz- und Toleranzkonzentration (mittleres Risiko nach TRGS 910 [22])
- ermittelte Konzentration liegt oberhalb der Toleranzkonzentration (hohes Risiko nach TRGS 910 [22]) bzw. des Beurteilungsmaßstabs

Abbildung 21: Eine optimale Positionierung des Erfassungselements der Absaugung beim Schweißen führt zu einer deutlichen Minimierung der Schweißrauchbelastung.





Abbildung 22: Die Wirksamkeit der technischen Absaugung muss regelmäßig überprüft werden, beispielsweise kann die Luftströmung mit einem Nebelgenerator sichtbar gemacht werden.

Eine Einhaltung aller Beurteilungsmaßstäbe ist nur möglich, wenn die Schweißbrauche an der Entstehungsquelle effizient erfasst werden (Abbildung 21 und 22). Der Einsatz von gebläseunterstützten Schweißhelmen bzw. geeignetem Atemschutz beim Schweißen und Schleifen kann die Belastung der betroffenen Arbeitnehmer minimieren. Werden die Schweißbrauche jedoch

nicht erfasst, breiten sich diese in dem gesamten Arbeitsbereich aus und gefährden alle im Arbeitsbereich tätigen Arbeitnehmer, beispielsweise in einer Werkhalle. Durch stationäre Probenahmen zur Ermittlung der Hallengrundbelastung wurde in 3 von 13 Betrieben Mangan- und Nickel-Konzentrationen in A-Staub oberhalb des AGW bzw. der TK nachgewiesen (Tabelle 14).

Tabelle 14: Messergebnisse der Hallengrundbelastung beim Schweißen (Anzahl Messwerte n = 42)

	Hallengrundbelastung			
	E-Staub [mg/m ³]	A-Staub [mg/m ³]	Mangan (A) [mg/m ³]	Nickel (A) [µg/m ³]
Minimum	< 0,092	< 0,092	< 0,0017	< 1,7
Mittelwert	0,66	0,35	0,012	8,5
Median	0,42	0,26	0,0033	1,7
95. Perzentil	2,2	1,1	0,038	45
Maximum	2,7	1,4	0,074	64

Farbcode:

■ ermittelte Konzentration liegt oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes oder der Toleranzkonzentration

HARTMETALLHERSTELLUNG

Messtechnisch untersucht wurden drei Betriebe. In 60 % der untersuchten Arbeitsbereiche wurde trotz einer geringen Staubbelastung und des Vorhandenseins technischer Schutzmaßnahmen die Toleranzkonzentration für Cobalt in Höhe von 5 µg/m³ zum Teil um ein Vielfaches überschritten (Tabelle 15). Die Akzeptanzkonzentration wurde nur in einem Arbeitsbereich, beim Löten von Hartmetallen, eingehalten.

Tabelle 15: Cobalt-Expositionen (gemessen als alveolengängige Staubfraktion) bei der Hartmetallherstellung (Messung in 3 Betrieben, Anzahl Messwerte n = 28).

	Messwerte Cobalt (A) [µg/m ³]
Minimum	< 0,021
Mittelwert	9,5
Median	3,5
95. Perzentil	39
Maximum	90

Farbcode:

- ermittelte Konzentration liegt zwischen der Akzeptanz- und Toleranzkonzentration (mittleres Risiko nach TRGS 910 [22])
- ermittelte Konzentration liegt oberhalb der Toleranzkonzentration (hohes Risiko nach TRGS 910 [22])

In einem Unternehmen zur Hartmetallherstellung konnte durch die Umsetzung weiterer Schutzmaßnahmen die Cobaltexposition an den Arbeitsplätzen deutlich abgesenkt werden (Tabelle 16).

4.3.2 Trichlorethylen-Expositionen in Laboratorien zur Asphaltanalytik

Trotz der in den meisten Fällen als unzureichend bewerteten technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen in den Laboratorien zur Asphaltanalytik wurden bei den personengetragenen Messungen die zum Zeitpunkt der Untersuchung gültige Akzeptanzkonzentration für Trichlorethylen (Trichlorethen) von 33 mg/m³ nur in zwei Fällen im Schichtmittel überschritten (Tabelle 17).

In Räumen, in denen Extraktionsanlagen untergebracht waren, wurde die zum Zeitpunkt der Messungen gültige Toleranzkonzentration von 60 mg/m³ bei den stationären Messungen in mehreren Fällen überschritten. Besonders problematisch haben sich sogenannte Extraktionsräume erwiesen, in denen die Extraktionsanlagen unmittelbar ohne weiter abgesaugte Einhausung untergebracht waren. Mit Absenkung der Toleranzkonzentration auf 33 mg/m³ im Jahr 2019 fallen alle Messergebnisse oberhalb der Akzeptanzkonzentration auch in den Bereich hohen Risikos. Dies traf auf die Hälfte der Betriebe (7/15) bei der Erstmessung zu.

Tabelle 16: Messergebnisse der Cobalt-Expositionen (A-Staub) in der Hartmetallherstellung vor/nach der Umsetzung von technischen Maßnahmen (n = Anzahl Messwerte)

Tätigkeiten	Belastungssituation bei der Erstmessung			Belastungssituation nach Umsetzung technischer Maßnahmen		
	n	Co (A) [µg/m ³]		n	Co (A) [µg/m ³]	
		Min	Max		Min	Max
Einwaage	2	44	90	4	0,89	8
Mahlen	4	15	75	5	2,0	9,7
Vorpresse	2	3,1	49	3	1,0	2,8
Granulieren	4	2,6	6,3	5	0,72	2,6
Pressen	2	3,5	9,6			
Schleifen von Grünteilen	4	1,8	2,8			
Sägen von Grünteilen	1	15				

Farbcode:

- ermittelte Konzentration liegt zwischen der Akzeptanz- und Toleranzkonzentration (mittleres Risiko nach TRGS 910 [22])
- ermittelte Konzentration liegt oberhalb der Toleranzkonzentration (hohes Risiko nach TRGS 910 [22])

Tabelle 17: Messergebnisse der Trichlorethylen-Expositionen in Asphaltlaboratorien – Erstmessung in 15 Betrieben.

	personengetragen/Schichtmittelwert		stationär/zeitlich gewichteter Mittelwert	
	Beschäftigte mit direktem Umgang mit TRI (n = 20) [mg/m³]	Beschäftigte ohne direktem Umgang mit TRI (n = 2) [mg/m³]	Arbeitsbereiche mit Extraktionsanlage (n = 15) [mg/m³]	Arbeitsbereiche ohne Extraktionsanlage (n = 7) [mg/m³]
Minimum	1,1	0,3	0,3	1,8
Maximum	50,4	2,7	137,6	16,9
Mittelwert	13,9	1,5	36,6	6,4
Median	9,4		16,2	
95. Perzentil	45,1		115,0	

Farbcode:

- ermittelte Konzentration liegt zwischen der Akzeptanz- und Toleranzkonzentration (mittleres Risiko nach TRGS 910 [22])
- ermittelte Konzentration liegt oberhalb der Toleranzkonzentration (hohes Risiko nach TRGS 910 [22])

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen erfolgten in sieben der 15 beprobten Betriebe Kontrollmessungen nach Umsetzung der technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen. Die Kontrollmessungen ergaben nach Umsetzung der von den hessischen Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz eingeforderten Maßnahmen sowohl für die Beschäftigten mit unmittelbarem Umgang mit Trichlorethylen (durch Nachweis mit personengetragener Probenahme), als auch in den Arbeitsbereichen mit Extraktionsanlagen (durch Nachweis mittels stationärer Probenahme)

eine signifikante Reduzierung der Trichlorethylen-Expositionen (Abbildung 23) [38]. Die Beurteilung, ob die in der Atemluft ermittelte Trichlorethylen-Exposition die Akzeptanzkonzentration einhielt oder überschritt, erfolgte anhand der aktuellen Beurteilungsmaßstäbe der TRGS 910 [22]. Da die Toleranzkonzentration aus toxikologischen Gründen auf den Wert der Akzeptanzkonzentration von 33 mg/m³ abgesenkt wurde, gibt es nunmehr nur noch den Bereich des geringen (grün) und den Bereich des hohen Risikos (rot) [22].

