BG ETEM
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse

Gefahrstoffe im Elektromaschinenbau

Gefährdungsbeurteilung
Beispiele aus dem Betriebsalltag

Ihre gesetzliche Unfallversicherung

Bestell-Nr. S016
Unsere Medien für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz
erhalten Sie unter medien.bgetem.de

Bildnachweise:
BG ETEM
industrieblick/adobe.stock.com-53479448 (Seite 3)

5 · 1 · 3 – Stand: 09/25 – Alle Rechte beim Herausgeber
Gedruckt auf Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft

Fragen zu Sicherheit und Gesundheit?
Ausführliche Informationen zu allen Fragen rund um Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie Kontaktmöglichkeiten finden Sie auf unserer Webseite unter
www.bgetem.de

Gefährdungsermittlung und -beurteilung im Elektromaschinenbau 3

Gefährdungen und Arbeitsvorgänge im Elektromaschinenbau 4

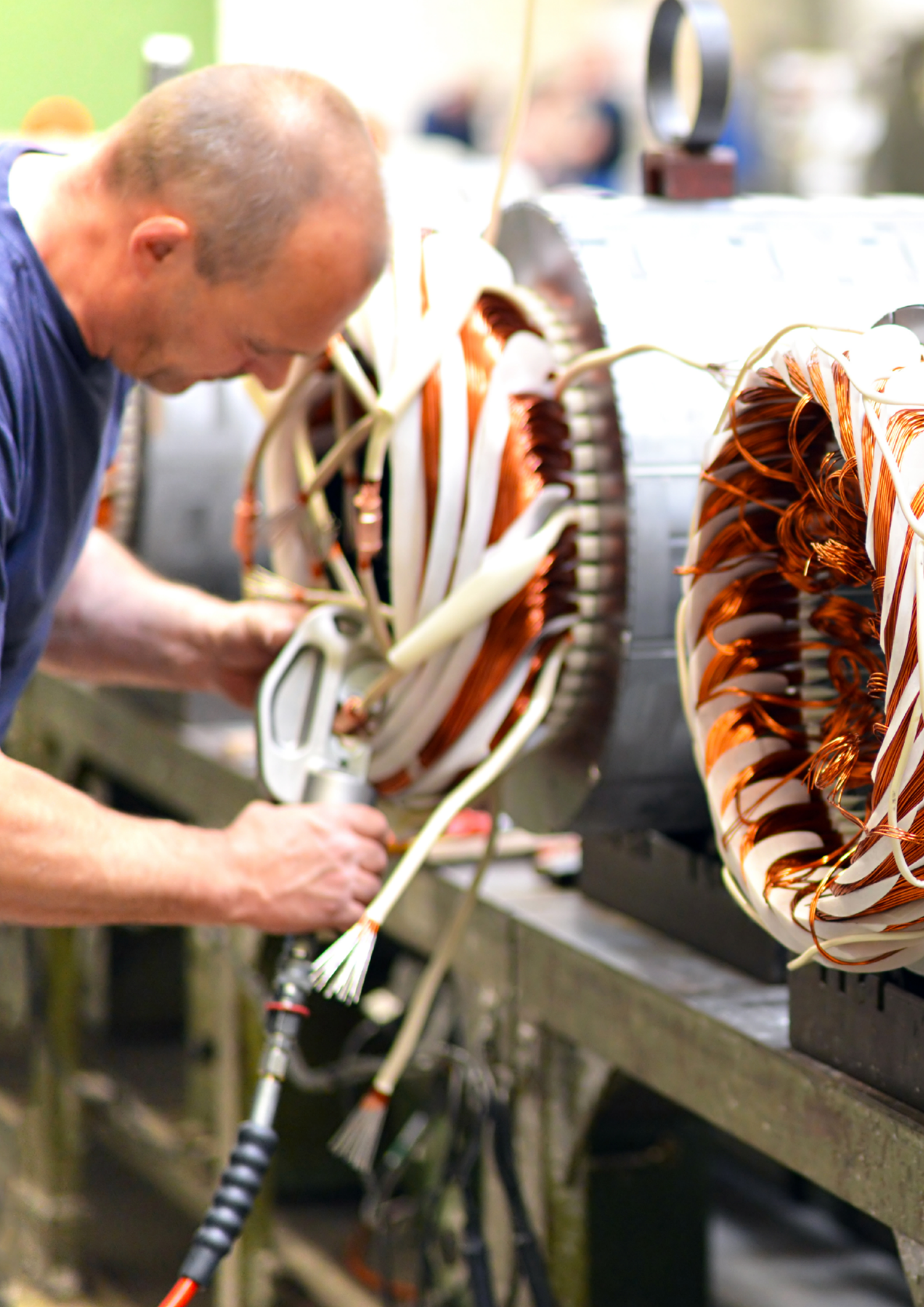
Gefährdungen im Elektromaschinenbau ... 5
Arbeitsvorgänge in Reparaturbereichen ... 7
Gefahrstoffe, differenziert nach Arbeitsvorgängen ... 12

Gefährdungsermittlung und -beurteilung 14

Gefährdungsermittlung ... 15
Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten ... 20

Anhänge 31

Anhang 1 Betriebsanweisungen ... 32
Anhang 2 Arbeitsvorgänge, mögliche Gefahrstoffe, Gefährdungen und Schutzmaßnahmen ... 34
Anhang 3 Musterdokument für die Gefährdungsbeurteilung „Manuelles Tränken von Wicklungen“ ... 37
Anhang 4 Vorschriften und Regeln/Gesetze, Verordnungen/Berufsgenossenschaftliche Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit ... 39



Gefährdungsermittlung und -beurteilung im Elektromaschinenbau

Bei der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse sind ca. 2.000 Betriebe des Elektromaschinenbaus mit etwa 88.000 Beschäftigten versichert.

Hierzu zählen

- Motorenhersteller (Serienfertigung)
- Reparaturbetriebe inkl. Einzelfertigung

Nach wie vor bestehen in einigen Betrieben Probleme im Arbeitsschutz bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. Dies gilt sowohl für die Durchführung der Gefährdungsermittlung und -beurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz wie auch für die Informationsermittlung, die Gefährdungsbeurteilung und die sich daraus ergebenden allgemeinen und besonderen Schutzmaßnahmen nach der Gefahrstoffverordnung.

In den folgenden Ausführungen werden die Schwerpunkte auf den Reparaturbereich gelegt. Für die Herstellung von Elektromotoren können aber durchaus einzelne Abschnitte in Analogie angewendet werden.

Gefährdungen und Arbeitsvorgänge im Elektromaschinenbau

Gefährdungen im Elektromaschinenbau 5
Arbeitsvorgänge in Reparaturbereichen des Elektromaschinenbaus 7
Gefahrstoffe, differenziert nach Arbeitsvorgängen 12

Gefährdungen im Elektromaschinenbau

Analyse der Gefährdungen

An Arbeitsplätzen des Elektromaschinenbaus können u. a. mechanische, elektrische, biologische, thermische und physikalische sowie chemische Gefährdungen auftreten. Zur Analyse dieser Gefährdungen müssen Arbeitsbereiche und Tätigkeiten systematisch untersucht werden.

Die Gefährdungen sind zu ermitteln und zu beurteilen, um entsprechende Schutzmaßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz ableiten zu können. Als Hilfestellung dazu wurden die möglichen Gefährdungs-/Belastungsfaktoren zusammengestellt und in so genannte Faktorenklassen eingeteilt.

Die auf der nächsten Seite abgebildete Übersicht „Klassifikation der Gefährdungen“ dient als Checkliste, um möglichst alle Gefährdungen, die von Maschinen, Anlagen, Tätigkeiten oder Gefahrstoffen ausgehen, zu erfassen.

Für den Elektromaschinenbau kann die auf diese Branche angepasste Übersicht angewendet werden.



Hinweis:
Zur Analyse von Gefährdungen müssen Arbeitsbereiche und Tätigkeiten systematisch untersucht werden.

Klassifikation der Gefährdungen

1.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Mechanische Gefährdung	ungeschützte bewegte Maschinen-teile	Teile mit gefährlichen Oberflächen	bewegte Transportmit-tel, bewegte Arbeitsmittel	unkontrolliert bewegte Teile	Sturz auf der Ebene, Stolpern, Umknicken, Fehltreten	Absturz
2.	2.1					
Elektrische Gefährdung	gefährliche Körperströme					
3.	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
Gefahrstoffe	Gase	Dämpfe	Aerosole	Flüssigkeiten	Feststoffe	
5.	5.1					
Brand- und Explosions-gefährdung	Brandgefähr-dung durch Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase					
6.	6.1					
Thermische Gefährdung	Kontakt mit heißen Medien					
7.	7.1					
Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkung	Lärm					
8.	8.1	8.2	8.3			
Gefährdungen durch Arbeits-umgebungs-bedingungen	Klima	Beleuchtung	Raumbedarf, Verkehrswege			
9.	9.4					
Physische Belastung/ Arbeits-schwere	Kombination aus statischer und dynami-scher Arbeit					
11.	11.1	11.2				
Sonstige Gefährdungen	ungeeignete persönliche Schutz-ausrüstung	Hautbelastung				
13.	13.1	13.3	13.4	13.5	13.6	
Organisation	Arbeitsablauf	Qualifikation	Unterweisung	Verantwortung	Organisation allgemein	

In den folgenden Ausführungen werden ausschließlich die Gefährdungen behandelt, die durch gesundheitsgefährdende Stoffe am Arbeitsplatz (Zeile „3. Gefahrstoffe“) verursacht werden. Gefährdungen durch brand- und explosionsgefährliche Stoffe werden in dieser Broschüre nicht näher behandelt.

Quelle: Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung, Verlag Technik und Information, **www.vti-bochum.de**

Tabelle 1: Klassifikation der Gefährdungen

Arbeitsvorgänge in Reparaturbereichen des Elektromaschinenbaus

Annahme von Elektromotoren

Im Annahmebereich werden Elektromotoren mit unterschiedlichen Defekten (mechanische, elektrische Fehler) angeliefert. Einzelne Motoren sind erheblich verschmutzt. Die Verschmutzungen entstammen in der Regel den Einsatzbereichen. Sie können aber auch durch ausgetretene Betriebsstoffe (z. B. Öle, Fette) oder Verschleißprozesse (z. B. Abrieb) verursacht sein (**Abb. 1**).



Abb. 1: Angelieferte, ungereinigte Tauchpumpe

In älteren Motoren könnten zur Nutauskleidung sowie als Nutverschluss asbesthaltige Materialien eingesetzt worden sein.

Als Nutauskleidung wurde teilweise bis ca. 1970 sogenannter Asbestspan als Isolierstreifen verwendet. Dabs sind zellulosegebundene Pressplatten (0,2 bis 2 mm Stärke) mit 40 bis 60 % Asbest. Dieses Material wurde beim Aufbau der Motoren als Zwischen- und Deckstreifen bzw. als Nutauskleidung eingesetzt. Heute wird dazu u. a. Nomex-Hartpapier verwendet.

Bis etwa 1988 wurden Nutverschlusskeile aus phenolharzgebundenem Stangenmaterial mit einem Asbestgehalt von ca. 40 bis 60 % benutzt. Die einzelnen Nutverschlusskeile wurden per Hand angeschliffen und mit dem Hammer längs der Nut eingetrieben.

Asbest (ca. 1,5 %) kann aber auch in magnetischer Nutverschlussmasse für Hochspannungsmaschinen bis 1994 vorhanden gewesen sein. Die pastöse Masse wurde aus Kartuschen maschinell in die Nuten eingedrückt.

Im Pumpenbau (nicht direkt am Motor) wurden bis Ende der 80er Jahre auch asbesthaltige Dichtungen an Verschraubungen eingesetzt. Weiterhin kamen asbesthaltige textile Gewebe als Umhüllung oder Isolierung an Anschlüssen und Wicklungen (Generatorenbau) zum Einsatz.