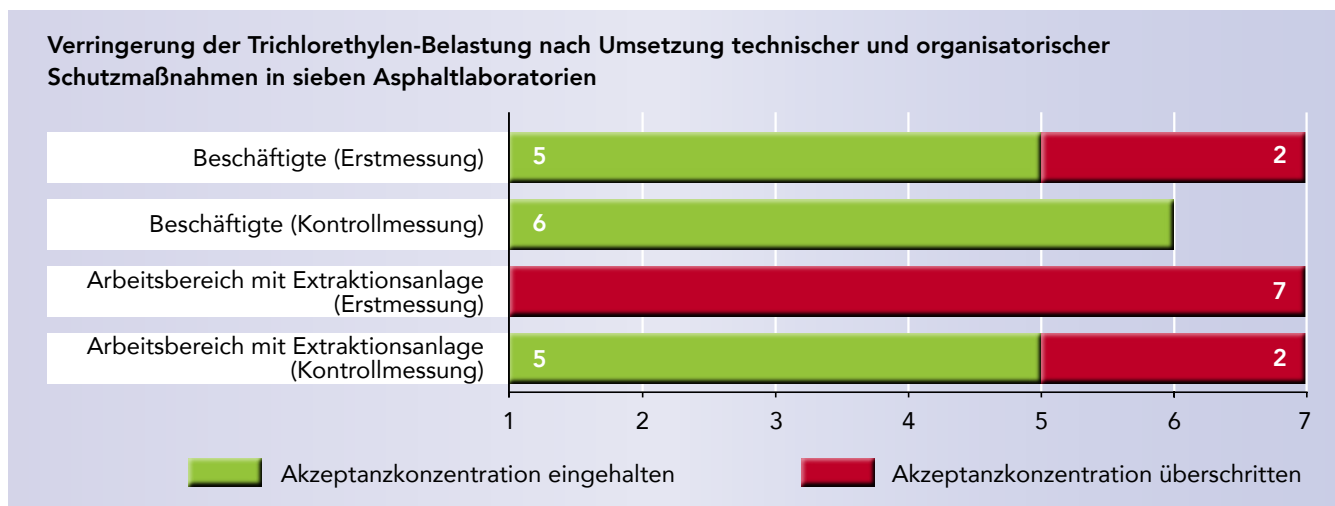


Abbildung 23: Wirksamkeitsüberprüfung der durch die APH eingeleiteten technischen und organisatorischen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten in Asphaltlaboratorien vor Trichlorethylen-Expositionen.

Die Untersuchungen zeigen aber auch, dass ein wirksamer Schutz der Beschäftigten dauerhaft nur mit einer Arbeitsplatzgestaltung nach dem Stand der Technik und einer Verwendung von geschlossenen Systemen gewährleistet werden kann (ein Beispiel ist in Abbildung 24 dargestellt) [37].



Abbildung 24: Beispiel für eine abgesaugte, wirksamkeitsüberprüfte Einhausung für Extraktionsanlagen nach dem Waschtrommelverfahren. Zusätzlich befinden sich in der Einhausung eine geschlossene Bitumenspülmaschine, ein Trockenschrank sowie zwei Rotationsverdampfer.

4.3.3 Benzol-Expositionen bei der Tankreinigung

Bei der Durchführung von Arbeiten zur Reinigung und Wartung von Heizöltanks sind Beschäftigte in vielen Fällen Expositionen durch Benzol ausgesetzt. Die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe hat aus diesem Grund die einzelnen Tätigkeitsabläufe bei Tankreinigungen messtechnisch überprüft. Während der Vor- und Nachbereitungstätigkeiten im Freien wurden Benzol-Belastungen unterhalb der AK ermittelt, für einen Kellertank oberhalb der AK (Tabelle 18). Bei der Tankinnenreinigung lagen die ermittelten Belastungen oberhalb der TK, zum Teil oberhalb der zulässigen Kurzzeitwerte [22]. In diesem Zusammenhang ist von besonderer Bedeutung, dass bei den parallel durchgeführten Biomonitoring-Untersuchungen eher geringe Expositionen der Beschäftigten bei der Durchführung einer Tankinnenreinigung festgestellt wurden (Kapitel 4.2). Diese vergleichsweise niedrigen Biomonitoring-Werte der Beschäftigten bei dieser Tätigkeit sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Verwendung von geeigneter persönlicher Schutzausrüstung zurückzuführen. Aufgrund dieser Ergebnisse erscheint es angebracht, die messtechnische Ermittlung von personenrelevanten Gefahrstoffkonzentrationen, die während der durchgeführten Tätigkeit entstehen und sich unter stark variierenden äußeren Bedingungen ausbreiten, mit Hilfe von Biomonitoring-Untersuchungen zu ergänzen [43].

Tabelle 18: Messergebnisse der Benzol-Expositionen bei der Tankreinigung

Tätigkeit	Ermittelte Benzolbelastung [mg/m ³] (Anzahl Messwerte)	
	Erdtank	Kellertank
Vor- und Nachbereitungstätigkeiten	0,01–0,11 (n = 11)	0,45–0,49 (n = 3)
Tankinnenreinigung	9,3–28 (n = 3)	1,9* (n = 1)

*Reinigung erfolgte von außen, ohne Einstieg des Beschäftigten

Farbcode:

- Konzentration unterhalb AK (niedriges Risiko nach TRGS 910)
- Konzentration zwischen AK und TK (mittleres Risiko nach TRGS 910)
- Konzentration oberhalb TK (hohes Risiko nach TRGS 910)



Abbildung 25: Innenreinigung eines Erdtanks



Abbildung 26: Reinigung eines Kellertanks

4.3.4 Benzol-Expositionen in Werkstätten

In den Jahren 2017 und 2018 wurden in sieben Motorradwerkstätten und vier Werkstätten für Garten-, Forst-Kommunalgeräte (GFK-Werkstätten) messtechnische Ermittlungen bezüglich der inhalativen Exposition gegenüber Benzol durchgeführt sowie die organisatorischen, technischen und persönlichen Schutzmaßnahmen beurteilt [34]. Die Luftproben von vier GFK-Werkstätten wurden zudem auf ihren Gehalt an Kohlenwasserstoffen untersucht. Mit den personengetragenen Probenahmen wurden über einen Zeitraum von etwa drei Stunden an einem Arbeitstag typische Arbeiten in den Werkstätten in repräsentativem Umfang abgebildet. Bis auf eine Ausnahme in einer GFK-Werkstatt wurden dabei Arbeiten an mit marktüblichem Normalkraftstoff (Benzin) betankten Fahrzeugen beziehungsweise Geräten ausgeführt. Durch zeitgleiche stationäre Probenahmen in den Werkstätten wurde die Benzol-Exposition weiterer Beschäftigter im Arbeitsbereich ermittelt. Darüber hinaus wurde mit stationären Probenahmen auch die durch Lagerung betankter Fahrzeuge und Geräte verursachte Benzol-Grundbelastung in anderen Arbeitsbereichen (Büro, Verkauf, Lager) bestimmt.

In den Motorradwerkstätten lagen die Schichtmittelwerte der in den Werkstätten tätigen Mechaniker zwischen $0,0071$ und $1,0 \text{ mg/m}^3$, allerdings überschritten nur zwei der 14 Schichtmittelwerte die Akzeptanzkonzentration. Die zeitgewichteten Mittelwerte der ortsfesten Probenahmen in Werkstätten erstreckten sich über einen Konzentrationsbereich von $0,0079$ bis $1,5 \text{ mg/m}^3$. Hier überschritt nur der höchste Wert mit $1,5 \text{ mg/m}^3$ die Akzeptanzkonzentration. Die weiteren zeitgewichteten Mittelwerte aus den anderen Arbeitsbereichen lagen alle im Bereich des geringen Risikos („grüner Bereich“).



Abbildung 27: Werkstatt für Garten-, Forst- und Kommunalgeräte: Werden Gartengeräte, beispielsweise Rasenmäher mit benzolhaltigem Normalkraftstoff (Benzin) betankt, können Beschäftigte bei Arbeiten an kraftstoffführenden Teilen durch Einatmen und durch Hautkontakt gegenüber Benzol exponiert werden. Nur durch Verwendung benzolfreier Sonderkraftstoffe (Alkylatbenzin) kann die Belastung der Beschäftigten vollständig vermieden werden.