Eine besondere Verschmutzung liegt vor, wenn die Motoren einem Brandereignis oder anderen Störungen ausgesetzt waren.

Wird bei der Annahme festgestellt, dass asbesthaltige Teile im Motor eingebaut sind bzw. nicht ausgeschlossen werden können, sind die Forderungen nach der TRGS 519 „Asbest – Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“ zu beachten. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass asbesthaltige Materialien auch noch in neueren Motoren (Hersteller außerhalb der Europäischen Union) enthalten sein könnten.

Je nach Art und Grad der Verschmutzung des Motors werden dann diverse Reinigungsschritte notwendig.

Reinigung

Um die eigentliche Reparatur ausführen zu können, wird zunächst eine Grobreinigung an den angelieferten Motoren vorgenommen.

Die Reinigung erfolgt u. a.

- mit Hochdruckreinigern (**Abb. 2**) oder in einzelnen Fällen mit Druckluft (Abblasen staubiger Verunreinigungen) in abgesaugten Kabinen
- manuell an Waschplätzen (durch Tauchen oder Bürsten)
- in Strahlkabinen

Als Reinigungsmittel werden dazu u. a. alkalische Reiniger, Kaltreiniger, lösemittelhaltige Reiniger oder entsprechende Strahlmittel verwendet.



Abb. 2: Einsatz eines Hochdruckreinigers

Hinweis:
Die Gefahrstoffverordnung verbietet das Abblasen von Stäuben. Es ist nur in abgesaugten Kabinen gestattet und sollte möglichst vermieden werden.

Eingangsprüfung und Fehlerermittlung

In diesem Arbeitsbereich werden der Motor bzw. die Gerätekombination (z. B. Motor/Pumpe bzw. Motor/Getriebe) elektrisch bzw. mechanisch geprüft, um das Vorhandensein und das Ausmaß des Schadens bzw. des Verschleißzustandes festzustellen. Dabei wird festgelegt, welche Reparaturen notwendig sind.

Bei diesem Arbeitsschritt kann je nach verwendetem Reinigungsmittel eine geringe inhalative Exposition oder ein dermaler Kontakt zu Reinigungsmittelrückständen nicht völlig ausgeschlossen werden.

Demontage

Im Wesentlichen wird hier der Motor demontiert bzw. in seine Baugruppen zerlegt (**Abb. 3**). Dazu gehören die Prüfung von Spalt- und Wellenmaßen und eine Sichtprüfung elektrischer Teile.

Bei diesen Tätigkeiten ist ein Kontakt zu

- Ölen und Fetten
- Stäuben (z. B. Abrieb von Kohlebürsten und Kupfer)

möglich.

Werden bei der Demontage asbesthaltige Bauteile erkannt, sind umgehend weitergehende Schutzmaßnahmen nach TRGS 519 umzusetzen. Dazu hat der Betrieb personelle und sachliche Voraussetzungen zu schaffen.



Abb. 3: Demontage eines Motors

Mechanische Aufarbeitung

Hierzu zählt das Aufarbeiten von Kollektoren und Wellen.

Bei diesem Arbeitsschritt können verschiedene Schweißverfahren zum Einsatz kommen. Anschließend werden die Teile spanend bearbeitet, wobei sowohl wassergemischte als auch nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe Anwendung finden können.

Entfernen der alten Wicklungen

Das Entfernen der Wicklungen erfolgt entweder nur mechanisch (**Abb. 4**) oder nach chemischer oder thermischer Vorbehandlung des Isoliermittels (Tränkharz oder Lack).



Abb. 4: Mechanisches Herausreißen alter Wicklungen

Die chemische Vorbehandlung kann durch Eintauchen in Lösemittel vorgenommen werden. Die thermische Vorbehandlung erfolgt entweder manuell mit Schweißbrennern, durch induktives Erwärmen oder in speziellen Öfen, die teilweise mit einer thermischen Nachverbrennung ausgestattet sind (**Abb. 5**).

Je nach Verfahren können bei der Vorbehandlung Gefahrstoffe in unterschiedlicher Form (z. B. Gase, Dämpfe, Stäube, Rauche) freigesetzt werden. Nach dem Entfernen der Wicklungen werden noch anhaftende Verunreinigungen durch mechanische Verfahren (u. a. Bürsten, Abwischen, in einigen Fällen auch Ausblasen) entfernt. Dabei können verfahrensbedingt Stäube entstehen.



Abb. 5: Beladung eines Anwärmofens

Herstellen von Wicklungen (Wickeln)

In diesem Arbeitsschritt werden die einzelnen Wickelpakete hergestellt. Für das Verbinden der Wicklungen wird der Lackdraht an den Anschlussstellen vom Überzug (Lack) befreit. Dies erfolgt durch Abbrennen mit der Flamme oder durch Abziehen des Lacküberzuges. Die freigelegten Enden werden dann entweder in einem Tauchbad oder mit dem Lötkolben verzinnt.

Hierbei treten Lötrauche auf und es können Pyrolyseprodukte aus den Drahtlacken entstehen.

Montage der Wicklungen und elektrischer Anschluss

Die einzelnen Wickelpakete werden in den Rotor bzw. Stator eingebaut (**Abb. 6**).

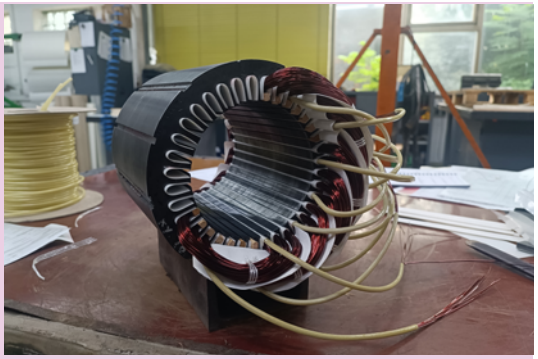


Abb. 6: Einbringen von Wickelpaketen in einen Stator

Anschließend werden die Wicklungen elektrisch verbunden, indem die Enden miteinander verlötet werden (Abb. 7). Dies erfolgt durch Weich- oder Hartlötverfahren, wobei Lötrauche freigesetzt werden.

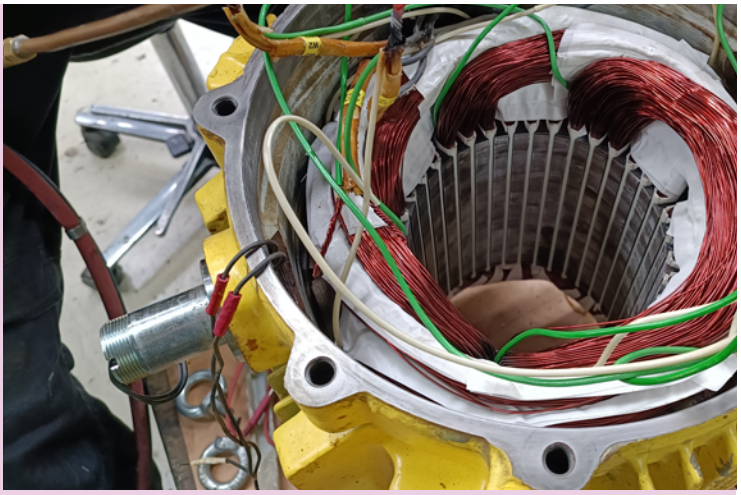


Abb. 7: Verlöten der Wickelpakete

Tränken und Trocknen

Die Wicklungen werden in diesem Arbeitsschritt mit speziellen Lacken oder Harzen getränkt. Folgende Verfahren finden dabei Anwendung:

- Träufeln (Abb. 8)
- Tauchen
- Tränken unter Vakuum (Abb. 9)

Unmittelbar an das Tränken schließt sich eine Abtropfphase (wenige Minuten) an. Der größte Anteil der flüchtigen Bestandteile aus den Tränkmitteln wird hierbei freigesetzt. Probleme können sich insbesondere dann zeigen, wenn die Abtropfbereiche nicht abgesaugt sind.

Nach dem Abtropfen werden die Lacke/Harze im Trockenofen ausgehärtet.



Abb. 8: Anwendung des Träufelverfahrens



Abb. 9: Vakuumtränkanlage

Nachbehandlung und Zusammenbau

Nach dem Trocknungsprozess werden angetrocknete Lacknasen und Unregelmäßigkeiten u. a. mit Schmirgelpapier, einem Spachtel oder Stechbeitel entfernt. Weiterhin müssen vorgegebene Flächen am Rotor und am Stator von den Lacküberzügen befreit werden. In beiden Fällen können Stäube freigesetzt werden.

Der Rotor wird anschließend ausgewuchtet, wobei z. B. spezielle Kitte als Wuchtgewichte eingesetzt werden. Danach erfolgt der Zusammenbau. Bei Bedarf kommen Schmierfette zum Einsatz. Unterschiedlichste Lacke dienen einem auf Kundenwunsch vorgenommenen Farbanstrich des Motors bzw. der Gerätekombination.

Gefahrstoffe, differenziert nach Arbeitsvorgängen

Analyse der Gefährdungen

Wer im Betrieb Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sicher durchführen will, muss genau wissen, welche Gefahrstoffe eingesetzt werden bzw. bei welchen Arbeitsprozessen Gefahrstoffe verfahrensbedingt entstehen. Die Unternehmensführung hat die damit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, zu beurteilen und entsprechende Schutzmaßnahmen festzulegen. Die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung erfordert eine entsprechende Fachkunde.

Erste Hinweise darauf, dass es sich um einen Gefahrstoff handelt, welche gefährlichen Eigenschaften dieser besitzt, erhält die Unternehmensleitung aus der Kennzeichnung und dem Sicherheitsdatenblatt. Hierbei ist insbesondere auf Aktualität des Sicherheitsdatenblattes zu achten.

Gefahrstoffe können aber auch bei der Verwendung entstehen – selbst wenn die Arbeitsstoffe nicht kennzeichnungspflichtig sind. Beispiele dafür sind Lötrauche beim Einsatz von Loten, Pyrolyseprodukte beim Flämmen oder Stäube beim Schleifen. Die Vorgesetzten müssen in jedem Fall prüfen, ob bei den vorgesehenen Tätigkeiten stoffbedingte Gefahren bei der Verwendung oder im Fertigungsprozess entstehen.

Zusätzlich muss immer wieder auftragsbezogen geprüft werden, ob und welche weiteren Gefahrstoffe zu berücksichtigen sind, z. B. innere oder äußere Verunreinigungen aus dem Einsatzfeld.

In **Tabelle 1** sind für die einzelnen Arbeitsvorgänge mögliche Gefahrstoffe aufgelistet:

Nr.	Arbeitsvorgang	mögliche Gefahrstoffe
3.1	Annahme	Öle und Fette Rückstände aus den Einsatzbereichen (Gefahrstoffe aller Art sowie Biostoffe) Brandrückstände/Pyrolyseprodukte
3.2	Reinigung	Kaltreiniger Lösemittelhaltige Reiniger Alkalische Reiniger Aerosole beim Einsatz von Hochdruckreinigern Staubige oder faserförmige Verunreinigungen Stäube von Kohlebürsten Brandrückstände aus den Motorenwicklungen Strahlmittel
3.3	Eingangsprüfung	ggf. Rückstände aus dem Reinigungsprozess
3.4	Demontage	Öle und Fette Stäube von Kohlebürsten und Kupfer
3.5	Mechanische Aufarbeitung	Schweißrauche Kühlschmierstoffe Schleif- bzw. Metallstäube
3.6	Entfernen der Wicklungen	Schleif- bzw. Kupferstäube Lösemittel Pyrolyseprodukte aus Lacken, Kunststoffen, Ölen
3.7	Herstellen von Wicklungen	Pyrolyseprodukte, wenn Lack vom Draht mit der Flamme entfernt wird Lötrauche
3.8	Montage der Wicklungen und elektrischer Anschluss	Löt-/Schweißrauche Weichlöten: Metalloxide je nach Lot, Aldehyde (aus Flussmittel) Hartlöten: Metalloxide je nach Lot, Chloride, Fluoride
3.9	Tränken und Trocknen	Lacke oder Harze Lösemittel
3.10	Nachbehandlung, Zusammenbau	Schleifstäube von Lacken Öle und Fette Anstrichstoffe und deren Komponenten Auswuchtkitt

Tabelle 1: Mögliche Gefahrstoffe bei den einzelnen Arbeitsvorgängen im Reparaturbereich

Gefährdungsermittlung und -beurteilung

Gefährdungsermittlung und -beurteilung 15

Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten 20

Gefährdungsermittlung und -beurteilung

Pflicht zur Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen

Die Unternehmensleitung darf, unabhängig von der Zahl der Beschäftigten, eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung vorgenommen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen wurden.