In den GFK-Werkstätten lagen die Schichtmittelwerte der in den Werkstätten tätigen Mechaniker zwischen 0,0032 und 0,25 mg/m³; nur ein Wert überschritt die Akzeptanzkonzentration. Die zeitgewichteten Mittelwerte der ortsfesten Probenahmen in Werkstätten erstreckten sich über einen Konzentrationsbereich von 0,0029 bis 0,40 mg/m³; zwei von fünf Werten lagen oberhalb der Akzeptanzkonzentration. Die weiteren zeitgewichteten Mittelwerte aus den anderen Arbeitsbereichen lagen alle im Bereich des geringen Risikos. Die eine der vier beprobten GFK-Werkstätten, in der zum Zeitpunkt der Ermittlung nur an mit benzolfreiem Sonderkraftstoff (Alkylatbenzin) betankten Geräten gearbeitet wurde, wurde nicht in diese Betrachtung mit einbezogen. Der Schichtmittelwert und die zeitgewichteten Mittelwerte lagen hier zwar bei nachweisbaren Konzentrationen, jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze für Benzol.

Tabelle 19 und Tabelle 20 zeigen Auswertungen der aus den personengetragenen Probenahmen gewonnenen Schichtmittelwerte und der zeitgewichteten Mittelwerte der ortsfesten Probenahmen für die verschiedenen Arbeitsbereiche.

Zwar wurden im Rahmen der messtechnischen Erhebungen in Werkstätten keine gezielten Kurzzeitmessungen durchgeführt, die ermittelten Einzelwerte erlauben jedoch die Schlussfolgerung, dass der Kurzzeitwert von 15,2 mg/m³ nicht überschritten wurde.

Tabelle 19: Messergebnisse der Benzol-Expositionen in Motorradwerkstätten

	Personengetragene Messungen Schichtmittelwerte		Stationäre Messungen Zeitgewichtete Mittelwerte				
	Mechaniker im Arbeitsbereich Werkstatt (n = 14)	Weitere Beschäftigte in der Werkstatt (n = 1)	Werkstatt (n = 7)	Büro (n = 2)	Verkauf (n = 5)	Lager (n = 3)	Prüfstand (n = 1)
Einzelwert [mg/m ³]	–	0,11	–	–	–	–	0,069
Minimum [mg/m ³]	0,0071	–	0,0079	0,090	0,0016	0,023	–
Maximum [mg/m ³]	1,0	–	1,5	0,12	0,13	0,12	–
Mittelwert [mg/m ³]	0,15	–	0,28	–	0,036	–	–

Farbcode:
 Konzentration unterhalb AK (niedriges Risiko nach TRGS 910)
 Konzentration zwischen AK und TK (mittleres Risiko nach TRGS 910)

Tabelle 20: Messergebnisse der Benzol-Expositionen in GFK-Werkstätten

	Personengetragene Messungen Schichtmittelwerte	Stationäre Messungen Zeitgewichtete Mittelwerte			
	Mechaniker im Arbeitsbereich Werkstatt (n = 6)	Werkstatt (n = 5)	Büro (n = 1)	Verkauf (n = 1)	Lager (n = 3)
Einzelwert [mg/m ³]	–	–	0,037	n. n.	–
Minimum [mg/m ³]	0,0032	0,0029	–	–	0,0012
Maximum [mg/m ³]	0,25	0,40	–	–	0,012
Mittelwert [mg/m ³]	0,066	0,16	–	–	–

n. n. = nicht nachweisbar
 Farbcode:
 Konzentration unterhalb AK (niedriges Risiko nach TRGS 910)

4.3.5 Formaldehyd-Expositionen in pathologischen und histologischen Laboratorien

In den Jahren 2016 bis 2018 wurden in Hessen acht pathologische und histologische Laboratorien messtechnisch untersucht. Die messtechnische Überprüfung der von Beschäftigten in pathologischen und histologischen Laboren durchgeführten Tätigkeiten ergab in 5 der 8 Betrieben eine Überschreitung des AGW für Formaldehyd trotz vorhandener technischer Schutz-

maßnahmen. Insbesondere in Arbeitsbereichen für Zuschnitte durch ärztliches Personal und durch medizinische Fachangestellte (Assistenz) sowie bei der Entsorgung der Asservate aus dem Zuschnitt wurde der AGW überschritten (Tabelle 21). Die Arbeitsplatzgrenzwerte für Xylol und Ethylbenzol wurden in keinem Fall überschritten. Die maximale Belastung betrug für Xylol 5,4 mg/m³ bzw. für Ethylbenzol 1,1 mg/m³.

Tabelle 21: Messergebnisse der Formaldehyd-Expositionen in pathologischen und histologischen Laboratorien

Tätigkeit Anzahl	Anzahl Betriebe	tätigkeits-bezogener Mittelwerte für Formaldehyd	Messwerte Formaldehyd [mg/m ³]				
			Minimum	Mittelwert	Median	95. Perzentil	Maximum
Probenannahme	5	11	0,013	0,12	0,078	0,27	0,33
Zuschnitt Arzt	8	16	0,035	0,35	0,37	0,74	0,92
Zuschnitt Assistenz	8	16	0,023	0,30	0,28	0,72	0,73
Kleinzuschnitt/Biopsie	5	12	0,024	0,14	0,10	0,36	0,39
Entsorgung	3	4	0,023	0,30			0,73

Farbcode:
 ermittelte Konzentration liegt oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes

In vielen Fällen sorgte mangelhafte Arbeitsorganisation, wie z. B. die Abdeckung der Lochblechabsaugung der Zuschnittstische (Abbildung 28), Beeinflussung der raumluftechnischen Anlage durch geöffnete Türen oder Fenster, offenstehende Abfallbehälter oder Probengefäße, für eine Überschreitung des Arbeitsplatz-

grenzwertes von Formaldehyd. Auch technische Probleme, wie beispielsweise eine zu geringe Luftleistung an den abgesaugten Zuschnittstischen, keine oder unzureichend dimensionierte raumluftechnische Anlagen, wurden angetroffen.

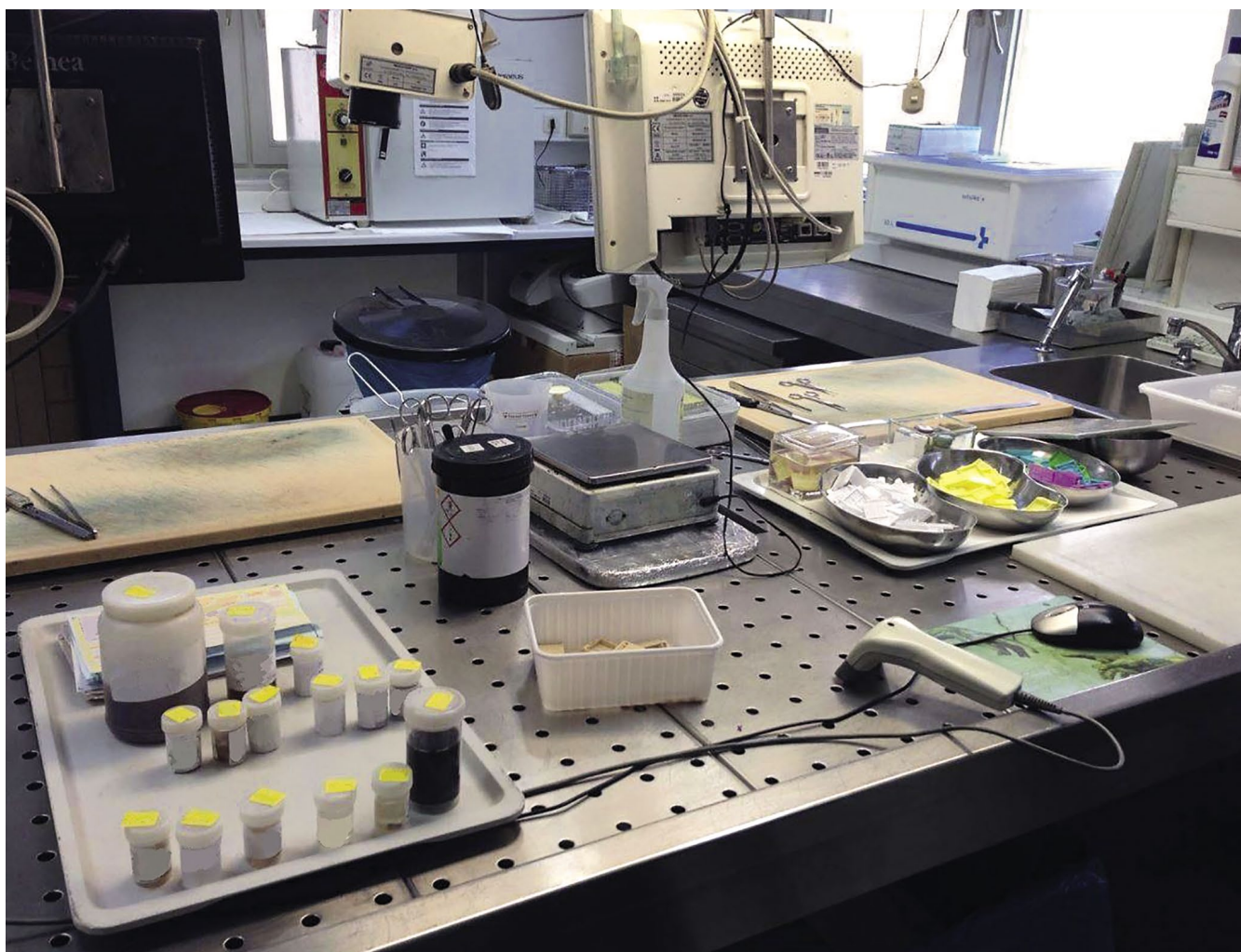


Abbildung 28: Abgesaugter Zuschnittstisch in einem pathologischen Labor: Die Abdeckung der Lochblechabsaugung durch vollflächig aufliegende Schneidbretter und Gebrauchsgegenstände reduziert die Absaugleistung.

5 Ergebnisdiskussion und Schlussfolgerungen

Die im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ erfolgte systematische Überprüfung von Betrieben in Hessen, in denen Beschäftigte mit krebserzeugenden Gefahrstoffen tätig sind, stellt die seit Jahren umfassendste Untersuchung von Arbeitsstätten mit Expositionen durch krebserzeugende Gefahrstoffe in Deutschland dar. Die Ergebnisse dieser Untersuchung ermöglichen aus diesem Grund eine erste Evaluation des Umsetzungsgrades der in der Gefahrstoffverordnung und ihrem Technischen Regelwerk festgelegten formalen Anforderungen an den Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe bei der Arbeit. Gleichzeitig können die vorliegenden Untersuchungsergebnisse aber auch als Grundlage für eine zukunftsorientierte und umfassende Präventionsstrategie der staatlichen Arbeitsschutzaufsichtsbehörden zum Schutz der Beschäftigten vor berufsbedingten Krebserkrankungen dienen.

Die Auswertung der bei der Betriebsüberwachung verwendeten Fachmodule erlaubt trotz eines vergleichsweise geringen Erhebungsumfangs³ der Untersuchung gesicherte Aussagen zu fünf zentralen Elementen einer gezielten Prävention vor gefahrstoffinduzierten Krebserkrankungen in der betrieblichen Praxis:

1. die Substitution von krebserzeugenden Gefahrstoffen an der Arbeitsstätte,
2. die Ermittlung der Exposition der Beschäftigten durch krebserzeugende Gefahrstoffe und die Einhaltung der stoffspezifischen Arbeitsplatzgrenzwerte und Beurteilungsmaßstäbe,
3. die Umsetzung der erforderlichen Schutzmaßnahmen,
4. die Organisation einer systematischen Dokumentation der Expositionen und der betroffenen Beschäftigten bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen sowie

5. die Gewährleistung der arbeitsmedizinischen Vorsorge.

Weiterhin belegen die Untersuchungsergebnisse die Notwendigkeit behördlicher Maßnahmen zur Gewährleistung der betrieblichen Umsetzung der gefahrstoffrechtlichen Anforderungen zum Schutz der Beschäftigten bei ihren beruflichen Tätigkeiten vor Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe.

1. Die Substitution krebserzeugender Gefahrstoffe

Da der Ersatz krebserzeugender Gefahrstoffe durch weniger gefährliche Substanzen die wirkungsvollste Präventionsmaßnahme zur Verhinderung gefahrstoffindizierter Krebserkrankungen darstellt, verpflichtet § 6 Abs. 1 Satz 2 Nummer 4 GefStoffV zu einer Substitutionsprüfung, bevor Beschäftigte eine Tätigkeit mit einem krebserzeugenden Gefahrstoff aufnehmen dürfen. Diese Substitutionsprüfung ist als Teil der betrieblichen Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Mit den Fachmodulen „Krebserzeugender Gefahrstoff“, „Benzol“ und „Trichlorethylen“ wurde gezielt die Beachtung der Substitutionspflicht überprüft, während diese Überprüfung bei den Fachmodulen „Asbest“ und „Holzstaub“ aufgrund der fehlenden Substitutionsmöglichkeiten entfiel. Ein Vergleich der mit diesen Fachmodulen erhobenen Untersuchungsergebnisse weist auf eine zu geringe Beachtung des Substitutionsgebotes in der betrieblichen Praxis hin (Abbildung 29). Es ist somit unklar, ob das grundsätzlich bestehende Potenzial zur Substitution krebserzeugender Gefahrstoffe am Arbeitsplatz in der betrieblichen Praxis im erforderlichen und möglichen Umfang genutzt wird.

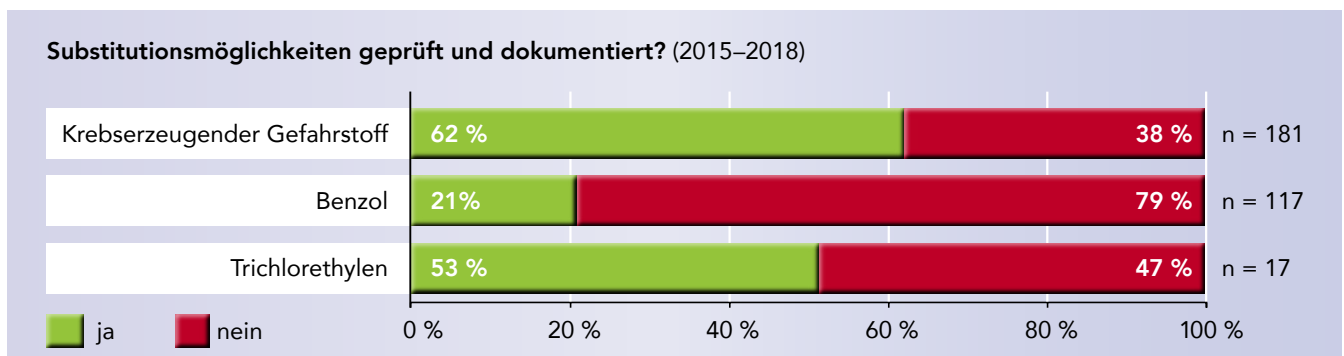


Abbildung 29: Umsetzungsgrad des Gebotes zur Prüfung des Substitutionspotenzials krebserzeugender Gefahrstoffe am Arbeitsplatz

³ Die verwendeten Fachmodule umfassten maximal 15 Einzelfragen, die im Rahmen der Betriebsbesichtigungen zu überprüfen waren.

2. Die Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte und stoffspezifischen Beurteilungsmaßstäbe

In § 10 Abs. 3 verpflichtet die Gefahrstoffverordnung den Arbeitgeber, die Exposition der Beschäftigten durch krebserzeugende Gefahrstoffe durch Arbeitsplatzmessungen oder andere geeignete Ermittlungsverfahren zu bestimmen. Sofern für die betreffenden Arbeitsstoffe ein Arbeitsplatzgrenzwert oder ein stoffspezifischer Beurteilungsmaßstab, wie beispielsweise die Toleranz- und Akzeptanzkonzentrationen nach TRGS 910 [22], festgelegt wurde, ist dieser Wert einzuhalten. An den

im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ überprüften Arbeitsstätten wurden krebserzeugende Gefahrstoffe verwendet, für die Arbeitsplatzgrenzwerte oder stoffspezifische Beurteilungsmaßstäbe veröffentlicht sind. Die Betriebskontrollen ergaben, dass zwischen 24 und 46 % der überprüften Betriebe diese Arbeitsplatzgrenzwerte oder stoffspezifischen Beurteilungsmaßstäbe nicht einhielten (Abbildung 30).