Das Unternehmen ist verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Sind die Führungskräfte selbst nicht fachkundig, haben sie für eine fachkundige Beratung zu sorgen. Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärztinnen und Betriebsärzte werden in der Gefahrstoffverordnung explizit als mögliche fachkundige Personen genannt.

Die Beurteilung weiterer Faktoren nach Arbeitsschutzgesetz, wie mechanische Gefährdungen, elektrische Gefährdungen, spezielle physikalische Gefährdungen etc. bleibt hiervon unberührt.



Informationsermittlung

Für jede Tätigkeit mit Stoffen, Gemischen oder Erzeugnissen müssen die möglichen Gefahren ermittelt werden. **Tabelle 2** enthält wichtige Hinweise für die Informationsermittlung nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Die TRGS 400 „Gefährdungsermittlung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ beschreibt detailliert die Vorgehensweise bei der Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung.

Anforderung	Hinweise, Erläuterungen
Gefährliche Eigenschaften der Stoffe oder Gemische	Erste Hinweise, welche gefährlichen Inhaltsstoffe in den Produkten vorhanden sind, erhält man aus der Kennzeichnung der Gebinde und aus dem Sicherheitsdatenblatt. Aber es ist auch darauf zu achten, ob verfahrensbedingt Stoffe entstehen – haben diese ggf. gefährliche Eigenschaften?
Informationen des Lieferanten zum Gesundheitsschutz und zur Sicherheit insbesondere im Sicherheitsdatenblatt, einschließlich der Angaben zu Zulassungspflicht und zu Herstellungs- und Verwendungsbeschränkungen	Nach der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) muss der Inverkehrbringer spätestens bei der ersten Lieferung ein Sicherheitsdatenblatt, das den Anforderungen nach Artikel 31 in Verbindung mit Anhang II entspricht, übermitteln. Insbesondere die unter Position 2 „Mögliche Gefahren“ und unter Position 3 „Zusammensetzung/ Angaben zu Bestandteilen“ aufgeführten Hinweise können für die Informationsermittlung sehr gut herangezogen werden.
Ausmaß, Art und Dauer der Exposition unter Berücksichtigung aller Expositionswege; dabei ist zu berücksichtigen, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden.	Die inhalative Exposition kann z. B. durch Messungen der Konzentration des Gefahrstoffes in der Luft am Arbeitsplatz, durch zuverlässige Berechnungen oder durch Vergleiche mit Tätigkeiten mit bekannter Exposition erfolgen. Die dermale Exposition kann durch Abschätzung der stoffbezogenen, schädigenden Eigenschaften unter Berücksichtigung von Art, Dauer und Fläche des Hautkontaktes erfolgen. Bei erkennbar mangelhafter Hygiene ist eine orale Aufnahme nicht auszuschließen.
Physikalisch-chemische Wirkungen	Hier ist insbesondere das Brand- und Explosionsverhalten von Gefahrstoffen zu berücksichtigen, aber auch die sonstigen Gefahren, wie Erstickungsgefahr durch Sauerstoffmangel bzw. -verdrängung oder die tiefkalte Eigenschaft von Trockeneis.
Möglichkeiten einer Substitution von Stoffen oder Verfahren	Das in der TRGS 600 Anhang 2, Tabelle 5 enthaltene „Spaltenmodell“ ermöglicht dies u. a. durch Vergleich der H-Sätze, der Einstufung und einiger sicherheitstechnischer Kennzahlen (Dampfdruck, Flammpunkt, Wassergefährdungsklasse).
Arbeitsbedingungen und Verfahren, einschließlich der Arbeitsmittel und der Gefahrstoffmenge	Neben den reinen Stoffeigenschaften aus dem Sicherheitsdatenblatt sollten hier insbesondere verfahrenstechnische Parameter, wie Verarbeitungstemperatur/-druck, Staubentwicklung usw. berücksichtigt werden.
Grenzwerte und Konzentrationen	Arbeitsplatzgrenzwerte oder weitere Beurteilungsmaßstäbe sind dem technischen Regelwerk und dem Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen. Zur Gefährdungsbeurteilung kann z. B. das „einfache Maßnahmenkonzept“ (EMKG) der BAuA herangezogen werden.

Anforderung	Hinweise, Erläuterungen
Wirksamkeit der getroffenen oder zu treffenden Schutzmaßnahmen	Ob eine Schutzmaßnahme ausreichend wirksam ist, kann erst nach der Wirksamkeitsprüfung festgestellt werden. Dies kann z. B. durch eine Messung der Konzentration im Arbeitsbereich oder durch regelmäßige Prüfung der lüftungstechnischen Einrichtung erfolgen. Mit Rauchröhrchen kann auf einfachste Weise z. B. die Luftführung orientierend geprüft werden.
Schlussfolgerungen aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge, einschließlich psychischer Belastungen	Hier können Erfahrungen und Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge, z. B. aus dem Biomonitoring, anonymisiert Eingang in die Gefährdungsbeurteilung finden.

Tabelle 2: Anforderung nach § 6 Abs. 1 GefStoffV

Gefahrstoffverzeichnis

Die ermittelten Gefahrstoffe sind in ein Gefahrstoffverzeichnis aufzunehmen.

Das Gefahrstoffverzeichnis ist eine Auflistung der gekennzeichneten Gefahrstoffe aus den einzelnen Arbeitsbereichen sowie jener Gefahrstoffe, die bei Tätigkeiten entstehen und freigesetzt werden können. Das Verzeichnis muss mindestens folgende Angaben enthalten und ist regelmäßig zu aktualisieren:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes
- Einstufung des Gefahrstoffes oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften
- Mengenbereiche des Gefahrstoffes im Betrieb
- Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird
- Verweis auf aktuelle Sicherheitsdatenblätter

Für Brandrückstände, Pyrolyseprodukte, Biostoffe, Lötrauche und Schleifstäube können im Gefahrstoffverzeichnis in der Regel keine Angaben zur verwendeten Menge angegeben werden. Stattdessen sollte ein Hinweis auf die verursachende Tätigkeit aufgenommen werden.

Ermittlung der inhalativen Exposition

Bei den einzelnen Arbeitsvorgängen kann nicht ohne weiteres ausgeschlossen werden, dass verschiedene Gefahrstoffe (z. B. Lösemittel, Epoxidharze, Lacke) in der Luft am Arbeitsplatz auftreten.

Das Unternehmen ist deshalb verpflichtet, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung für die jeweiligen Arbeitsverfahren die Konzentration der Gefahrstoffe in der Luft am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu beurteilen. Möglich ist dies durch Gefahrstoffmessungen, zuverlässige Berechnungen oder Vergleich von Arbeitsplätzen mit bekannter Exposition.

Ermittlung der dermalen Exposition

Besteht die Möglichkeit eines Hautkontakts mit Gefahrstoffen, so sind diese Gefährdungen gemäß TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ zu beurteilen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.

Dazu ist insbesondere zu prüfen, ob die eingesetzten Stoffe folgende Eigenschaften besitzen:

- hautgefährdende Eigenschaften wie Ätz-/Reizwirkung oder Sensibilisierung
- hautresorbtive Eigenschaften

Nähere Hinweise zur Informationsermittlung enthält die vorgenannte TRGS 401. Bei der Beurteilung dermaler Gefährdungen wird dringend empfohlen, arbeitsmedizinischen Sachverstand hinzuzuziehen.

Im Bereich des Elektromaschinenbaus sind insbesondere nachfolgende Hinweise von Bedeutung.

Bei der Ermittlung sind auch nicht eingestufte Stoffe wie z. B. Abfälle, Altöle, Abwässer, Kühlschmierstoffe, gebrauchte Motorenöle, Desinfektionsmittel, Anwendungslösungen von Detergenzien oder Bestandteile von Pflanzen und Tieren zu berücksichtigen.

Stoffe, die selbst nicht hautresorptiv sind, können in Kombination mit anderen Stoffen im Gemisch durchaus über die Haut aufgenommen werden („Carrier-Effekt“).

Auch Stoffe, die bei Tätigkeiten freigesetzt werden können, können hautgefährdende Wirkung haben, wie z. B. bei Schleifarbeiten, Reinigungsarbeiten, Rückstände aus kontaminierten Bereichen.

Allergene Stoffe sind im Sicherheitsdatenblatt nicht immer angegeben. Sofern sich Anhaltspunkte auf entsprechende Inhaltsstoffe ergeben, sind beim Lieferanten weitere Informationen zu beschaffen und zu berücksichtigen.

In die Informationsermittlung sind Art, Ausmaß und Dauer des Hautkontaktes einzubeziehen. Hilfestellung hierzu enthält die TRGS 401 mit der Gefährdungsmatrix in Tabelle 2.

Beurteilung der Gefährdung

Anhand der ermittelten Informationen ist die Gefährdung bei Tätigkeiten der Beschäftigten zu beurteilen, wobei inhalative, dermale und physikalisch-chemische Gefährdungen zunächst getrennt voneinander zu beurteilen und in der Gesamtbeurteilung zusammenzuführen sind.

Je nach Grad der Gefährdung kommen nach der Gefahrstoffverordnung verschiedene Schutzmaßnahmenpakete zur Anwendung:

- Grund- und allgemeine Schutzmaßnahmen sind bei allen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen umzusetzen
- zusätzliche, anlassbezogene Schutzmaßnahmen, z. B. bei Grenzwertüberschreitungen
- besondere Schutzmaßnahmen bei KMR[1]-Stoffen

In jedem Fall sind aber noch mögliche Brand- und Explosionsgefahren (§ 12 und Anhang I Nr. 1 GefStoffV) in der Gefährdungsbeurteilung zu bewerten und ggf. weitergehende Schutzmaßnahmen zu treffen.

Dieser Zusammenhang wird durch das Ablaufschema in **Abb. 10** verdeutlicht.

Weitere Infos:
Der „Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV“ (Bestell-Nr. S017, **medien.bgetem.de, Webcode: M19359474**) enthält über das Ablaufschema hinaus weitere nützliche Hilfestellungen.

1 **K**rebserzeugende, Keimzell**m**utagene und **R**eproduktionstoxische Stoffe

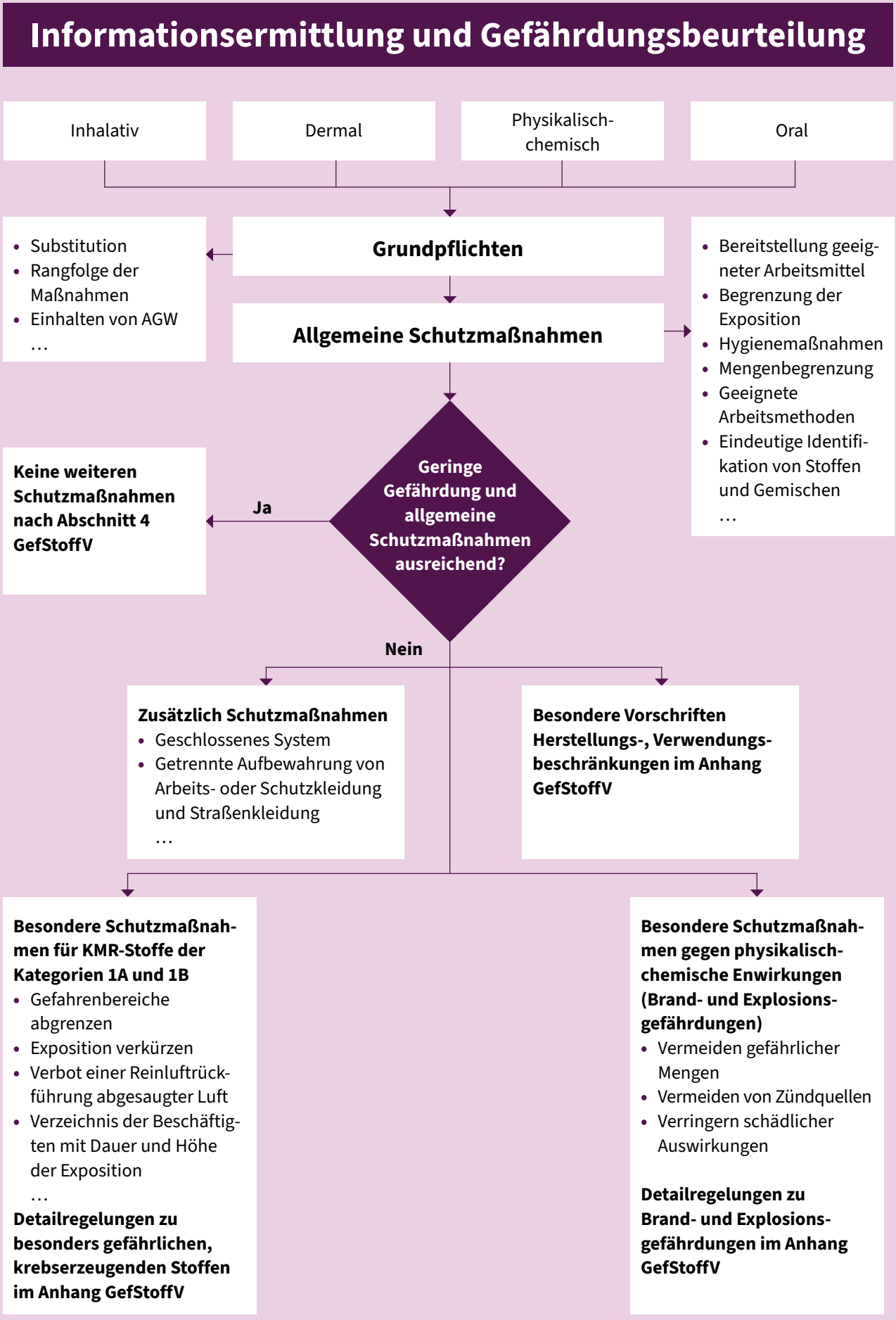


Abb. 10: Ablaufschema zur Informationsermittlung und Schutzmaßnahmen

Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten

Grundpflichten

Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Gesundheitsgefahren durch Gefahrstoffe müssen bereits im Vorfeld, also vor Aufnahme der Tätigkeit, ausgewählt und umgesetzt werden.

Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind die Schutzmaßnahmen auszuwählen. Immer sind hierbei die so genannten Grundpflichten zu berücksichtigen. Dazu gehören neben der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung:

- Substitutionsprüfung
- Minimierungsgebot
- Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (**T-O-P**)
- Überprüfung der Funktion und Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen mit Dokumentation
- Überprüfung der Einhaltung von Grenzwerten, z. B. durch Arbeitsplatzmessungen
- Auswahl, Bereitstellung, Anwendung sowie Aufbewahrung, Prüfung und Reinigung der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung
- Prüfung der Notwendigkeit und der Art der arbeitsmedizinischen Vorsorge

Die weiteren im Betrieb umzusetzenden Schutzmaßnahmen ergeben sich aus einem abgestuften Maßnahmenkonzept (siehe auch Tabelle 3).

Substitution

Ziel der Substitution ist es, die Exposition zu vermeiden oder zumindest wirksam zu reduzieren. Dazu sind die verwendeten Einsatzprodukte daraufhin zu überprüfen, ob es Produkte gibt, die weniger gefährliche Eigenschaften haben. Auch die eingesetzten Verfahren sind auf ihr Freisetzungsverhalten hin zu überprüfen und ggf. durch solche zu ersetzen, die weniger Gefahrstoffe freisetzen.

Minimierung

Das Minimierungsgebot dient dazu, die vorhandene Gefährdung auf ein möglichst ungefährliches Maß zu reduzieren. Die Minimierung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen wird in der Regel erreicht, indem Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik umgesetzt werden. Hinweise, mit welchen bewährten Maßnahmen die Exposition bei einzelnen Tätigkeiten im Elektromaschinenbau minimiert werden kann, finden sich in den folgenden Kapiteln.

Rangfolge der Schutzmaßnahmen

Technische Schutzmaßnahmen bieten in der Regel den besten Schutz und wirken unabhängig von den Mitarbeitenden. Daher sind diese vorrangig einzusetzen.

Reichen diese technischen Schutzmaßnahmen nicht aus, müssen weitere organisatorische und personenbezogene Schutzmaßnahmen zum Einsatz kommen.

Erst wenn durch Ausschöpfung aller technischen und organisatorischen Maßnahmen die Gefährdung nicht auf ein sicheres Maß reduziert werden kann, ist eine ausreichende persönliche Schutzausrüstung (PSA) festzulegen und bereitzustellen. Diese bereitgestellte PSA ist von den Beschäftigten bestimmungsgemäß zu benutzen.

Da die persönliche Schutzausrüstung häufig mit einer Belastung der betroffenen Person verbunden ist, sind vorrangig technische und organisatorische Schutzmaßnahmen umzusetzen.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Pflichtvorsorge

Eine arbeitsmedizinische Vorsorge ist Pflicht, wenn u. a. folgende Stoffe zum Einsatz kommen und die Grenzwerte überschritten sind oder ein Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann:

- alveolengängiger Staub (A-Staub)
- Asbest
- Benzol
- Beryllium
- Chrom-VI-Verbindungen
- einatembarer Staub (E-Staub)
- Fluor und anorganische Fluorverbindungen
- Nickel und Nickelverbindungen
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (Pyrolyseprodukte aus organischem Material)
- Platinverbindungen
- Styrol
- Toluol
- …

[vollständige Liste gemäß ArbMedVV enthält weitere Stoffe]

Weitere Pflichtanlässe sind

- Feuchtarbeit von regelmäßig vier Stunden oder mehr je Tag
- Schweißen und Trennen von Metallen bei Überschreitung einer Schweißrauch-Luftkonzentration von 3 mg/m³
- Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Isocyanaten, bei denen ein regelmäßiger Hautkontakt nicht ausgeschlossen werden kann oder eine Luftkonzentration von 0,05 mg/m³ überschritten wird
- Tätigkeiten mit dermaler Gefährdung oder inhalativer Exposition mit Gesundheitsgefährdung, verursacht durch Bestandteile unausgehärteter Epoxidharze, insbesondere durch Versprühen von Epoxidharzen

Angebotsvorsorge

Eine arbeitsmedizinische Vorsorge ist anzubieten,

- wenn die Grenzwerte der o. g. Stoffe oder Verfahren eingehalten sind
- bei Tätigkeiten mit folgenden Stoffen oder deren Gemischen: n-Hexan, n-Heptan, 2-Butanon, 2-Hexanon, Methanol, Ethanol, 2-Methoxyethanol, Benzol, Toluol, Xylol, Styrol, Dichlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen
- bei Tätigkeiten mit einem krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B, sofern nicht bereits oben genannt, und wenn eine wiederholte Exposition nicht ausgeschlossen werden kann
- bei Feuchtarbeit von regelmäßig mehr als zwei Stunden je Tag
- bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber sonstigen atemwegssensibilisierend oder hautsensibilisierend wirkenden Stoffen
- bei nicht gezielten Tätigkeiten mit Biostoffen, sofern nach der Gefährdungsbeurteilung und aufgrund der getroffenen Schutzmaßnahmen von einer Infektionsgefährdung auszugehen ist oder eine Exposition gegenüber sensibilisierend oder toxisch wirkenden biologischen Arbeitsstoffen besteht
- bei Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 2 länger als 30 min erfordern, z. B. partikelfiltrierende Halbmasken FFP 2 oder FFP 3

Allgemeine Schutzmaßnahmen

Allgemeine Schutzmaßnahmen sind immer und für alle Tätigkeiten mit Gefahrstoffen umzusetzen:

- Minimierung der Gefährdung durch geeignete Arbeitsmethoden und Verfahren nach dem Stand der Technik
- Begrenzung der Anzahl der Beschäftigten
- Begrenzung der Exposition nach Dauer und Höhe
- Hygienemaßnahmen
- Mengenbegrenzung der Gefahrstoffe am Arbeitsplatz

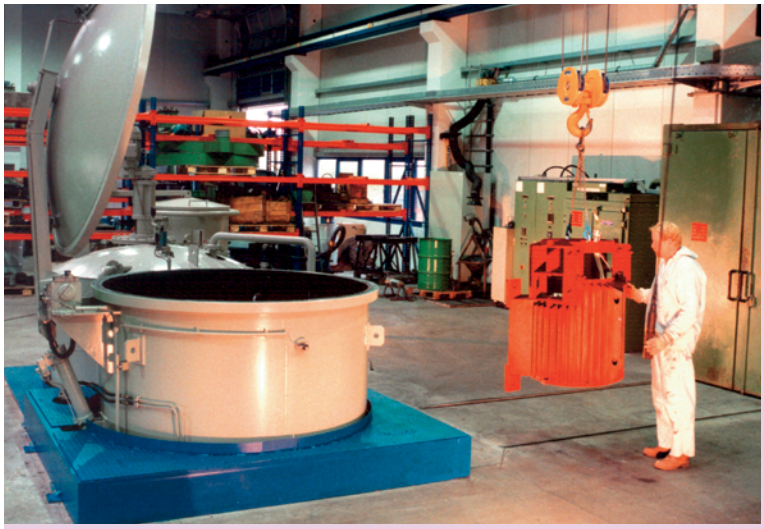


Abb. 11: Vorbildliches Arbeitsumfeld beim Betrieb einer Vakuumtränkanlage

- Kennzeichnung innerbetrieblich befüllter Gebinde
- Bei der Lagerung und Verwendung bestimmter Stoffgruppen sind weitergehende Schutzmaßnahmen notwendig:
  - Gefahrstoffe mit Einstufung als akut toxisch Kategorie 1, 2 oder 3 unter Verschluss halten.
  - Tätigkeiten mit diesen Gefahrstoffen – sowie als atemwegssensibilisierend eingestuften – dürfen nur von fachkundigen oder entsprechend tätigkeitsbezogen unterwiesenen Personen ausgeführt werden.
  - Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B dürfen nur in abgegrenzten, zugangsbeschränkten Arbeitsbereichen durch fachkundige oder entsprechend tätigkeitsbezogen unterwiesene Beschäftigte durchgeführt werden.

Gestaltung des Arbeitsplatzes

Bei der Gestaltung des Arbeitsplatzes sind bereits Belange des Arbeitsschutzes zu berücksichtigen. So sind u. a. Oberflächen von Wänden und Decken sowie von verwendeten Arbeitsmitteln so zu gestalten, dass sie leicht zu reinigen sind. **Abb. 11** zeigt eine Vakuumtränkanlage in einem Arbeitsbereich, in dem diese Forderung optimal umgesetzt ist.