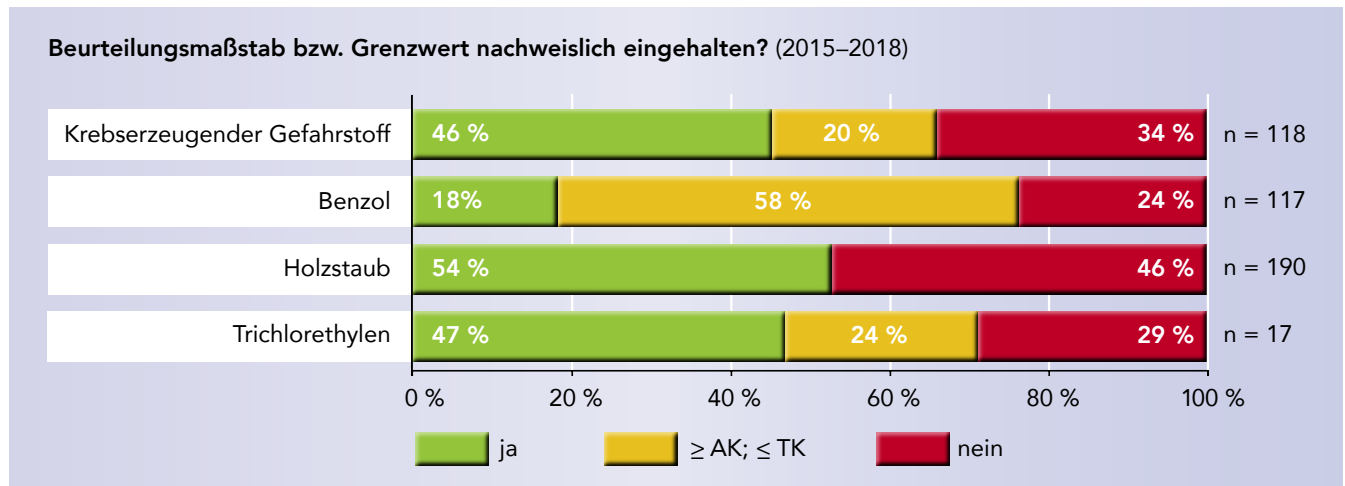


Abbildung 30: Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte oder stoffspezifischen Beurteilungsmaßstäbe bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen am Arbeitsplatz

3. Die Umsetzung der erforderlichen Schutzmaßnahmen

Werden Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen am Arbeitsplatz ausgeführt, hat der Arbeitgeber zum Schutz der Beschäftigten ein geeignetes, risikobezogenes Maßnahmenkonzept umzusetzen (§ 10 Abs. 1 GefStoffV). Welche konkreten Schutzmaßnahmen im Rahmen eines derartigen Risikokonzeptes anzuwenden sind, wird durch die Technische Regel TRGS 910 [22] beschrieben. Bei der Mehrzahl der überprüften Betrie-

be fand die Verpflichtung zur Anwendung des risikobezogenen Maßnahmenkonzeptes nach der TRGS 910 keine ausreichende Beachtung. Lediglich 11 bis 41 % dieser Betriebe hatten Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten entsprechend dieser explizit für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen zu beachtenden Technischen Regel durchgeführt (Abbildung 31).

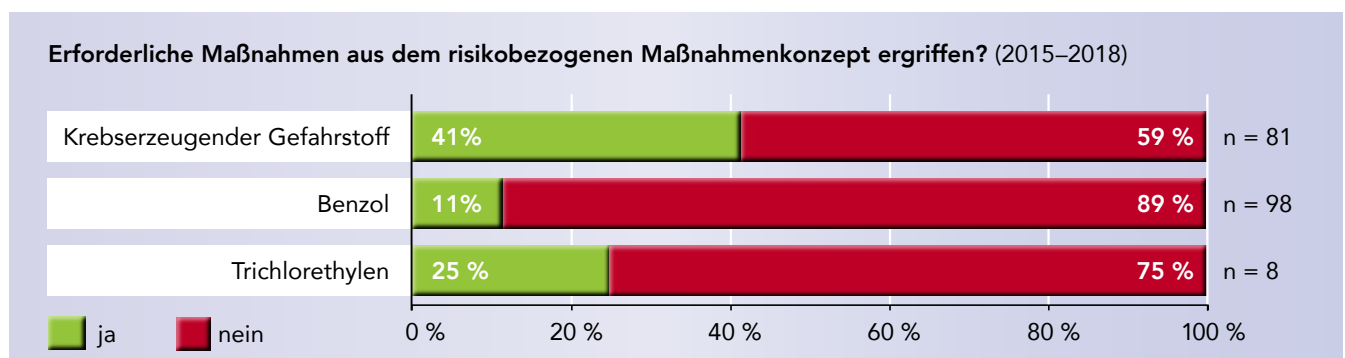


Abbildung 31: Durchführung von Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen entsprechend dem risikobezogenen Maßnahmenkonzept nach der TRGS 910 [22]

4. Die Organisation einer systematischen Dokumentation der Expositionen und der betroffenen Beschäftigten bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

Die Fachmodule des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ untersuchten auch, in welchen Betrieben ein Expositionsverzeichnis nach § 14 Abs. 3 Nr. 3 und 4 GefStoffV geführt wurde. In ein derartiges Verzeichnis sind alle Beschäftigten aufzunehmen, die an ihrer Arbeitsstätte mit krebserzeugenden

Gefahrstoffen tätig werden. Ein Expositionsverzeichnis hat zudem die Höhe und Dauer der Expositionen, denen der jeweilige Beschäftigte ausgesetzt war, zu dokumentieren. Die Betriebsüberprüfungen ergaben, dass die kontrollierten Betriebe mehrheitlich kein Expositionsverzeichnis geführt hatten (Abbildung 32).

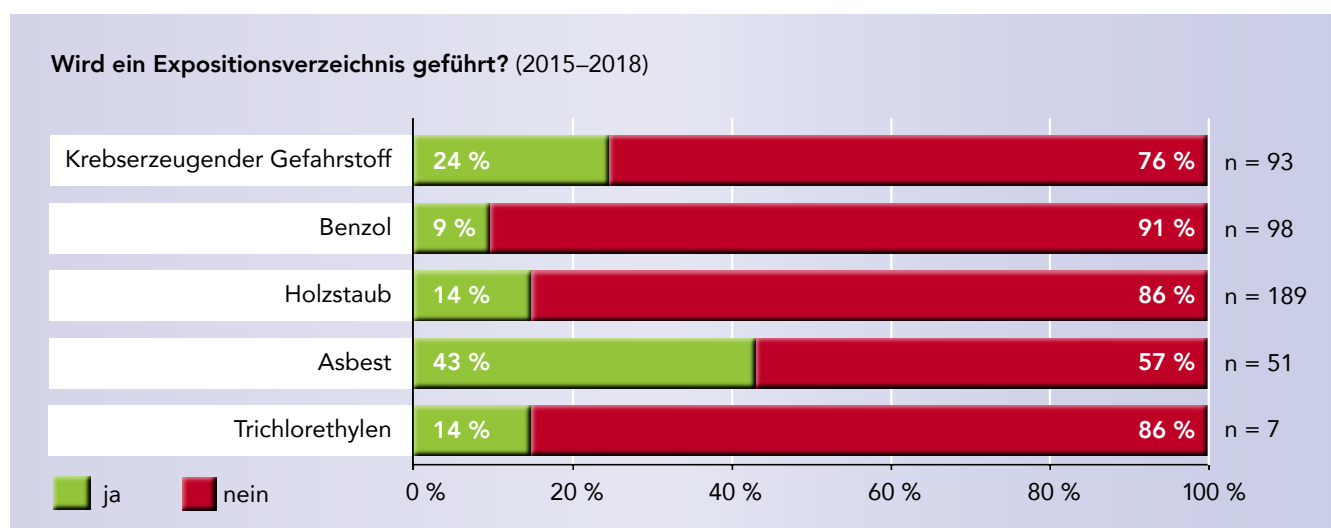


Abbildung 32: Umsetzungsgrad bei der Führung eines Expositionsverzeichnisses der Beschäftigten, die Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen ausführen

5. Die Gewährleistung der arbeitsmedizinischen Vorsorge

Führen Beschäftigte Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen aus, hat der Arbeitgeber eine entsprechende arbeitsmedizinische Vorsorge zu gewährleisten.