Weiterhin müssen vom Arbeitsplatz separate Aufbewahrungsmöglichkeiten für die Pausenverpflegung und die Schaffung von Waschgelegenheiten mit Handtüchern, Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemitteln gewährleistet werden.

Arbeitsorganisation

Der Betrieb muss eine Organisation schaffen, welche Anforderungen an die Arbeitssicherheit während des Betriebsablaufes sicherstellt. Hierzu gehört u. a., dass Behältnisse oder Verpackungen entsprechend beschriftet, Gefahrstoffe sicher gelagert, Arbeitsbereiche regelmäßig gereinigt, Abfälle sachgerecht gesammelt und entsorgt werden. Das Unternehmen muss weiterhin Erste-Hilfe-Maßnahmen festlegen und die Beschäftigten über erforderliche Schutz- und Hygienemaßnahmen unterweisen. Die Beschäftigten haben ebenfalls Pflichten. So sind u. a. Gefahrstoffe, Schutzvorrichtungen und die zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung bestimmungsgemäß zu verwenden.

Hautschutz/Hautschutzplan

Eine Gefährdung durch Hautkontakt ist bei einigen Arbeitsvorgängen im Elektromaschinenbau gegeben. Die TRGS 401 „Gefährdungen durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ gibt praktische Hinweise, wie die dermale Gefährdung ermittelt und beurteilt werden kann. Weiterhin werden entsprechend den Gefährdungskategorien Schutzmaßnahmen behandelt. Die festgelegten Hautschutzmaßnahmen (Hautschutz, Hautreinigung, Hautpflege) sind dann in einen Hautschutzplan aufzunehmen. Verwendete Schutzhandschuhe müssen u. a. beständig und für die Einsatzzeit undurchlässig für den Gefahrstoff sein.

Zur Auswahl geeigneter Hautschutzmittel und Schutzhandschuhe siehe DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln und DGUV Regel 112-195 „Benutzung von Schutzhandschuhen“.

Für die beschriebenen Tätigkeiten können u. a. Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk sowie aus Butylkautschuk verwendet werden. Dass jeder und jede Beschäftigte ein eigenes Paar Schutzhandschuhe zur Verfügung hat, versteht sich von selbst.

Beschäftigte, die regelmäßig Hautkontakt zu den hautgefährdenden Stoffen haben, sollten nach der DGUV Empfehlung für arbeitsmedizinische Beratungen und Untersuchungen „Gefährdung der Haut“ [ehem. DGUV Grundsatz G 24 „Hauterkrankungen, mit Ausnahme von Hautkrebs“] arbeitsmedizinisch überwacht werden (arbeitsmedizinische Vorsorge).

Diese arbeitsmedizinische Vorsorge ist ebenfalls erforderlich, wenn flüssigkeitsdichte Handschuhe über einen längeren Zeitraum getragen oder die Hände häufig gewaschen werden (siehe TRGS 401).

Schutz vor Stäuben
Gefährdungen durch entstehende oder freiwerdende Stäube können u. a. bei der mechanischen Bearbeitung (z. B. beim Reinigen, Schleifen, Fräsen, Trennen oder Bohren) auftreten. In diesen Fällen ist das Arbeitsverfahren so zu gestalten ist, dass keine Stäube freigesetzt werden (z. B. geschlossene Strahlanlage, Einsatz von staubarmen Verfahren oder Geräten, Einsatz von Feucht- oder Nassverfahren). Insbesondere das Abblasen mit Druckluft ist verboten! Sind die vorstehenden Maßnahmen nicht ausreichend, müssen absaugtechnische bzw. raumlufttechnische Maßnahmen durchgeführt werden. Nähere Hinweise dazu enthält die DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“.

Schutz vor Gasen, Dämpfen und Nebeln
Wird offen mit Lösemitteln oder lösemittelhaltigen Gemischen gearbeitet, muss mit einer Gefährdung durch Dämpfe oder Nebel gerechnet werden. Auch hier ist zu prüfen, ob nicht Arbeitstechniken verwendet werden können, bei denen eine Freisetzung vermieden werden kann. Beim Ab- und Umfüllen sowie bei offener Anwendung sollte u. a. eine Absaugung oder eine ausreichende Raumlüftung vorhanden sein.

Zusätzliche Schutzmaßnahmen

Über die vorgenannten allgemeinen Schutzmaßnahmen hinausgehende Maßnahmen sind notwendig, wenn:

- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) oder biologische Grenzwerte (BGW) überschritten werden,
- bei Gefährdungen durch hautresorptive, haut- oder augenschädigende Gefahrstoffe,
- bei Gefahrstoffen ohne AGW und ohne BGW, wenn eine Gefährdung anzunehmen ist.

Bei Überschreitung der AGW ist die Gefährdungsbeurteilung erneut durchzuführen und geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um den AGW einzuhalten.

Geeignete Schutzmaßnahmen sind z. B:

- Anwendung möglichst in geschlossenen Systemen
- Einhaltung des Standes der Technik
- Bereitstellung von PSA

- getrennte Aufbewahrung von Arbeits- und Straßenkleidung
- Reinigung der durch Gefahrstoffe verunreinigten Arbeitskleidung
- Verbot der Alleinarbeit oder Umsetzung zusätzlicher Schutzmaßnahmen oder durch eine angemessene Aufsicht Alleinarbeit zusätzlich sichern (z. B. mit technischen Mitteln)

Kann trotz der Ausschöpfung aller möglichen technischen und organisatorischen Maßnahmen der AGW nicht eingehalten werden, ist persönliche Schutzausrüstung auszuwählen und bereitzustellen.

Besondere Schutzmaßnahmen für KMR-Stoffe

Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B, sind darüber hinaus weitere Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Dies trifft z. B. folgende Stoffe wie quarzhaltige Stäube, Pyrolyseprodukte oder Schweißrauche.

Wichtige Informationen

Das Verzeichnis der Beschäftigten, die Tätigkeiten mit KMR-Stoffen durchführen, kann online mit Hilfe der Zentralen Expositionsdatenbank (ZED) geführt werden: **https://zed.dguv.de/**

Ist eine Verwendung im geschlossenen System technisch nicht möglich, so ist die Exposition der Beschäftigten nach dem Stand der Technik zu minimieren:

- Ermittlung der Exposition der Beschäftigten durch Arbeitsplatzmessungen oder andere geeignete Methoden (TRGS 402) – auch erhöhte Expositionen nach unvorhersehbaren Ereignissen oder Unfällen
- Abgrenzung der Arbeitsbereiche, in denen Exposition besteht
- Zugang nur für Beschäftigte zur Ausübung ihrer Arbeit oder zur Durchführung bestimmter Aufgaben
- Beschäftigte müssen fachkundig oder tätigkeitsbezogen unterwiesen sein
- abgesaugte Luft nicht in den Arbeitsbereich zurückführen (Ausnahme: Zurückgeführte Luft ist ausreichend gereinigt)
- Umsetzung der Schutzmaßnahmenpakete in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition nach TRGS 910
- Herstellungs- und Verwendungsbeschränkungen nach Anhang II Nummer 6
- spezielle Anforderungen für Tätigkeiten mit Asbest nach § 11a in Verbindung mit Anhang I Nummer 3

Sind Grenzwerte oder Konzentrationen überschritten, so ist

1. die Expositionsdauer der Beschäftigten so weit wie möglich verkürzen,
2. geeigneter Atemschutz zur Verfügung stellen, Beschäftigte müssen persönliche Schutzausrüstung tragen
3. unverzüglich ein Maßnahmenplan zu erstellen mit dem Ziel der Einhaltung der Grenzwerte:
   I. vorgesehene Maßnahmen
   II. angestrebte Expositionsminderung sowie
   III. geplanter Zeitrahmen

   Der Maßnahmenplan ist zusammen mit der Gefährdungsbeurteilung aufzubewahren.
   Können die Grenzwerte auch nach Umsetzung des Maßnahmenplans nicht eingehalten werden, sind Tätigkeiten nur nach entsprechender Technischer Regel erlaubt
4. Verzeichnis der exponierten Beschäftigten inklusive Dauer und Höhe der Exposition
5. Meldung der ermittelten Exposition und des Maßnahmenplans an die zuständige Behörde (spätestens 2 Monate nach Aufnahme der Tätigkeit)

Branchenspezifische Schutzmaßnahmen bei den Arbeitsvorgängen

Abgeleitet aus den vorangehenden Anforderungen werden für die Branche folgende Maßnahmen als geeignet angesehen, um die Gefährdungen zu minimieren bzw. die Arbeitsplatzgrenzwerte einzuhalten:

In Tabelle 3 werden für die hauptsächlich bei den Arbeitsvorgängen eingesetzten bzw. freigesetzten Gefahrstoffe (siehe Tabelle 1) mögliche Gefährdungen und zu berücksichtigende Schutzmaßnahmen angegeben.

Nr.	Gefährdungen	Schutzmaßnahmen
3.1	• Bei Hautkontakt zu Verschmutzungen sind Entfettung der Haut sowie Reizungen und Sensibilisierungen der Haut möglich	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Ermittlung beim Auftraggeber bezüglich Verunreinigungen aus den Einsatzbereichen[1)]
3.2	• Bei Hautkontakt zu Reinigern Entfettung, ggf. Reizungen • Bei Hautkontakt zu Fasern und Brandrückständen Reizungen und ggf. Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen der Dämpfe von Kaltreinigern und aufgewirbelten Aerosolen, Stäuben und Fasern	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Ggf. Absaugung gesundheitsschädlicher Dämpfe an der Entstehungsstelle • Entfernen lose anhaftender Verunreinigungen mit einem Industriestaubsauger (mind. Staubklasse M); nicht mit Druckluft abblasen! Strahlarbeiten nur in einer geschlossenen Anlage • Atemschutz (Partikelfilterklasse P2) beim Einsatz von Hochdruckreinigern
3.3	• Keine	• Keine
3.4	• Bei Hautkontakt zu Ölen, Fetten und Stäuben Entfettung, ggf. Reizungen und Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen aufgewirbelter Stäube	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Entfernen lose anhaftender Verunreinigungen mit einem Industriestaubsauger (mind. Staubklasse M); nicht mit Druckluft abblasen!
3.5	• Bei Hautkontakt zu KSS und Stäuben Entfettung, Reizungen und ggf. Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Schweißrauchen, KSS-Dämpfen/-Aerosolen und Schleifstäuben	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe **[! ACHTUNG ! Tätigkeiten an rotierenden Werkzeugen/Werkstücken schließen das Tragen von Schutzhandschuhen aus!]** • Hautschutzplan • Absaugung der Schweißrauche sowie ggf. der KSS-Dämpfe/-Aerosole bei Tätigkeiten > ½ Stunde pro Schicht, Einsatz geprüfter Abscheider bei Reinluftrückführung **[! ACHTUNG ! Abscheider nur für Stäube (z. B. Schweißrauche) geprüft; bei Gasen und Dämpfen (z. B. KSS) i. d. R. KEINE wirksame Abscheidung möglich!]**

1) Sollten die Ermittlungen ergeben, dass zusätzliche Gefahrstoffe bzw. Biostoffe zu beachten sind, müssen weitere Schutzmaßnahmen (Dekontaminierung oder Vergabe der Arbeiten an eine Fachfirma) festgelegt werden.

Nr.	Gefährdungen	Schutzmaßnahmen
3.6	• Bei Hautkontakt zu Reinigungsmitteln und Stäuben Entfettung, ggf. Reizungen und Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Lösemitteldämpfen, Stäuben und Pyrolyseprodukten	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Durchführen der Arbeiten an einem abgesaugten Arbeitsplatz (Absaugwand oder in geschlossener Anlage), Einsatz geprüfter Abscheider bei Reinluftrückführung **[! ACHTUNG ! Auch hier KEINE geprüften Abscheider für Lösemitteldämpfe!]**
3.7	• Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Pyrolyseprodukten	• Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzustellen, ob eine nur geringe Exposition vorliegt; bei häufigem Löten oder Brennen sind Absaugungen an der Entstehungsstelle erforderlich
3.8	• Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Lötrauchen	• Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzustellen, ob eine nur geringe Exposition vorliegt; bei häufigem Löten, insbesondere beim Hartlöten, sind Absaugungen an der Entstehungsstelle erforderlich
3.9	• Bei Hautkontakt Entfettung, ggf. Reizungen und Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Dämpfen aus den Lacken, Harzen und Lösemitteln • Brand- bzw. Explosionsgefahr bei Anreicherung von Dampf-Luftgemischen	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Auswahl lösemittelreduzierter, aromatenarmer Produkte sowie Produkte mit möglichst hohem Flammpunkt • Einsatz geschlossener Tränkanlagen • Installation wirksamer Absaugungen und Raumlüftung
3.10	• Bei Hautkontakt Entfettung, ggf. Reizungen und Sensibilisierungen • Sofern Anstrichstoffe und Verdünner eingesetzt werden, können Gefährdungen beim Hautkontakt sowie beim Einatmen durch die Inhaltsstoffe auftreten	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Möglichst Anstrichstoffe auf Wasserbasis verwenden

Tabelle 3: Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

Weitergehende Hinweise zu den Schutzmaßnahmen

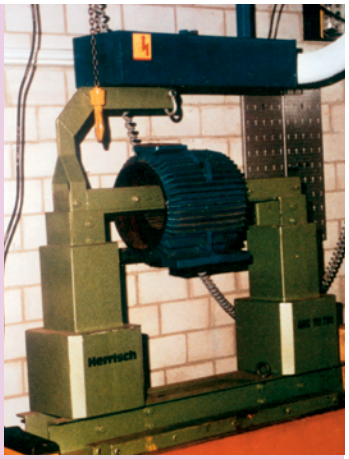


Abb. 12: Induktives Erwärmen der Wicklungen vor dem Herausnehmen

Kaltreiniger, Lösemittel und Reiniger

Generell sind Produkte mit geringst möglichem Gesundheitsrisiko auszuwählen. Chlorkohlenwasserstoffhaltige Reiniger sind nicht mehr zu verwenden. Die Produkte sollten aromatenfrei und möglichst hautfreundlich sein. Brennbare Produkte sollten zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahren einen hohen Flammpunkt (mindestens > 60 °C) haben.

Tätigkeiten mit diesen Stoffen sollten möglichst in speziellen, geschlossenen Waschanlagen erfolgen. Bei offenen Anlagen sind entstehende Dämpfe wirksam abzusaugen (z. B. mit einer Wand- oder Randabsaugung).

Die abgesaugten Dämpfe sind nach außen abzuleiten. Dabei sind die Vorgaben nach dem Bundesimmissionsschutz-Gesetz zu beachten. Die vorgeschriebenen Emissionswerte nach der TA-Luft sind einzuhalten.

Auch Waschtische mit Dosiereinrichtungen und darauf abgestimmten Reinigungsmitteln sind für derartige Arbeiten verwendbar.

Manuelle Reinigungsarbeiten sind mit beständigen Schutzhandschuhen auszuführen.

Strahlarbeiten

Strahlarbeiten dürfen nur in dafür vorgesehenen geschlossenen Strahlanlagen durchgeführt werden. Die dafür eingesetzten Strahlmittel müssen den Kapiteln 3.2 und 3.4 der DGUV Regel 100-500 Kapitel 2.24 „Arbeiten mit Strahlgeräten (Strahlarbeiten)“ entsprechen.

Entfernen der Wicklungen

Sofern das Entfernen der Wicklungsisolierung mit offener Flamme erfolgt, darf dies nur unter einer wirksamen Absaugung vorgenommen werden. Beim Abführen der entstehenden gesundheitsschädlichen Verbrennungsprodukte ins Freie sind die vorgeschriebenen Emissionswerte nach der TA-Luft einzuhalten.

Alternativ zur Entfernung der Wicklungen mit der Flamme kann die sogenannte Induktionstechnik angewendet werden (**Abb. 12**). Diese Technik zum Erwärmen der Statoren ist mit wesentlich weniger Gefahren verbunden als die Erwärmung mit der Flamme. Eine Belastung der Beschäftigten durch Verbrennungsprodukte ist nicht gegeben, da die Aufheizgeräte mit integrierter Absaugung versehen sind.

Das Entfernen der Wicklungen kann aber auch in Ausbrennöfen erfolgen, die mit einer thermischen Nachverbrennung für die Abgase ausgestattet sind. Diese Technik ist der mit offener Flamme vorzuziehen.

Tränkverfahren

Beim Tränken der Wicklungen und der anschließenden Abtropfphase wird der größte Anteil der flüchtigen Bestandteile aus den Tränkmitteln freigesetzt. Neben den gesundheitlichen Gefährdungen sind die Dämpfe auch endzündbar. Es besteht also auch ein Brandrisiko. Liegen Dämpfe und Luft im richtigen Verhältnis vor, kann es sogar zu einer Explosion kommen.
Mit einer wirksamen Absaugung an der Entstehungsstelle kann die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindert werden.

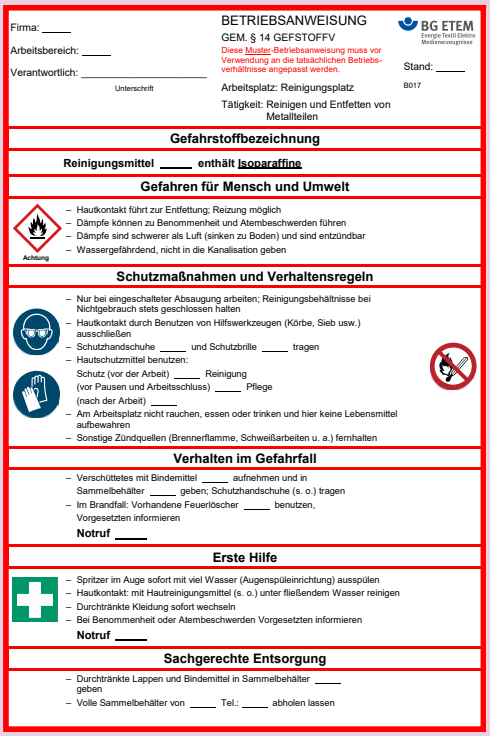
Nach dem Abtropfen werden die Lacke/Harze im Trockenofen ausgehärtet. Auch hier muss der Ofen über eine entsprechende Absaugung verfügen.

Betriebsanweisungen

Für Tätigkeiten mit den eingesetzten bzw. freigesetzten Gefahrstoffen müssen arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen erstellt werden. Anhand der Betriebsanweisung können die jährlich notwendigen Unterweisungen (§ 14 GefStoffV) der Beschäftigten durchgeführt werden.

Für zwei Arbeitsvorgänge wurden Beispiel-Betriebsanweisungen erarbeitet. Diese Beispiel-Betriebsanweisungen können im Betrieb verwendet werden, wobei betriebsspezifische Daten (u. a. Stand, Verantwortliche(r), genaue Bezeichnung der persönlichen Schutzausrüstung, Standort der Feuerlöscher, Notruf, Arzt bzw. Ärztin, Ersthelfende, genaue Hinweise zur Entsorgung, Unterschrift) zu ergänzen sind. Werden zusätzliche gefährliche Komponenten bei dem jeweiligen Arbeitsschritt ein- bzw. freigesetzt, sind diese unter dem Abschnitt Gefahrstoffbezeichnung einzutragen.

Abb. 13 zeigt eine Betriebsanweisung für einen Reinigungsplatz und **Abb. 14** eine Betriebsanweisung für Tätigkeiten mit Tränklacken, im Anhang sind beide noch einmal größer dargestellt.



Firma: ____
Arbeitsbereich: ____
Verantwortlich: _____
Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG
GEM. § 14 GEFSTOFFV
Diese Muster-Betriebsanweisung muss vor Verwendung an die tatsächlichen Betriebsverhältnisse angepasst werden.
Arbeitsplatz: Reinigungsplatz
Tätigkeit: Reinigen und Entfetten von Metallteilen

BG ETEM
Stand: ____
B017

Gefahrstoffbezeichnung

Reinigungsmittel ____ enthält Isoparaffine

Gefahren für Mensch und Umwelt

Achtung
- Hautkontakt führt zur Entfettung; Reizung möglich
- Dämpfe können zu Benommenheit und Atembeschwerden führen
- Dämpfe sind schwerer als Luft (sinken zu Boden) und sind entzündbar
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Nur bei eingeschalteter Absaugung arbeiten; Reinigungsbehältnisse bei Nichtgebrauch stets geschlossen halten
- Hautkontakt durch Benutzen von Hilfswerkzeugen (Körbe, Sieb usw.) ausschließen
- Schutzhandschuhe ____ und Schutzbrille ____ tragen
- Hautschutzmittel benutzen:
  Schutz (vor der Arbeit) ____ Reinigung
  (vor Pausen und Arbeitsschluss) ____ Pflege
  (nach der Arbeit) ____
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Sonstige Zündquellen (Brennerflamme, Schweißarbeiten u. a.) fernhalten

Verhalten im Gefahrfall

- Verschüttetes mit Bindemittel ____ aufnehmen und in Sammelbehälter ____ geben; Schutzhandschuhe (s. o.) tragen
- Im Brandfall: Vorhandene Feuerlöscher ____ benutzen, Vorgesetzten informieren

Notruf ____

Erste Hilfe

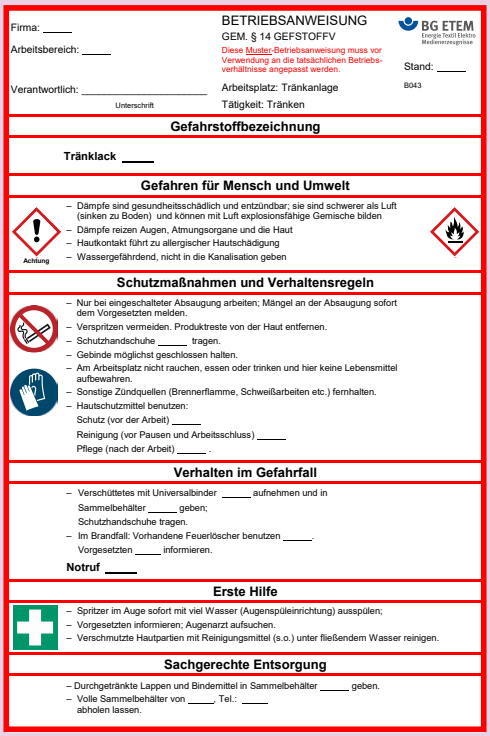
- Spritzer im Auge sofort mit viel Wasser (Augenspüleinrichtung) ausspülen
- Hautkontakt: mit Hautreinigungsmittel (s. o.) unter fließendem Wasser reinigen
- Durchtränkte Kleidung sofort wechseln
- Bei Benommenheit oder Atembeschwerden Vorgesetzten informieren

Notruf ____

Sachgerechte Entsorgung

- Durchtränkte Lappen und Bindemittel in Sammelbehälter ____ geben
- Volle Sammelbehälter von ____ Tel.: ____ abholen lassen

Abb. 13: Beispielbetriebsanweisung für einen Reinigungsplatz (B017)



Firma: ____
Arbeitsbereich: ____
Verantwortlich: _____
Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG
GEM. § 14 GEFSTOFFV
Diese Muster-Betriebsanweisung muss vor Verwendung an die tatsächlichen Betriebsverhältnisse angepasst werden.
Arbeitsplatz: Tränkanlage
Tätigkeit: Tränken

BG ETEM
Stand: ____
B043

Gefahrstoffbezeichnung

Tränklack ____

Gefahren für Mensch und Umwelt

Achtung
- Dämpfe sind gesundheitsschädlich und entzündbar; sie sind schwerer als Luft (sinken zu Boden) und können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden
- Dämpfe reizen Augen, Atmungsorgane und die Haut
- Hautkontakt führt zu allergischer Hautschädigung
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Nur bei eingeschalteter Absaugung arbeiten; Mängel an der Absaugung sofort dem Vorgesetzten melden.
- Verspritzen vermeiden. Produktreste von der Haut entfernen.
- Schutzhandschuhe ____ tragen.
- Gebinde möglichst geschlossen halten.
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren.
- Sonstige Zündquellen (Brennerflamme, Schweißarbeiten etc.) fernhalten.
- Hautschutzmittel benutzen:
  Schutz (vor der Arbeit) ____
  Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) ____
  Pflege (nach der Arbeit) ____ .