Die Untersuchung ergab, dass sich in vielen überprüften Betrieben auch Defizite bei der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge zeigten (Abbildung 33).

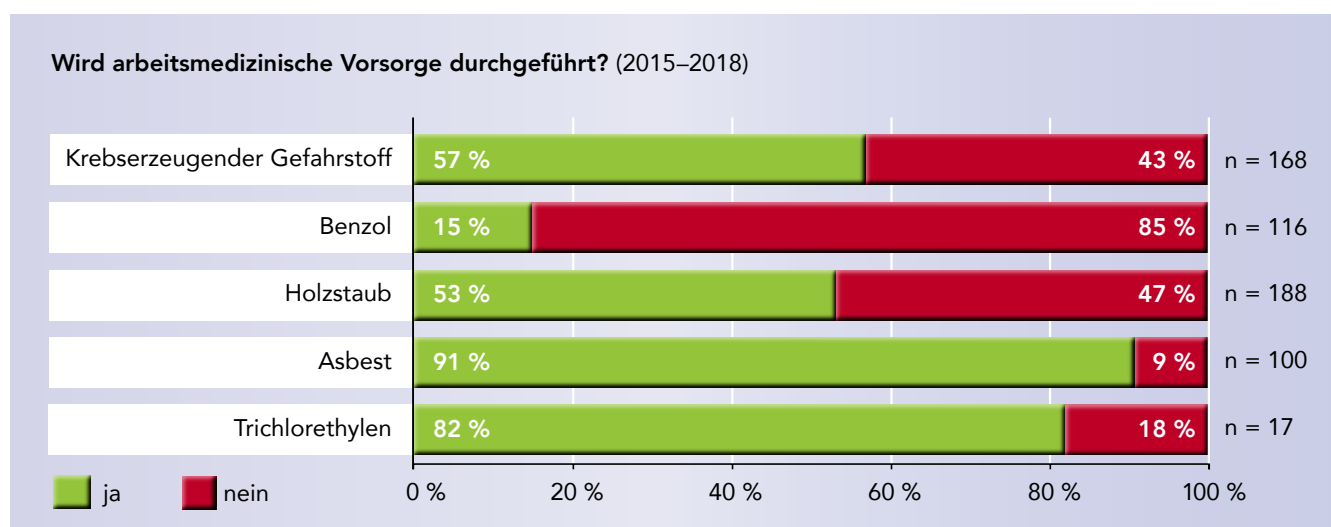


Abbildung 33: Gewährleistung der arbeitsmedizinischen Vorsorge für Beschäftigte bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen am Arbeitsplatz

6. Maßnahmen der Aufsichtsbehörden

Die hessischen Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit haben in vielen der im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ überprüften Betrieben Verwaltungsmaß-

nahmen eingeleitet, um den Schutz der Beschäftigten vor krebserzeugenden Gefahrstoffen zu gewährleisten und um eine Rechtskonformität herzustellen (Abbildung 34).

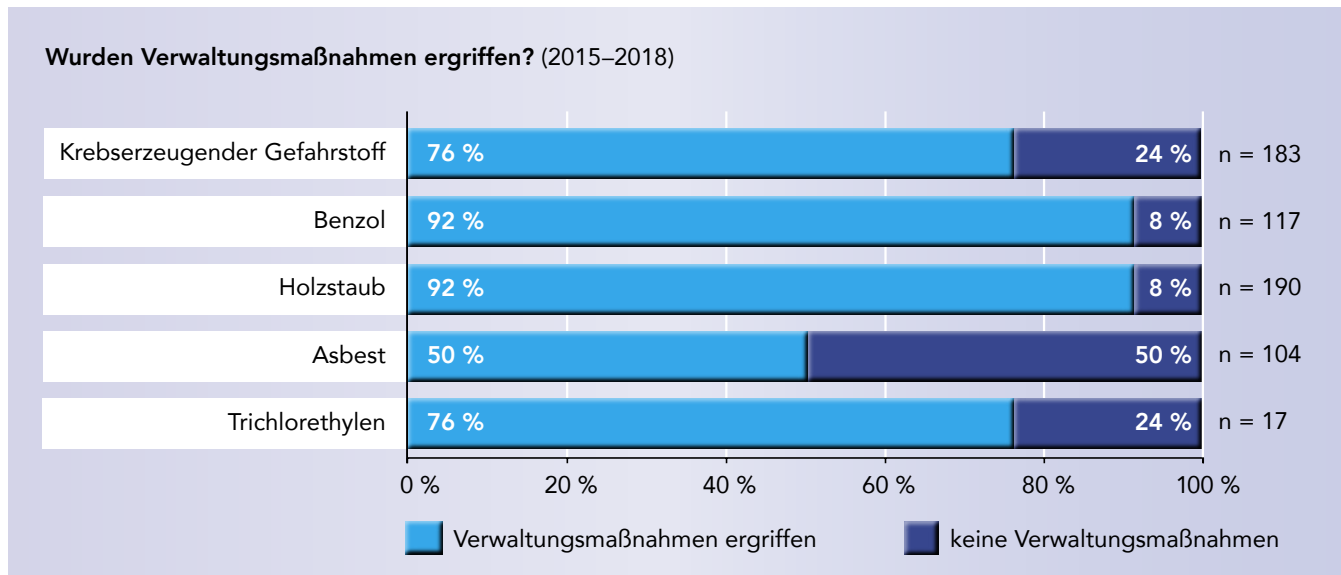


Abbildung 34: Erfordernis von Verwaltungsmaßnahmen der Aufsichtsbehörden in Betrieben, in denen Beschäftigte Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen ausführen

Ein Vergleich der in den Abbildungen 32 und 33 dargestellten Ergebnisse der Betriebsüberprüfungen zeigt signifikante Unterschiede der erhobenen Betriebsparameter bezogen auf die einzelnen krebserzeugenden Gefahrstoffe, mit denen Beschäftigte an ihren Arbeitsstätten tätig waren. Betriebe, in denen Beschäftigte Tätigkeiten mit Asbest oder asbesthaltigen Materialien ausführten, wiesen deutlich weniger Mängel beim Führen eines Expositionsverzeichnisses oder bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge auf, als die anderen im Rahmen der Untersuchung überprüften Betriebe. Auch die Notwendigkeit zur Veranlassung von Verwaltungsmaßnahmen durch die Aufsichtsbehörden war in Betrieben, die Tätigkeiten mit Asbest und asbesthaltigen Materialien ausführen ließen, deutlich geringer ausgeprägt als bei den anderen im Rahmen dieser Untersuchung überprüften Betrieben (Abbildung 34). Diese Ergebnisse legen einen unmittelbaren Zusammenhang mit den besonderen formellen Anforderungen an Tätigkeiten mit Asbest nahe. Denn die Gefahrstoffverordnung fordert spezifisch für Tätigkeiten mit Asbest

- eine verbindliche Tätigkeitsanzeige bei der zuständigen Aufsichtsbehörde und
- die Gegenwart einer weisungsbefugten, sachkundigen Person sowie

- bei Arbeiten an schwachgebundenen Asbestprodukten zusätzlich auch noch eine behördliche Betriebszulassung.

Derartige Anforderungen kennt die Gefahrstoffverordnung für die anderen krebserzeugenden Gefahrstoffe nicht. Aufgrund des verbindlichen Anzeigeverfahrens erhalten die Aufsichtsbehörden einen präzisen Hinweis, an welchem Ort und zu welchem Zeitpunkt ein Unternehmen eine Tätigkeit mit Asbest durch seine Beschäftigten ausführen lässt. Die Aufsichtsbehörde erhält so die Möglichkeit, gezielt gerade kritische Prozessschritte dieser Tätigkeit durch Inaugenscheinnahme zu überprüfen.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse belegen, dass dort, wo Anforderungen der Gefahrstoffverordnung den Betrieben einen engen Informations- und Pflichtenaustausch mit den zuständigen Aufsichtsbehörden vorgeben, die betreffenden Unternehmen ganz offensichtlich eine bessere Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes – und damit auch einen besseren Schutz vor Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe – aufweisen. Gerade Defizite bei betriebsorganisatorischen Parametern des Arbeitsschutzes, wie beispielsweise das Führen eines quali-

tätsgesicherten Expositionsverzeichnis, offenbaren systemische Mängel in der generellen Arbeitsschutzorganisation des Unternehmens [47]. Im Umkehrschluss unterstützt eine engere ordnungsrechtliche Verknüpfung der Arbeitgeberpflichten zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe mit einem zielgerichteten Informations- und Pflichtenaustausch gegenüber der Arbeitsschutzbehörde die präventiv ausgerichtete betriebliche Arbeitsschutzorganisation.

Die Ergebnisse des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ belegen die Bedeutung einer fachkundig erstellten und qualitätsgesicherten Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen. Die Untersuchungen belegen, dass bei der betrieblichen Umsetzung der formalen und sicherheitstechnischen Anforderungen, die von der Gefahrstoffverordnung und ihrem Technischen Regelwerk bereits seit vielen Jahren vorgegeben werden, um die Beschäftigten vor den Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe zu schützen, vielfältige Defizite bestehen. Weiterhin konnte anhand der messtechnischen Untersuchungen der Hessischen Ländermessstelle für Gefahrstoffe nachgewiesen werden, dass durch eine regelkonforme Beachtung des Standes der Technik, beispielsweise durch funktionsfähige, gewartete und korrekt dimensionierte Absaug- und Lüftungsanlagen, die Exposition der Beschäftigten wirksam minimiert werden kann.

Mit den Ergebnissen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ hat das Hessische Ministerium für Soziales und Integration eine wichtige Grundlage für eine umfassende Präventionsstrategie zum Schutz der Beschäftigten vor berufsbedingten Krebserkrankungen geschaffen. Diese Ergebnisse sollen gezielt die 3. Periode der Gemeinsamen deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) und insbesondere ihr Arbeitsprogramm „Sicherer Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ unterstützen. Gerade die GDA bietet mit ihrer mehrjährigen, bundesweiten Schwerpunktsetzung eine ausgezeichnete Möglichkeit zur Sensibilisierung der betrieblichen Praxis für einen nachhaltigen Schutz der Beschäftigten vor den Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe mit Hilfe einer gezielten und verhältnisorientierten Präventionsstrategie. Es gilt, diese Chance zu nutzen, um den Berufskrebs konsequent aus der Arbeitswelt zu verbannen.

6 Zusammenfassung

Mit dem fachpolitischen Schwerpunkt „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ hat das Hessische Ministerium für Soziales und Integration die Grundlage für eine zielgerichtete Präventionsstrategie zum Schutz der Beschäftigten vor berufsbedingten Krebserkrankungen gelegt. Hierzu wurden mehr als 600 Betriebe, in denen Beschäftigte Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen ausführen, durch die hessischen Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit, die Hessische Ländermessstelle für Gefahrstoffe und den Landesgewerbearzt systematisch überprüft. Diese multifaktorell angelegte Untersuchung ermöglichte eine sichere Beurteilung der angetroffenen, teilweise sehr unterschiedlichen Arbeits- und Expositionssituationen der Beschäftigten.

Die Ergebnisse dieser in einem Zeitrahmen von vier Jahren durchgeführten Betriebsüberprüfungen offenbarten erhebliche Defizite bei der betrieblichen Umsetzung der bereits seit vielen Jahren bestehenden rechtlichen Vorgaben zum Schutz der Beschäftigten. Insbesondere die Pflichten zur

- Prüfung der Substitutionsmöglichkeiten von krebserzeugenden Gefahrstoffen an den Arbeitsstätten,
- Ermittlung der Exposition der Beschäftigten durch krebserzeugende Gefahrstoffe,
- Einhaltung der stoffspezifischen Arbeitsplatzgrenzwerte und Beurteilungsmaßstäbe,
- Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten,
- Führung eines Expositionsverzeichnisses und zur
- Gewährleistung der arbeitsmedizinischen Vorsorge

wurden in vielen Betrieben nur ungenügend oder auch gar nicht erfüllt. Folgerichtig führen viele Beschäftigte an ihren Arbeitsstätten Tätigkeiten ohne ausreichenden Schutz vor den gesundheitlichen Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe aus. Hier besteht weiterhin Handlungsbedarf zum Schutz von Beschäftigten gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen. Die im Rahmen des fachpolitischen Schwerpunktes „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ gewonnenen Ergebnisse sollen daher gezielt die inhaltliche Ausrichtung der 3. Periode der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) und ihres Arbeitsprogramms „Sicherer Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ unterstützen, mit dem Ziel, den Berufskrebs gezielt und wirksam zu bekämpfen.

7 Abkürzungsverzeichnis

A-Fraktion	Alveolengängige Stäube
AGW	Arbeitsplatzgrenzwert nach TRGS 900
AK	Akzeptanzkonzentration
APH	Aufsichtsbehörden für Arbeitsschutz und Produktsicherheit in Hessen
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
BAR	Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert
BM	Beurteilungsmaßstab
E-Fraktion	Einatembare Stäube
EKA	Expositionsäquivalent
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GFK-Werkstätten	Werkstätten für Garten-, Forst- und Kommunalgeräte
LGA	Landesgewerbearzt in Hessen
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
SPMA	S-Phenylmerkaptursäure
TK	Toleranzkonzentration
TRGS	Technische Regel für Gefahrstoffe
TRI	Trichlorethylen (Trichlorethen)

Literaturverzeichnis

- [1] Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA): Arbeitsbedingte Krebserkrankungen, <https://osha.europa.eu/de/themes/work-related-diseases/work-related-cancer> (aufgerufen am 30.11.2020)
- [2] Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Unfallverhütungsbericht Arbeit 2017; Hrsg.: Bundesministerium für Arbeit und Soziales in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 1. Aufl., Dortmund/Berlin/Dresden (2018)
- [3] EU-Mitteilung: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über einen strategischen Rahmen der EU für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz 2014–2020; 06. Juni 2014
- [4] Takala, J.: Work-related illness, identification, causal factors and prevention “safe work – healthy work – for life”, Greek EU Presidency Conference Athens, 16–17 June 2014 (2014),
- [5] Österreichischer Gewerkschaftsbund (ÖGB): Arbeitsbedingte Krebserkrankungen müssen in Europa & weltweit verhindert werden.; Wien (2016), S. 19
- [6] Pott, P.: Chirurgical observations relative to the cataract, the polypus of the nose, cancer of scrotum, different kinds of reptures, and the mortification of the toes and feet, Haws, London (1775)
- [7] Dietrich, H. G., Golka, K.: Bladder tumors and aromatic amines – historical milestones from Ludwig Rehn to Wilhelm Hueper. *Frontiers in Bioscience* 4 (2012), S. 279–288
- [8] Albracht, G. „Asbest – eine tödliche Gefahr wurde über Jahrzehnte ignoriert“, *Sicherheitsingenieur* 3/2013, S. 24 ff .
- [9] Baur, X. „Asbest – Kampf um effektiven Arbeitsschutz, Verwendungsverbot und Kompensation der Opfer“, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie* 6/2015, S. 340 ff .
- [10] Nationales Asbest-Profil Deutschland, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund/Berlin/Dresden 2015
- [11] Voitowitz, H.J. „Die Situation asbestverursachter Berufskrankheiten“, Vortrag auf der European Asbestos Conference 2003 am 4. September 2003 in Dresden
- [12] Kockskämper, O. „Asbest: Tödliche Altlasten“, *BG RCI.magazin* 2/2012, S.19, Hrsg.: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
- [13] Coenen, W.; Schenk, H. „Ermittlung differenzierter Vorsorgegruppen bei Asbestexponierten“, *BIA-Report* 1/91, Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (1991)
- [14] Au, M., Soeder, M., et. al.: Leitsätze Asbest in der LV 45 – Beitrag zu einer einheitlichen Auslegung des Gefahrstoffrechts zu Asbest – die LASI-Leitsätze zu den Herstellungs- und Verwendungsbeschränkungen von Asbest nach Anhang II Nr. 1 GefStoffV, *sicher ist sicher* 06.19 (2019), S. 314–317
- [15] Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit – Unfallverhütungsbericht Arbeit, Berichtsjahre 1995–2016, Hrsg.: Bundesministerium für Arbeit und Soziales in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
- [16] DGUV Statistiken für die Praxis 2017, <https://publikationen.dguv.de/>, Webcode: p017673
- [17] DGUV Statistiken für die Praxis 2018, <https://publikationen.dguv.de/>, Webcode: p012743

- [18] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) (BGBl. I S. 1643, 1644 vom 26. November 2010) zuletzt geändert durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626)
- [19] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 519. „Asbest Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“, zuletzt GMBI 2019, S. 786–798 [Nr. 40] (vom 17.10.2019)
- [20] Die Daten entstammen dem Nationalen Asbest-Profil Deutschland, vergl. [10]
- [21] Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik: LASI-Veröffentlichung LV 55, Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, 2018
- [22] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, zuletzt geändert und ergänzt GMBI 2019, S. 120 [Nr. 7] (vom 29.3.2019)
- [23] Die Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie (GDA), <https://www.gda-portal.de>
- [24] Müsch, F.H.: Berufskrankheiten-Todesfälle – Anhaltendes Hochplateau seit 2005, Arbeit und Arbeitsrecht (AuA) 9/18 (2018), S. 530–533
- [25] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV“, zuletzt geändert und ergänzt GMBI 2007, S. 514 [Nr. 24] (vom 27.4.2007)
- [26] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 553 „Holzstaub“, GMBI 2008, S. 955–969 [Nr. 46/47] (vom 22.9.2008)
- [27] Berufskrankheiten-Merkblatt 1318. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 30. Dezember 2009, <https://www.baua.de>
- [28] Pflaumbaum, W.: BK 1318 – Ermittlung der Benzoldosis, Tagungsdokumentation XI. Potsdamer BK-Tage; 2016
- [29] Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates (ABl. EG L 350 vom 28. Dezember 1998), S. 58 ff .
- [30] Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik: LASI-Veröffentlichung LV 39 „Reinigung und Innenprüfung von Heizölverbrauchertanks“, 2005, http://lasi-info.com/uploads/media/lv39_01.pdf
- [31] Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, BArbBl. Heft 1/2006, S. 41–55, zuletzt geändert und ergänzt GMBI 2020, S. 902 [Nr. 42] (vom 27.10.2020)
- [32] Begründung zu Exposition-Risiko-Beziehung für Trichlorethylen in BekGS 910, 25.02.2010, <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/910/910-trichlorethen.pdf> (aufgerufen am 04.12.2020)
- [33] Csomor, A.: Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz: Benzolbelastung bei der Tankreinigung. Hessischer Jahresbericht Arbeitsschutz und Produktsicherheit 2015, Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, 2016, S. 26 <http://www.arbeitswelt.hessen.de>
- [34] Allin, C.: Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz: Benzol-Exposition in Motorradwerkstätten und Werkstätten für Garten-, Forst- und Kommunalgeräte. Hessischer Jahresbericht Arbeitsschutz und Produktsicherheit 2018, Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, 2019, S. 16–26 <http://www.arbeitswelt.hessen.de>

- [35] Hamers-Allin, C.; Csomor, A.: Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz: Trichlorethen in der Asphaltanalytik. Hessischer Jahresbericht Arbeitsschutz und Produktsicherheit 2015; Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, 2016, S. 20 <http://www.arbeitswelt.hessen.de>
- [36] Allin, C. S.; Schmid, B.: Arbeitsplatzbelastungen durch Trichlorethen in der Asphaltanalytik. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 77 (2017) Nr. 7/8, S. 321–330
- [37] Allin, C. S.; Höber, D.: Arbeitsplatzbelastungen durch Trichlorethen in der Asphaltanalytik bei Umsetzung des Stands der Technik. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 78 (2018) Nr. 11/12, S. 448–452
- [38] Allin, C.: Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz: Arbeitsplatzbelastungen durch Trichlorethen in der Asphaltanalytik bei Umsetzung des Stands der Technik. Hessischer Jahresbericht Arbeitsschutz und Produktsicherheit 2018, Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, 2019, S. 26–32 <http://www.arbeitswelt.hessen.de>
- [39] Brohmann, P.: Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz: Gefahrstoffexposition von Beschäftigten in der Pathologie. Hessischer Jahresbericht Arbeitsschutz und Produktsicherheit 2018, Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, 2019, S. 10–16, <http://www.arbeitswelt.hessen.de>
- [40] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission
- [41] Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates, ABl. L 350 vom 28. 12. 1998, S. 58–68
- [42] Arnone, M.: MEGA-Auswertungen zur Ethanolexposition im Gesundheitswesen und in der Pathologie/ Histologie, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin; November 2018, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/gestis/mega/ethanol.pdf> (aufgerufen am 03.12.2020)
- [43] Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 460 „Vorgehensweise zur Ermittlung des Standes der Technik“, GMBI 2018, S. 908–913 [Nr. 48] (vom 26.10.2018)
- [44] Bolm-Audorff, U.; Catrein, B.; Petereit-Haak, G.; Popp, I.: „Qualität des medizinischen Arbeitsschutzes und Biomonitoring in Betrieben mit Benzoleinwirkung“ Hessischer Jahresbericht Arbeitsschutz und Produktsicherheit 2016, Hessisches Ministerium für Soziales und Integration, 2017, S. 121–124, <http://www.arbeitswelt.hessen.de>
- [45] MAK- und BAT-Werte Liste 2016, Hrsg.: Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 52 (2016)
- [46] Arbeitsmedizinische Regel (AMR) Nr. 6.2 „Biomonitoring“, GMBI 2014, S. 91
- [47] Wachkamp, M.: „Vom Element zum Prozess – prozessorientierter Ansatz zur Untersuchung der Arbeitsschutzorganisation in Unternehmen“, sicher ist sicher 05/18 (2018), S. 242–245

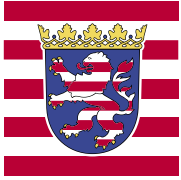
Impressum

- Titel:** Abschlussbericht Fachpolitischer Schwerpunkt des Hessischen Ministeriums für Soziales und Integration „Kampf dem Krebs am Arbeitsplatz“ (2015–2018)
- Herausgeber:** Hessisches Ministerium für Soziales und Integration
Sonnenberger Straße 2/2a
65193 Wiesbaden
- Redaktion:** Dr. Michael Au (Hessisches Ministerium für Soziales und Integration)
Carolina Allin (Regierungspräsidium Kassel)
Prof. Dr. Ulrich Bolm-Audorff (Regierungspräsidium Darmstadt)
Petra Brohmann (Regierungspräsidium Kassel)
Dr. Beate Catrein (Regierungspräsidium Darmstadt)
Dr. Anita Csomor (Regierungspräsidium Kassel)
Dimitri Malinowski (Regierungspräsidium Kassel)
Dr. Gabriela Petereit-Haack (Regierungspräsidium Darmstadt)
Dr. Irma Popp (Regierungspräsidium Darmstadt)
Beate Rausch (Regierungspräsidium Kassel)
Dr. Birgit Thiede (Regierungspräsidium Darmstadt)
Sabine van der Pütten (Hessisches Ministerium für Soziales und Integration)
Marion Wissert (Hessisches Ministerium für Soziales und Integration)
Alice Engel (V. i. S. d. P.)
- Bildnachweis:** Regierungspräsidium Kassel, Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe
- Satz & Gestaltung:** pfannebecker kommunikationsdesign, Wiesbaden
- Druck:** Dezember 2020

Social Media

Kanal	URL	
Internet	www.soziales.hessen.de www.arbeitswelt.hessen.de	
Facebook 	https://www.facebook.com/SozialHessen/	@ SozialHessen
Twitter 	https://www.twitter.com/SozialHessen/	@ SozialHessen
Instagram 	https://www.instagram.com/sozialhessen/	@ sozialhessen
Flickr 	https://www.flickr.com/photos/sozialhessen/	

HESSEN



Hessisches Ministerium für Soziales und Integration

Sonnenberger Straße 2/2a

65193 Wiesbaden

Quarzstaub

Hartholzstaub

Dieselmotoremissionen

Trichlorethylen

Chrom(VI)-Verbindungen

Nickel-Verbindungen