Verhalten im Gefahrfall

- Verschüttetes mit Universalbinder ____ aufnehmen und in Sammelbehälter ____ geben; Schutzhandschuhe tragen.
- Im Brandfall: Vorhandene Feuerlöscher benutzen ____. Vorgesetzten ____ informieren.

Notruf ____

Erste Hilfe

- Spritzer im Auge sofort mit viel Wasser (Augenspüleinrichtung) ausspülen;
- Vorgesetzten informieren; Augenarzt aufsuchen.
- Verschmutzte Hautpartien mit Reinigungsmittel (s.o.) unter fließendem Wasser reinigen.

Sachgerechte Entsorgung

- Durchgetränkte Lappen und Bindemittel in Sammelbehälter ____ geben.
- Volle Sammelbehälter von ____, Tel.: ____ abholen lassen.

Abb. 14: Beispielbetriebsanweisung für Tätigkeiten mit Tränklack (B043)

Dokumentation

Die Gefährdungsbeurteilung ist zu dokumentieren. In der Dokumentation sind insbesondere anzugeben:

1. die am Arbeitsplatz auftretenden inhalativen, dermalen oder physikalisch-chemischen Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen,
2. das Ergebnis der Prüfung auf Möglichkeiten einer Substitution,
3. eine Begründung für einen Verzicht auf eine technisch mögliche Substitution, sofern Schutzmaßnahmen nach Seite 23 oder Seite 24 zu ergreifen sind,
4. die nach Kapitel „Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten“ ermittelten, durchzuführenden Schutzmaßnahmen einschließlich derer,
   a) die wegen der Überschreitung eines Arbeitsplatzgrenzwerts zusätzlich ergriffen wurden sowie der geplanten Schutzmaßnahmen, die zukünftig ergriffen werden sollen, um den Arbeitsplatzgrenzwert einzuhalten, oder
   b) die unter Berücksichtigung eines Beurteilungsmaßstabs für krebserzeugende Gefahrstoffe, der in der TRGS 910 (oder weiteren Stoff- oder Tätigkeitsspezifischen TRGS) bekannt gegeben worden ist, zusätzlich getroffen worden sind oder zukünftig getroffen werden sollen (Maßnahmenplan),
5. eine Begründung, wenn von einschlägigen TRGS abgewichen wird, und
6. die Ermittlungsergebnisse, die belegen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten wird oder, bei Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert, die ergriffenen technischen Schutzmaßnahmen wirksam sind.

Dabei ist auch anzugeben, wie die Wirksamkeitskontrolle erfolgt.

Weiterführende Informationen zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung finden sich in der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, Nummer 8 und Informationen zur Dokumentation der Substitution in der TRGS 600 „Substitution“, Nummer 6.

Im Anhang 2 ist ein Beispiel für eine Dokumentation für die Gefährdungsbeurteilung „Manuelles Tränken von Wicklungen“ abgebildet.

Weitere Informationen: Zur Erstellung weiterer Betriebsanweisungen finden sich Informationen im Internet unter **medien.bgetem.de**, **Themen: Betriebsanweisungen**.

Neben einer Checkliste zur Erstellung von Betriebsanweisungen (B000) und einer blanko Betriebsanweisung (B000-A) finden sich über 200 Beispiel-Betriebsanweisungen aus verschiedenen Branchen bzw. Tätigkeitsbereichen. Diese Beispiele müssen auf den eigenen Arbeitsplatz entsprechend angepasst werden.

Anhänge

Anhang 1: Betriebsanweisungen 32

Anhang 2: Arbeitsvorgänge, mögliche Gefahrstoffe, Gefährdungen und Schutzmaßnahmen 34

Anhang 3: Musterdokument für die Gefährdungsbeurteilung „Manuelles Tränken von Wicklungen“ 37

Anhang 4: Vorschriften und Regeln 39

Anhang 1: Betriebsanweisungen

Firma: _____

Arbeitsbereich: _____

Verantwortlich: _____
Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG
GEM. § 14 GEFSTOFFV

Diese Muster-Betriebsanweisung muss vor Verwendung an die tatsächlichen Betriebsverhältnisse angepasst werden.

Arbeitsplatz: Reinigungsplatz

Tätigkeit: Reinigen und Entfetten von Metallteilen

BG ETEM
Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse

Stand: _____

B017

Gefahrstoffbezeichnung

Reinigungsmittel _____ enthält Isoparaffine

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Hautkontakt führt zur Entfettung; Reizung möglich
- Dämpfe können zu Benommenheit und Atembeschwerden führen
- Dämpfe sind schwerer als Luft (sinken zu Boden) und sind entzündbar
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln







- Nur bei eingeschalteter Absaugung arbeiten; Reinigungsbehältnisse bei Nichtgebrauch stets geschlossen halten
- Hautkontakt durch Benutzen von Hilfswerkzeugen (Körbe, Sieb usw.) ausschließen
- Schutzhandschuhe _____ und Schutzbrille _____ tragen
- Hautschutzmittel benutzen:
  Schutz (vor der Arbeit) _____ Reinigung
  (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____ Pflege
  (nach der Arbeit) _____
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren
- Sonstige Zündquellen (Brennerflamme, Schweißarbeiten u. a.) fernhalten

Verhalten im Gefahrfall

- Verschüttetes mit Bindemittel _____ aufnehmen und in Sammelbehälter _____ geben; Schutzhandschuhe (s. o.) tragen
- Im Brandfall: Vorhandene Feuerlöscher _____ benutzen, Vorgesetzten informieren

Notruf _____

Erste Hilfe



- Spritzer im Auge sofort mit viel Wasser (Augenspüleinrichtung) ausspülen
- Hautkontakt: mit Hautreinigungsmittel (s. o.) unter fließendem Wasser reinigen
- Durchtränkte Kleidung sofort wechseln
- Bei Benommenheit oder Atembeschwerden Vorgesetzten informieren

Notruf _____

Sachgerechte Entsorgung

- Durchtränkte Lappen und Bindemittel in Sammelbehälter _____ geben
- Volle Sammelbehälter von _____ Tel.: _____ abholen lassen

Beispiel-Betriebsanweisung für einen Reinigungsplatz (B017); **medien.bgetem.de**, in der Gruppe: BZ010

Firma: _____

Arbeitsbereich: _____

Verantwortlich: _____
Unterschrift

BETRIEBSANWEISUNG

GEM. § 14 GEFSTOFFV

Diese Muster-Betriebsanweisung muss vor Verwendung an die tatsächlichen Betriebsverhältnisse angepasst werden.

Arbeitsplatz: Tränkanlage

Tätigkeit: Tränken

BG ETEM
Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse

Stand: _____

B043

Gefahrstoffbezeichnung

Tränklack _____

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Dämpfe sind gesundheitsschädlich und entzündbar; sie sind schwerer als Luft (sinken zu Boden) und können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden
- Dämpfe reizen Augen, Atmungsorgane und die Haut
- Hautkontakt führt zu allergischer Hautschädigung
- Wassergefährdend, nicht in die Kanalisation geben



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln





- Nur bei eingeschalteter Absaugung arbeiten; Mängel an der Absaugung sofort dem Vorgesetzten melden.
- Verspritzen vermeiden. Produktreste von der Haut entfernen.
- Schutzhandschuhe _____ tragen.
- Gebinde möglichst geschlossen halten.
- Am Arbeitsplatz nicht rauchen, essen oder trinken und hier keine Lebensmittel aufbewahren.
- Sonstige Zündquellen (Brennerflamme, Schweißarbeiten etc.) fernhalten.
- Hautschutzmittel benutzen:
  Schutz (vor der Arbeit) _____
  Reinigung (vor Pausen und Arbeitsschluss) _____
  Pflege (nach der Arbeit) _____ .

Verhalten im Gefahrfall

- Verschüttetes mit Universalbinder _____ aufnehmen und in Sammelbehälter _____ geben;
  Schutzhandschuhe tragen.
- Im Brandfall: Vorhandene Feuerlöscher benutzen _____.
  Vorgesetzten _____ informieren.

Notruf _____

Erste Hilfe



- Spritzer im Auge sofort mit viel Wasser (Augenspüleinrichtung) ausspülen;
- Vorgesetzten informieren; Augenarzt aufsuchen.
- Verschmutzte Hautpartien mit Reinigungsmittel (s.o.) unter fließendem Wasser reinigen.

Sachgerechte Entsorgung

- Durchgetränkte Lappen und Bindemittel in Sammelbehälter _____ geben.
- Volle Sammelbehälter von _____, Tel.: _____ abholen lassen.

Beispiel-Betriebsanweisung für Tätigkeiten mit Tränklack (B043); ↗ **medien.bgetem.de**, in der Gruppe: BZ022

Anhang 2: Arbeitsvorgänge, mögliche Gefahrstoffe, Gefährdungen und Schutzmaßnahmen

Nr.	Arbeitsvorgang	Mögliche Gefahrstoffe	Gefährdungen	Schutzmaßnahmen
3.1	Annahme	• Öle und Fette • Rückstände aus den Einsatzbereichen (Gefahrstoffe aller Art sowie biolog. Arbeitsstoffe) • Brandrückstände/ Pyrolyseprodukte	• Bei Hautkontakt Entfettung der Haut sowie Reizungen und Sensibilisierungen der Haut möglich	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Ermittlung beim Auftraggeber bezüglich Verunreinigungen aus den Einsatzbereichen[1)]
3.2	Reinigung	• Kaltreiniger • Lösemittelhaltige Reiniger • Alkalische Reiniger • Aerosole beim Einsatz von Hochdruckreinigern • Staubige oder faserförmige Verunreinigungen • Stäube von Kohlebürsten • Brandrückstände aus den Motorenwicklungen • Strahlmittel	• Bei Hautkontakt zu Reinigern Entfettung, ggf. Reizungen • Bei Hautkontakt zu Fasern und Brandrückständen Reizungen und ggf. Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen der Dämpfe von Kaltreinigern und aufgewirbelten Aerosolen, Stäuben und Fasern	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Ggf. Absaugung gesundheitsschädlicher Dämpfe an der Entstehungsstelle; Entfernen lose anhaftender Verunreinigungen mit einem Industriestaubsauger (mind. Staubklasse M); nicht mit Druckluft abblasen! Strahlarbeiten nur in einer geschlossenen Anlage • Atemschutz (Partikelfilterklasse P2) beim Einsatz von Hochdruckreinigern
3.3	Eingangsprüfung	• In der Regel keine Gefahrstoffe	• Keine	• Keine
3.4	Demontage	• Öle und Fette • Stäube von Kohlebürsten und Kupfer	• Bei Hautkontakt zu Ölen, Fetten und Stäuben Entfettung, ggf. Reizungen und Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen aufgewirbelter Stäube	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Entfernen lose anhaftender Verunreinigungen mit einem Industriestaubsauger (mind. Staubklasse M); nicht mit Druckluft abblasen!

[1)] Sollten die Ermittlungen ergeben, dass zusätzliche Gefahrstoffe bzw. biologische Arbeitsstoffe zu beachten sind, müssen weitere Schutzmaßnahmen (Dekontaminierung oder Vergabe der Arbeiten an eine Fachfirma) festgelegt werden.

Nr.	Arbeitsvorgang	Mögliche Gefahrstoffe	Gefährdungen	Schutzmaßnahmen
3.5	Mechanische Aufarbeitung	• Schweißrauche • Kühlschmierstoffe • Schleif- bzw. Metallstäube	• Bei Hautkontakt zu KSS und Stäuben Entfettung, Reizungen und ggf. Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Schweißrauchen, KSS-Dämpfen/-Aerosolen und Schleifstäuben	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Absaugung der Schweißrauche sowie ggf. der KSS-Dämpfe/-Aerosole bei Tätigkeiten > ½ Stunde pro Schicht, Einsatz geprüfter Abscheider bei Reinluftrückführung **[! ACHTUNG ! Abscheider nur für Stäube (z. B. Schweißrauche) geprüft; bei Gasen und Dämpfen (z. B. KSS) i. d. R. KEINE wirksame bzw. sicher überprüfbare Abscheidung möglich!]**
3.6	Entfernen der Wicklungen	• Schleif- bzw. Kupferstäube • Lösemittel • Pyrolyseprodukte aus Lacken, Kunststoffen, Ölen	• Bei Hautkontakt zu Reinigungsmitteln und Stäuben Entfettung, Reizungen und ggf. Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Lösemitteldämpfen, Stäuben und Pyrolyseprodukten	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Durchführen der Arbeiten an einem abgesaugten Arbeitsplatz (Absaugwand oder in geschlossener Anlage), Einsatz geprüfter Abscheider bei Reinluftrückführung **[! ACHTUNG ! Auch hier KEINE geprüften Abscheider für Lösemitteldämpfe!]**
3.7	Herstellen von Wicklungen	• Pyrolyseprodukte, wenn Lack vom Draht mit der Flamme entfernt wird • Lötrauche	• Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Pyrolyseprodukten	• Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzustellen, ob eine nur geringe Exposition vorliegt; bei häufigem Löten oder Brennen sind Absaugungen an der Entstehungsstelle erforderlich
3.8	Montage der Wicklungen und elektrischer Anschluss	• Lötrauche beim Weich- und Hartlöten	• Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Lötrauchen	• Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzustellen, ob eine nur geringe Exposition vorliegt; bei häufigem Löten, insbesondere beim Hartlöten, sind Absaugungen an der Entstehungsstelle erforderlich

Nr.	Arbeitsvorgang	Mögliche Gefahrstoffe	Gefährdungen	Schutzmaßnahmen
3.9	Tränken und Trocknen	• Lacke oder Harze • Lösemittel	• Bei Hautkontakt Entfettung, ggf. Reizungen und Sensibilisierungen • Gesundheitsgefährdend beim Einatmen von Dämpfen aus den Lacken, Harzen und Lösemitteln • Brand- bzw. Explosionsgefahr bei Anreicherung von Dampf-Luftgemischen	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Auswahl lösemittelreduzierter, aromatenarmer Produkte sowie Produkte mit möglichst hohem Flammpunkt • Einsatz geschlossener Tränkanlagen • Installation wirksamer Absaugungen und Raumlüftung
3.10	Nachbehandlung, Zusammenbau	• Schleifstäube von Lacken • Öle und Fette • Anstrichstoffe und deren Komponenten	• Bei Hautkontakt Entfettung, ggf. Reizungen und Sensibilisierungen • Sofern Anstrichstoffe und Verdünner eingesetzt werden, können Gefährdungen beim Hautkontakt sowie beim Einatmen durch die Inhaltsstoffe auftreten	• Tragen eines Arbeitsanzugs sowie beständiger Schutzhandschuhe • Hautschutzplan • Möglichst Anstrichstoffe auf Wasserbasis verwenden

Anhang 3: Musterdokument für die Gefährdungsbeurteilung „Manuelles Tränken von Wicklungen“

Gefährdungsbeurteilung

Manuelles Tränken von Wicklungen

Bitte beachten: Die kursiv gesetzten Einträge sind Beispieltexte, die Sie für Ihren Bedarf abändern können.

Dokumentation nach GefStoffV

Erstellt: ..... **Verantwortlich/Führungskraft:** .....

Datum: .....

Arbeitsbereich: *Tränken*

Tätigkeit: *Manuelles Tränken von Wicklungen*

Beschreibung der Tätigkeiten

Elektromotoren werden aus einem Dosiersystem von Hand getränkt. Pro Motor werden bis 500 ml Tränkharz vergossen. Es werden pro Schicht 60 Motoren bearbeitet.

Das Tränken geschieht an einem Arbeitsplatz mit einer Absaugwand. Der Arbeitsplatz befindet sich in einem abgetrennten 50 m² großen und 4,5 m hohen Raum mit technischer Zuluft. Die am Arbeitsplatz abgesaugte Luft wird als Fortluft nach außen geleitet.

Verwendete/freigesetzte Gefahrstoffe

Bezeichnung	Kennzeichnung/H-Sätze	Menge
Styrol	*Entzündbare Flüssigkeiten, Kat. 3; H226* *Akute Toxizität, Kat. 4 (inhalativ); H332* *Augenreizung, Kat. 2; H319* *Reizwirkung auf die Haut, Kat. 2; H315*	*bis 500 ml pro Motor*

Beurteilung

Gefahren durch Inhalation
Bei der beschriebenen Tätigkeit entstehen Styroldämpfe in der Luft am Arbeitsplatz. Die Expositionsdauer beträgt 8 Stunden.

Messungen nach TRGS 402 ergaben 20 mg / m³; 15 mg / m³ und 18 mg / m³ in drei aufeinander folgenden Arbeitsschichten. Der Arbeitsplatzgrenzwert von 86 mg / m³ wird damit sicher eingehalten (siehe Messbericht Nr. 16-02-10 vom 16.02.2010).

Gefahren durch Hautkontakt
Durch das Tragen beständiger Schutzhandschuhe und durch die Arbeitsweise besteht kein Hautkontakt zu Styrol. Da die Schutzhandschuhe flüssigkeitsdicht sind, besteht Feuchtarbeit. Die Schutzhandschuhe werden länger als 4 Stunden getragen. Es besteht eine mittlere Hautgefährdung durch Hautkontakt entsprechend TRGS 401.

Physikalisch-chemische und sonstige Gefahren
Styroldämpfe sind entzündlich und können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Durch die wirksame Absaugung am Arbeitsplatz wird ein Entstehen gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindert (siehe auch Explosionsschutzdokument Nr. 19-02-2010).

Schutzmaßnahmen/Wirksamkeit	Zuständigkeit (Termin)
Eine Substitution des Tränkharzes ist aus Qualitätsgründen derzeit nicht möglich.	*Führungskraft*
Das manuelle Tränkverfahren lässt sich wegen ständig wechselnder Motorengröße bzw. Kundenaufträge nicht automatisieren.	*Vorgesetzte*
Die Arbeitsplatzabsaugung mit Erfassung über eine rückwärtige Absaugwand ist wirksam. Es liegt ein CE-Kennzeichnung mit Konformitätserklärung und ein Abnahme-Messprotokoll durch eine Fachfirma vor.	*Führungskraft*
Jährliche Prüfung der Absauganlage mit Dokumentation.	*Herr „Lüftung“*
Arbeitsanzüge, Schutzbrille und Schutzhandschuhe stehen zur Verfügung. Benutzung entsprechend der Betriebsanweisung.	*Termin: xx.xx.xxxx* *Führungskraft, unterstützt durch betriebsärztliche Betreuung*
Anwendung von Hautschutz entsprechend betrieblichem Hautschutzplan.	*alle Mitarbeiter*
Einhalten der Hygienemaßnahmen, Rauch-, Ess- und Trinkverbot am Arbeitsplatz.	*Führungskraft/alle Mitarbeitenden*
Die Spinde sind mit getrennten Fächern für Straßenkleidung und Arbeitskleidung ausgerüstet.	*Führungskraft*
Unterweisung; arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung; Betriebsanweisung	*Führungskraft/betriebsärztliche Betreuung*
Arbeitsmedizinische Vorsorge nach G 24 „Haut“ wird durchgeführt, Vorsorgekartei wird geführt.	*Führungskraft/betriebsärztliche Betreuung*
Das Angebot einer arbeitsmedizinischen Vorsorge nach G 45 „Styrol“ wurde ausgesprochen.	*Führungskraft*
Zum Sammeln Styrolverunreinigter Putztücher stehen entsprechende Behältnisse bereit. Volle Behälter werden abgeholt.	*Führungskraft*

Angewendete Vorschriften/Literatur

TRGS 401 Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen

DGUV Information 213-081 (bisher: BGI 613) Styrol – Polyesterharze und andere styrolhaltige Gemische (Merkblatt M 054 der Reihe „Gefahrstoffe“)

Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse

Bestell-Nr. S017-10
1 · 0 · 03 · 17 · 3
Alle Rechte beim Herausgeber

Anhang 4: Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

Gesetze, Verordnungen
Bezugsquelle:
Buchhandel
oder
Carl Heymanns Verlag
(Wolters Kluwer Deutschland GmbH)
Bestellhotline: 0800 8885444
Fax: 0800 801-8018
info@wolterskluwer.de

Im Internet können zum Teil die Vorschriften und Regeln unter folgenden Adressen bestellt bzw. heruntergeladen werden:

↗ **medien.bgetem.de**, Bereiche:
DGUV Vorschriften, DGUV Regeln, Download Regelwerk
↗ **www.dguv.de**
↗ **www.baua.de**

- Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)
- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
- Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV
- PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)

Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA)

TRBA 500	Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

TRGS 400	Gefährdungsermittlung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
TRGS 401	Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen
TRGS 402	Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition
TRGS 500	Schutzmaßnahmen
TRGS 555	Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten
TRGS 900	Arbeitsplatzgrenzwerte
TRGS 905	Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe
TRGS 907	Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen

DGUV Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

- DGUV Vorschrift 1:
  Grundsätze der Prävention
- DGUV Regel 109-002:
  Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen
- DGUV Regel 112-189:
  Benutzung von Schutzkleidung
- DGUV Regel 112-190:
  Benutzung von Atemschutzgeräten
- DGUV Regel 112-192:
  Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz
- DGUV Regel 112-195:
  Benutzung von Schutzhandschuhen
- DGUV Regel 100-500 Kapitel 2.24:
  Arbeiten mit Strahlgeräten (Strahlarbeiten)
- DGUV Information 212-017:
  Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln

Wir für Sie
Die BG ETEM

Unser Auftrag: sichere und gesunde Arbeit
Die BG ETEM ist die gesetzliche Unfallversicherung für rund vier Millionen Menschen in über 230.000 Mitgliedsbetrieben.

Wir helfen dabei, Arbeit für alle möglichst sicher zu machen. Wenn es zu einem Arbeitsunfall oder einer Berufskrankheit kommt, sind wir für Sie da und kümmern uns um Heilbehandlung, Rehabilitation und Wiedereingliederung in den Beruf.

Die BG ETEM versichert Mitarbeitende aus den Bereichen Energie- und Wasserwirtschaft, Textil und Mode, Feinmechanik, Elektrohandwerke und elektrotechnische Industrie sowie Druck und Papierverarbeitung.

Mehr über uns und unsere Leistungen:
www.bgetem.de

BG ETEM

Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln
Telefon: 0221 3778-0
www.bgetem.de

Folgen Sie uns: