DGUV
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
Spitzenverband

Vorschriften- und Regelwerk

Instandhaltung an Maschinen und Anlagen

DGUV Information 209-015



Impressum

Herausgegeben von:	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Glinkastraße 40 10117 Berlin Telefon: 030 13001-0 (Zentrale) E-Mail: info@dguv.de Internet: www.dguv.de Sachgebiet Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung des Fachbereichs Holz und Metall der DGUV
Ausgabe:	Juni 2026
Satz und Layout:	Satzweiss.com Print Web Software GmbH, Saarbrücken
Bildnachweis:	Titelbild: © BGHM; Abb. 1, 3, 4, 5, 17, 18, 23: © DGUV; Abb. 2, 9, Anhang 2 und 3: © DGUV nach BGHM; Abb. 6: KI-generiertes Bild – erstellt mit ChatGPT/DALL·E 3; Abb. 7, 21: © H.ZWEI.S Werbeagentur GmbH – DGUV; Abb. 8: © DGUV – 480Hz GmbH; Abb. 10: © Socoxbreed – stock.adobe.com; Abb. 11: © marketeam GmbH – DGUV; Abb. 12: © Peter Hartung; Abb. 13: © David – stock.adobe.com; Abb. 14: © Ridvan – stock.adobe.com; Icons Tabelle in 3.2.1: © A. Köster; Abb. 15: © Tomy – stock.adobe.com; Abb. 16, 20, 27, 30: © BGHM; Abb. 19: © DGUV – 480Hz GmbH; Abb. 24, 25: © ESLPRO; Abb. 28: © design56 – stock.adobe.com; Abb. 29: © chalongrat – stock.adobe.com; MIT License © 2020 Phosphor Icons

Copyright:	Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug:	Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen › Webcode: p209015

Instandhaltung an Maschinen und Anlagen

Änderungen zur letzten Ausgabe Januar 2018:

Die Schrift wurde auf den Hauptthemen Planung, Durchführung und Nachbereitung aufgebaut.

Folgende Themen wurden neu aufgenommen:

- Restenergien
- Fremdfirmen
- Freigabescheine
- Zugang zu und Retten von besonderen Arbeitsstellen
- Manipulation
- LMRA
- Sicheres Verhalten
- Öffnen von Rohrleitungen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort ... **8**

1 Instandhaltungsaspekte bei Beschaffung und Konstruktion ... **10**

1.1 Pflichten für Betreiber in der Beschaffungsphase ... 10

1.2 Pflichten der Hersteller in der Konstruktionsphase ... 11

1.2.1 Inhärent sichere Konstruktion ... 11

1.2.2 Technische und ergänzende Schutzmaßnahmen ... 12

1.2.3 Benutzerinformationen ... 13

2 Planung der Instandhaltungsarbeiten ... **14**

2.1 Grundlagen des Arbeitsschutzes ... 14

2.1.1 Verantwortung des Arbeitgebers ... 14

2.1.2 Gefährdungsbeurteilung ... 15

2.1.3 Ermittlung von Manipulationsanreizen ... 17

2.1.4 Verhaltensbasierte Maßnahmen ... 18

2.1.5 Sicherheitschecklisten/LMRA ... 20

2.1.6 Pflichten der Beschäftigten ... 21

2.2 Organisation der Instandhaltung durch die Arbeitgeber ... 22

2.2.1 Instandhaltungsstrategien ... 22

2.2.2 Störungsmanagement ... 24

2.2.3 Planung von Änderungen ... 25

2.3 Auswahl und Beauftragung der Beschäftigten ... 26

2.4 Koordination von Arbeiten ... 28

2.4.1 Schnittstellenmanagement ... 28

2.4.2 Formen der Zusammenarbeit ... 28

2.4.3 Vorbereitung des Fremdfirmeneinsatzes ... 30

2.4.4 Verantwortliche Personen bei einem Fremdfirmeneinsatz ... 31

2.4.5 Nachbereitung des Fremdfirmeneinsatzes ... 32

2.5 Arbeitsmaterial und persönliche Schutzausrüstungen ... 33

2.5.1 Geräte und Werkzeuge 34
2.5.2 Persönliche Schutzausrüstung (PSA) 36
2.5.3 Ersatzteile 38
2.6 Zugangskonzept und Zugangsregelung 39
2.6.1 Zugangsregelung 39
2.6.2 Sichere Zugänge/Verkehrswege 40
2.6.3 Sichere Arbeitsflächen 41
2.6.4 Maßnahmen zum Schutz Dritter 41
2.7 Rettungskonzept 43
2.8 Freigabe- beziehungsweise Erlaubnisscheine 45

3 Durchführung der Instandhaltungsarbeiten 48
3.1 Sichere Instandhaltung durch die 4-Rang-Methode 48
3.1.1 Instandhaltung bei minimalem Risiko (Rang 1) 49
3.1.2 Instandhaltung mit vorhandenen Schutzeinrichtungen (Rang 2) 54
3.1.3 Verwendung ergänzender Einrichtungen (Rang 3) 54
3.1.4 Besondere Schutzmaßnahmen (Rang 4) 57
3.2 Öffnen von Rohrleitungen 58
3.2.1 Sicherungsmaßnahmen für das Öffnen von Rohrleitungen 58
3.2.2 Öffnen einer Flanschverbindung 61
3.2.3 Öffnen einer Rohrleitung im Schneidverfahren 62
3.2.4 Rückführung in den Normalbetrieb 63
3.3 Spezielle Tätigkeiten 64
3.3.1 Filterwechsel 64
3.3.2 Mechanisches Lösen von Blockaden 65
3.3.3 Auswechseln von Hydraulikschlauchleitungen 66
3.3.4 Lichtbogenschweißen 68
3.3.5 Demontage/Rückbau 71

4 Wiederinbetriebnahme und Nachbereitung der Instandhaltungsarbeiten 73
4.1 Erprobung 73
4.1.1 Besondere Gefährdungen während der Erprobung 73
4.1.2 Planung der Erprobung 73
4.1.3 Maßnahmen vor der Erprobung 74
4.1.4 Erprobung durchführen 75
4.1.5 Maßnahmen nach Abschluss der Erprobung 76
4.2 Wiederinbetriebnahme nach Änderungen 77

5 Häufige Gefährdungen 79
5.1 Absturz 79
5.1.1 Hubarbeitsbühnen 81
5.1.2 Fahrbare Arbeitsbühnen 81
5.1.3 Gabelstapler mit Arbeitsbühne 81
5.1.4 Leitern 82
5.1.5 Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) 83
5.2 Restenergie und gespeicherte Energie 84
5.2.1 Lageenergie 85
5.2.2 Verformungsenergie 86
5.2.3 Druck 86
5.2.4 Wärmeenergie 86
5.2.5 Elektrische Energie 87
5.2.6 Magnetische Energie 87
5.3 Gefahrstoffe 88
5.3.1 Pflichten der Arbeitgeber bei Arbeiten mit Gefahrstoffen 89
5.3.2 Allgemeine Schutzmaßnahmen 90
5.3.3 Transport gefährlicher Stoffe auf öffentlichen Straßen 91
5.4 Brand- und Explosionsgefahren 92
5.4.1 Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes 93
5.4.2 Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen 96

5.5 Elektrizität 98
5.5.1 Gefahren durch elektrischen Strom für den Menschen 99
5.5.2 Erforderliche Schutzmaßnahmen vor dem Anschlusspunkt auf der Baustelle 101
5.5.3 Erhöhte elektrische Gefährdung 102
5.5.4 Vorgehen bei Elektrounfällen 104
5.6 Lärm 104
5.6.1 Lärmminderung 106
5.6.2 Gehörschutz 106
5.7 Enge Räume 108
5.7.1 Konzepte und Maßnahmen 109
5.7.2 Besondere Gefährdungen durch Stoffe oder Gemische 109
5.7.3 Besondere Gefährdungen durch Einrichtungen 110
5.7.4 Besondere Gefährdungen durch psychische Belastungsfaktoren 110
5.8 Alleinarbeit 111
5.9 Muskel-Skelett-Belastungen (MSB) 112

6 Glossar 114

7 Literaturverzeichnis 115

Anhang 1: Beispiel: „Last-Minute-Risk-Analysis“ 121

Anhang 2: Beispiel für die Ebenen einer Störungsbeseitigung 122

Anhang 3: Beispiel für die Planung einer Instandhaltungsarbeit 123

Vorwort

Diese DGUV Information richtet sich an Betreiber, Arbeitgeber und Beschäftigte, die Instandhaltungsarbeiten an Maschinen und Anlagen durchführen oder dafür Verantwortung tragen. Darüber hinaus werden instandhaltungsrelevante Anforderungen an Herstellfirmen beschrieben, um Betreibern Handlungsoptionen für die Beschaffung von Maschinen und Anlagen aufzuzeigen.

Die Instandhaltung von Maschinen und Anlagen ist ein breites Tätigkeitsfeld. Einfache Wartungsarbeiten, zum Beispiel auch Reinigungsarbeiten, werden häufig vom Personal der Produktion durchgeführt. Komplexere Instandsetzungsarbeiten, wie Reparaturen und Ersatzteilwechsel, erfordern dagegen in der Regel hochqualifiziertes und spezialisiertes Personal.

Eine Störung wird nicht selten direkt vom Produktionspersonal behoben, obwohl durch die Gefährdungen und den Grad der Komplexität eine hohe Qualifikation des Personals erforderlich wäre. Das kann der Grund dafür sein, dass diese Tätigkeiten einen Schwerpunkt des Unfallgeschehens darstellen (Abb. 1).

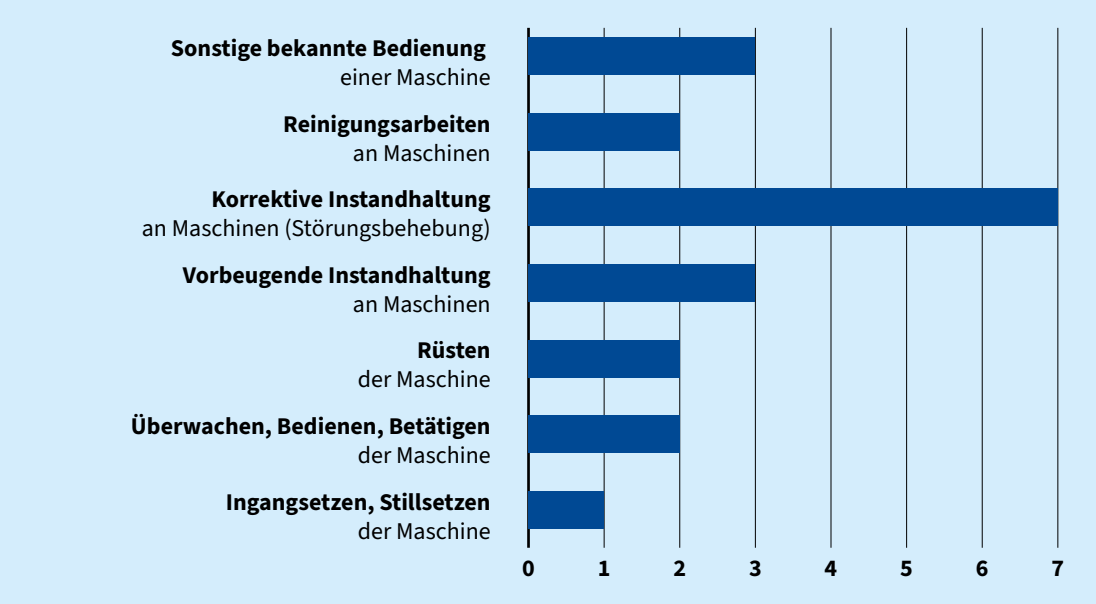


Abb. 1 tödliche Unfälle an Maschinen 2023

Um Unfälle während der Instandhaltung zu vermeiden, müssen entsprechende Sicherheitsaspekte im gesamten Lebenszyklus einer Maschine oder Anlage berücksichtigt werden: während der Konstruktion besonders von den Herstellfirmen, in der Beschaffung vom Betreiber und während der Tätigkeiten vom Arbeitgeber.

Die vorliegende DGUV Information bezieht sich auf § 10 BetrSichV und TRBS 1112 „Instandhaltung“ und unterstützt die Akteurinnen und Akteure darin, Gefahren nachhaltig zu reduzieren. Für eine bessere Übersicht werden farbliche Kästen mit folgenden Bedeutungen verwendet:



Weiterführende Informationen



Praxisbeispiele



Vorgaben und Regelungen



Unfallbeispiele

1 Instandhaltungsaspekte bei Beschaffung und Konstruktion

1.1 Pflichten für Betreiber in der Beschaffungsphase

Weiterführende Informationen:

- EmpfBS 1113 „Beschaffung von Arbeitsmitteln“
- DGUV Information 209-078 „Absauganlagen einkaufen – aber richtig! Tipps für Wirtschaft, Verwaltung und Dienstleistung“ (dguv.de)
- DGUV Information 206-051 „Sicherheit & Gesundheit – Checkliste Einkauf Produkte“ (dguv.de)

Im Vorfeld der Beschaffung von Maschinen und Anlagen sind deren Eignung für die geplante Verwendung, die Arbeitsabläufe und die Arbeitsorganisation zu berücksichtigen.[1] Darunter fällt auch die Instandhaltbarkeit. Daher sollten in dieser Phase möglichst viele Informationen über die Maschine oder die Anlage eingeholt werden.

Wichtig für eine gute Instandhaltbarkeit:

- Möglichkeiten für eine leichte Fehler- bzw. Störungserkennung
- sichere Zugänglichkeit für Mensch und Werkzeug
- geringer Schwierigkeitsgrad für Instandhaltungsarbeiten
- geringe Frequenz und ein geringer Zeitaufwand für Instandhaltungsarbeiten
- geeignete Betriebsarten für Instandhaltungsarbeiten

In der Beschaffungsphase sollten die Sicherheitsfachkraft sowie Beschäftigte aus Produktion und Instandhaltung einbezogen werden, um Gefährdungen vorausschauend beurteilen und Gefahrenstellen von vorneherein vermeiden zu können. Dazu gehört auch das Thema Manipulation und Vermeidung von Manipulationsanreizen.

Bei Serienprodukten sind arbeitsschutzrelevante Herstellangaben in der Betriebsanleitung oder in einer separaten Wartungsanleitung zu finden. Für Sonderprodukte, die speziell nach den Bedürfnissen der Betreiber entwickelt werden, existieren zum Zeitpunkt der Beschaffung keine Betriebsanleitungen. Die Anforderungen an die Instandhaltbarkeit sollten zunächst im Lastenheft angegeben und später im Pflichtenheft geprüft werden.

Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG formuliert Anforderungen an die Sicherheit von Maschinen, einschließlich ihrer Instandhaltung. Normen präzisieren diese Anforderungen, sind jedoch freiwillig in der Anwendung. Typ-C-Normen enthalten detaillierte Sicherheitsanforderungen und -maßnahmen, deren Berücksichtigung im Rahmen der Beschaffung vertraglich vereinbart werden sollte. Betreiber sollten die Pflichten der Hersteller von Maschinen und Anlagen kennen, um die Erfüllung der Anforderungen prüfen zu können.

1 § 3 Abs. 3 S. 2 BetrSichV

1.2 Pflichten der Hersteller in der Konstruktionsphase

Wer Maschinen und Anlagen herstellt oder in Verkehr bringt, muss im Rahmen der Risikobeurteilung alle Lebensphasen der Maschine oder der Anlage betrachten. Dazu gehört auch ein entsprechendes Instandhaltungskonzept, das im Rahmen der geplanten Verwendung der Maschine oder der Anlage erstellt werden muss. Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG beschreibt die Anforderungen an die Instandhaltung im Anhang I, Kapitel 1.6.1.

In der DIN EN ISO 12100:2011-03 werden die Schutzmaßnahmen zur Risikominderung in das „Drei-Stufen-Verfahren“ eingeteilt, das eine Reihenfolge der durchzuführenden Konstruktionsschritte festlegt:

- Schritt 1: inhärent sichere Konstruktion
- Schritt 2: technische und ergänzende Schutzmaßnahmen
- Schritt 3: Information für Nutzende

1.2.1 Inhärent sichere Konstruktion

Bei einer inhärent sicheren Konstruktion werden Gefahrenstellen von vornherein konstruktiv vermieden. Dazu gehört auch, dass ein manuelles Eingreifen durch Bedien- oder Instandhaltungspersonal nach Möglichkeit nicht erforderlich ist. Kann ein Eingreifen nicht vermieden werden, muss es leicht und sicher auszuführen sein.

Einrichtungs- und Wartungsstellen

Einrichtungs- und Wartungsstellen müssen außerhalb der Gefahrbereiche liegen. Reinigungsarbeiten müssen möglich sein, ohne in die Maschine einzusteigen. Nur dann entfällt sowohl die Notwendigkeit, dass sich das Instandhaltungspersonal bei der Durchführung der Arbeiten in Gefahrbereichen aufhalten muss, als auch die Notwendigkeit, für diese Arbeiten feststehende trennende Schutzeinrichtungen zu entfernen oder bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelung dafür zu öffnen.

Vorkehrungen, um Instandhaltung zu erleichtern

Ersatz- und Verschleißteile, die häufig ausgewechselt werden müssen, sind für einfache und gefahrlose Montage und Demontage auszulegen. Die Maschine ist so zu gestalten, dass die Arbeiten mit den notwendigen technischen Hilfsmitteln nach einem festgelegten Verfahren durchgeführt werden können. Besonders an automatisierten Maschinen ist eine Schnittstelle zum Anschluss einer Fehlerdiagnoseeinrichtung vorzusehen.

Ergonomische Grundsätze

Maschinen und Werkzeuge müssen so konzipiert sein, dass sie – auch außerhalb des Normalbetriebs – sicher bedient werden können. Es muss möglich sein, Zugriffs und Ablesestellen, wie Displays, ohne Zwangshaltungen zu erreichen. Der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Minimierung von Manipulationsanreizen kommt in diesem Fall eine große Bedeutung zu. Das erfordert eine präventive Produktions- und Layout-Planung, die auf sicherheitsrelevante Produkt- und Bedienmerkmale achtet.

1.2.2 Technische und ergänzende Schutzmaßnahmen

Energietrennung und Energieableitung

Einrichtungs- und Instandhaltungsarbeiten müssen durchgeführt werden können, während die Maschine stillgesetzt ist. Außerdem muss eine Maschine mit Einrichtungen ausgestattet sein, über die sie von jeder einzelnen Energiequelle (elektrisch, mechanisch, hydraulisch, pneumatisch oder thermisch) getrennt werden kann. Diese Einrichtungen sind eindeutig und erkennbar zu kennzeichnen. Die Maschinen müssen außerdem abschließbar sein, falls das Wiedereinschalten eine Gefährdung für Personen verursachen kann oder die permanente Unterbrechung der Energiezufuhr nicht von jeder Zugangsstelle aus überwacht werden kann (siehe Abschnitt 3.1.1).

Es ist zulässig, dass bestimmte Kreise nicht von ihrer Energiequelle getrennt werden, um zum Beispiel Teile in ihrer Position zu halten, Daten zu sichern oder die Beleuchtung innenliegender Teile zu ermöglichen. In diesem Fall müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, um die Sicherheit des Bedienpersonals zu gewährleisten.

Die Restenergie oder die gespeicherte Energie, die nach der Unterbrechung der Energiezufuhr noch vorhanden sein kann, muss – ohne Risiko für Personen – abgeleitet werden können. Diese gespeicherte Energie kann beispielsweise in folgenden Formen vorliegen: als kinetische Energie (Trägheit in Bewegung befindlicher Teile), elektrische Energie (Kondensatoren), unter Druck stehende Flüssigkeiten, als Federn oder Maschinenteile, die sich unter ihrem eigenen Gewicht bewegen (siehe Abschnitt 5.2).

Zugänglichkeit

Die Maschine muss so konstruiert und gebaut worden sein, dass alle Stellen, die für den Betrieb, das Einrichten und die Instandhaltung der Maschine zugänglich sein müssen, gefahrlos erreicht werden können. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass neben dem Personal auch Geräte, Werkzeuge und Ersatzteile zum Ort der Instandhaltung gelangen müssen. Wer Maschinen herstellt ist dafür verantwortlich, dass zusammen mit der Maschine die erforderlichen sicheren Zugänge bereitgestellt werden (siehe Abschnitt 2.6).

Die Belange des Arbeitens in engen Räumen (siehe Abschnitt 5.7) sind bereits während der Planung und der Errichtung der Anlagen zu berücksichtigen. Das gilt besonders für die Gestaltung der Zugänge, für die Gestaltung der Anschlagpunkte beziehungsweise der Anschlagkonstruktionen, der persönlichen Schutzausrüstungen und für die Möglichkeiten, Leitungen abzutrennen.

1.2.3 Benutzerinformationen

Wichtig für die Endnutzenden sind die Informationen über die Restrisiken, eine technische Dokumentation und eine Betriebsanleitung. Die DIN EN ISO 20607:2019 konkretisiert die Forderung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. An dieser Stelle werden nur die wichtigsten Vorgaben für den Inhalt der Nutzungsinformation genannt, die einen Bezug zur Instandhaltung haben:

- Zeichnungen, Schaltpläne, Beschreibungen und Erläuterungen, für die Wartung und Instandsetzung der Maschine und für die Prüfung ihrer ordnungsgemäßen Funktion
- Beschreibung des erforderlichen Vorgehens bei Unfällen oder Störungen (Falls es zum Beispiel zu einer Blockade kommen kann, ist in der Betriebsanleitung anzugeben, wie vorzugehen ist, um die Blockade gefahrlos zu lösen.)
- Beschreibungen der Einrichtungs- und Instandhaltungsarbeiten und Anweisungen zur sicheren Durchführung, einschließlich der dabei zu treffenden Schutzmaßnahmen
- genaue Beschreibung der benötigten Ersatzteile, wenn diese sich auf die Sicherheit und Gesundheit des Bedienpersonals auswirken

2 Planung der Instandhaltungsarbeiten

2.1 Grundlagen des Arbeitsschutzes

Weiterführende Informationen:

- TRBS 1111 Gefährdungsbeurteilung (baua.de)
- www.gefaehrdungsbeurteilung.de (BAuA)

2.1.1 Verantwortung des Arbeitgebers

Beispiele für Rechtsgrundlagen zum Thema Verantwortung:

- § 618 BGB „Pflicht zu Schutzmaßnahmen“
- § 3 ArbSchG „Grundpflichten des Arbeitgebers“
- § 5 ArbSchG „Beurteilung der Arbeitsbedingungen“
- § 3 BetrSichV „Gefährdungsbeurteilung“
- § 4 BetrSichV „Grundpflichten des Arbeitgebers“
- § 2 DGUV Vorschrift 1 „Grundpflichten des Unternehmers“

Beispiele für Rechtsgrundlagen für die Delegation von Verantwortung:

- § 14 StGB „Handeln für einen anderen“
- § 13 (2) ArbSchG „Verantwortliche Personen“
- § 2 DGUV Vorschrift 1 „Grundpflichten des Unternehmers“
- § 13 DGUV Vorschrift 1 „Pflichtenübertragung“

Übertragung von Pflichten

Für den Arbeitsschutz tragen Arbeitgeber die Verantwortung. Wird ein Teil der Pflichten delegiert, müssen in der entsprechenden Beauftragung Verantwortungsbereich und Befugnisse der beauftragten Person festgelegt und dokumentiert werden. Arbeitgeber und beauftragte Person müssen das Dokument unterzeichnen und erhalten jeweils eine Ausfertigung.

Die Pflichtenübertragung erfolgt in der Praxis bis zur Ebene des Meisters oder der Meisterin. Es können jedoch nicht alle Pflichten übertragen werden. Die Auswahl-, Aufsichts- und Kontrollverpflichtung bleibt bei den Arbeitgebern.[2]

2 DGUV Regel 100-001 „Grundsätze der Prävention“, Kapitel 2.12

Umgang mit Manipulationen

Um Arbeiten unter Beachtung aller erforderlichen Schutzmaßnahmen durchführen zu können, sollte den Beschäftigten immer ausreichend Zeit eingeräumt werden. Andernfalls kann der Zeit- und Leistungsdruck dazu führen, dass beispielsweise Schutzeinrichtungen manipuliert werden.

Die Manipulation von Schutzeinrichtungen und deren Duldung stellt einen schwerwiegenden Verstoß gegen Arbeitsschutzvorschriften dar und kann rechtliche Konsequenzen nach sich ziehen: Kommt es zu einem Arbeitsunfall, drohen Führungskräften nicht nur zivilrechtliche Schadensersatzansprüche, sondern gegebenenfalls auch eine strafrechtliche Verfolgung wegen fahrlässiger Körperverletzung oder Tötung. Die scheinbare Vereinfachung des Arbeitsprozesses durch das Manipulieren von Schutzeinrichtungen birgt erhebliche Risiken für Mensch und Unternehmen. Manipulation gefährdet nicht nur die Gesundheit der Beschäftigten, sie birgt auch juristische und finanzielle Risiken für das Unternehmen und kann zu einem Reputationsverlust führen. In ihrem eigenen Interesse und dem Interesse der Gesundheit ihrer Mitarbeitenden sind Führungskräfte daher gut beraten, das Manipulieren von Schutzeinrichtungen nicht zu dulden und Manipulationsanreize zu beseitigen. Die größte Möglichkeit der Einflussnahme besteht bereits während der Beschaffung einer Maschine (siehe Abschnitt 1.1).

2.1.2 Gefährdungsbeurteilung

§ 10 Abs. 2, S. 1 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat Instandhaltungsmaßnahmen auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung sicher durchführen zu lassen und dabei die Betriebsanleitung des Herstellers zu berücksichtigen.“

Beschäftigte in der Instandhaltung sind während ihrer Arbeit einer Vielzahl von Gefährdungen ausgesetzt, die sich nicht immer auf den ersten Blick erkennen lassen. Gefährdungen können dabei von den instandzuhaltenden Maschinen und Anlagen, von Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen sowie von anderen Personen ausgehen. Damit die Gefährdungen nicht zum Verlust von Sicherheit und Gesundheit führen, müssen Arbeitgeber gemäß § 10 Abs. 2, S. 1 BetrSichV im Vorfeld jeder Instandhaltungstätigkeit eine Gefährdungsbeurteilung durchführen und entsprechende Schutzmaßnahmen treffen. Anhang 3 zeigt die Einbindung der Gefährdungsbeurteilung während der Planung von Instandhaltungsarbeiten.

Für die Auswahl und die Festlegung der Schutzmaßnahmen ist deren Rangfolge zu beachten. Eine höherwertige Schutzmaßnahme ist anzuwenden, wenn sie erforderlich, angemessen und geeignet ist. Die beste Schutzmaßnahme ist die Substitution, also die Beseitigung der Gefahrenquelle. Danach folgen die Technischen, die Organisatorischen und die Personenbezogenen Schutzmaßnahmen. In diesem Zusammenhang wird auch vom STOP-Prinzip gesprochen (Abb. 2).

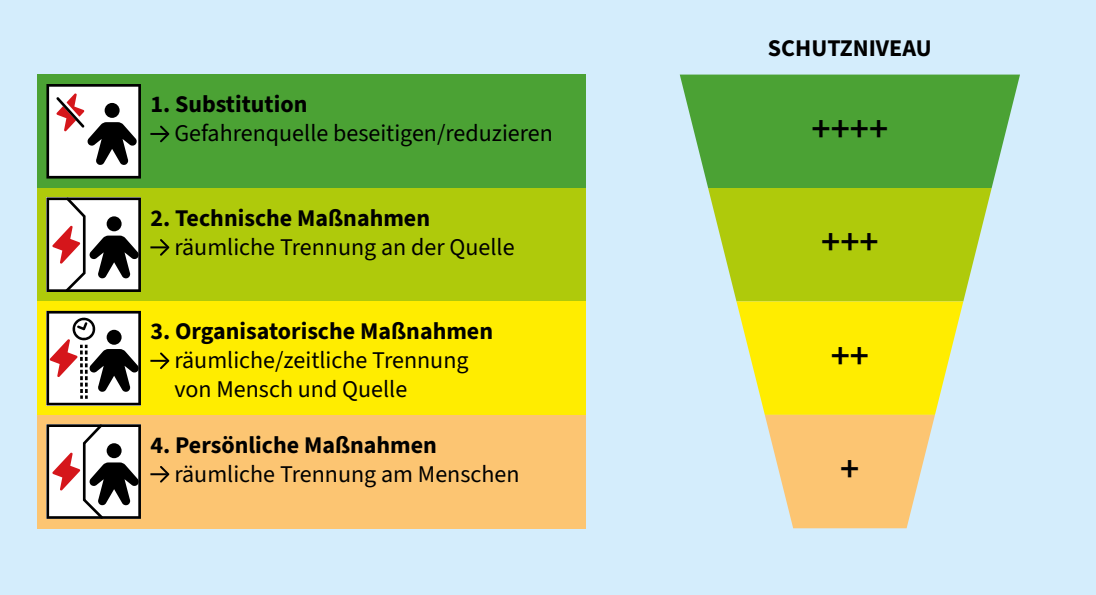


Abb. 2 Darstellung des STOP-Prinzips

Die folgenden instandhaltungsspezifischen Herausforderungen sind in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen:

- Abdeckung einer Vielzahl von Tätigkeiten und Arbeitsmitteln
- Unplanbarkeit von unvorhergesehenen Zwischenfällen und Störungen, auf die meist unter Zeitdruck reagiert werden muss
- Zusammenspiel von Menschen und komplexen Maschinen
- Kontrolle der Umsetzung von Arbeitsschutzmaßnahmen in Nachtschichten oder an Wochenenden

Die Betriebsanleitung und gegebenenfalls weitere Angaben der Herstellfirmen sind wesentliche Informationsquellen für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung. Auf Basis der Gefährdungsbeurteilung sind tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen zu erstellen, beispielsweise für Arbeiten mit Absturzgefahr oder Arbeiten unter elektrischen Gefährdungen. Sie bilden die Grundlage für die entsprechenden Unterweisungen.

Weiterführende Grundlagen zur Ermittlung und Bewertung der Gefährdungen während der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind in der TRBS 1112 „Instandhaltung“ beschrieben. Häufige Gefährdungen im Rahmen der Instandhaltung und zugehörige Schutzmaßnahmen werden in Anhang 2 der TRBS 1112 und Abschnitt 5 der vorliegenden DGUV Information behandelt. Alles zusammen kann als Hilfe für den Aufbau der Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden.

Für wiederkehrende, gleiche oder ähnliche Instandhaltungsarbeiten mit bekannten und abschätzbaren Gefährdungen kann eine bereits vorhandene „allgemeine Gefährdungsbeurteilung“ genutzt werden. In einem solchen Fall muss jedoch geprüft werden, ob die getroffenen Festlegungen ausreichend und anwendbar sind. Ist das nicht der Fall, müssen sie entsprechend angepasst werden. Sind die Anpassungen zu zahlreich und die Gefährdungen zu komplex, ist eine zusätzliche

„spezielle Gefährdungsbeurteilung“ durchzuführen und zu dokumentieren, beispielsweise über Freigabescheine (siehe Abschnitt 2.8).

Darüber hinaus haben sich für die Planung von Instandhaltungsarbeiten Arbeitsanweisungen bewährt, die einzelne Prozessschritte sowie die jeweils benötigten Werkzeuge und Schutzmaßnahmen beschreiben.

Ein Teil der Gefährdungsbeurteilung besteht in der Ermittlung von Manipulationsanreizen.

2.1.3 Ermittlung von Manipulationsanreizen

Weiterführende Informationen:

- www.stop-defeating.org (Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit)
- DGUV Information 209-092 „Risikobeurteilung von Maschinen und Anlagen – Maßnahmen gegen Manipulation von Schutzeinrichtungen“ (dguv.de)
- DGUV Information 213-114 „Checkliste: Manipulation von Schutzeinrichtungen verhindern“ (dguv.de)

Eine Manipulation liegt vor, wenn eine Schutzeinrichtung wissentlich und ohne Anwendung geeigneter risikomindernder Ersatzmaßnahmen überbrückt, abmontiert oder anderweitig unwirksam gemacht wird. Ziel einer Manipulation ist es, an der Maschine Arbeiten in einer Weise durchzuführen, die mit intakten Schutzeinrichtungen nicht oder nur mit Einschränkungen möglich wären. Wesentliches Merkmal einer Manipulation ist die damit verbundene Absicht, eine Handlung schneller, präziser und effizienter ausführen zu können oder Verzögerungen und Produktionsausschuss abzuwenden.

Das Manipulieren von Schutzeinrichtungen wird in der Praxis fälschlicherweise oft als probates Mittel angesehen, spontan auf ungewünschte Ereignisse reagieren zu können, die normalerweise einen zeitintensiven Produktionsstopp erfordern würden.

Liegen für eine Schutzeinrichtung Gründe vor, die in bestimmten Situationen für das Manipulieren der Schutzeinrichtung sprechen mögen, so spricht man von Manipulationsanreizen. Die Betreiber müssen in einer systematischen Gefährdungsbeurteilung potenzielle Manipulationsanreize identifizieren und entsprechende Gegenmaßnahmen treffen. Berücksichtigen sie in diesem Zusammenhang solche Arbeitsprozesse, die an der Maschine mit intakten Schutzeinrichtungen nicht durchführbar sind, oder bei denen die Einhaltung der Sicherheitsvorgaben mit einem Verlust an Effizienz, Präzision oder Benutzerfreundlichkeit einhergeht. Das Vorliegen von Manipulationsanreizen erhöht die Manipulationswahrscheinlichkeit einer Maschine. Maschinen mit einer hohen Manipulationswahrscheinlichkeit dürfen weder auf den Markt gebracht noch betrieben werden, da sie ein besonderes Risiko für die Sicherheit der sie bedienenden Personen darstellen.

2.1.4 Verhaltensbasierte Maßnahmen

§ 10 Abs. 3 Nr. 9 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] erforderliche Warn- und Gefahrenhinweise bezogen auf Instandhaltungsarbeiten an den Arbeitsmitteln zur Verfügung zu stellen, […]“

Arbeitsschutzmaßnahmen, die sich auf das Verhalten der Mitarbeitenden auswirken, werden in einigen Darstellungen der Maßnahmenhierarchie an den Schluss gestellt, was ihrer Bedeutung jedoch nicht gerecht wird. Sie lassen sich nicht in die Maßnahmenhierarchie nach dem STOP-Prinzip einordnen, da es sich um übergreifende Maßnahmen handelt. Deshalb ist es wichtig, dass neben der Verhältnisprävention auch die Verhaltensprävention berücksichtigt wird. Damit die organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen, die bei Instandhaltungsarbeiten häufig zum Einsatz kommen, ihre gewünschte Wirkung entfalten, müssen die Beschäftigten über ein ausreichendes Gefahrenbewusstsein verfügen und sich im zur Verfügung gestellten Arbeitsumfeld an Regelungen und Anweisungen halten.

Verletzungen und Unfälle innerhalb der Instandhaltung entstehen häufig, wenn die Beschäftigten falsche Entscheidungen treffen. Die häufigsten Beispiele:

- unterlassener, unsachgemäßer, unbefugter Gebrauch von Arbeitsmitteln
- Aufenthalt im Gefahrenbereich, Nutzung unzulässiger Verkehrswege
- unsicherer Standplatz, Gleichgewichtsverlagerung
- Fehlverhalten anderer Personen nicht bedenken
- ungenügende Verständigung bzw. Kommunikation
- unterlassene oder unsachgemäße Nutzung der Persönlichen Schutzausrüstung

Hier greift das System der sicheren und gesunden Verhaltensunterstützung nach dem Schema:

- Sicheres, achtsames und gesundes Arbeitsverhalten wird eindeutig definiert, gefördert, gesehen, honoriert.
- Falsches Verhalten wird wahrgenommen, unterbunden und sanktioniert.
- Rückmeldung aller Beteiligten (Umstehenden) wird eingefordert und ernst genommen.
- Investitionen in sichere Maschinen, Werkzeuge und Arbeitsablaufgestaltung haben Vorrang vor Verhaltensappellen.

Eine wichtige Rolle spielt das generelle Betriebsklima und die Sicherheitskultur im Unternehmen, also die Haltung gegenüber Sicherheit und Gesundheit während der Arbeit. Das lässt sich am Beispiel „Manipulationen“ darstellen. Alle Führungsebenen sollten sich klar gegen das Manipulieren von Schutzeinrichtungen positionieren. Eine gelebte positive Fehlerkultur ermöglicht den Beschäftigten, auf Probleme im Maschinenbetrieb hinzuweisen und stellt sicher, dass solchen Hinweisen zeitnah und mit hoher Priorität nachgegangen wird.

Mit zunehmender Routine und Erfahrung unterliegen Personen oft der sogenannten Illusion der eigenen Unverletzbarkeit. Das bedeutet, sie unterschätzen systematisch Gefährdungen an Maschinen und Werkzeugen, weil sie die Erfahrung gemacht haben, dass bisher nichts passiert ist. Somit scheinen sich unsichere Verhaltensweisen bewährt zu haben und falsche Annahmen, wie die Unschädlichkeit gewisser Lärmfrequenzen, in Bezug auf den Arbeitsschutz verfestigen sich mit der Zeit. Hier bedarf es regelmäßiger Sensibilisierungs-Impulse. Es gilt, die Routine zu durchbrechen und Entscheidungen von Zeit zu Zeit zu hinterfragen. Dafür eignen sich besonders Personen von außerhalb der Instandhaltungsabteilung.

Unter Zeitdruck und während ständiger Unterbrechungen sind die Aufmerksamkeit und die Achtsamkeit im Moment der Arbeitssituation sehr häufig beeinträchtigt, weil (vermeintlich) mehrere Dinge gleichzeitig zu erledigen sind. Eine gute Einsatzplanung und -vorbereitung sowie eine eindeutige Abgrenzung des Arbeitsbereichs schützen das Instandhaltungspersonal vor Ablenkungen und Störungen, zum Beispiel durch Produktionspersonal.

Mit der Aufbereitung von Unfällen und Beinahe-Unfällen können unsicheres Verhalten und unsichere Zustände im Unternehmen identifiziert werden. Erkenntnisse und Schlussfolgerungen, die sich daraus ergeben, helfen, Unfälle zu vermeiden und sollten allen im Unternehmen arbeitenden Personen bekannt sein.

Das Wissen über mögliche Gefährdungen muss in Unterweisungen regelmäßig vermittelt werden. Die Methodik der Unterweisung und wie nachhaltig die vermittelten Informationen aufgenommen werden, spielen dabei eine wichtige Rolle. Praxisnahe und spezifische Unterweisungen führen in diesem Zusammenhang eher zum Ziel als theoretische Unterweisungsmarathons. Dabei kommt es darauf an, Antworten auf folgende Fragen zu erhalten:

- Wie verhalte ich mich, wenn ich unsicher bin, nicht weiterweiß oder einen Fehler gemacht habe, der Zeit kostet?
- Wie verhalte ich mich, wenn ein Kollege oder eine Kollegin gefährliche Handgriffe ausführt?
- An wen wende ich mich (vor Ort), wenn ich Tätigkeiten in einer akuten Situation nicht (mehr) sicher ausführen kann?
- Konnte ich den Grund für Abweichungen im Verhalten oder bei der Ausübung von Tätigkeiten ermitteln?

Praxisbeispiele:

- Der Aushang über die Anzahl der Tage ohne Arbeitsunfälle motiviert zu sicherem Verhalten, da niemand dafür verantwortlich sein möchte, dass diese Zahl „auf Null“ fällt.
- Ein Unfall-Kurzbericht („Safety Alert“) dient dazu – vor allem in größeren Unternehmen mit mehreren Niederlassungen – standortübergreifend die Erkenntnisse aus Unfällen und die identifizierten unsicheren Zustände zu kommunizieren.
- Bei einem „Safety Tip“ werden die Beschäftigten dazu angehalten, sich gegenseitig vor unsicheren Situationen zu warnen und Tipps für ein sicheres Arbeiten zu geben. Das kann zum Beispiel während einer Schichtübergabe oder als Start in ein Meeting umgesetzt werden oder während einer Schulung oder als Teil eines Wochenberichts.
- Es werden regelmäßig neue Teams gebildet, die den Auftrag haben, sich gegenseitig auf Gefahren hinzuweisen.
- Vor Aufnahme der Tätigkeit sorgt ein kleiner Werkzeuganhänger in Form eins „Safety-Ankers“ dafür, dass das Instandhaltungspersonal kurz durchatmet und für sich prüft, ob sicher gearbeitet werden kann. Im Kreis der Kolleginnen und Kollegen weist man sich gegenseitig auf den Anker hin: „Wirf den Anker“ ist zu einem geflügelten Wort geworden.
- Werden durch die Instandhaltung unsichere Zustände erkannt, werden sie durch so genannte Risiko-Karten schnell gemeldet und abgestellt. Dabei wird die Bewertung der Instandhaltung nicht infrage gestellt und ein eventueller zeitliche Verzug außer Acht gelassen.

2.1.5 Sicherheitschecklisten/LMRA

Komplexe Tätigkeiten, die nicht häufig durchgeführt werden, stellen eine besondere Herausforderung dar. Gerade in einem Instandhaltungsprozess müssen häufig mehrere Personen (beispielsweise aus der Instandhaltung, Produktion, von Fremdfirmen) miteinander vernetzt und viele Vorbereitungsschritte beachtet werden. Deshalb kann es schnell dazu kommen, das wichtige Teilschritte vergessen oder vernachlässigt werden.

Um dem vorzubeugen, werden vor Arbeitsbeginn häufig Sicherheitschecklisten oder auch eine sogenannte LMRA (Last-Minute-Risk-Analysis) durchgeführt. Dabei handelt es sich um einen kurzen Fragenkatalog, der vor Beginn der Tätigkeiten bearbeitet wird. In Abgrenzung zur Gefährdungsbeurteilung, die der Ermittlung von Schutzmaßnahmen dient, handelt es sich bei der LMRA um eine zusätzliche Schutzmaßnahme. Sie dient dazu, Beschäftigten Handlungssicherheit zu geben, das Sicherheitsbewusstsein zu erhöhen und unsichere Zustände zu identifizieren und zu vermeiden.

Mit dem Dokument lässt sich auch nachvollziehen und kommunizieren, warum Arbeiten aufgrund von Sicherheitsmängeln nicht aufgenommen werden konnten. Konkret lässt sich das am Beispiel von Instandhaltungspersonal festmachen, das den Abbruch von Arbeiten gegenüber dem Auftraggeber begründen muss.

Die Checkliste wird jedes Mal aufs Neue bearbeitet – unmittelbar vor Beginn der Arbeiten (tätigkeitsbezogen), direkt an der Arbeitsstelle (ortsbezogen), von den Beschäftigten, die die Arbeit verrichten.

Wird eine solche LMRA-Checkliste für einen Betrieb erstellt oder auf die individuellen Bedürfnisse angepasst, sollten folgende Grundlagen beachtet werden:

- Es sollte für die Anwendung von Checklisten eine Einweisung geben.
- Über die Ergebnisse aus den Checklisten sollten Führungskräfte regelmäßig mit den Beschäftigten sprechen, um die Akzeptanz dafür zu erhöhen.
- Der Inhalt der Checklisten sollte aufgrund der Praxiserfahrung und um die Akzeptanz zu erhöhen, immer mit den betroffenen Beschäftigten gemeinsam erarbeitet und regelmäßig aktualisiert werden.
- Die Checkliste sollte so kurz wie möglich sein. Jede zusätzliche Frage verlängert die Ausfüllzeit. Ist die Checkliste hingegen zu kurz, sinkt ihr Aussagewert.
- Alle Fragen sollten so gestellt sein, dass sie eindeutig zu beantworten sind und dass auf den ersten Blick erkennbar ist, ob eine Bedingung erfüllt ist oder nicht.
- Für ein nachhaltiges Fehlermanagement sollte sichergestellt sein, dass die ausgefüllte Checkliste ausgewertet und besprochen wird.

Eine Beispiel-Checkliste zu diesem Thema befindet sich im Anhang 1.

2.1.6 Pflichten der Beschäftigten

- Anweisungen einhalten.
- Technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen den Vorgaben entsprechend nutzen.
- Auf Improvisationen verzichten.

2.2 Organisation der Instandhaltung durch die Arbeitgeber

2.2.1 Instandhaltungsstrategien

Ungeplante Maschinenausfälle zählen zu den Hauptfaktoren für hohe Kosten und eine niedrige Produktivität. Rentabilität und Produktivität eines Unternehmens hängen somit auch von der angewandten Instandhaltungsstrategie beziehungsweise von den implementierten Instandhaltungsprozessen ab.

Während der Instandhaltung können unterschiedliche Strategien zum Einsatz kommen (Abb. 3):

- korrektive Instandhaltung
- präventive Instandhaltung, die sich differenzieren lässt in:
  - vorausbestimmte (periodische) Instandhaltung
  - zustandsorientierte Instandhaltung



Abb. 3 Allgemeine Instandhaltungsarten nach DIN EN 13306:2017

Korrektive Instandhaltung

Bei der korrektiven Instandhaltung werden Maßnahmen erst dann eingeleitet, wenn etwas defekt ist oder eine Funktionsstörung vorliegt. Es werden nur die Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt, die notwendig sind, um eine Funktionsfähigkeit wiederherzustellen.

Diese Strategie erfordert, im Vergleich zu den präventiven Maßnahmen, einen geringeren Planungsaufwand, da nur reagiert wird, wenn es für die betrieblichen Abläufe unbedingt erforderlich ist. Allerdings ist der zu erwartende wirtschaftliche Schaden bei unerwarteten Produktionsausfällen hoch und Folgeschäden an Maschinen und Anlagen sind nicht auszuschließen. Da teilweise in laufende Produktionsprozesse eingegriffen werden muss und erforderliche Ersatzteile vielleicht nicht sofort verfügbar sind, entstehen aus der Sicht des Arbeitsschutzes hohe Risiken durch Zeitdruck, laufende Maschinen, unsichere Improvisationen etc.

Vorausbestimmte Instandhaltung

Die vorausbestimmte Instandhaltung ist eine Strategie, bei der in festgelegten Intervallen Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden. Die Intervalle können zeitabhängig, stückzahlabhängig oder von der Nutzungsdauer abhängig sein. Die Wahl der Intervalle ist für eine erfolgreiche Anwendung dieser Strategie wesentlich und erfordert entsprechende Erfahrungswerte.

Praxisbeispiel:

- Es gibt feste Pläne zur Wartung von Maschinen und zum Austausch von Verschleißteilen, die auch die Wirtschaftlichkeit der Instandhaltung verbessern.

Zustandsorientierte Instandhaltung

In der zustandsorientierten Instandhaltung wird auf der Basis von Inspektionen der Zustand einer Maschine oder Anlage ermittelt und ein Handlungsbedarf anhand eines Soll-Ist-Vergleichs festgestellt. Es werden Sichtkontrollen oder einfache Prüfungen durchgeführt, um festzustellen, ob sich Einstellungen und Verschleiß noch in einem akzeptablen Bereich bewegen. Zudem wird auf untypische Lauf- oder Produktionsgeräusche geachtet, die bevorstehende Ausfälle andeuten.

Die Vorteile dieser Strategie liegen darin, dass bereits vor einem möglichen Ausfall reagiert werden kann. Das wiederum begünstigt die rechtzeitige Beschaffung von Ersatzteilen. Ein weiterer positiver Effekt ist, dass Produktionskapazitäten bestmöglich genutzt werden können, wenn die Lebensdauer der Maschinen und Maschinenteile bekannt ist. Zudem können Folgekosten durch einen rechtzeitigen Tausch der Ersatzteile vermieden werden.

Eine Unterart dieser Strategie ist die Predictive Maintenance (vorausschauende Instandhaltung), in der Maschinendaten erfasst und in einer Datenbank gespeichert werden. Eine entsprechende Software überwacht die Daten fortlaufend. Wenn Bau- oder Funktionseinheiten von einem definierten Soll-Zustand abweichen, wird eine Meldung ausgelöst. Die Instandhaltungsabteilung prüft die Ursachen für die Veränderung der Daten und leitet im entsprechenden Fall Instandhaltungsmaßnahmen ein. Es ist eine Voraussetzung für diese Instandhaltungsstrategie, Maschinen so zu vernetzen, dass alle erforderlichen Daten erfasst, gespeichert und ausgewertet werden können.

Praxisbeispiel:

Es kommt das Analytics-Reifegradmodell nach Gartner[3] zur Anwendung, das mit Hilfe von Algorithmen und statistischen Methoden zukünftige Ereignisse und Veränderungen „vorhersagt". Dazu werden Mess- und Auswertungssysteme (z. B. SCADA „Supervisory Control and Data Acquisition") mit Analysemethoden, wie Korrelations- oder Ursache-Wirkungsdiagramme, kombiniert.

Das dient dazu, nicht nur zu wissen, wann Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sind, sondern auch zu ermitteln, welches Zeitfenster dafür betriebswirtschaftlich optimal ist.

2.2.2 Störungsmanagement

§ 10 Abs. 3 Nr. 8 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] sichere Arbeitsverfahren für solche Arbeitsbedingungen festzulegen, die vom Normalzustand abweichen, […]"

Das Störungsmanagement beschäftigt sich zum einen mit der Störungsvermeidung und zum anderen mit einer zeitnahen und sicheren Störungsbehebung.

Gerade in Bezug auf Störungen sollte eindeutig geregelt sein, wer dafür zuständig ist, sie zu beheben. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass Personen ohne ausreichende Qualifikation versuchen, in der Maschine/Anlage Probleme zu lösen. Im Anhang 2 ist ein Beispiel für die unterschiedlichen Ebenen der Störungsbehebung aufgeführt.

Störungsvermeidung

Die Strategie der Instandhaltung liegt im Ermessen des Arbeitgebers, der die Pflicht hat, den sicheren Zustand einer Maschine über die komplette Verwendungsdauer zu erhalten. Geht eine Maschine aufgrund mangelhafter Instandhaltung in Störung, kann der Fall eintreten, dass die Bedingung für einen sicheren Zustand nicht mehr erfüllt wird und das ausführende Personal während der Störungsbeseitigung in Gefahr gerät.

Zusätzlich zu einer präventiven Instandhaltungsstrategie ist die Verbesserung ein Mittel der Störungsvermeidung. Sind die Störungen analysiert und die Schwachstellen beseitigt, kann dadurch die Anlagenverfügbarkeit entsprechend erhöht werden.

3 Beschrieben im VDI Standard 2889 (aktuell im Entwurf)

Vorausplanung

Eine schnelle Störungsbeseitigung steht häufig im Widerspruch zu einer sicheren Störungsbeseitigung: Zeitdruck sowie Störungen und Unterbrechungen stellen eine psychische Gefährdung dar, die zu unsicheren Arbeitsweisen und Improvisationshandlungen führt. Ein Vorausplanen in Bezug auf die einzelnen Handlungsschritte kann diese negative Entwicklung deutlich verlangsamen oder sogar verhindern. Das funktioniert auch bei unerwarteten Störungen, wenn es gelingt, im Moment des Auftretens ruhig und besonnen zu reagieren. Eine gut ausgeführte Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA), in Analogie zum Brandschutz und der Brandbekämpfung, macht es bereits vor einer Störung möglich, geeignete Maßnahmen zu identifizieren.

Der (vermeintliche) Zeitdruck entsteht im Betrieb häufig durch einen befürchteten wirtschaftlichen Schaden, den eine unerwartete Anlagenstörung verursachen könnte. Gelingt es, diesen wirtschaftlichen Schaden zu minimieren, wird auch das mit der Störungsbeseitigung verbundene Stressempfinden der handelnden Personen sinken. Dabei helfen Kompensations- und Vorbereitungsmaßnahmen.

Kompensationsmaßnahmen können zum Beispiel Ersatzmaschinen, Reserven, Organisatorische Ersatzmaßnahmen oder Produktionspuffer sein.

Vorbereitungsmaßnahmen, die den Zeitaufwand für die unmittelbare Störungsbeseitigung reduzieren können:

- Ermittlung der korrekten Ansprechperson (Kommunikations- und Meldewege für Störungen)
- Suche von Ersatzteilen im Lager
- Beschaffung nicht eingelagerter Ersatzteile

Der Aufwand, diese Maßnahmen vorzuhalten, rechnet sich, da durch die vorausschauende Strategie und Planung des (vermeintlich) Unplanbaren, Störungen schneller beseitigt werden können oder gar nicht erst auftreten.

2.2.3 Planung von Änderungen

Weiterführende Informationen:

- Interpretationspapier zum Thema „Wesentliche Veränderung von Maschinen“ (bmas.de)

Änderungen können einen großen Einfluss auf die Sicherheit und auch auf die Genehmigung von Anlagen und Maschinen haben. Das gilt auch für „Minimaländerungen“, die im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten spontan realisiert werden. Aus diesem Grund sollte der Arbeitsschutz und andere betriebliche Bereiche in den Änderungsprozess mit einbezogen werden. Bedien- und Instandhaltungspersonal soll sensibilisiert werden, Änderungen nicht selbstständig und nur mit Zustimmung der Vorgesetzten durchzuführen.

Änderungen an Maschinen und Anlagen betreffen zum Beispiel:

- Leistungserhöhung
- Änderung der Hilfs-, Betriebs- und Einsatzstoffe
- Änderungen der Sicherheitstechnik

Eine Maschine, die wesentlich verändert wird, gilt als neue Maschine. Das bedeutet, dass die Person, die für die wesentliche Veränderung verantwortlich ist, zum „Hersteller“ wird und damit die entsprechenden Pflichten gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zu erfüllen hat.

Unfallbeispiele:

- An einem Dieselaggregat auf einem Frachtschiff brach ein Feuer aus. Ein Beschäftigter bemerkte den brennenden Treibstoffstrahl und leitete die notwendigen Notfallmaßnahmen ein. Das Feuer wurde schnell durch die CO_2-Löschanlage gelöscht. Niemand wurde verletzt. Am Motor war die metallische Verschraubung der Treibstoffzufuhr zur einfacheren Montage an drei von vier Einspritzstellen kurzerhand durch Gummischläuche ersetzt worden. Einer der Schläuche versagte und führte zu einer Leckage. Treibstoff sprühte auf heiße Motorteile, die als Zündquelle wirkten.
- In einem Betrieb zur Herstellung von Schaumstoffen wurde die in einem Tank gelagerte Chemikalie mit einer Wärmeübertragungsanlage temperiert. Ein Wärmetauscher ist während der Instandhaltungsarbeiten durch ein gleichgroßes Aggregat desselben „Herstellers“ ersetzt worden. Infolgedessen kam es nach der Inbetriebnahme zu einer heftigen chemischen Reaktion im Lagertank. Am neuen Wärmetauscher waren die Zu- und Abläufe für Produkt und Kühlmedium anders konfiguriert, sodass das Kühlmedium in den Tank strömte und mit dem Produkt reagierte.

2.3 Auswahl und Beauftragung der Beschäftigten

§ 10 Abs. 2, S. 2 BetrSichV:

„[…] Instandhaltungsmaßnahmen dürfen nur von fachkundigen, beauftragten und unterwiesenen Beschäftigten oder von sonstigen für die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten geeigneten Auftragnehmern mit vergleichbarer Qualifikation durchgeführt werden.“

TRBS 1116 Kap. 3.2 – Gefährdungsbeurteilung:

„Bei Instandhaltungsarbeiten, die im Zuge der regulären Verwendung eines Arbeitsmittels von den Beschäftigten durchgeführt werden dürfen, ist keine Beauftragung im Sinne von § 10 Absatz 2 BetrSichV erforderlich. Dies betrifft Tätigkeiten, zu deren sicherer Durchführung die Beschäftigten aufgrund ihrer Qualifikation in der Lage sind und die z. B. laut Herstellerangaben der Pflege des Arbeitsmittels zuzuordnen sind.“

Die DIN EN 13306:2017 benennt fünf Ebenen, die die Komplexität der Instandhaltungsaufgaben einstufen (Abb. 4).

In der Regel lässt es sich bei betriebseigenem Personal – aufgrund der betrieblichen Nähe – leichter feststellen, ob die erforderliche Fachkunde vorhanden ist, als bei betriebsfremdem Personal. Vor der Vergabe von Instandhaltungsarbeiten an Fremdfirmen hat sich die auftraggebende Seite daher in besonderem Maße zu vergewissern, dass das Personal der auftragnehmenden Seite über die erforderliche Fachkunde für die geplanten Arbeiten verfügt.



Abb. 4 Ebenen der Instandhaltung in Anlehnung an DIN EN 13306:2017

2.4 Koordination von Arbeiten

2.4.1 Schnittstellenmanagement

§ 10 Abs. 3 Nr. 2 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] eine ausreichende Kommunikation zwischen Bedien- und Instandhaltungspersonal sicherzustellen, […]“

Eine Vernetzung und systematische Rückmeldeschleifen zwischen Produktion, Instandhaltung, Planung und Einkauf sind notwendig, um Gefährdungen rechtzeitig beseitigen zu können. Ein guter Kommunikationsfluss, der auch Nachfragen zulässt, kann das Stresslevel senken und kann dazu beitragen, Unfälle zu vermeiden, weil es gar nicht erst zu Missverständnissen kommt.

Die Frage, „Wer entscheidet im Zweifelsfall?“, sollte zwischen der Produktion und der Instandhaltung eindeutig geregelt sein. Entscheidungskompetenz geht mit Verantwortung einher und vermittelt – richtig kommuniziert – auch eine gewisse Risikokompetenz: „Wenn ich diesen Schalter umlege, gefährde ich mich und meine Kolleginnen und Kollegen.“

Es sollte nur eine Person als verantwortlich festgelegt werden. Das vereinfacht sowohl die Kommunikation als auch die Entscheidungswege. Im Umfeld der Instandhaltungsarbeiten tätige Beschäftigte müssen informiert sein über Zeit, Ort und Inhalt der vorgesehenen Instandhaltungsarbeiten sowie über die dabei möglicherweise auftretenden Einschränkungen oder Zutrittsverbote, über Gefährdungen, die erforderliche Rücksichtnahme und über Kommunikationswege sowie über die Bedeutung sicherheitsbezogener Informationen, wie Warn- und Gefahrenhinweise, die zum Einsatz kommen.

2.4.2 Formen der Zusammenarbeit

Weiterführende Informationen:

- DGUV Information 215-830 „Zusammenarbeit von Unternehmen im Rahmen von Werkverträgen“ (dguv.de)

Während der Instandhaltung durch betriebseigenes Personal sind typischerweise unterschiedliche Betriebsbereiche des eigenen Unternehmens involviert. Häufig kommt dabei auch betriebsfremdes Personal von Fremdfirmen oder Partnerfirmen zum Einsatz. Für alle Formen der Zusammenarbeit sind bestimmte Regelungen zu beachten.

Praxisbeispiel für die Zusammenarbeit unterschiedlicher Betriebsbereiche:

Innerhalb eines Unternehmens bestehen unterschiedliche Zuständigkeiten für den Betrieb und für die Instandhaltung von Arbeitsmitteln bzw. Anlagen. Hier hat es sich bewährt, die jeweils verantwortlichen Personen als Anlagenverantwortliche und Arbeitsverantwortliche zu beauftragen.

Die anlagenverantwortliche Person und die arbeitsverantwortliche Person informieren sich gegenseitig über die von ihren Arbeitsmitteln beziehungsweise von den Arbeiten ausgehenden Gefährdungen und sie stimmen gemeinsam über Schutzmaßnahmen ab. Für die Umsetzung arbeitsmittel- oder anlagenbezogener Schutzmaßnahmen ist die anlagenverantwortliche Person zuständig, während die arbeitsverantwortliche Person die Umsetzung der Schutzmaßnahmen in Zusammenhang mit den Instandhaltungsarbeiten veranlasst.

Um die festgelegten Schutzmaßnahmen aufeinander abzustimmen und deren Umsetzung zu prüfen, hat es sich bewährt, aufsichtsführende Personen, Koordinatoren oder Koordinatorinnen zu bestellen.

Praxisbeispiel für die Zusammenarbeit mit Fremdfirmen:

Hier gilt die gleiche Vorgabe, wie bei der Zusammenarbeit unterschiedlicher Betriebsbereiche: Für die auftraggebende und die auftragnehmende Seite besteht die Pflicht, die Sicherheits- und Gesundheitsschutzbestimmungen zusammen umzusetzen und im Fall einer gegenseitigen Gefährdung bei den Gefährdungsbeurteilungen zusammenzuwirken und Schutzmaßnahmen abzustimmen. Besteht durch die verwendeten Arbeitsmittel oder die vorhandenen Gefahrstoffe eine erhöhte Gefährdung der Beschäftigten anderer Unternehmen, ist durch die Beteiligten gemäß § 13 Abs. 3 BetrSichV beziehungsweise § 15 Abs. 4 GefStoffV schriftlich ein Koordinator oder eine Koordinatorin zu bestellen. Diese Bestellung entbindet den Arbeitgeber jedoch nicht von seiner Verantwortung.

Praxisbeispiel für die Zusammenarbeit mit Fremdfirmen im Remote-Service:

Beratungen, die eine tiefere technische Fachkunde erfordern, werden teilweise per Remote-Service mit dem Telefon oder einer Datenbrille durchgeführt. In diesem Fall erteilt eine fachkundige Person von außerhalb Anweisungen an das Instandhaltungspersonal im Betrieb, das die entsprechenden Arbeitsschritte durchführt.

Besondere Herausforderungen bestehen darin, sicherheitsrelevante Informationen verfügbar zu machen, Verantwortung und Kompetenzen klar zu regeln und das Befolgen falscher Instruktionen zu vermeiden. Das Instandhaltungspersonal muss in der Lage sein, falsche Anweisungen zu identifizieren, Gefährdungen oder Wechselwirkungen mit anderen Gefährdungen zu erkennen und sicher zu kommunizieren. Remote-Experten und -expertinnen müssen unter anderem mögliche Aus- und Wechselwirkungen ihrer Instruktionen überschauen können, Einblick in betriebliche Prozesse haben und die Qualifikation ihres Gegenübers kennen. Generell gelten für die Zusammenarbeit mit Fremdfirmen im Remote-Service die gleichen Regelungen wie mit Fremdfirmen, die ihre Dienstleistung vor Ort erbringen.[4]

4 Fachbereich AKTUELL 118 „Arbeitsschutzgerechter Einsatz von Datenbrillen“ (dguv.de)

2.4.3 Vorbereitung des Fremdfirmeneinsatzes

§ 10 Abs. 3 Nr. 1 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] die Verantwortlichkeiten für die Durchführung der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen festzulegen, […]“

TRBS 1112 Kap. 3.1 – Zusammenarbeit mehrerer Arbeitgeber:

„Die Sicherungsmaßnahmen an dem instandzuhaltenden Arbeitsmittel sind von dem Arbeitgeber zu veranlassen, der die unmittelbare Verantwortung für den Betrieb des Arbeitsmittels bzw. der Anlage trägt. Die Schutzmaßnahmen in Zusammenhang mit der Instandhaltungstätigkeit veranlasst der Arbeitgeber, der die unmittelbare Verantwortung für die Durchführung der Arbeiten trägt.“

Vergibt ein Unternehmen Aufgaben an ein Fremdunternehmen, sollten unter anderem folgende Fragestellungen im Vorfeld berücksichtigt, abgeklärt und schriftlich dokumentiert werden:

- Welche Arbeiten müssen durchgeführt werden?
- Welche vorbereitenden Arbeiten muss die auftraggebende Seite durchführen (z. B. Entleeren, Absperren)?
- Welche gegenseitigen Gefährdungen der Beschäftigten des Fremdunternehmens und der eigenen Beschäftigten sind zu erwarten?
- Welche Schutzmaßnahmen sind durch wen zu treffen, umzusetzen und zu kontrollieren?
- Wer unterweist die Beschäftigten des Fremdunternehmens bezüglich der speziellen Gefahren in der Arbeitsstätte des Auftraggebers?
- Wer stellt die Person, die die Abläufe koordiniert und die bei Tätigkeiten mit erhöhten Gefährdungen die Durchführung der festgelegten Schutzmaßnahmen sicherstellt?
- Ist die Bestellung einer aufsichtführenden Person notwendig? Wer stellt sie?
- Existiert ein Rettungskonzept oder muss eins entwickelt werden?

Da ein Rettungskonzept (siehe Abschnitt 2.7) nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch geübt werden muss, ist das besonders für jene Fremdfirmen eine Herausforderung, die nur vor Ort sind, um ihren Auftrag zu erfüllen. Da aber in einem Rettungskonzept gerade die örtlichen Besonderheiten berücksichtigt werden, ist die mangelnde Ortskenntnis der Beschäftigten aus Fremdfirmen zu berücksichtigen, indem sie auf geeignete Weise in das Konzept eingebunden werden. Eine Möglichkeit besteht darin, die Fremdfirma in die Alarmierungskette einzubinden und die Durchführung der eigentlichen Rettung durch praktisch ausgebildetes Personal vornehmen zu lassen.

2.4.4 Verantwortliche Personen bei einem Fremdfirmeneinsatz

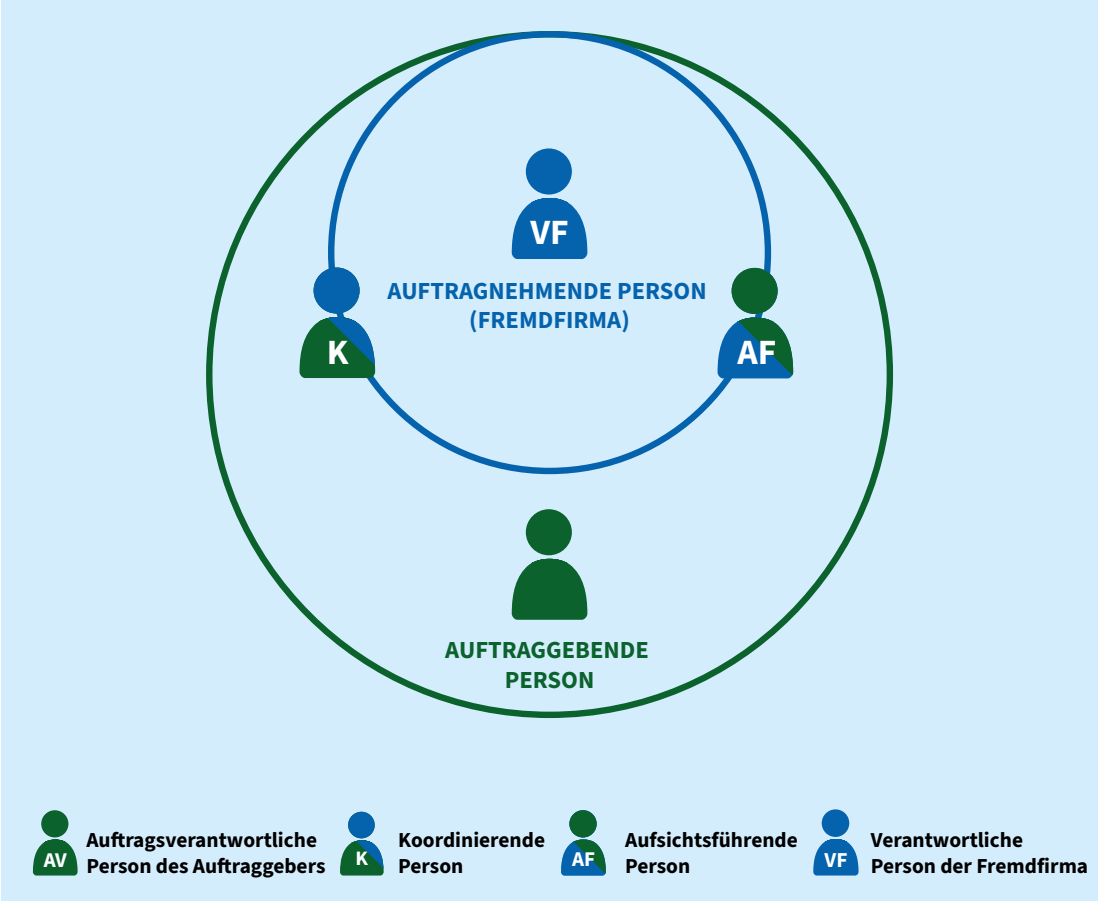


Abb. 5 Verantwortung innerhalb der Werk- und Dienstverträge (Quelle: DGUV Information 215-830)

In Abbildung 5 wird die Verantwortung innerhalb der Werk- und Dienstverträge dargestellt. Der temporäre Arbeitsraum der Auftragnehmenden (blau) befindet sich in der Welt der Auftraggebenden (grüner Kreis) und muss in diese integriert werden.

Um Missverständnisse zu vermeiden und um die Verantwortung klar zu regeln, haben nur ausgewählte Personen in ihrer jeweiligen Funktion die Aufgabe, in beiden Arbeitsräumen Anweisungen zu geben.

Die Weisungsbefugnis für die Beschäftigten der Auftragnehmenden/der Fremdfirma verbleibt, ebenso wie die Verantwortung für diese Personen, auf der Seite der Auftragnehmenden. Führungskräfte und Mitarbeitende der auftraggebenden Seite haben keine Weisungsbefugnis gegenüber den Beschäftigten der auftragnehmenden Seite. Die Auftraggebenden müssen sich davon überzeugen, dass die Beschäftigten der Fremdfirmen in Bezug auf die Gefahren während der Tätigkeit in ihrem Betrieb angemessene Anweisungen erhalten haben.

Koordinierende Person

Koordinatorinnen und Koordinatoren müssen die erforderlichen Befugnisse erhalten, um die notwendigen Anweisungen zur Umsetzung der festgelegten Schutzmaßnahmen zu erteilen und durchzusetzen. Sie tragen, wie die Vorgesetzten auch, rechtliche Verantwortung. Um dieser Verantwortung gerecht zu werden, sollten sie während der Arbeitszeit ständig erreichbar sein.

Aufgaben einer koordinierenden Person:

- Arbeitsabläufe ermitteln und ggf. Arbeitsablaufplan erstellen. (Wer darf bzw. muss wo, mit welcher Arbeit, unter welchen Voraussetzungen, innerhalb welcher Zeit arbeiten?)
- Bereiche mit gegenseitiger Gefährdung festlegen.
- Vor Aufnahme der Arbeiten Schutzmaßnahmen abstimmen.
- Maßnahmen für den Störungsfall festlegen.
- Betroffene Bereiche informieren.
- Festgelegte Arbeitsabläufe und Einhaltung der Schutzmaßnahmen prüfen.
- Arbeitsabläufe ggf. anpassen und notwendige ergänzende Schutzmaßnahmen festlegen.
- Auftraggeber und Auftragnehmer über Planänderungen informieren.

Aufsichtsführende Person

§ 5 (3) DGUV Vorschrift 1:

„[…] Der Unternehmer hat ferner sicherzustellen, dass Tätigkeiten mit besonderen Gefahren durch Aufsichtführende überwacht werden, die die Durchführung der festgelegten Schutzmaßnahmen sicherstellen. […]“

Die aufsichtführende Person überwacht Tätigkeiten mit besonderen Gefahren, die durch die Beschäftigten der Fremdfirmen ausgeführt werden. Dabei stellt sie die Durchführung der festgelegten Schutzmaßnahmen sicher. Die Überwachung durch die aufsichtführende Person setzt in der Regel deren Anwesenheit im Betrieb sowie eine Weisungsbefugnis voraus.

2.4.5 Nachbereitung des Fremdfirmeneinsatzes

Im Nachgang zu dem Fremdfirmeneinsatz prüfen die auftraggebende und die auftragnehmende Seite gemeinsam, ob die durchgeführten Tätigkeiten im Sinn der Leistungsbeschreibung erfüllt worden sind. Dabei wird auch geprüft, ob zu jedem Zeitpunkt die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten garantiert werden konnte. Besonders für weitere Aufträge ist es wichtig zu wissen, inwieweit Planung, Organisation und Ausführung ähnlich ablaufen können oder Veränderungen notwendig werden.

2.5 Arbeitsmaterial und persönliche Schutzausrüstungen

Weiterführende Informationen:

- TRBS 1201 „Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ (baua.de)
- TRBS 1203 „Zur Prüfung befähigte Personen“ (baua.de)
- DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-006 „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-071 „Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel“ (dguv.de)
- DGUV Information 209-001 „Sicherheit beim Arbeiten mit Handwerkszeugen“ (dguv.de)
- DGUV Information 212-515 „Persönliche Schutzausrüstungen“ (dguv.de)

§ 10 Abs. 3 Nr. 10 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] dafür zu sorgen, dass nur geeignete Geräte und Werkzeuge und eine geeignete persönliche Schutzausrüstung verwendet werden, […]“

§ 4 Abs. 5 Satz 3 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat weiterhin dafür zu sorgen, dass Arbeitsmittel vor ihrer jeweiligen Verwendung auf offensichtliche Mängel, die die sichere Verwendung beeinträchtigen können, kontrolliert werden […].“

Es müssen Maßnahmen getroffen werden, damit die Arbeitsmittel während der gesamten Verwendungsdauer den Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entsprechen und in einem sicheren Zustand erhalten werden.

Um das sicherzustellen, haben Arbeitgeber die Pflicht, die verwendeten Arbeitsmittel prüfen zu lassen:

- vor der erstmaligen Verwendung
- regelmäßig wiederkehrend, Häufigkeit je nach Einsatzumfeld
- nach prüfpflichtigen Änderungen und außergewöhnlichen Ereignissen

Zusätzlich zu den Prüfungen ist eine Kontrolle des Arbeitsmittels unmittelbar vor der Verwendung von den Beschäftigten durchzuführen. Dabei sollen durch Inaugenscheinnahme offensichtliche Mängel gefunden werden.

2.5.1 Geräte und Werkzeuge

Im Wesentlichen kann zwischen kraftbetriebenen und nicht kraftbetriebenen Werkzeugen unterschieden werden. Bei nicht kraftbetriebenen Werkzeugen handelt es sich um Handwerkzeuge, wie Hammer, Zange oder Schraubenschlüssel. Die benötigte Kraft wird allein durch den Menschen erzeugt. Kraftbetriebene Werkzeuge, wie Winkelschleifer, Handbohrmaschinen oder handgeführte Kreissägen, werden auch als Handmaschinen bezeichnet. Hier wird die benötigte Kraft durch eine zusätzliche Energiequelle erzeugt.

Bereits vor der Beschaffung sollte die Eignung und während der Verwendung die Pflege und die bestimmungsgemäße Verwendung, im Sinn des Arbeitsschutzes, geprüft werden. Das bedeutet:

- Für welche Kräfte wurde das Werkzeug/Hilfsmittel ausgelegt?

  → Schraubenschlüssel werden in metrischen und zölligen Versionen hergestellt. Werden nicht die passenden Schlüsselweiten verwendet, können Schrauben beschädigt werden. Reicht die eigene Kraft für das Lösen festgerosteter Schrauben nicht aus, wird öfter ein improvisierter Hebel in Form eines Rohrs verwendet, um den verfügbaren Hebel und damit das verfügbare Drehmoment zu vergrößern. Da weder Werkzeug noch Hebel für solche Zwecke gebaut wurden, kann es durch Bauteilversagen zu Verletzungen kommen.

- Wie wird die benötigte Kraft übertragen (Kraftschluss vs. Formschluss)?

  → Ein Wagenheber dient dem Anheben eines Fahrzeugs. Wird er stattdessen für Richtarbeiten an einer verzogenen Metallkonstruktion verwendet, reicht die Auflagefläche nicht für einen sicheren Halt und der Heber kann durch die auftretenden Kräfte durch die Luft geschleudert werden.

- Wie kann die übertragene Kraft kontrolliert werden?

  → Winkelschleifer immer mit zwei Händen bedienen, um die auftretenden Kräfte bestmöglich kontrollieren und die eigenen Gliedmaßen aus dem Gefahrenbereich halten zu können. Bei einem Verstoß gegen die Regel drohen Verletzungen, wenn das Werkzeug nicht mehr kontrolliert werden kann.

Werkzeuge und Hilfsmittel müssen, wie jedes andere Arbeitsmittel auch, regelmäßig geprüft und gegebenenfalls instandgehalten oder ausgetauscht werden.

An metallischen Werkzeugen, auf die hohe Kräfte einwirken, kann sich ein Grat aus Metall (der so genannte Bart) bilden, der dann unter Belastung ganz oder teilweise abplatzt und durch die Luft fliegt. Beispiele für solche Werkzeuge reichen vom Hammer über den Meißel bis hin zum Druckstück einer Werkstattpresse.

Ortsveränderliche elektrische Arbeitsmittel

§ *5 Abs. 1* **DGUV Vorschrift 3 bzw. 4:**

„Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden […] durch eine Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft und in bestimmten Zeitabständen. Die Fristen sind so zu bemessen, dass entstehende Mängel, mit denen gerechnet werden muss, rechtzeitig festgestellt werden."

Ortsveränderliche elektrische Arbeitsmittel müssen den Einsatzbereichen entsprechend ausgewählt werden. Dabei müssen die Einwirkungen, denen die Arbeitsmittel ausgesetzt sind, berücksichtigt werden. Dazu gehören zum Beispiel Einwirkungen mechanischer (Schlag, Vibration), physikalischer (Feuchtigkeit, Temperatur) oder chemischer (Säuren, explosionsfähige Gase) Art. Elektrische Arbeitsmittel, die in der Instandhaltung verwendet werden, sollten den Anforderungen der Kategorie K2 (rauer Betrieb) entsprechen, gemäß DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen".

Schutzmaßnahmen:

- *Anschlussleitungen sind mindestens in H07RN-F (Gummileitung) oder H07BQ-F (Polyurethan-Schlauchleitung) auszuführen (Abb. 6).*
- *Bei handgeführten Elektrowerkzeugen bis 4 m und bei Handleuchten bis 5 m Anschlussleitung ist die Ausführung in H05RN-F oder H05BQ-F zulässig. Ob die Anschlussleitung diese Forderung erfüllt, kann dem Aufdruck auf der Leitung entnommen werden.*

Andere Leitungen sind für Instandhaltungsarbeiten ungeeignet, da sie den auftretenden mechanischen und thermischen Belastungen nicht standhalten können.

Leitungsroller (umgangssprachlich Kabeltrommel) müssen schutzisoliert ausgeführt sein. Der Tragegriff, der Kurbelgriff und die Trommel müssen aus Isoliermaterial bestehen oder mit Isoliermaterial umhüllt sein. Bei den Steckdosen ist darauf zu achten, dass die Schutzleiterkontakte nicht abgebrochen oder verschlissen sind, da in diesem Fall die erforderliche Schutzwirkung verloren geht. Es sollen nicht mehrere Leitungsroller hintereinander betrieben werden, da im Fehlerfall die Sicherung gar nicht oder verspätet auslösen könnte.

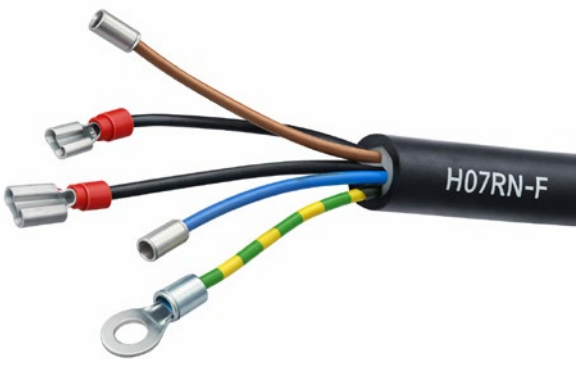


Abb. 6 korrekte Anschlussleitung

Elektrische Arbeitsmittel unterliegen, je nach Einsatzort, unterschiedlich hohen Belastungen und Abnutzungen, die zur Beschädigung der Arbeitsmittel führen können. Durch eine solche Beschädigung können elektrische Gefährdungen für die anwendende Person entstehen.

Übliche Prüffristen können der DGUV Information 203-006 „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ entnommen werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 Prüffristen auf Bau- und Montagestellen nach DGUV Information 203-006

	Betriebsmittel	Prüffristen
1	Ortsfeste elektrische Anlagen und Arbeitsmittel	jährlich
2	Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) bei nichtstationären Anlagen	mindestens einmal im Monat auf Wirksamkeit
3	Zusätzlich zu 2) eine Prüfung auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung	arbeitstäglich durch eingewiesene Personen
4	ortsveränderliche elektrische Arbeitsmittel	Richtwert von drei Monaten, Prüffristen sind jedoch den jeweiligen Beanspruchungen anzupassen. Bei besonders hohen Beanspruchungen, z. B. beim Schleifen von Metallen, während der Verwendung in Bereichen mit leitfähigen Stäuben, muss die Frist deutlich verkürzt werden, gegebenenfalls auf wöchentlich oder täglich.
5	Zusätzlich zu 4) Ortsveränderliche elektrische Arbeitsmittel auf Bau- und Montagestellen	Sichtprüfung auf äußerlich erkennbare Schäden oder Mängel vor jeder Benutzung durch die anwendende Person

2.5.2 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist immer dann bereitzustellen und zu nutzen, wenn die technischen und organisatorischen Maßnahmen ausgeschöpft sind und eine Restgefährdung bleibt, die durch PSA weiter minimiert werden kann. In der Betriebssicherheitsverordnung steht dazu: „Technische Schutzmaßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen, diese haben wiederum Vorrang vor personenbezogenen Schutzmaßnahmen. Die Verwendung Persönlicher Schutzausrüstung ist für jeden Beschäftigten auf das erforderliche Minimum zu beschränken“.[5]

5 § 4 Abs. 2 BetrSichV

Für dieses Minimierungsgebot können drei Gründe genannt werden:

- geringe Reichweite der Schutzwirkung von PSA
- falsche Anwendung
- Gefährdungen durch die PSA selbst

Die geringe Reichweite ergibt sich dadurch, dass nur die Person, die PSA trägt, geschützt ist. Die eigentliche Gefährdung besteht nach wie vor.

Für die Auswahl der PSA spielt neben der Eignung auch die Akzeptanz eine Rolle. Belastende oder unbequeme PSA wird nicht auf eine hohe Akzeptanz stoßen, was sich dann wiederum im Tragever-halten äußert. Deshalb sollten die Beschäftigten an der Beschaffung der PSA beteiligt werden und geeignete Modelle zur Auswahl bereitstehen.

Wer ungeeignete PSA trägt, ist nicht geschützt. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn während der Arbeit mit Öl einfache abriebfeste Handschuhe getragen werden statt Nitrilhandschuhe.

Eine regelmäßige Unterweisung in die korrekte Nutzung der PSA ist erforderlich, um Gefährdungen durch eine falsche Anwendung zu vermeiden.

Es ist außerdem erforderlich, die Gefährdung oder Belastung durch die PSA selbst – mit Blick auf das komplette Arbeitsumfeld – zu berücksichtigen, beispielsweise der Aspekt „Feuchtarbeit“.

Beispiele:

- Handschuhe, die während der Arbeit an einer Bohrmaschine getragen werden, erhöhen die Einzugsgefahr und sind deshalb dort nicht erlaubt.
- Gehörschutzstopfen, die nicht regelmäßig gewechselt und Otoplastiken, die nicht regel-mäßig gereinigt werden, sorgen dafür, dass Schmutz und Gefahrstoffe in den Gehörgang getragen werden.
- Ein einfacher Kapselgehörschutz mit hoher Dämmleistung verhindert, dass Warnrufe gehört werden.
- Ganzkörper-PSA und Atemschutz können eine besondere Belastung darstellen und sollten zeitlich limitiert sein. Für das Tragen von Atemschutzgeräten kann eine Eignungsprüfung erforderlich sein.

2.5.3 Ersatzteile

Ersatzteile gehören ebenfalls zum Arbeitsmaterial, das das Instandhaltungspersonal zur Erfüllung des Arbeitsauftrags benötigt. Sind die benötigten Ersatzteile nicht erhältlich, können lange Stillstandszeiten mit einem entsprechenden wirtschaftlichen Schaden entstehen. Wird improvisiert oder werden Ersatzteile angepasst, um einen solchen Schaden zu verhindern, kann das zu unsicheren Betriebszuständen führen, die auch für Beschäftigte aus der Produktion eine Gefährdung darstellen. Für den Einbau von Ersatzteilen gilt es genau darauf zu achten, dass sie dem Original und seinen Spezifikationen entsprechen. Andere Vermaßungen oder andere Werkstoffe können, ebenso wie eine andere Kalibrierung von Messgeräten, zu unerwünschten Ereignissen führen.

Unfallbeispiele:

- Während der Reinigung einer Presse wurde der Verschluss an einem Hydraulik-Zylinder ersetzt, mit dem der Wegesensor des Kolbens fixiert war. Der neue Verschluss hatte jedoch ein Innengewinde mit amerikanischen Zollmaßen, während das ursprüngliche Bauteil sowie der Wegesensor ein metrisches Schraubgewinde besaßen. Weil durch die unbewusste Änderung das Gewinde beim Eindrehen zerstört worden war, schoss beim Anfahren der Presse der Wegesensor heraus und traf einen zufällig anwesenden Mitarbeiter.
- In einem Waschmittel herstellenden Betrieb war das Durchflussmessgerät für die Dosierung einer Reaktionskomponente defekt. Ein Mitarbeiter der Instandhaltungsabteilung tauschte das Gerät gegen einen anderen Durchflussmesser aus. Bei dem nachfolgenden Produktionsansatz kam es zu einer unerwartet heftigen Reaktion. Das neue Gerät war für einen anderen Stoff kalibriert gewesen, was zu einer Fehldosierung führte.
- In dem Reaktionsbehälter eines Chemiebetriebs sollte ein defekter Temperaturfühler durch ein gleiches Modell ausgewechselt werden. Vom Instandhalter wurde zwar der identische Temperaturfühler eingebaut, aber andere Schrauben zur Fixierung verwendet: statt der zuvor genutzten Edelstahlschrauben wurden welche aus Messing genutzt. Somit kam das Reaktionsgemisch beim nächsten Ansatz mit dem Buntmetall in Kontakt, was eine unerwünschte heftige Nebenreaktion auslöste.

2.6 Zugangskonzept und Zugangsregelung

Weiterführende Informationen:

- TRBS 2121 Teil 3: „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz bei der Verwendung von Zugangs- und Positionierungsverfahren unter Zuhilfenahme von Seilen“ (baua.de)
- DGUV Information 208-032 „Auswahl und Benutzung von Steigleitern“ (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 059 „Fertigungsanlagen im Automobilbau Instandhaltungsbereiche und Fördertechnik“ (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 136 „Gute Praxis – Sichere Zugänge und Schutzmaßnahmen gegen Absturz bei Instandhaltungsarbeiten“ (dguv.de)

Es kann vorkommen, dass erforderliche Zugänge fehlen oder während der Konstruktion einer Maschine oder Anlage bestimmte Tätigkeiten nicht berücksichtigt worden sind. In diesem Fall sind sichere Zugänge und Schutzmaßnahmen vom Betreiber festzulegen. Es stellen sich folgende Fragen:

- Zugangsregelung: Wer hat Zugang?
- Sichere Zugänge/Verkehrswege: Wie gelangt man an den Arbeitsort?
- Sichere Arbeitsflächen: Ist der Arbeitsort für die Tätigkeit gesichert?
- Maßnahmen zum Schutz Dritter: Welche Gefährdungen für Dritte sind vorhanden?

Sind diese Punkte nicht geregelt, kann es zu Improvisationen oder Manipulationen kommen, die neben dem Instandhaltungspersonal auch unbeteiligte Personen gefährden.

2.6.1 Zugangsregelung

Da für nicht allgemein zugängliche Arbeits- und Verkehrsbereiche nur partielle Schutzmaßnahmen gefordert werden, stellen Arbeitgeber sicher, dass diese Bereiche nur von qualifiziertem und unterwiesenem Personal betreten werden. In diesem Zusammenhang besteht für den Arbeitgeber die Möglichkeit, verschiedene Zugangsbereiche im Einzelfall freizugeben – der Qualifikation der jeweiligen Person entsprechend – beispielsweise durch die Vergabe entsprechender Schlüssel, RFID-Chips oder Zugangskarten.

2.6.2 Sichere Zugänge/Verkehrswege

§ 10 Abs. 3 Nr. 5 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] sichere Zugänge für das Instandhaltungspersonal vorzusehen, […]“

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist folgendes zu prüfen, bevor Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden:

- ob besondere Voraussetzungen für den Zugang geschaffen werden müssen (z. B. Arbeitsbühnen, Gerüste, spezielle Zugänge),[6]
- ob besondere Gefährdungen an der Arbeitsstelle zu berücksichtigen sind (z. B. Absturzgefahren an hochgelegenen Arbeitsplätzen, siehe Abschnitt 5.1).

Alle Stellen an Maschinen, die für den Betrieb, das Einrichten und die Instandhaltung erforderlich sind, müssen gefahrlos erreicht werden können. Sind spezielle Arbeitsmittel erforderlich, wie hochziehbare Personenaufnahmemittel oder fahrbare Hubarbeitsbühnen, müssen sie dafür geeignet und zugelassen sein. In der Betriebsanleitung steht, welches die geeigneten Arbeitsmittel sind oder wie der Zugang zu gewährleisten ist.

Ist der Zugang zu den Arbeitsbereichen bei normalem Betrieb erforderlich, sind die entsprechenden Verkehrswege und deren Kennzeichnung nach den Vorgaben der Technischen Regeln für Arbeitsstätten auszurichten.[7] Diese Anforderung gilt auch für Tätigkeiten, die außerhalb des normalen Betriebs durchgeführt werden, beispielsweise Instandhaltungsarbeiten. Um innerhalb von Anlagen sicher zu den Arbeitsbereichen zu gelangen, sind für das Instandhaltungspersonal gegebenenfalls Laufwege vorzusehen und zu markieren. Von den Laufwegen aus dürfen keine Gefahrenstellen, wie Quetsch- und Scherstellen, erreichbar sein.

Für Wartungspunkte mit Absturzgefährdung sind feste Bühnen mit festen Zugängen vorzusehen. Wenn feste Geländer und Bühnen technisch nicht möglich sind, zum Beispiel wegen der Passage von Fördergut, müssen andere geeignete technische Maßnahmen zur Absturzsicherung vorgesehen werden, wie bewegliche Geländer, verfahrbare Bühnen oder verschiebbare Abdeckungen. Anschlagpunkte für persönliche Schutzausrüstung dürfen nur als ergänzende Schutzmaßnahme vorgesehen werden.

6 TRBS 1112, Kapitel 3.1 (1)

7 ASR A1.8 „Verkehrswege“ und ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“

2.6.3 Sichere Arbeitsflächen

Als Zutrittsschutz in den Gefahrenbereich von Maschinen und Anlagen werden in der Regel trennende und nicht trennende Schutzeinrichtungen verwendet. Für die Auswahl der Schutzeinrichtungen ist nach der Erforderlichkeit des Zugangs zu unterscheiden.[8] Wenn ein Zugang während des normalen Betriebs erforderlich ist, müssen zwangläufig wirkende Schutzeinrichtungen eingesetzt werden, zum Beispiel Schutztüren mit Verriegelung, Lichtvorhänge und Ähnliches. Wenn ein Zugang zu Maschinen oder Anlagen bei normalem Betrieb nicht erforderlich ist, sondern zum Beispiel nur während der Instandhaltungsarbeiten, können auch Schutzeinrichtungen ohne Verriegelung eingesetzt werden. Derartige Zugänge zu Instandhaltungsbereichen dürfen nur mit Werkzeug oder Schlüssel zu öffnen sein.

2.6.4 Maßnahmen zum Schutz Dritter

§ **§ 10 Abs. 3 Nr. 3 und 4 BetrSichV:**

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […]

3. *den Arbeitsbereich während der Instandhaltungsarbeiten abzusichern,*
4. *das Betreten des Arbeitsbereichs durch Unbefugte zu verhindern, soweit das nach der Gefährdungsbeurteilung erforderlich ist, […]“*

§ **ASR A2.1 Kap. 4.4 – Rangfolge der Maßnahmen zum Schutz vor herabfallenden Gegenständen:**

„Bauliche und technische Maßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen und individuellen Schutzmaßnahmen. Sie sind der nachfolgenden Rangfolge entsprechend zu treffen.

1. *Reicht die bauliche Ausführung nicht aus, ein Herabfallen von Gegenständen zu verhindern, sind zum Schutz der Beschäftigten Fußleisten, Schutzwände, Schutzgitter oder vergleichbare Einrichtungen anzubringen.*
2. *Lassen sich die Maßnahmen nach Nr. 1 nicht durchführen, müssen an deren Stelle die tiefergelegenen Arbeitsplätze und Verkehrswege durch Schutzeinrichtungen, z. B. Schutzdächer oder Fangnetze, gesichert werden.*
3. *Lassen sich Bereiche nicht durch Maßnahmen nach Nr. 1 und 2 sichern, muss eine zeitlich-organisatorische Trennung in Verbindung mit einer Absperrung und Kennzeichnung des Gefahrbereichs oder einer Überwachung des Gefahrbereichs, wie durch Warnposten, erfolgen.*
4. *Lassen sich Bereiche nicht durch Maßnahmen nach Nr. 1, 2 und 3 sichern, ist persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu verwenden, soweit sie als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung geeignet ist. Unterweisen Sie die Beschäftigten in die Benutzung der PSA.“*

8 DIN EN ISO 12100:2011-03 „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung“, Abschnitte 6.3.2.2 und 6.3.2.3

Neben dem sicheren Zugang für das Instandhaltungspersonal zum Arbeitsbereich muss bedacht werden, dass von den Instandhaltungsarbeiten Gefährdungen für Dritte ausgehen können. Das wiederum erfordert besonders den Schutz vor herabfallenden Gegenständen, austretenden gefährlichen Arbeitsstoffen, gefährlicher Strahlung, frei zugänglichen Maschinenteilen, Schutz vor Absturzgefahren, wie durch nicht gesicherte Bodenöffnungen, und den Schutz gegenüber eingesetzten Hilfsmitteln, wie Krane. Aus diesem Grund ist der Arbeitsbereich während der Instandhaltungsarbeiten zu sichern. Soweit es nach der Gefährdungsbeurteilung erforderlich ist, muss das Betreten durch Unbefugte verhindert werden. Dadurch müssen gegebenenfalls gewohnte Zugänge, Verkehrswege und -bereiche gesperrt werden. Deshalb ist es erforderlich, Personen, die im Umfeld der Instandhaltungsarbeiten beschäftigt sind, zu informieren.

Beispiele für notwendige Informationen:

- Zeit
- Ort
- Inhalt der vorgesehenen Instandhaltungsarbeiten
- auftretende Einschränkungen oder Zutrittsverbote
- Gefährdungen
- erforderliche Rücksichtnahme
- entsprechende Kommunikationswege
- Bedeutung der sicherheitsbezogenen Informationen, wie Warn- und Gefahrenhinweise, die zum Einsatz kommen können



Unfallbeispiel:

Das Instandhaltungspersonal wurde über den Ausfall einer Pumpe informiert. Um zu der Pumpe zu gelangen, wurde der Gitterrost eines Bühnengangs entfernt. Als der Instandhalter sich kurz entfernte, um ein Ersatzteil zu holen, ließ er den Gitterrost offen. Ein Mitarbeiter des Betriebs, der gleich darauf den Bühnengang nutzte und unachtsam war, stürzte in die Öffnung und verletzte sich am Knöchel.

2.7 Rettungskonzept

Weiterführende Informationen:

- DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (dguv.de)
- DGUV Regel 112-199 „Benutzung von persönlichen Absturzschutzausrüstungen zum Retten“ (dguv.de)
- DGUV Information 213-055 „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen – Zugangs-, Positionierungs- und Rettungsverfahren“ (BG RCI)

Im Notfall muss es möglich sein, unverzüglich Rettungsmaßnahmen durchzuführen. Deshalb ist es notwendig, bereits bei der Planung und Vorbereitung folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Rettungsmethoden bzw. Rettungseinrichtungen, die zum Einsatz kommen sollen,
- Ablauf der Alarmierung und der Rettungskette,
- Organisation mit den internen und/oder externen Rettungskräften.

Diese Überlegungen gelten auch für die Zusammenarbeit mit Fremdfirmen.

TRBS 1112 Kap. 4.6 – Befreiung eingezogener Personen:

„Für eine schnelle Befreiung eingezogener Personen muss im Rahmen der Beschaffung darauf geachtet werden, dass konstruktive Maßnahmen vorgesehen werden, mit denen sich z. B. der Spaltabstand vergrößern lässt. Nach dem Lösen der Lagerung vergrößert sich z. B. der Abstand zwischen zwei Walzen, sodass die eingezogene Person ohne weitere Verletzungen aus der Einzugsstelle befreit werden kann.“

Besonders hochgelegene Arbeitsplätze (siehe Abschnitt 5.1) und Behälter, Silos oder enge Räume (siehe Abschnitt 5.7) stellen besondere Herausforderungen an ein Rettungskonzept. Außerdem erfordern auch tiefgelegene Arbeitsplätze spezielle Rettungsmaßnahmen.

Wird PSA gegen Absturz (PSAgA) verwendet, muss unter anderem geklärt sein, ob die verunfallte Person auf Bodenniveau abgelassen werden kann oder ob die Rettung durch ein Hochziehen erfolgen soll. In beiden Fällen wird ein Spezialequipment benötigt, das auf die jeweilige PSA abgestimmt ist und dessen Handhabung geübt werden muss.

Um Beschäftigte aus Behältern, Silos und engen Räumen zu retten, werden in vielen Fällen das Personal und die Ausrüstung von der Betreiberfirma bereitgestellt – und zwar auch dann, wenn die eigentlichen Arbeiten vom Personal der Fremdfirmen durchgeführt werden.

Dieser Sachverhalt muss aber im Vorfeld zwischen den Beteiligten abgestimmt worden sein. Arbeiten Beschäftigte mehrerer Unternehmen gleichzeitig oder zeitversetzt, stimmen die Verantwortlichen untereinander ab, und dokumentieren zum Beispiel auf dem Freigabe- oder Erlaubnisschein, wer die Rettung durchführt. Um ein unverzügliches Retten zu ermöglichen, ist die Ausrüstung unmittelbar am Ort bereitzuhalten. Rettungskräfte dürfen nur ohne Isoliergeräte einsteigen, wenn sichergestellt ist, dass keine gefährliche Gefahrstoffkonzentration oder ein Sauerstoffmangel vorliegt.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Rettung von Personen sind in regelmäßigen Abständen beziehungsweise anlassbezogen und praxisnah zu üben (Abb. 7). Außerbetriebliche Rettungskräfte, wie öffentliche Feuerwehren, sollten an den Übungen beteiligt werden, wenn sie in das Rettungskonzept mit einbezogen wurden.



Abb. 7 Rettung einer Person mit Höhenrettungsgerät



Abb. 8 Seiteneinstieg mit spezieller Halterung des Rettungshubgeräts (Quelle: DGUV Regel 113-004)

2.8 Freigabe- beziehungsweise Erlaubnisscheine

Weiterführende Informationen:

- DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ → Anhang 1: Mustererlaubnisschein (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 008 „Erlaubnisschein für Schweiss-, Schneid-, Löt-, Auftau- und Trennschleifarbeiten“ (dguv.de)
- Fachwissen-Portal Sicheres Befahren von Behältern (BG RCI)
- Beispiele für Erlaubnisscheine (bghm.de)

§ 10 Abs. 3 Nr. 12 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] Systeme für die Freigabe bestimmter Arbeiten anzuwenden.“

Ein systematisches Vorgehen zur Ermittlung der Gefährdungen bei Instandhaltungsarbeiten ist das sogenannte Freigabe- oder Erlaubnisscheinverfahren, bestehend aus:

- Erlaubnisschein (auch als Freigabeschein oder Arbeitserlaubnisschein bezeichnet),
- Anweisung zu dessen Verwendung,
- Festlegung von Verantwortung,
- Schulung der beteiligten Beschäftigten.

Das Freigabeverfahren ist ein dokumentiertes Vorgehen, das für die Vorbereitung, Durchführung und Beendigung bestimmter Tätigkeiten technische, organisatorische und personenbezogene Schutzmaßnahmen festlegt. Im Freigabeverfahren werden auch Gefährdungen berücksichtigt, die aufgrund von Wechselwirkungen zwischen den Ausführenden und dem Betrieb entstehen. Der Freigabe- bzw. Erlaubnisschein beinhaltet somit eine arbeitsplatz-, tätigkeits- und stoffspezifische Gefährdungsbeurteilung, und der ausgefüllte Schein stellt die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung für auszuführende Arbeiten mit besonderen Gefahren dar. Es gehört zum Freigabeverfahren, dass die auftraggebende Seite oder eine beauftragte Person die Arbeitsstelle zusammen mit den Ausführenden (Auftragnehmer) vor Beginn der Arbeiten besichtigt.

Das Freigabeverfahren verfolgt weiterhin das Ziel, dass nur für die jeweilige Tätigkeit qualifizierte Personen die Arbeit verrichten. Halten sich alle an die dokumentierten Vorgaben, kann das Eintreten eines Unfalls oder einer Sach- beziehungsweise Umweltschädigung minimiert oder sogar ganz verhindert werden.

Für bestimmte Arbeiten ist die Anwendung eines Freigabescheinverfahrens explizit vorgeschrieben:

- Befahren von Behältern, Silos und engen Räumen (siehe Abschnitt 5.7)
- Feuer- oder Heißarbeiten (wie Schweiß-, Schneid-, Löt-, Auftau- und Trennschleifarbeiten sowie Erhitzen von Stoffen, siehe Abschnitt 5.4)

Auch für weitere Tätigkeiten im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten wird dieses Vorgehen als sinnvoll erachtet. Beispiele:

- Arbeiten im Rang 4 der 4-Rang-Methode (siehe Abschnitt 3.1),
- Öffnen von Rohrleitungen (siehe Abschnitt 3.2),
- Gerüstarbeiten und allgemeine Arbeiten in Höhen (siehe Abschnitt 5.1),
- Arbeiten mit Gefahrstoffen (siehe Abschnitt 5.3),
- Abrissarbeiten (besonders in Verbindung mit asbesthaltigen Materialien),
- Arbeiten in der Nähe gefährlicher Strahlungsquellen.

Dabei ist es wichtig, die spezifischen Gefährdungen des jeweiligen Arbeitsplatzes und der ausgeführten Tätigkeiten zu berücksichtigen.

Die Gestaltung eines Freigabe- bzw. Erlaubnisscheins liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers oder der beauftragten Personen. Das kann in jedem Unternehmen unterschiedlich gehandhabt werden.

Im Rahmen des Freigabeverfahrens sind eindeutige Regelungen zu Unterschriftsbefugnissen und zum erforderlichen Unterweisungs- und Schulungsbedarf zu treffen. Mit den Unterschriften der zuvor festgelegten und befugten Personen des auftraggebenden und des auftragnehmenden Unternehmens sowie gegebenenfalls vom Sicherungsposten werden die Schutzmaßnahmen bestätigt und die Arbeiten freigegeben. Der Schein ist nur für den angegebenen Zeitraum gültig und verliert seine Gültigkeit nach längeren Arbeitsunterbrechungen. Er ist dann, vor der Fortsetzung der Arbeiten, neu auszustellen. Welche Arbeitsunterbrechungen als länger gelten, ist betriebsspezifisch und im Rahmen des Freigabeverfahrens zu definieren. Jeweils ein Exemplar des Scheins (Kopie oder Durchschlag) bleibt während der Arbeiten bei den Auftraggebenden (beispielsweise im Meisterbüro) und direkt am Arbeitsplatz.

Nach Abschluss der Arbeiten ist das Exemplar von den ausführenden Personen – gegebenenfalls mit Bemerkungen – an die Ausstellenden zurückzugeben. Nur auf diesem Weg kann die Freigabe der Anlage erteilt werden.

Ein Freigabe- bzw. Erlaubnisschein kann durch eine Betriebsanweisung ersetzt werden, wenn alle Bedingungen erfüllt sind:

- regelmäßig wiederkehrende Arbeiten
- gleiche Arbeitsbedingungen
- gleiche Sicherungs- und Schutzmaßnahmen
- Tätigkeiten werden nur von eigenem Personal durchgeführt (nicht durch Beschäftigte von Fremdfirmen, da diesen keine Weisungen erteilt werden dürfen)

3 Durchführung der Instandhaltungsarbeiten

§ 10 Abs. 3 Nr. 6 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] Gefährdungen durch bewegte oder angehobene Arbeitsmittel oder deren Teile sowie durch gefährliche Energien oder Stoffe zu vermeiden, […]“

3.1 Sichere Instandhaltung durch die 4-Rang-Methode

Ein großer Teil der schweren Instandhaltungsunfälle geschieht an laufenden Maschinen. Die 4-Rang-Methode beschreibt vier Vorgehensweisen, die diese Unfallgefahr minimieren sollen (Abb. 9). Gleichzeitig klassifiziert und priorisiert sie die Vorgehensweisen nach dem Restrisiko, wobei Rang 1 die höchste Sicherheit gewährt. Es soll nach dem Prinzip der Risikominimierung immer der sicherste Rang gewählt werden, der angewendet werden kann. Das Vorgehen beinhaltet in der Praxis aber auch eine Mischung der Ränge: Sollte eine Restenergie nicht abgeleitet werden können, muss die Anlage trotzdem nach Rang 1 abgeschaltet und gesichert werden. Die Restenergie ist in einem solchen Fall durch Maßnahmen der anderen 3 Ränge zu berücksichtigen.

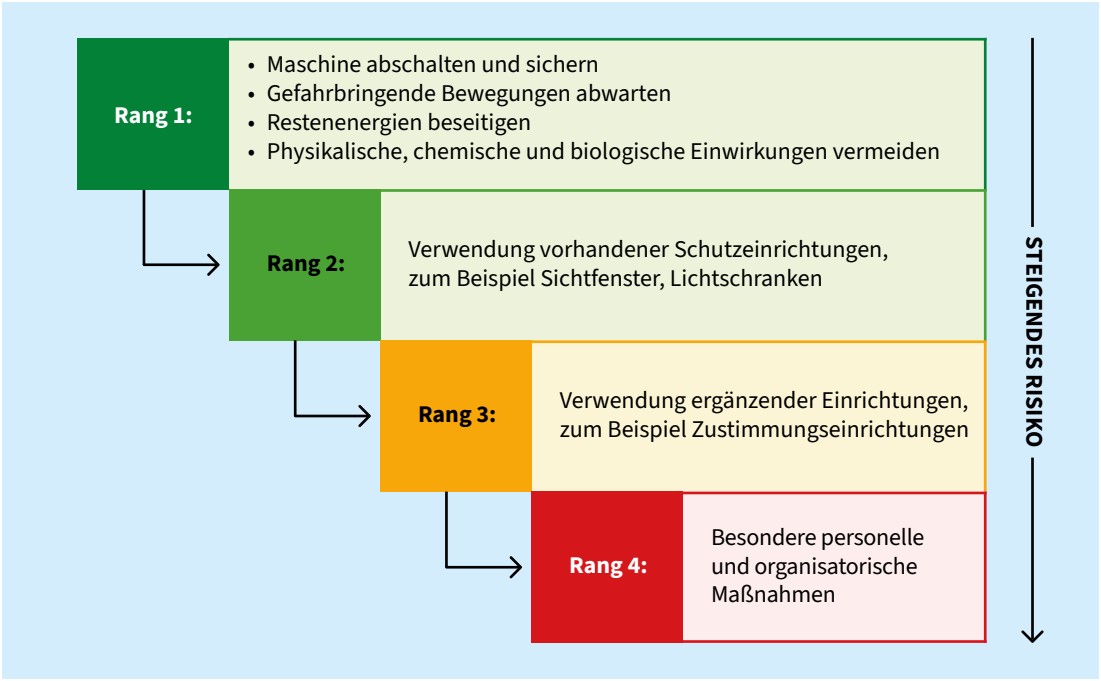


Abb. 9 Zusammenfassung der 4-Rang-Methode

3.1.1 Instandhaltung bei minimalem Risiko (Rang 1)

Im Rang 1, dem sichersten der vier Ränge, gilt: Die Instandhaltungsarbeiten dürfen erst dann beginnen, wenn man alle Gefährdungen ausschließen kann. Es werden vor den jeweiligen Instandhaltungsarbeiten folgende Maßnahmen durchgeführt:

1. Energieversorgung abschalten/unterbrechen.
2. Anlage gegen unbefugtes, irrtümliches oder unerwartetes Ingangsetzen sichern.
3. Gespeicherte Energie ableiten, neutralisieren oder sichern (siehe Abschnitt 5.2).
4. Prüfen, ob gespeicherte Energien abgebaut sind.
5. Warten auf den Stillstand von gefahrbringenden Bewegungen.
6. Physikalische, chemische und biologische Einwirkungen vermeiden.

Abschalten und Sichern

Während der Instandhaltungsarbeiten sollten alle Energien direkt an den Antriebsquellen oder der Energiezufuhr getrennt beziehungsweise abgeschaltet werden. Ein unbefugtes, irrtümliches und unerwartetes Ingangsetzen gefahrbringender Bewegung kann nur durch Trennung und Sicherung der Energiezufuhr ausgeschlossen werden, beispielsweise durch:

- Freischalten des Stromkreises durch eine Elektrofachkraft,
- abschließbare Netztrennschalter (Hauptschalter) gemäß DIN EN 60204-1 (VDE 113) zum Schutz gegen Wiedereinschalten,
- Freischalten von Einzelantrieben durch „Sicherheitsschalter“ gemäß DIN EN 62626.

Eine Gefährdung durch „gespeicherte Energie“, die auch nach einer Energietrennung noch im System wirksam ist, muss zusätzlich geprüft und gegebenenfalls berücksichtigt werden. Eine Abschaltung gegen Wiedereinschalten ohne entsprechende Sicherung ist nicht zielführend. Anderenfalls besteht die Gefahr, dass die Anlage während der Arbeiten wieder eingeschaltet wird, beispielsweise durch die Wahl des falschen Schalters oder aufgrund der Annahme, die Instandhaltungsarbeiten seien beendet.



Abb. 10 Sicherung des Hauptschalters mit Vorhängeschloss und Warnhinweis

Lockout-Tagout bedeutet, dass zusätzlich zur Sicherung der Abschaltung („Lockout“) eine Kennzeichnung in Form eines Schilds oder eines Anhängers („Tagout“) erfolgt. Die Kennzeichnung wird zusammen mit dem Schloss an dem Hauptschalter der stillstehenden Maschine angebracht, was wiederum signalisiert, dass die Maschine nicht in Betrieb genommen werden darf. Außerdem enthält die Kennzeichnung Informationen zur Ansprechperson und zum Zeitpunkt der Abschaltung, um die Kommunikation bei Rückfragen von Seiten der Produktion oder anderer Gewerke zu erleichtern (Abb. 10).

Vor Beginn der Arbeiten muss geprüft werden, inwieweit ein produktionstechnischer oder sicherheitstechnischer Zusammenhang besteht. An verketteten Anlagen reicht es möglicherweise nicht aus, nur diejenige Komponente auszuschalten und zu sichern, an der gerade gearbeitet wird.

Jede an den Arbeiten beteiligte Person muss die Anlage mit einem eigenen persönlichen Schloss sichern und wieder freigeben (Abb. 11). Ein Ersatzschlüssel kann vorhanden sein, muss jedoch für andere Beschäftigte unzugänglich aufbewahrt werden, zum Beispiel bei der zuständigen Produktionsleitung oder beim zuständigen Meister oder bei der Meisterin. Gruppenschlösser, bei denen alle Schlüssel auf alle Schlösser der Gruppe passen, dürfen nicht als Schutzmaßnahme verwendet werden, wenn sich Menschen im Gefahrenbereich aufhalten.

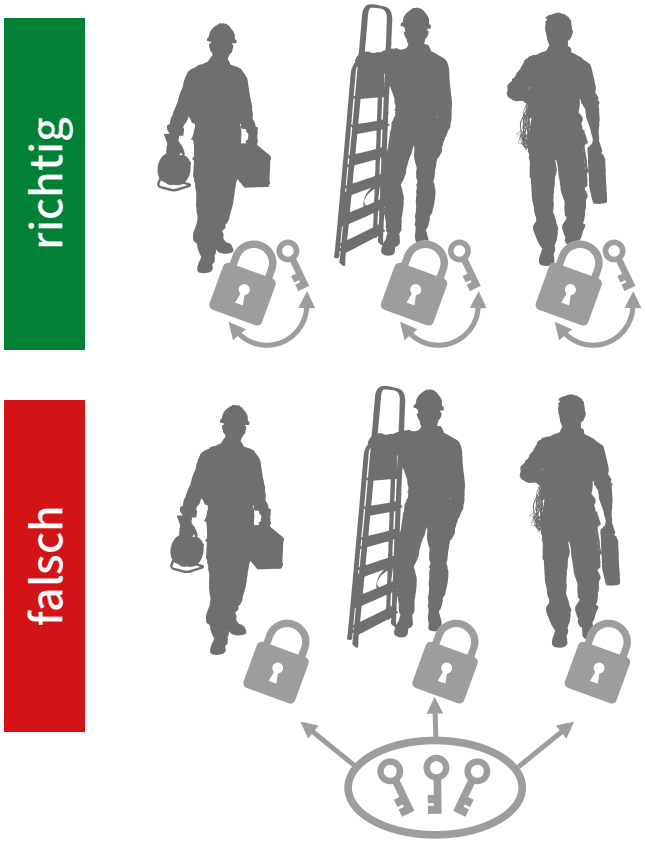


Abb. 11 Rang 1: eine Person, ein Schloss, ein Schlüssel (BGHM)

Elektrische Hauptschalter können in der Regel mit bis zu drei Schlössern gesichert werden. Für Arbeiten, an denen mehr als drei Beschäftigte beteiligt sind, können sogenannte Mehrfachschließbügel genutzt werden, um die Anlage mit mehreren Schlössern zu sichern (Abb. 12). Auch für Anlagen, die mit Dampf, Gas oder Hydraulik versorgt werden, existieren viele professionelle Lösungen. Beispielsweise können Kugelhähne, Schieber und Ventile mit Verschalungen in der abgeschalteten Position gesichert werden (Abb. 13). Netzstecker können ebenfalls mit einer entsprechenden Verschalung gesichert werden, wenn sie während der Arbeiten nicht permanent überwacht werden können.



Abb. 12 Mehrfachschließbügel im Einsatz (BGHM)



Abb. 13 Absperrvorrichtung eines Durchgangsventils gegen unbefugtes Öffnen

Physikalische, chemische und biologische Einwirkungen vermeiden

Um die Sicherheit im Rang 1 zu gewährleisten, müssen sämtliche Restrisiken bestmöglich minimiert werden. Deshalb müssen zum Beispiel heiße, scharfe oder raue Bauteile abgedeckt werden. Besteht die Möglichkeit chemischer oder biologischer Einwirkungen, beispielsweise durch die verwendeten Betriebs- und Arbeitsstoffe, müssen die Arbeitsbereiche gereinigt und freigemessen werden, besonders während der Tätigkeiten in einem Tank, einem Silo oder einem anderen engen Raum (siehe Abschnitt 5.7).

Praxisbeispiele zum Rang 1:

- Zur Vorbereitung eines Seilwechsels an einem Kran müssen Kranteile demontiert werden. Dafür sind keine Kranbewegungen erforderlich. Deshalb kann der Netzanschlussschalter (in der Regel auf Flurhöhe) ausgeschaltet und abgeschlossen werden. Wenn mehrere Krane auf einer Kranbahn laufen, muss der jeweilige Krantrennschalter ausgeschaltet und abgeschlossen sein.

- Während der Instandsetzung eines Bearbeitungszentrums muss zur Demontage von Teilen der Hauptschalter ausgeschaltet und abgeschlossen werden. Teile, die absinken können, wie Frässpindeln, müssen außerdem festgesetzt werden. Gewährleisten Sie diese Schutzmaßnahmen auch während der eigentlichen Instandsetzungsarbeiten.

Unfallbeispiele:

- An der Abwassersiebanlage einer Biogasanlage sollte am Einfülltrichter eine Spülwasserleitung angebaut werden, damit zu förderndes Material besser den Trichter hinunter zu einer dort befindlichen Förderschnecke rutschen kann. Die dafür verantwortliche Person hatte bereits die Rohrschellen für die neue Wasserleitung am Trichter befestigt, als ihr ein Bauteil in den Trichter fiel. Um das Teil wieder herauszuholen, stieg sie in den Trichter der stillstehenden Förderschnecke ein. Plötzlich lief die Förderschnecke unerwartet wieder an und verletzte ihre Füße erheblich. Eine Ultraschallsonde an der Decke setzte den Schneckenmotor in Gang, weil die Füße als Füllmaterial im Trichter erkannt worden waren. Maschinen sind auch für vermeintlich einfache Tätigkeiten abzuschalten und zu sichern, bevor der Gefahrenbereich betreten wird.
- Der Betriebsschlosser wurde zur Störungsbeseitigung an eine Maschine gerufen. Nachdem er die Störung behoben hatte, brachte er eine zuvor entfernte Verdeckung wieder an und gab die Maschine frei. Bereits nach wenigen Maschinentakten trat erneut eine Störung auf. Umgehend schraubte der Schlosser die Verdeckung wieder ab, allerdings ohne die Maschine vorher gegen Wiedereinschalten zu sichern. Der Maschinenführer hatte den Vorgang nicht bemerkt und fuhr die Maschine einen Takt weiter. Da sich der Kopf des Schlossers im Gefahrenbereich befand, waren schwere Kopfverletzungen die Folge.
- In einem Mühlwerk musste ein Sieb ausgewechselt werden. Durch das Öffnen der stellungsüberwachten Inspektionsklappen wurden die Antriebe der Mühle und der Förderschnecke stillgesetzt. Während der Arbeiten kam es zu einem Stillstand an einem prozesstechnisch verknüpften Senkrechtförderer. Dessen Wiedereinschalten löste einen übergeordneten Steuerbefehl aus, der trotz geöffneter Inspektionsklappen die gesamte verkettete Mühlenanlage startete. Ein Beschäftigter, der sich zu diesem Zeitpunkt in die Mühle hineingebeugt hatte, wurde tödlich verletzt. Der Steuerbefehl hätte bei ordnungsgemäßer Auslegung der Steuerung nicht zum Wiederanlaufen führen dürfen.
- Mehrere Personen führten gemeinsam Instandhaltungsarbeiten an einer Förderanlage durch. Um die Anlage gegen Wiedereinschalten zu sichern, wurde lediglich ein einzelnes Schloss verwendet. Nach Beendigung der Arbeiten wurde dieses Schloss entfernt und die Anlage wieder in Betrieb genommen, ohne zu prüfen, ob sich noch jemand darin aufhielt. Dabei ist eine Person in die Anlage eingezogen und verletzt worden.

3.1.2 Instandhaltung mit vorhandenen Schutzeinrichtungen (Rang 2)

Muss die Maschine oder Anlage zum Beispiel bei der Fehlersuche laufen, damit Produktionsprozesse beobachtet und Fehler identifiziert werden können, stößt der Rang 1 an seine Grenzen und es werden vorzugsweise die Maßnahmen nach Rang 2 verwendet. Dabei werden die Schutzeinrichtungen genutzt, die auch für die Produktion vorgesehen sind. Beispiele:

- trennende Schutzeinrichtungen, wie Verkleidungen, Verdeckungen, Umzäunungen oder Umwehrungen
- ortsbindende Schutzeinrichtungen, wie Zweihandschaltungen
- Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion, wie Lichtschranke, Scanner, Schaltmatte oder Schaltleiste

Not-Halt-Schalter, Zustimmungseinrichtungen und Reißleinen zählen nicht zu den Schutzeinrichtungen, sondern zu den ergänzenden Schutzmaßnahmen. Da sie bewusst betätigt werden müssen, um gefahrbringende Bewegungen zum Stillstand zu bringen, und nicht selbsttätig wirken, sind sie für Rang 2 nicht geeignet.

Praxisbeispiel:

Muss der Arbeitsablauf beobachtet werden, zum Beispiel zur Fehlersuche in einem Bearbeitungszentrum, und ist das aus einiger Entfernung möglich, sind die für den Fertigungsablauf erforderlichen Schutzeinrichtungen zu verwenden. Diese Schutzeinrichtungen gestatten in der Regel eine Durchsicht, besonders dann, wenn Sichtscheiben vorhanden sind. Wurde eine Schutzeinrichtung zuvor entfernt, muss sie für diese Tätigkeit wieder montiert werden.

3.1.3 Verwendung ergänzender Einrichtungen (Rang 3)

Müssen die in Rang 2 erwähnten Schutzeinrichtungen für die anstehenden Arbeiten überwunden, ausgeschaltet oder abgebaut werden, sind vorzugsweise Maßnahmen nach Rang 3 zu treffen. In diesem Fall wird ausschließlich mit zusätzlichen Einrichtungen gearbeitet, die entweder:

- das Eingreifen in die Gefahrenstelle entbehrlich machen,
- oder das zufällige Erreichen benachbarter Gefahrenstellen erschweren,
- oder das Herabsetzen der Geschwindigkeit ermöglichen,
- oder das schnelle Stillsetzen ermöglichen.

Je nach Art der konkreten Maßnahmen können von den oben angegebenen Zielen auch mehrere umgesetzt werden. Prüfen Sie in jedem Fall, ob die gewählten Maßnahmen geeignet und sicher sind.

Eingriff in die Gefahrenstelle entbehrlich machen

Eine Möglichkeit, das Unfallrisiko zu minimieren, besteht darin, Greifhaken oder -zangen zu nutzen, sodass sich das Instandhaltungspersonal nicht selbst in den Gefahrenbereich begeben muss. Dabei muss auf die Eignung der entsprechenden Hilfsmittel geachtet werden, um Gefahren durch Einziehen und Umherschleudern zu vermeiden. Mit moderner Messtechnik, Kamerasystemen oder Multikoptern lassen sich Prozesse ebenfalls gut aus sicherer Entfernung beobachten und beurteilen.

Zufälliges Erreichen benachbarter Gefahrenstellen erschweren

Das Abschirmen benachbarter Gefahrenstellen findet beispielsweise während elektrotechnischer Arbeiten Anwendung, dabei ist das Abschranken und Abdecken von spannungsführenden Teilen gängige Praxis. Es lässt sich aber auch auf die Mechanik übertragen.

Praxisbeispiele:

- Während der Instandhaltung von großen automatisch betriebenen Hochregallagern wird durch Absperrungen verhindert, dass das Instandhaltungspersonal versehentlich eine aktive Regalgasse betritt.
- An verketteten Anlagen, die aus mehreren Elementen bestehen, wie aus einer Kombination von Roboter, Fördertechnik und Bearbeitungsmaschinen, können veränderbare Zaunelemente verhindern, dass aktive Anlagenteile betreten werden. Unter diesen Voraussetzungen muss nur noch der Roboter abgeschaltet und gesichert werden, an dem Tätigkeiten ausgeführt werden. Diese Maßnahmen sollten bereits im Anlagenkonzept umgesetzt werden, um eine Fehlanwendung zu vermeiden.
- Während der Instandsetzungsarbeiten an Gießereiöfen werden Öffnungen verschlossen oder abgeschirmt, da Flüssigmetall herausspritzen und Beschäftigte verletzten kann, wenn Ausbesserungsmaterial hineinfällt.

Herabsetzen der Geschwindigkeit

Das Herabsetzen der Geschwindigkeit erfolgt in der Regel über einen Steuerungsbefehl und wird über eine spezielle Betriebsart verwirklicht.

Praxisbeispiel:

- An einem Industrieroboter können aus sicherer Entfernung über das Handbediengerät mit Zustimmungseinrichtung und einem Einrichtbetrieb (T1-Betrieb) bestimmte Positionen in verringerter Geschwindigkeit (bis maximal 250 mm/s) angefahren werden, um Fehlersuche betreiben zu können (Abb. 14).



Abb. 14 Bedienung eines Industrieroboters mit Fernbedienung

Schnelles Stillsetzen

Eine häufig verwendete Maßnahme zum schnellen Stillsetzen einer Maschine ist die Zustimmungseinrichtung. Sie wird mit der Anlagensteuerung verbunden und ermöglicht es, die Anlage schnell zu stoppen. Zustimmeinrichtungen gibt es in einer zweistufigen oder einer dreistufigen Ausführung. Bei der zweistufigen Ausführung läuft die Anlage nur dann, wenn der Knopf gedrückt gehalten wird. Bei der dreistufigen Ausführung, die für den Einsatz von Industrierobotern normativ vorgeschrieben ist, läuft die Anlage, wenn der Bedientaster bis zum Druckpunkt – der sich in einer Mittelstellung befindet – gedrückt wird. Sie stoppt, wenn der Knopf in einer Gefahrensituation ganz durchgedrückt oder losgelassen wird. Im Gegensatz zu der zweistufigen Ausführung stoppt die Maschine also auch dann, wenn eine Person in einer Gefahrensituation verkrampft und den Knopf deswegen nicht loslassen kann. Häufig ist die Zustimmungseinrichtung mit der Steuerung so verbunden, dass gleichzeitig nur verringerte Geschwindigkeiten gefahren werden können.

Praxisbeispiele:

- Beim Seilwechsel an einem Kran wird das alte Seil abgenommen und das neue Seil aufgespult. Dabei muss die damit beschäftigte Person auch einen Zustimmungsschalter betätigen oder einen ortsveränderlichen Not-Halt-Schalter in der Hand halten. Sollte seitens der Kranherstellung keine entsprechende Anschlussmöglichkeit vorgesehen sein, muss sie installiert werden. Der Aufwand dafür ist nicht hoch. Im Zweifel kann zum Beispiel eine Funkfernsteuerung mit auf den Kran genommen werden.
- Ist es bei der Störungsbeseitigung an einem Bearbeitungszentrum nicht möglich, den Fehler durch Beobachtung außerhalb der Schutzeinrichtung zu ermitteln, dürfen die gefahrbringenden Bewegungen nach entfernter Schutzeinrichtung, zum Beispiel eingeleitet über einen handbetätigten Zustimmungsschalter, direkt vor Ort beobachtet werden. Für den Anschluss eines Zustimmungsschalters kann eine entsprechende Schnittstelle mit Steuerung geschaffen werden. Die Installation einer solchen Schnittstelle mit Zustimmungsschalter ist zumutbar, da die Kosten dafür nicht hoch sind und die Ergänzung im Anschluss für künftige Instandhaltungsarbeiten ebenfalls zur Verfügung steht.

3.1.4 Besondere Schutzmaßnahmen (Rang 4)

Instandhaltungsarbeiten sind nur in sehr wenigen Fällen nicht unter Anwendung der geschilderten Schutzmaßnahmen nach Rang 1 bis 3 möglich. In diesen Ausnahmefällen kann Rang 4 gewählt werden. Hier wird mit besonderen organisatorischen und personellen Maßnahmen gearbeitet. Diese Arbeitsbedingungen müssen erfüllt sein, um Rang 4 zu rechtfertigen:

- Die Maschine muss laufen **und**
- Schutzeinrichtungen, die im Normalbetrieb vorhanden sind, müssen überwunden, abgeschaltet oder deaktiviert werden **und**
- die Verwendung zusätzlicher Einrichtungen ist technisch nicht möglich.

Bleibt eine Hand frei, ist in der Regel zumindest die Verwendung eines Zustimmungsschalters gemäß Rang 3 erforderlich.

In diesem Sonderfall müssen die notwendigen besonderen Sicherheitsmaßnahmen ermittelt und umgesetzt werden. Deshalb wird für Rang 4 ein Freigabeschein verwendet (siehe Abschnitt 2.8).

Neben den Anforderungen, dass Beschäftigte in die mit der Arbeit verbundenen Gefahren unterwiesen sein müssen und nur fachlich geeignete Personen beauftragt werden dürfen, gilt:

- Die beauftragten Personen müssen die auftretenden Gefahren erkennen und abwenden können.
- Für das Verhalten beim Auftreten von Unregelmäßigkeiten und Störungen müssen spezielle Anweisungen erteilt werden.
- Im Gefahrenbereich dürfen sich nur Personen aufhalten, die für Instandhaltungsarbeiten unbedingt erforderlich sind. Das beinhaltet auch die Information von Beschäftigten an benachbarten Arbeitsplätzen beziehungsweise die Räumung dieser Arbeitsplätze, wenn sie von negativen Auswirkungen betroffen sein könnten.
- In einigen Fällen ist ein Sicherungsposten zu bestellen, der den Fortgang der Arbeiten beobachtet und bei akuter Gefahr geeignete Maßnahmen ergreift. Während der Arbeiten, die ein besonders hohes Risiko für Unfälle mit Auswirkungen auf Mensch und Umwelt darstellen, ist die Bestellung eines solchen Sicherungspostens Pflicht.

Beim Übergang in den Normalbetrieb müssen die Schutzeinrichtungen wieder angebracht, eingeschaltet, beziehungsweise aktiviert werden und ihre Funktionsfähigkeit ist zu prüfen.

Praxisbeispiele:

- Kann eine verbliebene Restenergie in Form eines schweren Bauteils im Rahmen einer Störungsbeseitigung, wie das Lösen einer Blockade, nicht abgebaut und gesichert werden, müssen Ersatzmaßnahmen geschaffen werden. Beispiele: Kennzeichnen und Absperren des Gefahrenbereichs, Beauftragung geeigneter Beschäftigter, Unterweisung der Mitarbeitenden in die verbleibenden Risiken, …
- Während der Arbeiten unter Spannung sind unter anderem eine besondere Ausbildung, eine besondere PSA und spezielle Arbeits- und Hilfsmittel erforderlich.

3.2 Öffnen von Rohrleitungen

Weiterführende Informationen:

- Merkblatt T 058 „Öffnen von Rohrleitungen“ (BG RCI)

Das Öffnen von Rohrleitungen ist im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten eine wiederkehrende erforderliche Tätigkeit. Sie umfasst Arbeiten der Wartung, Inspektion und Instandsetzung von Rohrleitungen, wie das Beseitigen von Verstopfungen, aber auch das Demontieren von Rohrleitungen. Für diese Tätigkeiten wird die Anwendung eines Freigabe- beziehungsweise Erlaubnisscheins empfohlen (siehe Abschnitt 2.8).

Beim Öffnen von Rohrleitungen können unter anderem folgende Gefährdungen bestehen:

- Druck → mechanische Gefährdung, z. B. durch den Impuls der ausströmenden Medien
- Temperatur → thermische Gefährdung, z. B. durch Verbrühen
- Stoffeigenschaften → Explosionsgefährdung, Gesundheitsgefährdung, besonders die Gefahr zu ersticken aufgrund austretender Gase, wie Stickstoff oder Kohlendioxid, Ausrutschen auf Verunreinigungen
- Bewegte bzw. bewegliche Teile → Gefahr durch Quetschen während Montage und Demontage und Gefahr durch mechanische Verspannung der Leitungen (Ausschlagen bei Demontage)

Die nachfolgend aufgeführten Arbeitsschritte stellen einen Leitfaden für die Festlegung durchzuführender Maßnahmen dar, wobei die Reihenfolge der einzelnen Schritte von der Bauweise des betrieblichen Rohrleitungssystems oder der Anlage abhängig ist. Sind an den Arbeiten mehrere Personen beziehungsweise Verantwortliche beteiligt, muss vorab eindeutig festgelegt werden, wer welche Schritte durchführt und wer kontrolliert. Diese Kontrollmaßnahmen können im Freigabe- oder Erlaubnisschein dokumentiert werden.

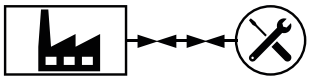
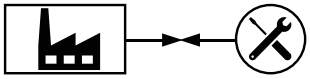
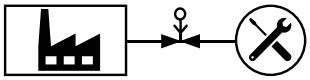
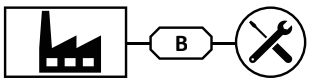
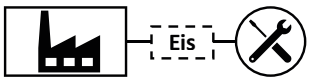
3.2.1 Sicherungsmaßnahmen für das Öffnen von Rohrleitungen

Energien und Stoffströme sicher trennen

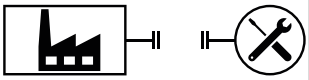
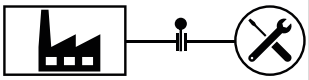
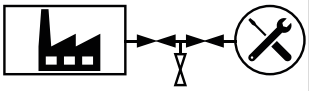
Vor dem Öffnen einer Rohrleitung sind die eingebundenen Energien und Stoffströme sicher zu trennen. Ziel der Trennung ist es, den zu öffnenden Rohrabschnitt vom Rest der Anlage zu isolieren und den Stoffstrom wirksam zu unterbrechen, sodass ein Austreten von Stoffen ausgeschlossen ist. Die Wahl der Trennmethode hängt vom Gefährdungspotenzial, von den örtlichen Gegebenheiten und von den nachfolgend durchzuführenden Tätigkeiten ab.

Es ist zu unterscheiden zwischen Trennmethoden für Arbeiten mit geringem Gefährdungspotenzial und Trennmethoden für Arbeiten mit erhöhtem Gefährdungspotenzial. Die Wahl der Trennmethode ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung der gesamten Arbeitsplatzsituation.

Trennmethoden für Arbeiten mit geringem Gefährdungspotenzial

Schaubild	Beschreibung	Voraussetzungen
	zwei hintereinanderliegende Absperreinrichtungen ohne Zwischenentspannung	Die Betätigungseinrichtungen müssen gegen unbeabsichtigtes, unbefugtes oder irrtümliches Betätigen gesichert sein.
	eine Absperreinrichtung	Die Betätigungseinrichtungen müssen gegen unbeabsichtigtes, unbefugtes oder irrtümliches Betätigen gesichert sein. Es sind Schutzmaßnahmen für den Fall einer Undichtigkeit zu treffen.
	Sicherung von angetriebenen Armaturen in der zur Abtrennung erforderlichen Stellung	Die Betätigungseinrichtungen müssen gegen unbeabsichtigtes, unbefugtes oder irrtümliches Betätigen gesichert sein. Die Armatur muss bei Ausfall der Hilfsenergie in geschlossene Stellung gehen und dicht abschließen. Die Endstellung ist zu kontrollieren. Die Hilfsenergie muss nach dem Schließen der Armatur manuell (vor Ort) abgetrennt und gesichert werden. Es sind Schutzmaßnahmen für den Fall einer Undichtigkeit zu treffen.
	Presskolben, Dichtkissen und Absperrblasen	Es sind Schutzmaßnahmen für den Fall einer Undichtigkeit zu treffen. Ebenso sind Schutzmaßnahmen zu treffen gegen das unkontrollierte Freisetzen von gespeicherter Energie, z. B. das Herausschießen der unter Druck stehenden Kolben.
	kontrolliertes Einfrieren von Rohrleitungen, Pfropfen aus Eis oder anderen Stoffen	Es sind Schutzmaßnahmen für den Fall einer Undichtigkeit zu treffen.

Trennmethoden für Arbeiten mit erhöhtem Gefährdungspotenzial

Schaubild	Beschreibung	Voraussetzungen
	Herausnehmen von Zwischenstücken, Trennen von Flanschverbindungen und Blindflanschen der Öffnungen	Abmessungen und Werkstoff der Blindflansche müssen für die auftretenden Temperaturen und Drücke sowie die stofflichen Beanspruchungen geeignet sein.
	dicht abschließende, deutlich erkennbare Steckscheiben	Abmessungen und Werkstoff der Steckscheiben müssen für die auftretenden Temperaturen und Drücke sowie für die stofflichen Beanspruchungen geeignet sein.
	„Double block and bleed“: zwei hintereinander liegende Absperreinrichtungen mit Zwischenentspannung	Die Betätigungseinrichtungen müssen gegen unbeabsichtigtes, unbefugtes oder irrtümliches Betätigen gesichert sein und die Zwischenentspannung muss vor dem Öffnen der Rohrleitung auf ihre Wirksamkeit geprüft werden.

Legende:

 = betriebene Anlage/System

 = Arbeitsplatz, Öffnungsstelle

 = Rohrabschnitt

 = Handabsperramatur (geschlossen und gesichert)

 = Armatur mit Stellantrieb (Sicherheitsstellung geschlossen und gesichert)



= Absperrblase, Presskolben, Dichtkissen



= Pfropfen aus Eis oder anderen Stoffen

 = Blindflansch (Flansch mit Blinddeckel)

 = Steckscheibe

 = Entlüftungs- oder Entleerventil (gesichert)

Bleiben Restrisiken bestehen oder ergeben sich durch die Anwendung beziehungsweise die Auswahl der Trennmethode nicht akzeptable Restrisiken, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen festzulegen. Beachten Sie für die Festlegung von Schutzmaßnahmen das STOP-Prinzip (siehe Abschnitt 2.1).

Weil auch das Einrichten der Trennstelle (beispielsweise das Setzen einer Steckscheibe) ein Öffnen der Rohrleitung darstellen kann, muss es bei der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.

Kennzeichnung bei Verwechslungsgefahr

Wenn Rohrleitungen geöffnet werden, beispielsweise durch Schneidverfahren oder durch das Öffnen von Flanschen, muss kontrolliert werden, ob die Arbeiten am richtigen System durchgeführt werden. Besteht Verwechslungsgefahr, sind die Trennstellen und Öffnungsstellen eindeutig zu kennzeichnen. Eine Verwechslungsgefahr besteht zum Beispiel, wenn Leitungen in Rohrleitungsgräben parallel verlaufen oder auf Rohrbrücken, wenn Rohrleitungen über verschiedene Stockwerke verlaufen oder durch verschiedene Räume, wenn es zu Leitungssprüngen kommt oder bei baugleichen Komponenten in unterschiedlichen Verantwortungsbereichen. Die Kennzeichnung der Trenn- und Öffnungsstellen muss nach Abschluss der Arbeiten, spätestens vor der Wiederinbetriebnahme, entfernt werden.

Notfallvorsorge für Ereignisse treffen

Trotz aller ergriffener Schutzmaßnahmen kann es während der Arbeiten an Rohrleitungen zu Ereignissen kommen, beispielsweise zu unvorhergesehenem Stoffkontakt. Daher sind präventiv Notfallmaßnahmen festzulegen, unter Berücksichtigung austretender Stoffe und vorhandener Energien.

Beschäftigte müssen über den Standort der Notfall- und Rettungseinrichtungen und über den Umgang mit diesen Einrichtungen informiert sein. Aus diesem Grund sind regelmäßige Unterweisungen und praxisnahe Übungen durchzuführen. Außerdem sind zusätzliche Einweisungen vor Beginn der Arbeiten sinnvoll. Werden im Zusammenhang mit den zu treffenden Maßnahmen weitere Personen einbezogen, ist der Eigenschutz zu beachten.

Persönliche Schutzausrüstungen festlegen und nutzen

Ermitteln Sie im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, welche persönliche Schutzausrüstung für die Tätigkeiten zur Verfügung zu stellen und zu tragen ist (siehe Abschnitt 2.5.2).

Rohrleitung entleeren und drucklos machen

Eine Rohrleitung muss vor dem Öffnen entleert, erforderlichenfalls gespült und produktseitig entspannt (drucklos gemacht) werden. Es muss berücksichtigt werden, dass nach der Abtrennung und Entspannung, beispielsweise durch Temperatureinfluss oder nachträgliches Lösen von Rohrleitungsverstopfungen, wieder ein Druckaufbau erfolgen kann. Kontrollieren Sie deshalb unmittelbar vor der geplanten Öffnung der Rohrleitung, ob die Rohrleitung entleert und produktseitig entspannt (drucklos) ist und somit sicher geöffnet werden kann. Sollte die Kontrolle auf Drucklosigkeit nicht möglich sein, zum Beispiel aufgrund fehlender Prüfstutzen, muss das in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.

Besteht die Möglichkeit, dass sich explosionsfähige Atmosphäre an der Öffnung der Rohrleitung bildet, sind entsprechende Schutzmaßnahmen festzulegen, wie Inertisierung, Zündquellenfreiheit oder Überwachung mit Gaswarngeräten.

3.2.2 Öffnen einer Flanschverbindung

Beim Öffnen einer Flanschverbindung ist Folgendes besonders zu beachten:

- Von einem sicheren Standplatz aus arbeiten.
- Rohrleitungsteile vor dem Lösen gegen Herabfallen beziehungsweise gegen Pendeln und Wegschnellen sichern.

- Während der Arbeit nicht unter die Flanschverbindung treten, sondern seitlich davon arbeiten.
- Möglichst unter Augenhöhe arbeiten.
- Zum Lösen der Schrauben geeignetes Werkzeug verwenden.
- Zuerst die Schrauben auf der vom Körper abgewandten Seite der Flanschverbindung lösen, dann die übrigen Schrauben lockern. Schraubverbindungen noch nicht entfernen, damit sie notfalls sofort wieder angezogen werden können.
- Um eventuell festgeklebte Dichtungen zu lösen, Flanschspreizer oder Keile einsetzen.
- Erst wenn keine oder nur noch tropfenweise Flüssigkeit austritt, dürfen die Schrauben entfernt werden.
- Austretende Flüssigkeit nie als harmlos betrachten.
- Zum Ablassen von Restmengen die am tiefsten liegende Stelle zur vollständigen Restentleerung nutzen.

Lässt sich die Flanschverbindung nicht wie vorgesehen öffnen und sind andere Werkzeuge oder Arbeitsverfahren erforderlich, die bei der Erstellung des Freigabescheins nicht berücksichtigt worden waren (beispielsweise der Einsatz von Schlagschrauber, Hydraulikschrauber, Mutternsprenger, Meißeln oder Schläge mit dem Hammer, Anwärmen, Sägen oder Ausbohren von Schrauben), muss die Arbeit sofort eingestellt und die Gefährdungen neu beurteilt werden. Das gilt auch, wenn unvorhergesehene Ereignisse eintreten oder sich die Arbeitssituation ändert.

3.2.3 Öffnen einer Rohrleitung im Schneidverfahren

Wenn keine lösbare Rohrleitungsverbindung, wie ein Flansch, zum Öffnen von Rohrleitungen vorhanden ist, muss dafür ein Schneidverfahren eingesetzt werden.

Heißschneiden zum Öffnen von Rohrleitungen ist möglichst zu vermeiden. Aufgrund des Wärmeeintrags kann es zu Gefährdungen kommen, beispielsweise durch Zündungen oder chemische Reaktionen. In der Gefährdungsbeurteilung sind zu berücksichtigen:

- Gefährliche Stoffe, z. B. entzündbare Stoffe, die sich auch erst durch Zersetzung beim Heißschneiden bilden können, oder reagierende, z. B. pyrophore[9] Stoffe.
- Zersetzung und Erwärmung von Produktresten in der Leitung, die zu einer Zündung und zu einem Druckaufbau führen können.

Wenden Sie als Schneidverfahren bevorzugt ein Kaltschneideverfahren an. Wenn nicht ausgeschlossen werden kann, dass sich in der Rohrleitung ein explosionsfähiges Gemisch befindet, muss dafür Sorge getragen werden, dass es zu keiner Wärmeentwicklung kommt, die das Gemisch so erhitzt, dass es seine Zündtemperatur erreicht.

Beim Anwenden von Schneidverfahren[10] muss immer mit einer Verspannung der Rohrleitung gerechnet werden. Sorgen Sie deshalb für eine entsprechende Fixierung der beiden entstehenden Rohrleitungsenden.

9 Pyrophore Stoffe können sich auch in kleinen Mengen bei Raumtemperatur an der Luft spontan entzünden.

10 TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“

3.2.4 Rückführung in den Normalbetrieb

Es ist von Vorteil, den Umfang und die Reihenfolge der Tätigkeiten vor der Rückführung in den Normalbetrieb – einschließlich der entsprechenden Gefährdungsbeurteilung – bereits bei der Arbeitsplanung festzulegen.

Beispiele für Maßnahmen:

- Abstützungen von Rohrleitungen entfernen.
- Beauftragte Arbeiten dokumentieren.
- Beispiel für die Kontrolle, dass alle Maßnahmen zur Inbetriebnahme durchgeführt sind, beziehungsweise der beabsichtigte Anlagenzustand hergestellt ist:
  - Öffnungen und Entleerungen sind verschlossen.
  - Dichtungen sind eingebaut.
  - Flanschverbindungen sind fachgerecht verschlossen und nachgezogen.
  - Alle vorgesehenen Spritzschutzringe an den Flanschen sind montiert.
  - Alle Isoliermaterialien sind wieder angebracht.
  - Alle Materialien, Montagehilfsmittel und Werkzeuge sind zusammengeräumt und entfernt.
  - Alle Rohrleitungsdurchführungen und sonstige Öffnungen sind abgedeckt beziehungsweise verschlossen, z. B. Bodenöffnungen, entfernte Gitterroste, Bühnenöffnungen.

Beispiele für Maßnahmen vor der Wiederinbetriebnahme:

- Kontrolle, dass alle beauftragten Arbeiten abgeschlossen und dokumentiert sind. Es wird empfohlen, eine Sichtkontrolle durchzuführen, idealerweise mit der ausführenden Person gemeinsam.
- Durchführung einer Dichtigkeitsprüfungen: Die Dichtigkeitsanforderungen sind abhängig von den Stoffeigenschaften, von den Aufstellungsbedingungen und von den in den Anlagen ergriffenen Schutzmaßnahmen. Ausreichend dicht sind Anlagenteile, wenn bei einer für den Anwendungsfall geeigneten Dichtigkeitsprüfung oder -überwachung, zum Beispiel mit schaumbildenden Mitteln, mit Lecksuch- oder Anzeigegeräten, keine unzulässige Undichtigkeit festgestellt wird. Eine Anleitung zur Auswahl von Dichtigkeitsprüfverfahren enthält die DIN EN 1779:1999-10.
- Bereits durchgeführte Trennmaßnahmen rückgängig machen, soweit sie nicht mehr benötigt werden.
- Schutzmaßnahmen aufheben: Sicherungssysteme und Kennzeichnungen der Sicherungssysteme sind zu entfernen.
- Elektrische, thermische, pneumatische und hydraulische Energien – eventuell nach einer zuvor festgelegten Reihenfolge – hinzuschalten. Falls entsprechend festgelegt, Anlage befüllen und entlüften. Falls erforderlich: inertisieren.
- Neue Rohrleitungen kennzeichnen.
- Verkehrswege freimachen, beziehungsweise freigeben.
- Prüfen, ob der beabsichtigte Anlagenzustand hergestellt ist: „Walk the line“ (den Anlagenteil abgehen).
- Andere Betriebe/Betriebsteile über die Wiederinbetriebnahme informieren.

3.3 Spezielle Tätigkeiten

In diesem Abschnitt werden Beispiele für die Planung, Durchführung und Nachbereitung spezieller Tätigkeiten aufgeführt, die vom Instandhaltungspersonal durchgeführt werden.

3.3.1 Filterwechsel

Weiterführende Informationen:

- DGUV Information 209-045 „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne“ (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 082 „Filtration von Hydraulikflüssigkeiten“ (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 116 „Prüfpflicht in Lackierbereichen – Ein Instandhaltungskonzept für Kleinbetriebe“ (dguv.de)

Filter werden im Zusammenhang mit dem Absaugen und Fördern von Fluiden und Stäuben in vielen Maschinen und Anlagen verwendet. Ihre Anwendung umfasst unter anderem:

- Qualität der Produkte
- Schutz der Maschine vor Schäden und Verschleiß
- Brand- und Explosionsschutz
- Arbeits- und Gesundheitsschutz

Um diese Punkte zu gewährleisten, ist es erforderlich, Filter in den Instandhaltungsplan einzubeziehen und sie entsprechend regelmäßig zu wechseln beziehungsweise zu reinigen.

Während eines Filterwechsels können, je nach Situation, unterschiedliche Gefährdungen auftreten:

- Stäube (z. B. Holzstaub, Schweißrauchpartikel)
- Fluide (z. B. Hydrauliköl, heißes Wasser, Dampf)
- Restenergien (z. B. Druck, Hitze)
- Mechanische Bewegungen (z. B. an Lüftern, Pumpen)

In den meisten Fällen ist mit einem Filterwechsel gleichzeitig eine Öffnung der zugehörigen Rohrleitung verbunden (siehe Abschnitt 3.2). Wenden Sie bei mechanischen Gefährdungen, wie durch die Bewegung eines Lüfters, Rang 1 der 4-Rang-Methode (siehe Abschnitt 3.1) an.

Zusätzlich kommt es bei sogenannten Schmutzfängern dazu, dass sich Restflüssigkeit im Flansch sammeln kann (Abb. 15). Deren Eigenschaften (heiß, kalt, ätzend, …) müssen vor dem Öffnen ermittelt und entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden. Für ein kontrolliertes Ablassen der Flüssigkeit bei einem zugesetzten Filter bieten manche Herstellfirmen Entleerungsschrauben an.



Abb. 15 Schmutzfänger zur Filterung eines Fluids (Stock Adobe)

3.3.2 Mechanisches Lösen von Blockaden

Weiterführende Informationen:

- DGUV Information 208-045 „Fördertechnik in Hochregallägern – Störungsbeseitigung in Regalanlagen“ (dguv.de)

Im Rahmen der Störungsbeseitigung kann es erforderlich sein, Blockaden innerhalb einer Maschine oder Anlage mechanisch zu lösen. Das Lösen einer Blockade geht in aller Regel mit dem Freisetzen einer potenziellen Energie (siehe Abschnitt 5.2.1) einher. Das Lösen eines verklemmten Bauteils kann zum Beispiel dazu führen, dass die in ihm gespeicherte Federenergie plötzlich in eine Bewegung des Bauteils übergeht. Beim Lösen eines blockierten Teils in einer hochgelegenen Ebene kann die in ihm gespeicherte Lageenergie zu einer Fallbewegung führen.

Um Gefährdungen für die Beschäftigten durch die entstehende Bewegung beim Lösen einer Blockade zu vermeiden, muss im Vorfeld sichergestellt sein, dass die in der Blockade befindliche Energie sicher abgeleitet oder zurückgehalten werden kann:

- Zurückhalten der Energie
  Die Blockade wird im Vorfeld mechanisch gesichert. Nach dem Lösen der Blockade hält die Sicherung das blockierte Teil, innerhalb vordefinierter Grenzen, sicher in Position.
- Ableiten der Energie
  Bei hochgelegenen Ebenen wird die Blockade im Vorfeld so weit wie möglich mechanisch gesichert. Nach und nach werden Teile aus der Blockade entnommen. Mit dem Abbau der Masse nimmt auch die gespeicherte Energie ab. Der Gefahrbereich um die Blockade herum wird abgesperrt. Der Eingriff zum Lösen der Blockade soll möglichst von außerhalb des Gefahrbereichs erfolgen, zum Beispiel durch die Verwendung von Werkzeug-Verlängerungen. Nach dem Lösen der Blockade fällt das blockierte Teil in den abgesperrten Bereich.

Praxisbeispiele:

- In Hochregallagern kann es wegen schadhafter Paletten dazu kommen, dass palettierte Ladeeinheiten zwischen die Regalträger fallen. Die in der Regalstruktur hängende Ladeeinheit stellt dann eine Blockade im Regalsystem dar. Häufig werden solche Konstellationen durch den Abbau der Lageenergie gelöst. Dazu wird üblicherweise neben der beschädigten eine leere Palette im Regal platziert. Dann steigt eine mit PSA gegen Absturz gesicherte Person ins Regal ein, um die Ware umzusetzen.
- Scheidet diese Möglichkeit aus, kommt das kontrollierte Ableiten der Energie in Betracht. Der Bereich, in den die havarierte Ladeeinheit fallen könnte, wird abgesperrt. Erforderlichenfalls werden benachbarte und darunter befindliche Ladeeinheiten aus dem Regal entnommen. Die Ladeeinheit wird mit Hilfsmitteln, wie mit Gabelzinken des Gabelstaplers, mit langem Gestänge, aus sicherer Position heraus zum Absturz gebracht.

3.3.3 Auswechseln von Hydraulikschlauchleitungen

Weiterführende Informationen:

- DGUV Regel 113-020 „Hydraulikschlauchleitungen und Hydraulikflüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“ (dguv.de)
- DGUV Information 209-070 „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“ (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 015 „Hydraulik-Schlauchleitungen prüfen und auswechseln“ (dguv.de)

Hydraulikschläuche bestehen aus sich abwechselnden Lagen von Textil- oder Metallgeflecht und Gummi- oder Elastomer als Trenn- und Dichtebenen. Wird der Schlauch mit den Armaturen, die der Montage im Leitungssystem dienen, zusammengebaut, entsteht eine Hydraulikschlauchleitung. Durch den Aufbau entstehen eventuell Schwachstellen:

- Die Armaturen können ausreißen, wenn die Verpressung nicht korrekt durchgeführt wurde oder aber Metallgeflecht und/oder die Gummierung beschädigt sind/ist.
- Mögliche Webfehler im Metallgeflecht können zu sogenannten Pinholes führen. Beschädigungen des Geflechts können auch durch eine unsachgemäße Montage (in sich verdrehte Schläuche) oder eindringende Feuchtigkeit/Korrosion entstehen
- Das Gummi verliert mit der Zeit seine Elastizität und wird spröde. Dadurch ist die Widerstandskraft für wechselnde Belastungen nicht mehr gegeben. Durch Risse kann Feuchtigkeit eindringen und das Metallgeflecht korrodieren.

Hydraulikschlauchleitungen bergen beim Versagen ein hohes Verletzungsrisiko:

- Knalltraumata durch berstende Schläuche
- Verletzungen durch unkontrolliert herumschlagende ausgerissene Schlauchleitungen oder deren Teile
- Injektionsverletzungen durch unter hohem Druck austretendes Hydrauliköl (Pinholes)
- Verbrennungen und Vergiftungen durch freiwerdendes Hydrauliköl (Ölnebel, Ölspritzer etc.)

Aus diesem Grund müssen die Intervalle für Prüfungen und Austausch beachtet und – wenn sich Personen regelmäßig im Bereich der Schlauchleitungen aufhalten – Schutzmaßnahmen, wie Berstschutzschläuche und Schlauchfangsicherungen, vorgesehen werden. Da die Alterung von den Betriebsbedingungen abhängt, sind sie bei der Festlegung der Intervalle zwingend zu beachten. Durch eine große Anzahl an Lastwechseln oder raue Umgebungsbedingungen können stark verkürzte Intervalle erforderlich sein. Je nach Betrieb und Anzahl der Schlauchleitungen wird ein gutes Schlauchmanagement benötigt, um den Überblick zu behalten. Die Kennzeichnung und Identifikation können über RFID oder ölsichere Schilder, zum Beispiel mit QR-Codes, erfolgen.

Bei der Auswahl geeigneter Ersatzteile ist große Sorgfalt gefordert. Alte und überlagerte Schlauchleitungen werden den Anforderungen nicht mehr gerecht und dürfen deshalb nicht verwendet werden. Aber auch neue Schlauchleitungen sind gut auszuwählen:

- Jede Schlauchleitung ist für einen maximalen Betriebsdruck ausgelegt, der nicht überschritten werden darf.
- Zöllige und metrische Verschraubungen an den Armaturen ähneln sich auf den ersten Blick, haben aber nicht die benötigte Haltekraft, wenn sie verwechselt werden.
- Werden falsche Armaturen, zu lange oder zu kurze Schläuche verwendet, kann es sein, dass Biegeradien entstehen, die den Schlauch unnötig belasten.

Beim Auswechseln von Schlauchleitungen ist mit austretendem Hydrauliköl zu rechnen. Unter anderem wird benötigt:

- Ölbindemittel, Öl-Auffangwanne, Ölaufsaugtücher
- Schutzbrille
- Geeignete ölbeständige Schutzhandschuhe

Da Hydraulikschläuche im Betrieb unter Druck stehen, muss die Anlage vor dem Wechsel ausgeschaltet und gesichert werden (siehe Abschnitt 3.1). Die Restenergie ist abzuleiten. Um das zu erreichen, ist das betroffene System drucklos zu machen. Außerdem sind die Auswirkungen auf andere Teile des Systems, wie auf hochgehaltene Lasten, zu berücksichtigen.

Für diese Tätigkeit ist qualifiziertes Personal erforderlich, da es bei einer unsachgemäßen Montage (beispielsweise tordierte Schläuche, winklige Armaturen weisen in die falsche Richtung) zu einer Schwächung oder sogar Beschädigung des Schlauchs kommen kann.

Für die funktionale und technische Sicherheit ist nach dem Austausch eine Erprobung der Maschine oder Anlage erforderlich:

- Bearbeitete Stellen reinigen, evtl. Öl filtrieren.
- Korrekte Ausführung des Anschlusses prüfen.
- System entlüften.
- Sicherheitsfunktionen testen.
- System auf Leckagen prüfen.
- Betriebspositionen anfahren.

Reinigen Sie den betroffenen Bereich nach Abschluss der Arbeiten und räumen Sie auf. Besonders die Beseitigung von Ölresten (Lachen, Spritzer, Schmierfilme) ist von Bedeutung, um Rutsch- und Brandgefahren auszuschließen. Dazu gehört auch die ordnungsgemäße Entsorgung der ausgetretenen und gebundenen Ölreste.

Unfallbeispiel:

Während der Arbeiten an einer Hydraulikschlauchleitung kam es durch das Lösen einer unter Druck stehenden Schlauchleitung zum Peitschen der Leitung, was schwere Verletzungen am Kopf des Beschäftigten verursachte.

3.3.4 Lichtbogenschweißen

Weiterführende Informationen:

- TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ (baua.de)
- DGUV Information 209-010 „Lichtbogenschweißen“ (dguv.de)
- DGUV Information 209-096 „Schweißrauchminderung im Betrieb“ (dguv.de)

Schweißverfahren werden für Reparatur- und Ausbesserungsarbeiten verwendet und erfordern speziell ausgebildete Schweißerinnen und Schweißer. Beim Lichtbogenschweißen können unter anderem folgende Gefährdungen entstehen:

- Elektrischer Strom:
  - Körperdurchströmung (Abschnitt 5.5)
- Optische Strahlung:
  - Schädigung der Augen (z. B. Verblitzen) und der Haut
- Gefahrstoffe:
  - Inhalation von Schweißrauchen
  - Verdrängung des Luftsauerstoffs durch Schutzgase und Formiergase
  - Brand- und Explosionsgefahr(Abschnitt 5.4)

Besonders aufgrund der optischen Strahlung und der freiwerdenden Gefahrstoffe muss bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen die Fremdgefährdung berücksichtigt werden.

Allgemeine Schutzmaßnahmen:

- Schweißbereich so auswählen oder abschirmen, dass Personen in der Umgebung vor Strahlung und Funkenflug geschützt sind.
- Arbeitsumgebung vor Schweißbeginn auf Gefahren kontrollieren (z. B. Stolpern durch Schlauchpaket oder Schweißstromrückleitung, Brand durch Funkenflug, Transportvorgänge im Umfeld).
- Persönliche Schutzausrüstung für Personen, die für das Schweißen zuständig sind (z. B. Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe, Schutzkleidung – inklusive Helm bzw. Schutzschild, Schutzhaube, Gehörschutz).
  - entsprechend der Gefährdung auf ordnungsgemäßen Zustand (trocken und sauber) achten und Eignung (der PSA) kontrollieren und PSA benutzen.
- Zu schweißende Werkstücke ergonomisch günstig positionieren; Zwangshaltung vermeiden.

Schutzmaßnahmen gegen elektrische Gefährdungen:

- Isolierende Schutzmatten zwischen Werkstück und schweißende Person legen.
- Bei Aufhängung des Werkstücks oder eines separaten Drahtvorschubkoffers an Kranen oder elektrisch leitfähigen Aufhängungen ein isolierendes Anschlagmittel, wie Hebeband oder Isolierwirbel, verwenden.
- Elektrodenwechsel und Spulenwechsel nur bei abgeschaltetem Schweißgerät durchführen.
- Nach dem Schweißen den Schweißbrenner isoliert und gegen unbeabsichtigtes Betätigen gesichert ablegen. (siehe Abb. 16).
- Elektrisch leitender Staub, wie bei Schmirgelarbeiten, darf nicht direkt vom Schweißgerät angesaugt werden.
- Schweißstromrückleitung:
  - möglichst nahe am zu schweißenden Werkstück befestigen und für eine feste Verbindung sorgen.
  - auf Beschädigungen kontrollieren.
- Schweißstromquelle:
  - Kontrollieren, dass alle Abdeckungen und Seitenteile geschlossen sind.
  - Auf ebenem Untergrund standsicher aufstellen.
  - Auf Beschädigungen kontrollieren.
  - Schweißstromquellen außerhalb des elektrisch leitenden Bauteils aufstellen oder Netzanschluss mit Trenntransformator oder RCD absichern und elektrisch isoliert aufstellen.
  - Beim Aufstellen und Installieren ist der Netzschalter der Stromquelle auf „Aus“ zu stellen und das Netzkabel zu trennen. Nur Schweißgeräte verwenden, deren Wartungs- und Prüfplan eingehalten wurden, das bedeutet, deren Prüfdatum laut Plakette aktuell ist.
  - Bei Schweißarbeiten unter erhöhter elektrischer Gefährdung (z. B. zwangsweise Berührung elektrisch leitfähiger Teile und Zwangshaltung; feuchte oder heiße Arbeitsplätze) sind nur Stromquellen mit dem Zeichen [S], K oder 42 V zu verwenden (Typenschild).
- Netzkabel, Schweißstromrückleitung, Schweißbrenner und ggf. Schlauchpaket sowie deren Anschlüsse auf Beschädigungen kontrollieren.
- Elektrowerkzeuge der Schutzklasse I (mit Schutzleiter) von Masse führenden Werkstücken entfernen und isoliert ablegen oder besser Elektrowerkzeuge mit Schutzklasse II (ohne Schutzleiter) verwenden.

- Nach Beendigung der Schweißarbeiten oder bei längeren Arbeitsunterbrechungen den Netzschalter auf „Aus“ stellen und die Schweißstromrückleitung vom Werkstück trennen.
- Während einer Arbeitsunterbrechung oder nach Beendigung der Schweißarbeiten in geschlossenen Bauteilen das Schweißgerät aus dem Bauteil entfernen.

Spezielle Schutzmaßnahmen im Umgang mit Gefahrstoffen:

- Absaugung an der Entstehungsstelle – der Bewegungsrichtung der Schweißrauche entsprechend – positionieren und ständig nachführen.
- in geschlossenen Bauteilen:
  - für ausreichende Luftzufuhr zu sorgen, um Erstickungsgefahr zu vermeiden
  - Während einer Arbeitsunterbrechung oder nach Beendigung der Schweißarbeiten das Schlauchpaket aus dem Bauteil entfernen.
- Geeignete Absaug- und Lüftungseinrichtungen für die Schweißrauche verwenden.
- Nach Beendigung der Schweißarbeiten oder während längerer Arbeitsunterbrechungen das Schutzgasventil schließen.

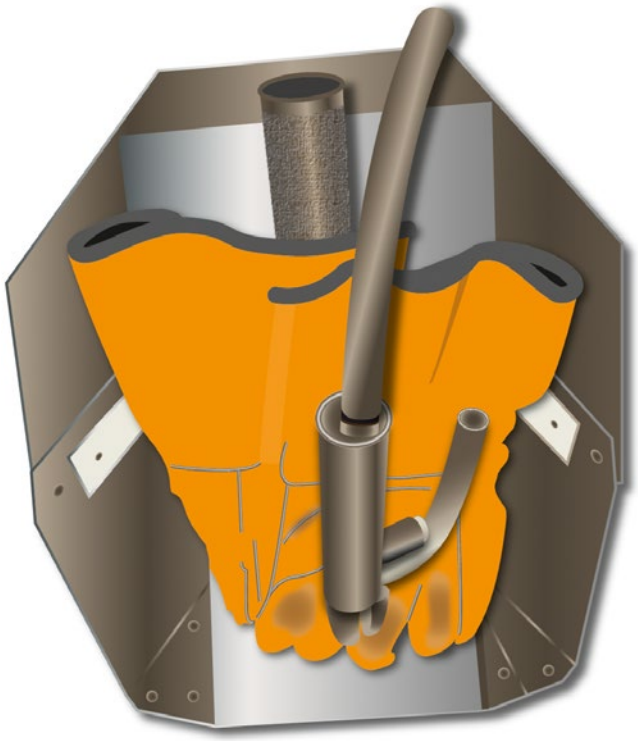


Abb. 16 Stabelektrodenhalter immer isoliert ablegen

3.3.5 Demontage/Rückbau

Weiterführende Informationen:

- DGUV Regel 101-038 „Bauarbeiten“ (dguv.de)
- DGUV Regel 101-603 „Branche Abbruch und Rückbau“, Kap 3.9 „Demontage von technischen Anlagen“ (dguv.de)
- C305 „Demontagearbeiten“ (BG BAU)

Im Rahmen von Instandsetzungsarbeiten kann es erforderlich sein, dass Teile einer Maschine oder Anlage demontiert oder zurückgebaut werden. Um den besonderen Gefährdungen Rechnung zu tragen, sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Werden Demontagen durchgeführt, auch unter beengten Platzverhältnissen, ist detailliert festzulegen, wie der Ablauf erfolgt und welche Hilfsmittel verwendet werden.
- Demontagearbeiten dürfen nur von erfahrenen und fachlich geeigneten Personen durchgeführt werden.
- Wählen Sie fachlich geeignete Personen (Aufsichtführende) aus, die die Demontagearbeiten leiten und beaufsichtigen müssen.
- Demontageverfahren sind nach örtlichen Gegebenheiten auszuwählen.
- Ermitteln Sie Gefahrstoffe, Gebäudeschadstoffe und Biostoffe und stellen Sie Arbeitsanweisungen auf, um entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.
- Vor Demontagebeginn muss sichergestellt sein, dass die Anlage fachgerecht stillgesetzt und gegen Wiedereinschalten gesichert ist. Dazu gehört auch die Gewährleistung der Energie- und Medienfreiheit. Dieser Zustand ist für den gesamten Zeitraum der Arbeiten sicherzustellen.
- Vermeiden Sie gegenseitige Gefährdungen. Während der Demontagearbeiten dürfen sich keine unbefugten Personen im Gefahrbereich der zu demontierenden Bau- bzw. Anlagenteile aufhalten.
- Treten nicht vorhergesehene Gefahren auf, sind die Arbeiten sofort zu unterbrechen und erst nach Festlegung und Durchführung weiterer Maßnahmen erneut zu starten.

Während einer Demontage bestehen viele unterschiedliche Gefährdungen, die in Abschnitt 5 behandelt werden. Hinzu kommen möglicherweise Gefährdungen durch Schweiß- und Brennschneidarbeiten.

Erstellen Sie eine Demontageanweisung, die alle notwendigen Montageschritte und sicherheitstechnisch erforderlichen Angaben zusammenfasst. Folgende Punkte müssen enthalten sein:

- konstruktive Besonderheiten
- gewähltes Demontageverfahren
- Gewicht der zu demontierenden Bauteile bzw. Anlagenteile
- Lage der Anschlagpunkte
- Festlegung der Hebezeuge
- Standsicherheit der Teile während der einzelnen Demontagezustände
- Art, Umfang und Reihenfolge der Demontagearbeiten
- Art und Anzahl der einzusetzenden Geräte und Maschinen

- Arbeitsplätze und Zugänge
- Hilfskonstruktionen, erforderliche Gerüste und Aufstiege
- Schutz der Beschäftigten gegen Absturz
- Schutzmaßnahmen gegen auftretende Gefahrstoffe

Auf eine schriftliche Demontageanweisung kann nur verzichtet werden, wenn besondere sicherheitstechnische Angaben nicht erforderlich sind.

Für die Demontage und den Transport sind den Beschäftigten geeignete Hilfsmittel, wie Winden, Hub- und Zuggeräte, Schwerlastrollen, und geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen (siehe Abschnitt 2.5.2). Als PSA werden empfohlen:

- für Demontagearbeiten: Industrieschutzhelm (Kopfschutz), Fußschutz und Schutzhandschuhe
- für Schneid- und Trennarbeiten: Augen- und Gesichtsschutz
- bei Gefährdungen durch Lärm: Gehörschutz
- für höhergelegene Arbeitsplätze: persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)

Praxisbeispiele:

- Der Rückbau von in Kellern eingebauten Heizöltankanlagen erfolgt meist unter Verwendung von Trennschleifmaschinen oder Schneidbrennern. Neben Schadstoffemission sind auch vorhandene und entstehende scharfe Kanten zu berücksichtigen. Elektrokabel, zum Beispiel für eine ausreichende Beleuchtung, können durch solche Kanten beschädigt werden. In Verbindung mit der leitenden Oberfläche des Tanks und den beengten Platzverhältnissen kann dadurch eine erhöhte elektrische Gefährdung auftreten.
- Beim Zerlegen großer Metallbauteile, wie Kessel, Silos und Stahlträgerkonstruktionen, werden Statik/Stabilität der Konstruktion negativ beeinflusst. Dieser Umstand muss in der Planung erkannt und berücksichtigt werden; beispielsweise durch Unterbauen, Anschlagen oder Stabilisieren.
- Wenn Konstruktionen so groß sind, dass auf ihnen Arbeitsplätze für Beschäftigte vorgesehen werden müssen, spielen Tragfähigkeit und Absturzgefahr (siehe Abschnitt 5.1 „Absturz“) eine wichtige Rolle. Arbeitsplätze sollten in der Planung auf ihre Eignung geprüft und festgelegt werden. Beschäftigte sind darin zu unterweisen, dass sie nicht versehentlich die Tragfähigkeit der festgelegten Plätze durch die Demontage beeinträchtigen.

4 Wiederinbetriebnahme und Nachbereitung der Instandhaltungsarbeiten

4.1 Erprobung

Zur Instandhaltung gehört gemäß BetrSichV die Erprobung der Maschine oder Anlage. Die Erprobung umfasst jedes Ingangsetzen nach einer Instandsetzungsmaßnahme zum Zweck der Funktionsprüfung, der Feststellung und Prüfung sicherheitstechnisch relevanter Betriebsdaten, wie Testläufe, zur Durchführung von Einstellarbeiten an Maschinen und Anlagen und deren Ausrüstungsteilen. Mit Erprobung ist nicht der Probebetrieb vor der Inbetriebnahme einer Maschine oder Anlage und auch nicht die Prüfung nach §§ 14 und 15 BetrSichV gemeint. Zwischen der ausführenden Stelle und dem Betrieb ist die Verantwortung für die Kontrolle des ordnungsgemäßen Zustands der Anlage eindeutig festzulegen und schriftlich zu dokumentieren.

Ergebnisse aus der Erprobung können Grundlage und Auslöser für weitere Instandhaltungsmaßnahmen sein. Jede Instandhaltungsmaßnahme ist erst nach einer erfolgreichen Endkontrolle im Rahmen der Erprobung abgeschlossen. Dabei wird noch einmal ein Check durchgeführt, ob alle Aufgaben vollständig erledigt worden sind.

Die Erprobung ist von der Art der Maschine oder Anlage und der Funktion seiner Bauteile abhängig. Deshalb soll für Sicherheitsbauteile, wie durch Betätigen, Belasten mit der Hand (Handprobe) oder im Zusammenhang mit dem Betreiben des Prüfobjekts (Funktionsprobe) festgestellt werden, ob sie, wie vorgesehen, funktionieren und einen sicheren Betrieb der Maschine oder Anlage ermöglichen. Die Erprobung darf nur, wie auch die Instandhaltungsmaßnahme, ausschließlich von fachkundigen Personen ausgeführt werden, die dafür geeignet und vom Arbeitgeber damit beauftragt worden sind. Das bedeutet, die Beschäftigten müssen aufgrund ihrer berufliche Ausbildung oder Fortbildung über die notwendigen Sachkenntnisse verfügen, um die Arbeiten durchzuführen und die sie müssen die zu erprobende Maschine oder Anlage kennen.

4.1.1 Besondere Gefährdungen während der Erprobung

Gefährdungen, die das Risiko während der Erprobung erhöhen können:

- fehlerhafte Technik, Fehlfunktionen
- ganz oder teilweise außer Kraft gesetzte Schutzmaßnahmen
- unerwartete Maschinenbewegungen
- physische Belastungen, wie Lärm, ungünstige klimatische Bedingungen
- psychische Belastungsfaktoren, wie Zeitdruck, unvorhersehbare Probleme, schwierige Kommunikation, gegenseitige Gefährdung durch verschiedene Personengruppen

4.1.2 Planung der Erprobung

Während der Erprobung kann es vorkommen, dass Bereiche der Maschine oder Anlage und/oder Maschinenteile beobachtet werden müssen, zu denen der Zugang im Normalbetrieb durch technische und ergänzende Schutzmaßnahmen nicht möglich ist. Daher muss die Erprobung eventuell erfolgen, während die Schutzeinrichtungen außer Betrieb gesetzt sind, wie bei der Demontage von Abdeckungen zur Einsicht und beim Überbrücken von Sicherheitseinrichtungen. Es ist wichtig, die Sicherheit der Beschäftigten während dieser Arbeiten durch andere Maßnahmen zu gewährleisten.[11]

11 § 11 Abs. 4 BetrSichV

Beispiele für Maßnahmen:

- Geschwindigkeit/Kräfte reduzieren, wie Tippbetrieb, spezielle Betriebsarten.
- Gefahrbereiche durch Warnschilder kennzeichnen.
- Feste oder flexible Zäune als Absperrungen nutzen.
- Verantwortung für Schaltberechtigungen festlegen.
- Befugnisse durch das Tragen von Westen in bestimmter Farbe visualisieren.
- Erreichbarkeit der beteiligten Vorgesetzten und Beschäftigten sicherstellen.

Diese Maßnahmen müssen durch den Vorgesetzten oder die Vorgesetzte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden. Betriebsanleitungen und sonstige Hinweise der Herstellfirma bilden eine gute Arbeitsgrundlage. Ausreichend geplante Zeiträume schaffen einen Puffer für unvorhergesehene Zwischenfälle und helfen, stressbasierte Fehler zu vermeiden.

4.1.3 Maßnahmen vor der Erprobung

Vor der Erprobung müssen die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen umgesetzt werden, damit alles ordnungsgemäß und sicher durchgeführt werden kann. Die Sicherheit aller anwesenden Personen muss gewährleistet sein.

Beispiele für Maßnahmen:

- Ordnung schaffen:
  - Alle Werkzeuge und Arbeitsmittel entfernen und an vorgeschriebene Orte bringen.
  - Verunreinigungen beseitigen, Abfälle ordnungsgemäß entsorgen.
- Maschine oder Anlage in einen für die Erprobung betriebsfähigen Zustand versetzen:
  - Alle Schutzeinrichtungen, außer denen, die für die Erprobung außer Kraft bleiben müssen, wieder anbringen und in Betrieb nehmen oder aktivieren und auf Wirksamkeit prüfen.
  - Alle Entleeröffnungen/Lüftungsklappen schließen und sichern.
  - Erforderliche Mess-, Sicherheits- und Warneinrichtungen in Funktion setzen.
  - Die erforderliche Medienversorgung wiederherstellen.
- Maschinen und Anlagen dürfen nur nach gegenseitiger Absprache aller an der Erprobung Beteiligten und durch dafür bestimmte Personen in Gang gesetzt werden.
- Unterweisung aller Beteiligten mit mindestens folgenden Informationen:
  - Ablauf der Erprobung
  - Gefahren und erforderliche zusätzliche Schutzmaßnahmen
  - Maßnahmen für Betriebsstörungen
  - Maßnahmen zum sicheren Stilllegen der Maschine oder Anlage, wenn Fehler auftreten
  - Informationen über Fluchtwege und Erst-Hilfe-Maßnahmen
  - Notrufnummern
- Nicht unmittelbar an der Erprobung Beteiligte oder nicht dafür erforderliche Beschäftigte fernhalten, wie durch Absperren der Bereiche.

4.1.4 Erprobung durchführen

Während eine Erprobung durchgeführt wird, geht es vor allem darum festzustellen, ob sich die zu erprobende Maschine oder Anlage in einem sicheren und funktionsfähigen Zustand befindet. Nach der in Abbildung 17 empfohlenen Vorgehensweise wird auch abgefragt, ob Änderungen eine Prüfung nach §§ 14, 15 BetrSichV erforderlich machen.

Treten während der Erprobung ungeplante Abweichungen auf, kann es erforderlich sein, die Arbeiten zu unterbrechen und die Erprobung erst nach Festlegung und Durchführung weiterer Maßnahmen erneut zu starten.

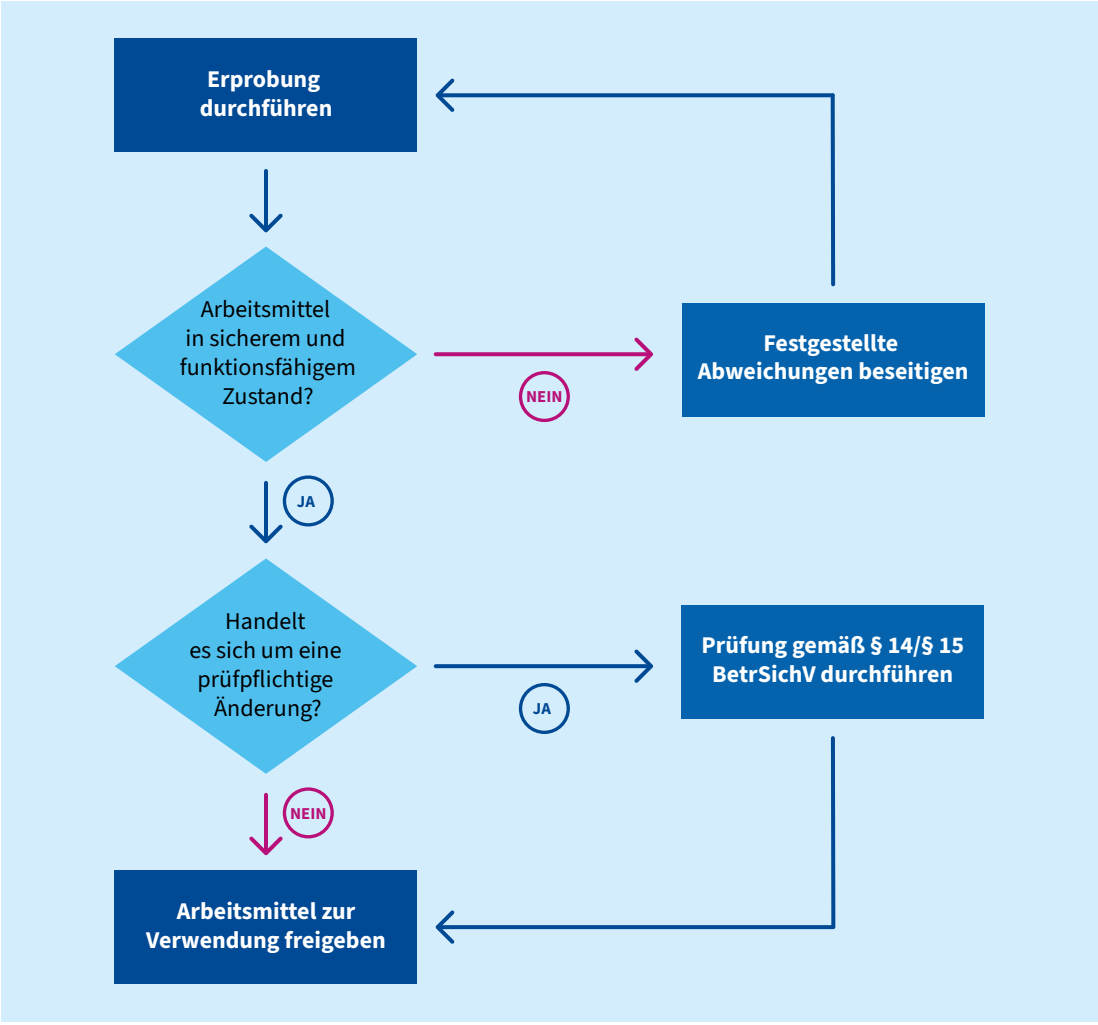


Abb. 17 Vorgehensweise bei der Durchführung der Erprobung gem. TRBS 1112 (Anhang 1)

4.1.5 Maßnahmen nach Abschluss der Erprobung

Nach erfolgreichem Abschluss der Erprobung sind vor der erneuten Wiederinbetriebnahme der Maschine oder Anlage unter anderem folgende Maßnahmen erforderlich:

- Die für die Erprobung erforderlichen Sicherungsmaßnahmen, Hilfsmittel, Absperrungen (z. B. Steckscheiben) und Beschilderungen zurücknehmen.
- Alle in der Erprobung außer Kraft gebliebenen Schutzeinrichtungen wieder anbringen und in Betrieb nehmen oder aktivieren und auf Wirksamkeit prüfen.
- Anlage auf Freiheit von Reinigungsmitteln kontrollieren.
- Alle Beteiligten und Vorgesetzten über den Abschluss der Erprobung informieren.
- Maschine oder Anlage freigeben und an den Betrieb übergeben.
- Vorgesetzte und Bedienpersonal über Zustand (z. B. Ladezustand der Batterie, eingesetzte Sicherungen) und gegebenenfalls technische Veränderungen informieren.
- Instandhaltungsarbeiten in Unterlagen dokumentieren.
- Gegebenenfalls Brandmeldeanlage aktivieren.
- Anlage zur Verwendung im normalen Betrieb freigeben.
- Vor der geplanten Inbetriebnahme sind gegebenenfalls auch Fachstellen, Nachbarbetriebe und Energieversorger zu informieren.

Unfallbeispiele:

- In der Produktionsanlage eines Solarzellenherstellers sollte nach Instandhaltungsarbeiten an einem Filterapparat zunächst der Deckel zum Austrocknen geöffnet bleiben. Hinweisschilder machten auf die nicht abgeschlossenen Arbeiten aufmerksam. Einige Tage später waren die Hinweisschilder entfernt und der Filterdeckel zugeklappt worden. Das täuschte Betriebsbereitschaft vor und ließ nicht erkennen, dass der Filterdeckel unverschraubt war. Beim Einschalten einer Pumpe kam es daher unvermittelt zur Freisetzung von Gefahrstoffen.
- Am Verdampfer der Ammoniak-Kälteanlage einer Eissportanlage wurden Wartungsarbeiten ausgeführt. Dabei ist eine Füllstandsmessung ausgewechselt worden, die als Überfüllsicherung diente. Bei der Wiederinbetriebnahme der Anlage blieb aus Unachtsamkeit die Absperrarmatur in der Leitung – zwischen Verdampfer und Füllstandsmessung – geschlossen, wodurch die Abschaltfunktion außer Kraft gesetzt wurde. Deshalb kam es, während die Anlage befüllt wurde, zu einer Überfüllung des Wärmeaustauschers mit flüssigem Kältemittel und in der Folge zu einem Gewaltbruch am Verdichter.
- Nach Beendigung von Instandhaltungsarbeiten in der Umspannanlage eines Kraftwerks wurde ein Netzelement zur Wiederinbetriebnahme freigegeben, obwohl die Erdungseinrichtungen noch nicht vollständig entfernt waren. Dadurch kam es zu einem Kurzschluss, der einen größeren Stromausfall zur Folge hatte.

4.2 Wiederinbetriebnahme nach Änderungen

Die Wiederinbetriebnahme einer geänderten Maschine oder Anlage darf erst dann erfolgen, wenn:

- die erforderlichen Prüfungen vor Inbetriebnahme erfolgt sind,
- die betroffenen Beschäftigten über Auswirkungen und Maßnahmen in Bezug auf die Änderungen informiert worden sind,
- alle für die Inbetriebnahme des geänderten Anlagenteils erforderlichen Dokumente aktualisiert worden sind.

Zu den erforderlichen Prüfungen zählen besonders diejenigen, die gemäß §§ 14 oder 15 BetrSichV durchzuführen sind. Fällt die Anlage zusätzlich unter andere Rechtsbereiche, beispielsweise die Störfall-Verordnung, zählen zu den Dokumenten, die gegebenenfalls aktualisiert werden müssen, zum Beispiel:[12]

- Gefährdungs-/Risikobeurteilung bzw. Sicherheitsbericht nach Störfall-Verordnung, Explosionsschutzdokument
- Brandschutzpläne, Rettungswege- und Notfallpläne
- Medien-, Emissions- und Anlagenkataster
- Liste vorgeschriebener Prüfungen an Behältern und Einrichtungen
- Betriebsanweisungen/Arbeitsanweisungen/Prozesshandbuch
- Maschinen- und Apparateliste, Rohrleitungsliste, Isometrien
- Messstellenverzeichnis/Funktionspläne, Grenzwertliste der Alarme und Schaltungen
- Instandhaltungspläne, Schichtpläne, Anlagenrundgänge, Messwertkontrollen

Es ist wichtig, am Ort und innerhalb der Dokumente zu prüfen, ob die durchgeführten Änderungen mit der ursprünglichen Planung übereinstimmen, welche Abweichungen existieren und die Festlegung, wie damit zu verfahren ist – ob eine Anpassung des Konzepts oder eine Korrektur der Abweichungen erfolgen soll.

Praxisbeispiel:

In der Automobilindustrie wird ein sogenanntes Read Across durchgeführt: Im Anschluss an die Änderungen wird geprüft, ob sie auf vergleichbare Maschinen und Anlagen im Unternehmen zu übertragen sind. Ist das der Fall, werden die Änderungen in die entsprechende Instandhaltungsplanung aufgenommen oder in besonderen Fällen, wie bei der Identifikation von vorzeitigem Verschleiß an funktions- oder sicherheitstechnisch kritischen Bauteilen, direkt durchgeführt. Eine systematische Übertragung von spezifischen Änderungen auf vergleichbare Maschinen und Anlagen ist Teil der Instandhaltungsstrategie.

12 siehe Merkblatt KAS-50: Beurteilung der sicherheitstechnischen Relevanz von Modifikationen in verfahrenstechnischen Anlagen, https://www.kas-bmu.de/kas-publikationen/kas-merkblaetter.html

Unfallbeispiel:

Ein nicht mehr benötigter Rohrleitungsabschnitt in einer Raffinerie wurde im Rahmen umfangreicher Instandhaltungsarbeiten kurzerhand außer Betrieb genommen. Nach einer Kälteperiode trat über den stillgelegten Abschnitt Propan aus und entzündete sich. Der anschließende Brand verletzte vier Menschen, die Raffinerie stand lange still. Die ungenutzte Rohrleitung war nicht demontiert und nicht durch Steckscheiben, sondern nur mit geschlossenen Armaturen vom laufenden Prozess abgetrennt worden, was als ausreichend angesehen worden war. Das im Prozess verarbeitete flüssige Propan enthielt Spuren von Wasser. Eine Verunreinigung im Sitz einer der Armaturen verhinderte, dass diese vollständig schließen konnte. Es drang wasserhaltiges Propan in den ungenutzten Rohrleitungsabschnitt ein und sammelte sich an einer tiefergelegenen Stelle. Während der Kälteperiode gefror das Wasser, dehnte sich aus und verursachte einen Riss in der Leitung. Als es wieder wärmer wurde und das Eis schmolz, trat Propan aus dem laufenden Prozess durch die undichte Armatur und den Riss in der Leitung ins Freie.

5 Häufige Gefährdungen

In diesem Kapitel werden häufige Gefährdungen aus der Instandhaltung und Schutzmaßnahmen zu deren Minimierung beschrieben. Der Inhalt bereits existierender Schriften wurde auf die für die Instandhaltung wichtigsten Punkte zusammengefasst.

5.1 Absturz

Weiterführende Informationen:

- TRBS 2121 „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz – Allgemeine Anforderungen“
- TRBS 2121 Teil 2 „Gefährdung von Beschäftigten bei der Verwendung von Leitern“
- TRBS 2121 Teil 4 „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz – Ausnahmsweises Heben von Beschäftigten mit hierfür nicht vorgesehenen Arbeitsmitteln“
- DGUV Regel 101-038 „Bauarbeiten“ (dguv.de)
- DGUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“ (dguv.de)
- DGUV Information 208-016 „Die Verwendung von Leitern und Tritten“ (dguv.de)
- DGUV Information 208-019 „Sicherer Umgang mit fahrbaren Hubarbeitsbühnen“ (dguv.de)
- DGUV Information 208-031 „Einsatz von Arbeitsbühnen an Flurförderzeugen mit Hubmast“ (dguv.de)
- DGUV Grundsatz 308-008 „Ausbildung und Beauftragung der Bediener von Hubarbeitsbühnen” (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 136 „Gute Praxis – Sichere Zugänge und Schutzmaßnahmen gegen Absturz bei Instandhaltungsarbeiten“ (dguv.de)
- Arbeitsschutzkompakt 022 – Arbeiten auf fahrbaren Arbeitsbühnen (bghm.de)

Häufig werden Instandhaltungsarbeiten auf hochgelegenen Arbeitsplätzen durchgeführt. Die Betrachtung des hochgelegenen Arbeitsplatzes beinhaltet den sicheren Verkehrsweg, die Standsicherheit beziehungsweise die Tragfähigkeit des Untergrunds sowie eine wirksame Sicherung gegen Absturz (Abb. 18). Die Örtlichkeit, das Umfeld, die Witterungsbedingungen, die Dauer und Häufigkeit des Einsatzes, mitzuführende Materialien und Werkzeuge sowie die Anzahl der Personen beeinflussen die Auswahl der Arbeitsmittel für den Zugang zum hochgelegenen Arbeitsplatz und die Schutzmaßnahmen gegen Absturz.

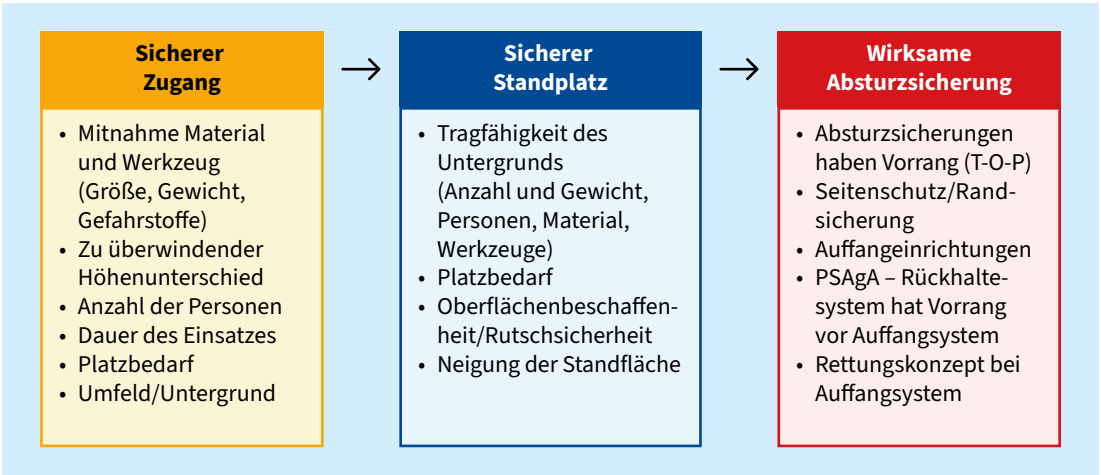


Abb. 18 Einflussgrößen für die Sicherheit beim Arbeiten auf hochgelegenen Arbeitsplätzen (Quelle BGHM)

Sind keine ortsfesten Arbeitsbühnen an Maschinen und betrieblichen Einrichtungen vorhanden, müssen während der Planung der Instandhaltungsarbeiten ein geeigneter Zugang und ein sicherer Arbeitsplatz in der Höhe geschaffen werden. Dabei kommt der Gefährdungsbeurteilung eine wesentliche Rolle zu, in der entsprechende tätigkeits- und ortsbezogene Schutzmaßnahmen festgelegt werden müssen. Die gegenseitigen Gefährdungen benachbarter Arbeitsplätze oder aus dem Umfeld, wie Krantransport, sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Wird das Schutzmaßnahmenkonzept festgelegt, ist es notwendig, die Rangfolge nach Abbildung 19 einzuhalten.

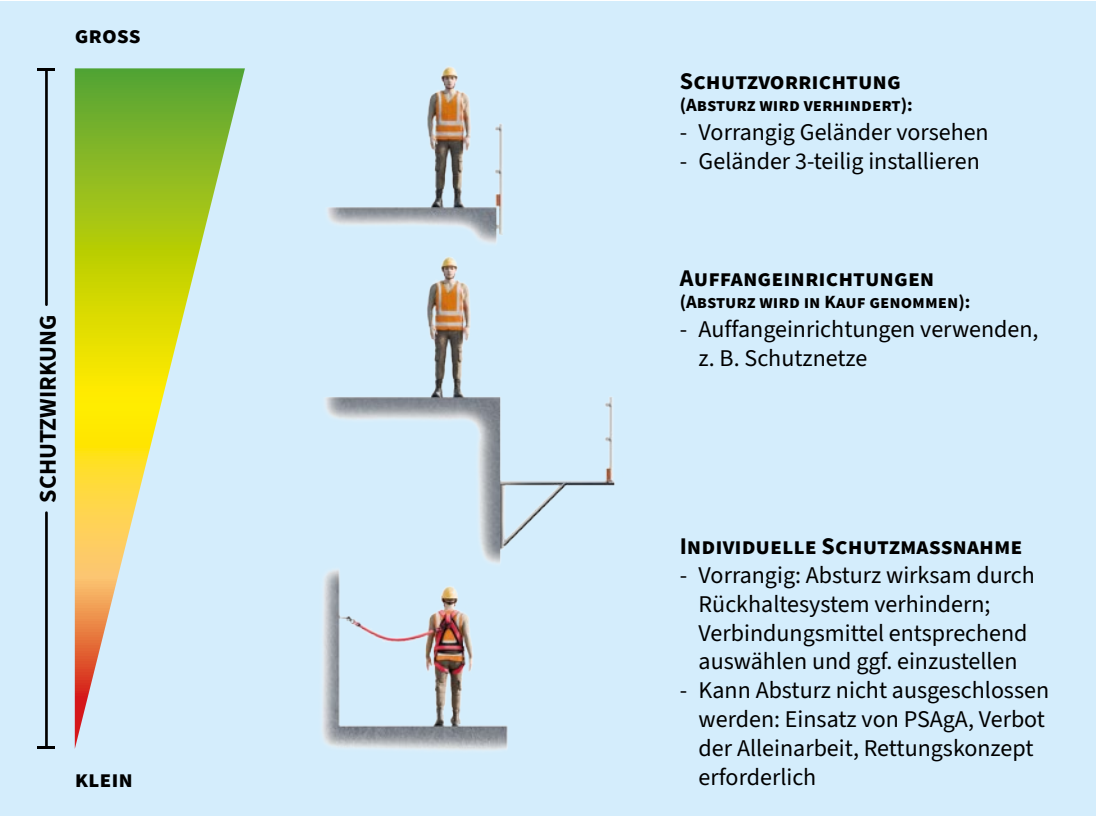


Abb. 19 Rangfolge der Schutzmaßnahmen gegen Absturz

Technische Maßnahmen sind den organisatorischen oder personenbezogenen Schutzmaßnahmen immer vorzuziehen. Außerdem haben kollektive Schutzmaßnahmen, wie Geländer, Vorrang vor einer individuellen Schutzmaßnahme, wie PSA gegen Absturz. Die Aufzählung der in dieser Schrift genannten Schutzmaßnahmen gegen Absturz ist nicht vollständig. Es handelt sich um die am häufigsten während der Instandhaltung von Maschinen und Anlagen angewendeten Maßnahmen.

5.1.1 Hubarbeitsbühnen

Es gibt Senkrechtbühnen, zum Beispiel Scherenbühnen, oder Schwenkarmbühnen, wie Gelenkteleskopbühnen. Je nach Arbeitsaufgabe und örtlicher Situation ist es notwendig, geeignete Hubarbeitsbühnen auszuwählen. In diesem Zusammenhang sind deren Tragfähigkeit, Arbeitshöhe und Reichweite zu berücksichtigen.

Es ist wichtig, ausschließlich qualifiziertes Bedienpersonal mit dem Bedienen der Hubarbeitsbühnen zu beauftragen. Das Personal wird schriftlich und jährlich unterwiesen.

Für die Betätigung des Notablasses oder der Notsteuerung muss am Boden eine weitere Person eingewiesen sein. Besteht die Gefahr des Herausschleuderns aus der Arbeitsbühne, zum Beispiel durch den so genannten Peitscheneffekt/Katapulteffekt bei Schwenkarmbühnen, muss ein Auffangsystem nach DIN 19427:2017-04 eingesetzt werden, bestehend aus Auffanggurt und Verbindungsmittel (max. 1,80 m lang) mit falldämpfender Eigenschaft. In der Praxis haben sich für den Einsatz in Hubarbeitsbühnen zugelassene Höhensicherungsgeräte bewährt.

5.1.2 Fahrbare Arbeitsbühnen

Fahrbare Arbeitsbühnen gelten bei bestimmungsgemäßer Verwendung als sichere mobile, hochgelegene Arbeitsplätze. Auf- und Abbau und die Nutzung fahrbarer Arbeitsbühnen sind durch die Aufbau- und Verwendungsanleitung der Herstellfirma geregelt. Die Anleitung muss den Beschäftigten zur Verfügung stehen. Die fahrbare Arbeitsbühne ist vor der ersten Verwendung von einer qualifizierten Person, in Bezug auf den korrekten Aufbau und die sichere Funktion, zu kontrollieren (Inaugenscheinnahme).

Die Belaghöhe richtet sich nach der Aufbau- und Verwendungsanleitung und darf

- in Gebäuden maximal 12,00 m,
- außerhalb von Gebäuden maximal 8,00 m betragen.

An fahrbaren Arbeitsbühnen muss an der jeweiligen Arbeitsebene ein dreiteiliger Seitenschutz vorhanden sein. Alle Arbeitsebenen müssen außerdem komplett mit dreiteiligem Seitenschutz ausgerüstet sein, wobei nicht gleichzeitig auf zwei oder mehreren Ebenen gearbeitet werden darf. Der Aufstieg zu den einzelnen Ebenen erfolgt ausschließlich auf der Gerüstinnenseite. Fahrbare Arbeitsbühnen sind vor der Fahrt zu verlassen, denn ein personenbesetztes Verfahren ist verboten.

5.1.3 Gabelstapler mit Arbeitsbühne

In Ausnahmefällen kann ein Gabelstapler mit einer Arbeitsbühne auf den Gabelzinken verwendet werden. Damit diese Gerätekombination standsicher ist, muss der Gabelstapler über eine ausreichende Tragfähigkeit verfügen. Die Tragfähigkeit gilt als ausreichend, wenn:

- die Bodenfläche der Arbeitsbühne nicht größer als 1200 mm × 800 mm ist.
- sich der Standplatz der mitfahrenden Person auf Höhe der Gabelzinken befindet.
- die Tragfähigkeit des Gabelstaplers bei der Hubhöhe, die der Höhe der angehobenen Arbeitsbühne entspricht, mindestens das fünffache des Gewichts beträgt, das sich aus dem Eigengewicht der Arbeitsbühne, dem Gewicht der mitfahrenden Person und der Zuladung ergibt.

Weitere Anforderungen für einen sicheren Betrieb der Kombination Gabelstapler mit Arbeitsbühne:

- Es muss ein festes Geländer mit 3-teiligem Seitenschutz vorhanden sein. Bewegliche Teile des Geländers dürfen nicht nach außen schwenken und sich nicht unbeabsichtigt öffnen.
- Die Arbeitsbühne muss formschlüssig so mit dem Flurförderzeug verbunden werden, dass sie nicht kippen oder sich verschieben kann.
- Es muss ein mindestens 1,8 m hoher durchgriffsicherer Rückenschutz an der Rückseite der Arbeitsbühne angebracht sein, damit die Quetsch- und Scherstellen im Hubmast mit den Fingern nicht erreicht werden können.
- Der Fahrer oder die Fahrerin muss speziell für den Betrieb der Kombination schriftlich beauftragt sein und jährlich unterwiesen werden.

5.1.4 Leitern

Tragbare Leitern werden meist dort eingesetzt, wo Instandhaltungsarbeiten geringen Umfangs durchzuführen sind. Sie dürfen aber nur dann eingesetzt werden, wenn andere sicherere Arbeitsmittel nicht verwendet werden können oder, wenn aufgrund der kurzfristigen Terminierung der Einsatz anderer Arbeitsmittel nicht verhältnismäßig erscheint.

Die TRBS 2121-2 schränkt die Verwendung von Leitern ein (Abb. 20). Tragbare Leitern dürfen als Arbeitsplatz nur verwendet werden, wenn:

- die Standhöhe nicht mehr als 2 m beträgt,
- bei einer Standhöhe von mehr als 2,00 m und bis zu 5,00 m nur zeitweilige Arbeiten (< 2 h) ausgeführt werden.

Für den jeweiligen Einsatzbereich ist eine geeignete Leiter auszuwählen, deren Sicherheit durch den Einsatz von Leiterzubehör noch erhöht werden kann. Podestleitern oder Plattformleitern sind den Anlegeleitern und Stehleitern vorzuziehen und sie müssen für die Verwendung als Arbeitsplatz mit **Stufen** ausgestattet sein. Werkzeuge oder Ersatzteile, die beim Besteigen oder Arbeiten auf Leitern mitgeführt werden, dürfen nicht mehr als 10 kg wiegen.

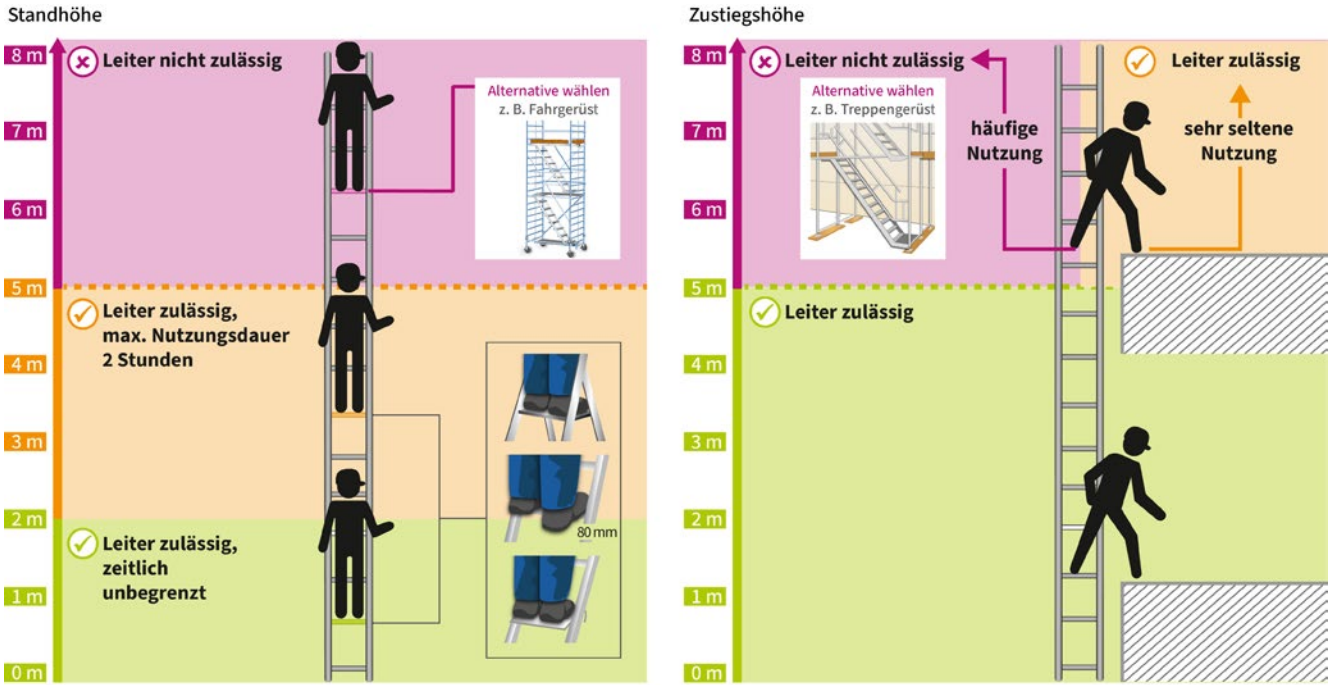


Abb. 20 Anwendungsbereiche von Leitern (BGHM)

5.1.5 Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)

Bevor eine persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz (PSAgA) eingesetzt wird, ist es notwendig zu prüfen, ob ein Absturz der Person durch ein Rückhaltesystem verhindert werden kann oder ob die Person aufgefangen werden muss (Auffangsystem). Das Rückhaltesystem ist dem Auffangsystem vorzuziehen.

Erstellen Sie für die Auswahl und den Einsatz einer PSAgA eine Gefährdungsbeurteilung, in der unter anderem folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Absturzhöhe/Freiraum (lichte Höhe)/Sturzraum
- Art und Dauer der Tätigkeit
- körperliche Belastung
- Beschaffenheit und Tragfähigkeit des Standplatzes und der Anschlageinrichtung
- Beschaffenheit der tieferliegenden Fläche, der Arbeitsumgebung und der Arbeitsfläche

Wird ein Auffangsystem genutzt, ist es wichtig, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ein ortsbezogenes Rettungskonzept zu erstellen. Unterweisen Sie die Beschäftigten unabhängig davon vor der ersten Nutzung und dann mindestens alle 12 Monate in Theorie und Praxis, inklusive Erste-Hilfe. Die PSAgA muss spätestens alle 12 Monate von einer sachkundigen Person geprüft werden; die Gebrauchsdauer ist zu beachten.

5.2 Restenergie und gespeicherte Energie

Weiterführende Informationen:

- DGUV Regel 103-013 „Elektromagnetische Felder“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-043 – „Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder | Nichtionisierende Strahlung“ (dguv.de)

§ 10 Abs. 3 Nr. 7 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] dafür zu sorgen, dass Einrichtungen vorhanden sind, mit denen Energien beseitigt werden können, die nach einer Trennung des instand zu haltenden Arbeitsmittels von Energiequellen noch gespeichert sind; diese Einrichtungen sind entsprechend zu kennzeichnen, […]“

Energien, die nach der Trennung einer Maschine oder Anlage von seiner Energiequelle noch vorhanden sind, stellen besonders in einem Störungsfall und unter Zeitdruck eine Gefährdung dar. Aus diesem Grund sollten Energien vor den durchzuführenden Arbeiten identifiziert und in einer Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.

Gespeicherte Energien werden vom Arbeitssystem benötigt, um bestimmte Funktionen zu erfüllen. Die gängigsten Beispiele dafür sind Druckspeicher in hydraulischen und Kondensatoren in elektrischen Systemen. Sie sind gut zu identifizieren, da sie von vornherein von der Herstellfirma vorgesehen sind. Der Begriff der Restenergien deckt sämtliche weitere Energien ab, die noch im System vorhanden sein können. Sie können in den unterschiedlichsten Formen auftreten und sind häufig nicht auf den ersten Blick zu erkennen. Es gelten folgende Grundprinzipien:

Energie kann nicht zerstört, sondern lediglich umgewandelt werden:

- Die Lageenergie einer hochgehaltenen Last wandelt sich beim Loslassen in kinetische Energie um. Bremsen wandeln diese Energie wiederum durch Reibung in Wärme um. Dieser Effekt tritt bei mechanischen Bremsen und elektrischen Bremswiderständen auf.
- Sind bei rotatorischen Bewegungen keine Bremsen vorhanden, kann die kinetische Energie nur durch die Lagerreibung abgebaut werden. Daraus resultieren dann entsprechende Nachlaufzeiten mit ihren damit verbundenen Risiken.

In jeder Maschine liegt mehr als eine Energieform vor:

- Bei einer hydraulischen Presse treibt elektrischer Strom eine Pumpe an, die dann wiederum Druck erzeugt, der wiederum eine Last/einen Kolben anhebt und damit Lageenergie erzeugt. Durch die Bewegung und die Reibung erhitzen sich die Komponenten.

5.2.1 Lageenergie

Lageenergie oder potenzielle Energie wird auch systemseitig als Energiespeicher verwendet. Als Restenergie ist es wahrscheinlich die häufigste und am meisten unterschätzte Art, da sie bei jeder Anwendung mit vertikalen Bewegungen vorhanden ist. Häufig kann sie nicht nur direkt wirksam werden, sondern auch über eine kinematische Verkettung: Werden durch hydraulische Systeme Lasten hochgehalten, können diese Lasten durch die auf die Kolben wirkenden Kräfte einen Restdruck im hydraulischen System erzeugen.

Hilfsmittel für die Sicherung von Lageenergie sind auf ihre Eignung zu prüfen:

- Kanthölzer weisen oft nicht die ausreichende Tragkraft auf, um schwere Lasten zu sichern.
- Zurrgurte sind für das Halten und Heben von Lasten nicht geeignet und zugelassen, da sie dafür nicht ausgelegt sind.

Praxisbeispiel:

Bei Robotern wird im Zusammenhang mit potenzieller Energie von schwerkraftbelasteten Achsen gesprochen. Diese Achsen werden bei Industrierobotern im normalen Betrieb durch Bremsen gesichert, die durch zyklische Bremsentests geprüft werden. Handelt es sich um Linearachssysteme, finden redundante Bremsen oder automatische Absteckvorrichtungen Anwendung.

Für Instandhaltungsarbeiten müssen die Achsen zusätzlich durch das Unterbauen oder manuelles Abstecken gesichert werden. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Schutzmaßnahmen, die im Produktionsbetrieb greifen, auch während der Instandhaltungsarbeiten ausreichend Sicherheit bieten. Vor allem dann nicht, wenn es sich um schad- oder fehlerhafte Maschinen handelt.

Unfallbeispiel:

In einem Hotel erzeugten die Rollen eines Lastenaufzugs für Waren und Essen Quietschgeräusche. Der informierte Hausmeister öffnete die Hubtür, fuhr den Aufzug hoch und stützte ihn mit einem Aluminium-Besen. Der Besen hielt nur kurze Zeit dem Eigengewicht des Lastenaufzugs stand, bevor er zu Bruch ging. Der Hausmeister, der sich in den Aufzugsschacht gebeugt hatte, um das System aus Seil und Rollen zu untersuchen, erlitt schwere Kopf- und Rückenverletzungen.

Sicherungsmaßnahmen müssen für den jeweiligen Zweck geeignet und freigegeben sein.

5.2.2 Verformungsenergie

Es ist das Grundprinzip der Verformungsenergie, dass sich jeder elastische Stoff verformen kann und dadurch eine gewisse Menge an Energie speichert. Klassischerweise taucht Verformungsenergie in mechanischen Federn zum Einspannen von Werkstücken auf. Aber Stahl ist auch außerhalb der Anwendung als Federwerkstoff elastisch. Das bedeutet, wenn bei Störungen Stahlteile blockieren und sich verziehen, kann in der Stahlkonstruktion Energie gespeichert sein. Beim Lösen einer solchen Blockade ist das zu beachten, da sonst Menschen durch plötzlich losschnellende Bauteile verletzt werden können.

5.2.3 Druck

Nach dem Abschalten einer hydraulischen oder pneumatischen Anlage kann immer auch ein Restdruck vorliegen. Er kann sowohl in einem Druckspeicher als auch im gesamten System, wie in Kolben, Rohren oder Schlauchleitungen, vorliegen. Restdruck ist grundsätzlich in der Lage, eine gefahrbringende Bewegung auszulösen. Vor einem Ablassen des Drucks ist aber nicht nur zu prüfen, welche gefahrbringenden Bewegungen durch den Druck ausgelöst werden können, sondern auch, welche Bewegungen durch ihn verhindert werden.

Obwohl mit Hydrauliköl befüllte Anlagen in der Industrie am bekanntesten sind, können auch andere Flüssigkeiten unter erhöhtem Druck stehen, zum Beispiel gespannter Wasserdampf. In pneumatischen Anlagen kann sich bei einer Blockade viel Druckenergie aufbauen, die dann beim Lösen schlagartig frei wird. Somit muss jedes System vor der Instandhaltung drucklos gemacht und auf Druckfreiheit geprüft werden.

Unfallbeispiel:

In einer Raffinerie war eine Kreislaufpumpe für 160 °C heißes Produkt defekt und musste repariert werden. Die Pumpe wurde vor dem Wochenende abgestellt, die druck- und saugseitigen Ventile geschlossen, der Zwischenraum entleert und gespült. In einem der Ventile hatte sich jedoch verharztes Produkt abgelagert, sodass es nicht vollständig schließen konnte. So gelangte wieder heißes Produkt unter Überdruck in den Pumpenraum. Bei der Demontage des Pumpendeckels wurden der Reparaturschlosser mit heißem Produkt übergossen. Es war zu Beginn der Arbeiten nicht mehr kontrolliert worden, ob der Leitungsbereich druck- und produktfrei war.

5.2.4 Wärmeenergie

Auch industrielle Maschinen und Anlagen, die Hitze zur Herstellung eines Produkts nutzen oder diese selbst bereitstellen, müssen regelmäßig instandgehalten werden. Beispiele für Anlagen dieser Art:

- Prozessbehälter der chemischen Industrie
- Rohrleitungssysteme für Wasserdampf in Heizkraftwerken
- Metallschmelzen in der Stahlindustrie

Zum Abschirmen werden zum Beispiel Rohrleitungen gesichert und heiße Oberflächen, mit denen man in Kontakt kommen kann, abgedeckt. Das Abkühlen erfolgt, je nach Anwendung, über die Zeit oder durch entsprechende kalte Medien. In Fällen, bei denen eine Anlage nicht abkühlen darf, da sie sonst Schaden nehmen würde, muss mit anderen geeigneten Maßnahmen gearbeitet werden:

- Abschirmen
- Auswahl der Beschäftigten (Eignung)
- Unterweisung in die Restrisiken
- Zeitliche Begrenzung der Hitzeeinwirkung
- Verwendung Persönlicher Schutzausrüstung gegen Hitze

5.2.5 Elektrische Energie

Elektrische Energie wird meistens in Kondensatoren und Frequenzumrichtern gespeichert. Die Einhaltung der 5-Sicherheitsregeln und eine entsprechende Qualifikation des ausführenden Personals ist beim Umgang mit elektrischen Energien erforderlich (siehe Abschnitt 5.5).

5.2.6 Magnetische Energie

Permanentmagneten sind als Bauteil oder Hilfsmittel in vielen industrielle Anwendungen vorhanden – zum Beispiel in Linearmotoren, rotatorischen Elektromotoren oder beim Handling von Metallteilen). Bei der Verwendung und beim Austausch von Permanentmagneten können in Folge der hohen Anziehungskräfte Quetsch- und Scherstellen entstehen oder eine Projektilwirkung von Metallteilen und absplitternden Magnetteilen hervorgerufen werden.

Maßnahmen für den Umgang mit starken Permanentmagneten:

- Arbeiten mindestens zu zweit durchführen.
- Niemals mehrere Permanentmagnete gleichzeitig unverpackt/nicht abgeschirmt herumliegen lassen.
- Verpackung erst unmittelbar vor der Montage entfernen.
- Ausgebaute Permanentmagnete sind unmittelbar zu verpacken/abzuschirmen.
- Schutzmatten mit Rückhaltefunktion oder der Originalverpackung verwenden (schirmt das Magnetfeld in der Regel gut ab).
- magnetische/magnetisierbare Materialien, z. B. Schmuck, Maschinenteile, Stahl- oder Eisenwerkzeuge, vom Nahbereich des Permanentmagneten fernhalten.
- Die Pole/potenzielle Quetschstellen nicht mit den Fingern berühren; Verwendung nicht magnetisierbarer Handlings- und Montagehilfen, z. B. Bleche oder Winkel aus Aluminium oder Plastik, prüfen.
- Sind Arbeiten mit magnetisierbaren Werkzeugen erforderlich, diese beidhändig und langsam in den Nahbereich führen.

5.3 Gefahrstoffe

Weiterführende Informationen:

- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“
- TRGS 430 „Isocyanate – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen“ (Verwendung von Montageschäumen, 2 K-Kleber, 2 K-Lacke und Dichtmassen, die Isocyanate enthalten)
- TRGS 519 „Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“
- TRGS 521 „Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle“
- TRGS 524 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen“
- TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“
- TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“
- TRGS 611 „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“
- DGUV Regel 109-003 „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ (dguv.de)
- DGUV Information 213-030 „Gefahrstoffe auf Bauhöfen“ (dguv.de)
- DGUV Information 213-033 „Gefahrstoffe in Werkstätten“ (dguv.de)
- DGUV Information 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ (BG RCI Merkblatt A 013)
- DGUV Information 213-079 „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (BG RCI Merkblatt M 050)
- DGUV Information 213-080 „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ (BG RCI Merkblatt M 053)
- DGUV Information 209-077 „Schweißrauche – geeignete Lüftungsmaßnahmen“ (dguv.de)

Stoffe, Gemische und Erzeugnisse gelten als Gefahrstoffe, wenn sie bestimmte gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften, für den Menschen akut und chronisch toxische Eigenschaften sowie für die Umwelt toxische Eigenschaften aufweisen. Gefahrstoffe können in allen Aggregatzuständen, also fest, flüssig oder gasförmig, vorliegen.

Instandhaltungspersonal kann in folgenden Situationen mit Gefahrstoffen, die die Gesundheit beinträchtigen, in Kontakt kommen:

- Kontaminierte Arbeitsbereiche durch den Austritt von Kraft- und Betriebsstoffen (z. B. Hydrauliköl) aus nicht entleerten Leitungen, entstehende Faulgase in Gruben oder vorhandene Rückstände,
- Verwendete Gefahrstoffe bei den Instandhaltungsarbeiten wie gesundheitsgefährdende Löse- und Reinigungsmittel, Kühlschmierstoffen oder sauerstoffverdrängenden Gasen (z. B. beim Inertgasschweißen) verwendet,
- Entstehende/freiwerdende Gefahrstoffe durch die Instandhaltungsarbeiten, wie Schweißrauche, asbesthaltige Stäube beim Trennen oder bei der Bearbeitung von Reibbelägen, Dichtungen und Isoliermaterialien, Holzstaub oder Dieselmotoremissionen durch innerbetrieblichen Verkehr.

Gefahrstoffe können auf unterschiedlichen Wegen in den menschlichen Körper gelangen:

- Hautkontakt oder Augenkontakt, z. B. Verwendung lösemittelgetränkter Lappen ohne Chemikalienschutzhandschuhe, Stoffaustritt bei Leckagen
- Einatmen, z. B. Dämpfe, Aerosole oder Stäube in der Atemluft
- Aufnahme über den Mund, z. B. Verwechslung mit Lebensmitteln, mangelnde Handhygiene

Während zum Beispiel ätzende Stoffe sofort einen negativen Effekt auslösen, verursachen krebserzeugende Stoffe erst nach längerer Zeit einen Gesundheitsschaden.

5.3.1 Pflichten der Arbeitgeber bei Arbeiten mit Gefahrstoffen

§ 7 Abs. 3 GefStoffV (Substitution):

„Der Arbeitgeber hat […] vorrangig eine Substitution durchzuführen. Er hat Gefahrstoffe oder Verfahren durch Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse oder Verfahren zu ersetzen, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind.“

§ 7 Abs. 4 GefStoffV (Minimierung):

„Der Arbeitgeber hat Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat er sie auf ein Minimum zu reduzieren. Diesen Geboten hat der Arbeitgeber durch die Festlegung und Anwendung geeigneter Schutzmaßnahmen Rechnung zu tragen. Dabei hat er folgende Rangfolge zu beachten:

1. *Gestaltung geeigneter Verfahren und technischer Steuerungseinrichtungen von Verfahren, den Einsatz emissionsfreier oder emissionsarmer Verwendungsformen sowie Verwendung geeigneter Arbeitsmittel und Materialien nach dem Stand der Technik,*
2. *Anwendung kollektiver Schutzmaßnahmen technischer Art an der Gefahrenquelle, wie angemessene Be- und Entlüftung, und Anwendung geeigneter organisatorischer Maßnahmen,*
3. *ofern eine Gefährdung nicht durch Maßnahmen nach den Nummern 1 und 2 verhütet werden kann, Anwendung von individuellen Schutzmaßnahmen, die auch die Bereitstellung und Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung umfassen.“*

Sind Gefahrstoffe während der Instandhaltungsarbeiten vorhanden, müssen die von ihnen ausgehenden Gefährdungen ausgeschlossen oder wirksam minimiert werden.

Weitere Pflichten der Arbeitgeber nach Gefahrstoffverordnung:

- Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung
  - Es ist ein Gefahrstoffkataster/-verzeichnis der im Betrieb verwendeten Gefahrstoffe zu führen, in dem auf die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter verwiesen wird.
  - Vor Aufnahme der Tätigkeit müssen eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und die dort festgelegten Schutzmaßnahmen umgesetzt werden.
  - Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung ist für eine angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge zu sorgen. Es ist das Ziel, arbeitsbedingte Erkrankungen, einschließlich Berufskrankheiten, frühzeitig zu erkennen und zu verhüten. Die Anlässe für Pflicht- und Angebotsvorsorge sind im Anhang der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge genannt.
- Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten
  - Die Gefährdungsbeurteilung ist die Basis für eine Betriebsanweisung. Darin werden Hinweise zu den Gefahren, Schutz- und Hygienemaßnahmen, zu Verhaltensregeln während der Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sowie zu Maßnahmen für den Notfall zusammengetragen. Die Betriebsanweisung ist in einer für alle Beschäftigten verständlichen Form und Sprache zu verfassen. Sie muss jederzeit von den Beschäftigten eingesehen werden können.
  - Anhand dieser Betriebsanweisung werden die Beschäftigten in einer für sie verständlichen Sprache mündlich unterwiesen. Das geschieht vor erstmaliger Aufnahme entsprechender Tätigkeiten und danach mindestens einmal jährlich.
  - Im Rahmen der Unterweisung müssen alle Beschäftigten, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen, eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung erhalten.

5.3.2 Allgemeine Schutzmaßnahmen

§ 8 Abs. 1 GefStoffV:

„Der Arbeitgeber hat bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen die folgenden Schutzmaßnahmen zu ergreifen:

1. *geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes und geeignete Arbeitsorganisation,*
2. *Bereitstellung geeigneter Arbeitsmittel für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und geeignete Wartungsverfahren zur Gewährleistung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bei der Arbeit,*
3. *Begrenzung der Anzahl der Beschäftigten, die gegenüber Gefahrstoffen exponiert sind oder exponiert sein können,*
4. *Begrenzung der Dauer und der Höhe der Exposition,*
5. *angemessene Hygienemaßnahmen, insbesondere zur Vermeidung von Kontaminationen, und die regelmäßige Reinigung des Arbeitsplatzes,*
6. *Begrenzung der am Arbeitsplatz vorhandenen Gefahrstoffe auf die Menge, die für den Fortgang der Tätigkeiten erforderlich ist,*
7. *geeignete Arbeitsmethoden und Verfahren, welche die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigen oder die Gefährdung so gering wie möglich halten, einschließlich Vorkehrungen für die sichere Handhabung, Lagerung und Beförderung von Gefahrstoffen und von Abfällen, die Gefahrstoffe enthalten, am Arbeitsplatz.“*

Beispiele für weitere allgemeine Schutzmaßnahmen, die in der Gefahrstoffverordnung gefordert werden:

- Alle verwendeten Stoffe und Gemische und die von ihnen ausgehenden Gefahren müssen identifizierbar sein.
- Missbrauch oder Fehlgebrauch ist zu verhindern; für Behälter, die zur Aufbewahrung oder Lagerung von Gefahrstoffen dienen, muss die Verwechslungsgefahr mit Behältern für Lebensmittel ausgeschlossen sein.
- Es sind verschließbare Behälter für eine sichere Lagerung, Handhabung und Beförderung von Gefahrstoffen, auch bei der Abfallentsorgung, zu verwenden.
- Behälter mit Gefahrstoffen dürfen nicht in unmittelbarer Nähe von Lebensmitteln aufbewahrt oder gelagert werden.
- In Arbeitsbereichen, in denen Beschäftigte Gefahrstoffen ausgesetzt sein können, ist der Konsum von Nahrungs- und Genussmitteln zu unterbinden. Der Arbeitgeber hat hierfür geeignete Bereiche einzurichten.

Sind die allgemeinen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend, müssen zusätzliche[13] Maßnahmen getroffen werden. Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B sind besondere[14] Schutzmaßnahmen durchzuführen und es gelten besondere Aufzeichnungs-, Mitteilungs- und Unterrichtungspflichten.

5.3.3 Transport gefährlicher Stoffe auf öffentlichen Straßen

Werden im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten gefährliche Stoffe oder bestimmte Gegenstände auf öffentlichen Straßen transportiert und gehen im Zusammenhang mit der Beförderung Gefahren für die öffentliche Sicherheit aus, muss das Gefahrgutrecht beachtet werden. Das gilt beispielsweise für kennzeichnungspflichtige Reinigungsmittel, Gasflaschen und Lithiumbatterien oder auch für Maschinen und Anlagenteile, die gefährliche Güter enthalten. Die DGUV Information 213-052 „Beförderung gefährlicher Güter“ informiert über wichtige Anforderungen des Gefahrgutrechts, über Gefahrgutbeauftragte, über die Pflichten der Unternehmerin oder des Unternehmers sowie über beauftragte und an der Beförderung beteiligte Personen, über die Beförderung mit und ohne Freistellungen sowie über Erleichterungen und Ausnahmen.

13 § 9 Gefahrstoffverordnung

14 §§ 10 f. Gefahrstoffverordnung

5.4 Brand- und Explosionsgefahren

Weiterführende Informationen:

- TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“ (baua.de)
- TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“ (baua.de)
- TRBS 1201 Teil 1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ (baua.de)
- TRBS 1201 Teil 3 „Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU“ (baua.de)
- DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln“, Teile 1 und 2 (dguv.de)
- DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ (dguv.de)
- DGUV Information 209-026 „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“ (dguv.de)
- DGUV Information 213-072 „Lösemittel“ (BG RCI Merkblatt 017)
- Fachbereich AKTUELL FBFHB-004 „Brandgefährdung durch Selbstentzündung brennbarer Materialien“ (dguv.de)

§ 10 Abs. 3 Nr. 11 BetrSichV:

„Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können. Dabei hat er insbesondere […] bei Auftreten oder Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre Schutzmaßnahmen […] zu treffen, […]“

Brände und Explosionen zählen zu den besonderen Gefahren im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten. Damit es zu einem Brand kommen kann, müssen drei Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sein: ein brennbarer Stoff, ein Oxidationsmittel (in vielen Fällen der Sauerstoff der Luft) und eine wirksame Zündquelle. Für eine Explosion ist es Voraussetzung, dass der brennbare Stoff und das Oxidationsmittel gut durchmischt vorliegen. Das ist beispielsweise bei Gasen, Dämpfen und Nebeln der Fall. Feststoffe müssen als Stäube mit entsprechend geringer Korngröße vorliegen und aufgewirbelt werden.



Abb. 21 Gefahrendreieck (Quelle: DGUV Information 205-001 „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“)

5.4.1 Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes

Das „Gefahrendreieck“ (Abb. 21) visualisiert die Ansatzpunkte des Brand- und Explosionsschutzes: Um einen Brand oder eine Explosion zu verhindern, muss das gleichzeitige Vorhandensein von brennbaren Stoffen, Zündquellen und/oder Sauerstoff verhindert werden. Die vor oder während der Instandhaltungsarbeiten zu treffenden technischen und organisatorischen Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes richten sich nach den vorliegenden Gefährdungen.

Substitution

Allen Schutzmaßnahmen voran steht die Substitutionsprüfung. Dabei ist die Frage zu klären, ob beispielsweise während der Instandhaltungsarbeiten auf weniger gefährliche Stoffe oder auf ein anderes Verfahren zurückgegriffen werden kann. Beispiele:

- Ersatz brennbarer Stoffe durch nicht brennbare Stoffe (z. B. wasser- statt lösemittelbasierter Lack)
- Ersatz von Flüssigkeiten mit niedrigem Flammpunkt durch Flüssigkeiten mit hohem Flammpunkt (z. B. Diesel statt Benzin)
- Wahl eines geeigneten Arbeitsverfahrens (z. B. Pinselauftrag statt Sprühauftrag)

Vermeidung/Begrenzung explosionsgefährdeter Bereiche

- Rohrleitungen, Apparate, Anlagenteile und Geräte vor Aufnahme der Arbeiten entleeren und von brennbaren Stoffen so weit wie möglich reinigen.
- Entsprechende Zu- und Ableitungen wirksam abtrennen.
- Brennbare Flüssigkeiten nicht vernebeln oder versprühen.
- Ausreichende Lüftung oder Absaugeinrichtung vorsehen, dabei explosionsgeschützte Geräte verwenden. Bei Gasen und Dämpfen im Gemisch mit Luft sollte die Konzentration 50 % der unteren Explosionsgrenze sicher unterschreiten.
- Konzentration brennbarer Gase und Dämpfe messtechnisch überwachen. Bei unwirksamer Lüftung Arbeiten einstellen und Arbeitsbereich verlassen.
- Reinigungsarbeiten nach Möglichkeit in der Werkstatt an abgesaugten Waschplätzen durchführen.
- Verschüttete oder ausgelaufene Reinigungsmittel unverzüglich mit flüssigkeitsbindenden Materialien (z. B. Kieselgur) aufnehmen, in geeigneten Behältern sammeln und sachgerecht entsorgen

Vermeidung/Reduzierung von Brandlasten

Während der Instandhaltungsarbeiten können zum Beispiel in folgenden Szenarien Brandlasten auftreten:

- Einsatz von Heizgasen, wie Propan und Butan (Flüssiggas) oder Schweißgasen, wie Acetylen
- Verwendung von Lösemitteln, wie Benzin oder Aceton oder lösemittelhaltiger Reinigungsmittel, wie Kalt- oder Sprühreiniger
- Arbeiten in Bereichen mit Ablagerungen brennbarer Stäube, wie Mehl, Holzstaub oder Kunststoffabrieb
- Arbeiten in Bereichen mit hoher Brandlast, beispielsweise wenn Verpackungsmaterial in der Nähe der Arbeitsstelle verbleibt

Maßnahmen zur Vermeidung von Brandlasten:

- Nicht benötigte brennbare Gegenstände (z. B. Verpackungsmaterial wie Holzspäne, Polyurethanschaum, Styropor, Textilien, Isolierstoffe, Pappe) aus dem Wirkbereich der Zündquellen entfernen, dabei den Funkenflug bedenken.
- Brennbare Gegenstände, die nicht entfernt werden können, mit Brandschutzdecken oder -platten oder vergleichbaren Materialien abdecken.
- Öffnungen, Fugen, Kabeldurchführungen, offene Rohrleitungen etc. mit nicht brennbaren Materialien abdichten.
- Ablagerungen brennbarer Stäube mit geeigneten Staubsaugern entfernen, nicht abblasen.



Unfallbeispiel:

An einem Trockner für Kunststoff-Pellets musste eine Manschette gewechselt werden, weil sie undicht geworden war. Dazu gab es eine Arbeitsanweisung, dass der Trockner vor dem Öffnen zunächst mit Stickstoff gespült werden muss, bis die Temperatur im Innenraum von 180 °C auf 50 °C gefallen ist.

Beim Öffnen des Apparats für die Instandhaltungsarbeiten entzündeten sich plötzlich Produktreste im Trockner und es kam zu einer Explosion. Wie aus den Aufzeichnungen hervorging, wurde bereits bei einer Temperatur von 125 °C der Stickstoff abgestellt und der Trockner geöffnet. Durch die einströmende Luft bildete sich in der Anlage ein explosionsfähiges Gemisch, das sich an der heißen Oberfläche entzündete.

Vermeidung von Zündquellen

Zündquellen können während der Instandhaltungsarbeiten in Form von Reib-, Schleif- oder Schlagfunken, Flammen, statischer Elektrizität oder heißen Oberflächen vorhanden sein oder erzeugt werden. Beispiele:

- Trennschleifen, Schleifen oder Hämmern,
- Schweißen, Brennschneiden oder Abflammen.

Beim Umgang mit brennbaren Stoffen sind besonders Zündquellen zu vermeiden. Sind Zündquellen vorhanden, müssen wiederum besonders brennbare Stoffe in einem festzulegenden Umkreis ausgeschlossen werden. Beispiele:

- Rauchverbot erlassen.
- Umgang mit offenem Feuer verbieten.
- Nur Arbeitsmittel und Geräte benutzen, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden dürfen.
- Schlag- und Reibfunken vermeiden.
- Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen (Personen, Arbeitsmittel, persönliche Schutzausrüstung).



Unfallbeispiel:

Im Heizungskeller einer Schule sollten Instandhaltungsarbeiten an der Heizanlage durchgeführt werden. Dabei mussten auch Schweißarbeiten ausgeführt werden. Durch Schweißfunken entzündeten sich ölgetränkte Späne. Der Monteur versuchte, den Brand mit einem Handfeuerlöscher zu löschen. Die Flammen hatten sich aber in dem vorhandenen Isolationsmaterial bereits so weit ausgebreitet, dass die Rauchentwicklung eine Brandbekämpfung am Entstehungsort mit dem Löschgerät unmöglich machte. Die Feuerwehr konnte nur noch eine Ausbreitung des Feuers auf Nachbargebäude verhindern.

Organisatorische Maßnahmen

- Arbeiten mit Zündgefahren (z. B. Schweißen, Schneiden, Trennen, Tätigkeiten mit offenen Flammen) nur mit schriftlicher Feuererlaubnis (siehe Abschnitt 2.8) durchführen.
- Geeignete Feuerlöscheinrichtungen in ausreichender Zahl und gut zugänglich zur Verfügung stellen.
- Brand- und Sicherungsposten aufstellen.
- Nach Beendigung der Arbeiten (ggf. auch mehrmals) den Arbeitsbereich sowie angrenzende Bereiche nach möglichen Brandherden absuchen.
- Leere Behältnisse (einschließlich Spraydosen) und lösemittelbehaftete Putzlappen sachgerecht in dicht schließenden Behältern aus nicht brennbarem Werkstoff entsorgen (siehe Unfallbeispiel).
- Brennbare Stoffe nicht gegen Flammen oder auf heiße Gegenstände sprühen.
- Brennbare Stoffe vor Sonneneinstrahlung und Temperaturen über 50 °C schützen.

Unfallbeispiel:

Zum Reinigen von Öl- und Fettverschmutzungen wurden Putztücher verwendet und danach in einen offenen Eimer geworfen. Dabei wurde die Gefahr einer Selbstentzündung nicht beachtet: Die aufgewischten Stoffe reagieren mit dem Sauerstoff der Luft. Weil saugfähige Materialien, wie Putzlappen, Schwämme oder Tücher, eine große Oberfläche besitzen, wird die Reaktion des Öls mit dem Sauerstoff intensiviert und die Wärmeentwicklung verstärkt. Weil die Lappen zerknüllt waren, wurde die entstehende Wärme nicht ausreichend abgeführt und durch den Wärmestau ein Brand ausgelöst.

5.4.2 Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen

Richtlinie 1999/92/EG, Anhang I, Nr. 2 Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen:

„Explosionsgefährdete Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen unterteilt. Aus dieser Einteilung ergibt sich der Umfang der zu ergreifenden Maßnahmen nach Anhang II Abschnitt A.

Zone 0:
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 1:
Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2:
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Zone 20:
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 21:
Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub bilden kann.

Zone 22:
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.“

Können sich explosionsfähige Gemische durch brennbare Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube zusammen mit Luft bilden, spricht man von explosionsgefährdeten Bereichen, die mit dem Warnzeichen „EX“ zu kennzeichnen sind (Abb. 22):



Abb. 22 Kennzeichnung Ex-Bereich

Explosionsgefährdete Bereiche werden in Zonen eingeteilt (siehe Kasten). Für die Einteilung der Zonen sind die Häufigkeit, die Dauer des Auftretens beziehungsweise das Vorhandensein gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre maßgeblich. Dabei sind unter anderem die örtlichen Gegebenheiten und die Lüftungsverhältnisse zu berücksichtigten. Anhand der festgelegten Zone können dann die zu treffenden Schutzmaßnahmen abgeleitet werden.

Explosionsgefährdete Bereiche müssen in einem Explosionsschutzdokument beschrieben und auch grafisch dargestellt sein. Gibt es eine Verbindung mit benachbarten Bereichen (sie können sich seitlich, darüber oder darunter befinden), muss ermittelt werden, ob auch dort Explosionsgefahr auftreten kann.

Werden Instandhaltungsarbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen durchgeführt, müssen besondere Maßnahmen getroffen werden.

Bei Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen dürfen nur zugelassene Arbeits- und Betriebsmittel installiert und betrieben werden. Wenn nicht-Ex-geschützte Geräte, wie Messgeräte, Laptops oder Mobiltelefone, im Ausnahmefall in Ex-Bereiche eingebracht und dort benutzt werden, ist immer eine schriftliche Feuererlaubnis erforderlich. Für Mobiltelefone ist wegen der möglichen elektromagnetischen Rückwirkung die ausdrückliche Genehmigung des Betreibers der Anlage erforderlich.

Besondere Sicherheitsvorkehrungen sind an bestimmten Orten oder während bestimmter Tätigkeiten innerhalb der Instandhaltungsarbeiten erforderlich:

- beim Öffnen von Apparaten und Maschinen
- bei Arbeiten an geöffneten Anlageteilen
- in der Nähe von Austritts- und Entspannungsöffnungen
- bei Arbeiten in der Nähe von Abscheidegruben und Kanaleinläufen
- beim Umfüllen, Abfüllen und Einfüllen von Flüssigkeiten und Feststoffen

Für die zuletzt genannten Arbeiten gilt: Es sind zusätzlich besondere Verhaltensregeln zu beachten, um Zündungen durch statische Elektrizität zu vermeiden. Damit sich Personen nicht gefährlich hoch aufladen können, gehört zum ableitfähigen Schuhwerk (siehe TRGS 727 Kapitel 7.1) auch zwingend ableitfähiger Fußboden. Isolierende Unterlagen dürfen nicht verwendet werden. Auch harmlos wirkende Staubablagerungen müssen unbedingt beseitigt werden. Andernfalls ist eine Explosionsgefahr möglich, wenn es zu Aufwirbelungen durch Luftbewegung oder durch mechanische Erschütterungen kommt und wenn mit wirksamen Zündquellen gearbeitet wird.

Durch Benetzung der Arbeitskleidung mit brennbaren Flüssigkeiten oder durch das Auftreten brennbarer Gase, wie durch undichte Ventile, besteht die Gefahr, dass in Verbindung mit Zündquellen die Arbeitskleidung in Brand gesetzt wird. Problematisch sind Kunststoffanteile in der Kleidung, die schmelzen und sich in der Haut festsetzen.

5.5 Elektrizität

Weiterführende Informationen:

- DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (dguv.de)
- DGUV Regel 103-011 „Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-001 „Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-002 „Elektrofachkräfte“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-004 „Einsatz elektrischer Betriebsmittel bei erhöhter elektrischer Gefährdung“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-006 „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (dguv.de)
- DGUV Information 203-071 „Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel“ (dguv.de)

Während der Instandhaltungsarbeiten an Maschinen, Anlagen, Gebäuden usw. haben es die Beschäftigten häufig mit elektrischer Energie zu tun. Fehler in der elektrischen Anlage oder an ortsveränderlichen elektrischen Arbeitsmitteln gefährden das Instandhaltungspersonal. Deshalb gilt es, geeignete Arbeitsmittel auszuwählen, um sicheres Arbeiten zu garantieren. In vielen Fällen müssen Abdeckungen und Schutzeinrichtungen demontiert werden, was wiederum weitere Gefahren in sich birgt, bedingt durch den elektrischen Strom.

An unter Spannung stehenden aktiven Teilen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel darf im Regelfall nicht gearbeitet werden. Stellen Sie deshalb vor Beginn der Arbeiten einen spannungsfreien Zustand her und stellen Sie sicher, dass er für die Dauer der Arbeiten anhält.

Das geschieht durch Einhaltung der **5-Sicherheitsregeln** vor Beginn der Arbeiten:

- Freischalten.
- Gegen Wiedereinschalten sichern.
- Spannungsfreiheit feststellen.
- Erden und kurzschließen.
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken.

Diese fünf Regeln für sicheres Arbeiten sind lebenswichtig und sind im Allgemeinen in der angegebenen Reihenfolge einzuhalten. Durch die Bauform der Anlage kann sich jedoch eine andere Reihenfolge ergeben, zum Beispiel bei ferngesteuerten oder verriegelten Anlagen. Die Reihenfolge der fünf Sicherheitsregeln ist jedoch stets so zu wählen, dass keine Gefährdung auftreten kann. Es ist stets mit dem Freischalten zu beginnen.

Schutzmaßnahmen in Bezug auf den elektrischen Strom sind nach dem STOP-Prinzip zu erarbeiten beziehungsweise umzusetzen (siehe Abschnitt 2.1). Als Beispiel sind im Folgenden den Gefährdungen Maßnahmen zugeordnet.

5.5.1 Gefahren durch elektrischen Strom für den Menschen

Ein Stromfluss durch den menschlichen Körper kann zu Atem-, Herzstillstand oder zum Herzkammerflimmern führen. Bei hohen Strömen und langen Einwirkzeiten können auch schwere äußere sowie schwere innere Verbrennungen die Folge sein.

Die bei einem Stromfluss erzeugten Reaktionen auf den menschlichen Körper sind abhängig von:

- Stromstärke (Abb. 23)
- Frequenz
- Einwirkdauer
- Stromweg durch den menschlichen Körper

Es sind verschiedene Stromwege durch den Körper möglich (Hand-Fuß, Hand-Hand, Fuß-Fuß). Somit kann eine Durchströmung stattfinden, ohne dass die Hand einen Teil der Maschine oder Anlage berührt.

Je höher die Stromstärke, je länger die Einwirkdauer und je mehr Strom über das Herz fließt, desto gravierender sind die Auswirkungen. Bereits ab 25 V Wechselspannung und 60 V Gleichspannung muss bei einer Körperdurchströmung mit Verletzungen gerechnet werden, aber auch tödliche Unfälle können die Folge sein.

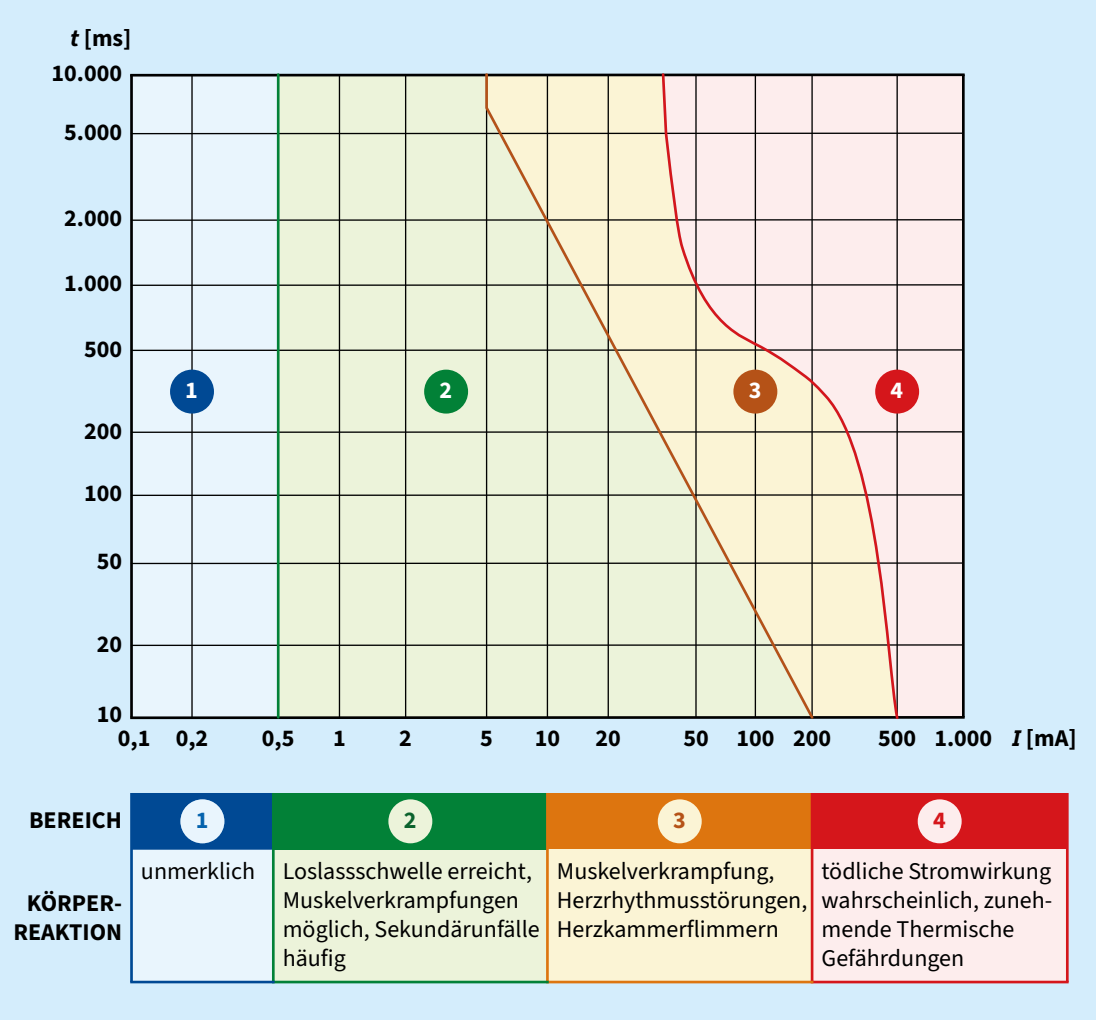


Abb. 23 Körperreaktionen auf elektrischen Strom (Quelle: VDE V 0140-479-1)

Ein Lichtbogen kann bei einem Kurzschluss im elektrischen Netz oder einem elektrischen Verbraucher entstehen. Dabei fließen sehr hohe Ströme, die zu Verbrennungen führen können. Bei leistungsfähigen Spannungsquellen, wie in einer Kfz-Batterie, ist das auch schon bei niedrigen Spannungen möglich.

Ist der Kontakt mit elektrischem Strom nur kurz, wie im Niederspannungsbereich und bei statischen Entladungen, kommt es, neben den oben genannten Gefährdungen, zu Schreckreaktionen. Das kann wiederum zu einem Sturz von Leitern oder Gerüsten führen.

5.5.2 Erforderliche Schutzmaßnahmen vor dem Anschlusspunkt auf der Baustelle

Für den Schutz der Beschäftigten in der Instandhaltung ist es notwendig, dass der Anschlusspunkt der Baustelle an die Energieversorgung bestimmte Voraussetzungen erfüllt.

Schutzmaßnahmen:

- Stromkreise mit Bemessungsstrom In ≤ AC 32 A sind über RCDs mit einem Bemessungsdifferenzstrom IΔn ≤ 30 mA zu betreiben.
- Stromkreise mit Bemessungsstrom In > AC 32 A sind über RCDs mit einem Bemessungsdifferenzstrom IΔn ≤ 500 mA zu betreiben.
- Drehstrom-Steckdosen bis einschließlich 63 A müssen mit einer allstromsensitiven RCD vom Typ B nach VDE 0664-40 oder B+ nach VDE 0664-400 geschützt werden.
- Drehstrom-Steckdosen, größer 63 A, hinter denen frequenzgesteuerte Betriebsmittel angeschlossen werden, müssen mit allstromsensitiven RCDs vom Typ B oder B+ geschützt werden.

Wenn frequenzgesteuerte elektrische Arbeitsmittel, wie Schweißgeräte oder Baukrane, eingesetzt werden, ist es möglich, dass Fehlerströme über den Menschen fließen, weil sie von den bisher als Standard eingebauten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs A nicht erkannt werden können. Diese frequenzgesteuerten elektrischen Arbeitsmittel können aber auch Betriebsströme erzeugen, die die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung des Typs A wirkungslos werden lassen.

Das bedeutet: Ein Fehlerstrom eines weiteren Betriebsmittels, der unter Normalbedingungen erkannt werden würde, führt nicht zur Auslösung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung des Typs A. *Lassen Sie die Auswahl der richtigen Fehlerstrom-Schutzeinrichtung von einer Elektrofachkraft festlegen.*

- *Beim Einsatz von einphasig frequenzgesteuerten elektrischen Arbeitsmitteln ist eine besondere Fehlerstrom-Schutzeinrichtung des Typs F zu verwenden.*
- *Beim Einsatz von mehrphasig frequenzgesteuerten elektrischen Arbeitsmitteln ist eine besondere Fehlerstrom-Schutzeinrichtung des Typs B oder B+ zu verwenden.*

Die Nutzung einer im Gebäude vorhandenen Steckdose mit unbekannter oder eventuell nicht funktionierender Schutzmaßnahme ist nicht zulässig.

Schutzmaßnahmen:

- *Prüfung der oben beschriebenen Schutzmaßnahmen an der Steckdose durch eine Elektrofachkraft.*
- *Verwendung einer ortsveränderlichen Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (PRCD-S): Sie prüft, ob der Schutzleiter unterbrochen ist oder Spannung führt (Abb. 24).*

Praxisbeispiel:

Falls sich der PRCD-S nicht einschalten lässt, ist die Steckdose fehlerhaft installiert worden. Für die Arbeiten muss eine andere Steckdose mit korrekter Schutzmaßnahme verwendet werden. Die fehlerhafte Steckdose muss vor der weiteren Nutzung von einer Elektrofachkraft instandgesetzt werden.

- *Alternativ sind Schutztrennung oder Schutzkleinspannung anwendbar.*



Abb. 24 PRCD-S wichtig für die Sicherheit der Beschäftigten in der Instandhaltung

5.5.3 Erhöhte elektrische Gefährdung

Während der Benutzung elektrischer Betriebsmittel kann in leitfähiger Umgebung (Abb. 25) eine erhöhte elektrische Gefährdung bestehen. Zum Beispiel:

- aufgrund begrenzter Bewegungsfreiheit (z. B. in Kesseln oder Tanks)
- aufgrund arbeitsbedingter Zwangshaltung
- an scharfen Kanten, die stromführende Kabel beschädigen können



Abb. 25 Schleif- und Trennarbeiten in einem leitfähigen engen Raum mit Trenntransformator (Quelle: DGUV Information 203-004)

Schutzmaßnahmen:

In die fachgerechte Auswahl der Schutzmaßnahme sollte eine Elektrofachkraft eingebunden werden.

- **Schutztrennung**
  Der Trenntransformator ist außerhalb des Arbeitsbereichs aufzustellen. Ist das nicht möglich, müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen durch eine Elektrofachkraft getroffen werden.
- **Schutzkleinspannung**
  Handleuchten dürfen nur mit Schutzkleinspannung betrieben werden.
- **Zusätzliche Anforderung an Schweißgeräte**
  Wenn unter erhöhter elektrischer Gefährdung geschweißt werden soll, dürfen nur Schweißgeräte eingesetzt werden, die das Symbol 1 oder die bisherigen Symbole, wie Symbol 2 bei Wechselstromquellen und Symbol 3 bei Gleichstromquellen, tragen.

Tabelle 2 zusätzliche Anforderungen an Schweißgeräte

Symbol 1	Wechselstromquellen	
Symbol 2	Wechselstromquellen	
Symbol 3	Gleichstromquellen	

Schutzabstände bei nicht elektrotechnischen Arbeiten

Um eine Körperdurchströmung oder eine Lichtbogenbildung zu verhindern, müssen Schutzabstände zu spannungsführenden Teilen eingehalten werden. Dabei ist zu beachten, dass es bei Spannungen über 1.000 V auch zu Spannungsüberschlägen durch die Luft kommen kann. Die Größe der erforderlichen Schutzabstände ist abhängig von der vorhandenen Spannungshöhe. Die Schutzabstände sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3 Schutzabstände bei nicht-elektrotechnischen Arbeiten, abhängig von der Nennspannung

Netznennspannung Un (Effektivwert) >[kV]	Schutzabstand (Abstand in Luft von ungeschützten unter Spannung stehenden Teilen) [m]
bis 1	1,0
über 1 bis 110	3,0
über 110 bis 220	4,0
über 220 bis 380	> 5,0

Schutzmaßnahme:

- Die Abstände sind während der Arbeiten immer einzuhalten, um eine Gefährdung für das Instandhaltungspersonal auszuschließen.

5.5.4 Vorgehen bei Elektrounfällen

Hat sich ein Elektrounfall ereignet, ist umsichtiges Handeln erforderlich. Zunächst muss der Stromkreis unterbrochen werden. Dabei ist auf den Selbstschutz der Ersthelferin oder des Ersthelfers zu achten. Das Verhalten während der Rettung unterscheidet sich abhängig von der vorliegenden Spannung.

Zu unterscheiden sind Vorgehensweisen bei Nieder- beziehungsweise Hochspannung.

Niederspannung (Spannung bis 1.000 Volt)

Der Stromkreis kann unterbrochen werden, zum Beispiel durch Ziehen des Gerätesteckers, Ausschalten am Schalter oder durch Betätigen der Sicherung im Wandverteiler.

Sollte das nicht möglich sein, ist der Stromkreis auf andere Weise zu unterbrechen. Die verletzte Person sollte mit einem nichtleitenden Gegenstand, wie einer trockenen Holzlatte oder einem Besenstiel, vom Stromkreis getrennt werden. Zum Eigenschutz der helfenden Person wird zusätzlich eine provisorische Standortisolierung, zum Beispiel mit einem trockenen Brett, empfohlen.

Wegen der Gefahr von Herzrhythmusstörungen, ausgelöst durch Körperdurchströmungen, ist eine umgehende ärztliche Kontrolle notwendig.

Mittelspannung (Spannung über 1.000 Volt)

Der Ersthelfer oder die Ersthelferin muss einen Sicherheitsabstand von bis zu 20 m einhalten, da sich an der Unfallstelle ein „Spannungstrichter“ bilden kann. Es ist sofort ein Notruf „Elektrounfall“ zu tätigen. Das Ausschalten darf nur durch eine Elektrofachkraft (mit Schaltberechtigung) erfolgen. Die Rettung aus der Hochspannungsanlage erfolgt ausschließlich durch das Fachpersonal.

Erst nach Freigabe durch das Fachpersonal kann mit der Ersten Hilfe begonnen werden. Bei Atem- oder Kreislaufstillstand ist sofort mit einer Beatmung oder mit einer Herz-Lungen-Wiederbelebung zu beginnen. Verbrennungen und andere Verletzungen werden unverzüglich versorgt. Die Maßnahmen sind bis zum Eintreffen des Notarztes oder der Notärztin aufrechtzuerhalten. Eine Körperdurchströmung macht eine sofortige medizinische Versorgung notwendig.

5.6 Lärm

Weiterführende Informationen:

- DGUV Information 209-023 „Lärm am Arbeitsplatz“ (dguv.de)
- DGUV Information 212-024 „Gehörschutz“ (dguv.de)

Lärm ist eine der häufigsten Belastungen am Arbeitsplatz. Lärm bezeichnet Geräusche, die stören, belästigen und krankmachen können. Lärm kann auf den Menschen gehörschädigende und psychische Wirkungen haben und Unfälle auslösen.

Bereits geringe Schallpegel können stören. Es kommt auf die individuelle Einstellung zur Lärmquelle an.

Werden etwa 60 dB(A) überschritten, kommt es willensunabhängig zu **körperlichen** und **psychischen** Reaktionen. Beispiele:

- erhöhter Blutdruck
- erhöhter Puls
- Nervosität
- Unmut bis zur Aggression
- Ermüdung
- Einschränkungen der Konzentration und Aufmerksamkeit

Lärm kann auch **Unfälle auslösen**, weil:

- akustische Warnsignale überdeckt werden,
- die Konzentration gemindert ist,
- die sprachliche Verständigung erschwert ist,
- plötzliche oder impulsartige Geräusche zu Schreckreaktionen führen.

Wenn der Schallpegel bei 85 dB(A) und darüber liegt, sind **Gehörschäden** nicht auszuschließen. Die Höhe einer möglichen Lärmschwerhörigkeit ist individuell verschieden und richtet sich nach der Höhe des Schallpegels und der Einwirkungsdauer (= Expositionszeit).

Abhängig vom Tages-Lärmexpositionspegel müssen folgende Maßnahmen getroffen werden:

Maßnahmen bei Tages-Lärmexpositionspegel ≥ 80 dB(A):
Die Beschäftigten müssen über die Höhe des Schallpegels informiert und in die Gefährdungen des Lärms und die zu treffenden Schutzmaßnahmen unterwiesen werden.

Die Arbeitgeber müssen Gehörschutz zur Verfügung stellen und den Beschäftigten eine arbeitsmedizinische Vorsorge „Lärm“ anbieten.

Zusätzliche Maßnahmen bei Tages-Lärmexpositionspegel ≥ 85 dB(A):
Die Arbeitgeber müssen die Lärmbereiche kennzeichnen (Abb. 26).

Die arbeitsmedizinische Vorsorge „Lärm“ wird verpflichtend.

Die Beschäftigten müssen den zur Verfügung gestellten Gehörschutz tragen.

Ein Lärmminderungsprogramm, das auch Instandhaltungsarbeiten berücksichtigt, muss von der Unternehmensleitung aufgestellt werden.



Abb. 26 Kennzeichnung eines Lärmbereichs

5.6.1 Lärmminderung

Der beste Schutz ist Lärmminderung. Auch das Instandhaltungspersonal kann Lärm vermeiden. Welche Maßnahme geeignet ist, hängt von der jeweiligen Situation ab. Beispiele:

- Werkteile ablegen statt abwerfen.
- Reinigen: Kehren oder Absaugen anstatt Abblasen mit Druckluft, lärmgeminderter Düsen verwenden.
- Richten: Rückschlagfreie Spezialhämmer, Dämpfende Beläge, (hydraulisch) biegen statt hämmern.
- Trennen: Säge statt Winkelschleifer nutzen.
- Schleifen: Lärmgeminderte Fächerschleifscheiben verwenden.
- Schrauben: Impulsschrauber anstatt Schlagschrauber verwenden.

Im Unternehmen sollten Möglichkeiten zur Lärmminderung gemeinsam besprochen und geeignete Produkte und Hilfsmittel beschafft werden.

5.6.2 Gehörschutz

Lassen sich Lärmbereiche durch technische und organisatorische Maßnahmen nicht vermeiden, müssen Beschäftigte Gehörschutz tragen.

Die Auswahl des Gehörschutzes erfolgt je nach Arbeitssituation, Höhe des Tages-Lärmexpositionspegels am Arbeitsplatz, Tragekomfort, Einsatzgebiet, individuellen Besonderheiten (z. B. Kombination mit anderer PSA, wenn Richtungs- oder Warnsignalhören notwendig) und Akzeptanz des Gehörschutzes. Der Tragekomfort wird individuell empfunden. Deshalb gibt es nicht einen universellen, für jeden gleichermaßen geeigneten Gehörschutz.

Grundsätzlich werden drei verschiedene Gehörschutzarten unterschieden:

- Kapselgehörschutz (Abb. 27)
- Gehörschutzstöpsel (Abb. 28 u. Abb. 29)
- Gehörschutz-Otoplastiken (Abb. 30)



Abb. 27 Kapselgehörschutz



Abb. 28 Gehörschutzstöpsel



Abb. 29 Gehörschutzstöpsel mit Lamellen



Abb. 30 Gehörschutz-Otoplastiken

5.7 Enge Räume

Weiterführende Informationen:

- DGUV Vorschrift 21 und 22 „Abwassertechnische Anlagen“ (dguv.de)
- DGUV Regel 103-003 und 103-004 „Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen“ (dguv.de)
- DGUV Regel 113-004 Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1 „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ (dguv.de)
- DGUV Regel 113-005 Behälter, Silos und enge Räume; Teil 2 „Umgang mit transportablen Silos“ (dguv.de)
- DGUV Information 213-055 „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen; Zugangs-, Positionierungs- und Rettungsverfahren“ (BG RCI)

Eine erhöhte Gefährdung für Instandhaltungspersonal besteht während der Arbeiten in engen Räumen. Das sind Bereiche, die allseits oder überwiegend von festen Wandungen umgeben sind und in denen aufgrund spezieller Bedingungen besondere Gefährdungen bestehen oder entstehen können, die über das üblicherweise an Arbeitsplätzen herrschende Gefahrenpotenzial deutlich hinausgehen.

Beispiele für enge Räume:

- Tanktassen
- Gruben
- Schächte
- Kanäle
- Schiffsräume
- Waagengruben
- Hohlräume von Bauwerken und Maschinen
- Kastenträger von Brücken und Kranen
- Naben, Rotorblätter und Spinner von Windenergieanlagen

Beispiele für spezielle Bedingungen:

- räumliche Enge
- zu geringer Luftaustausch
- erstickende/sauerstoffverdrängende Gase (z. B. Stickstoff, Kohlendioxid)
- vorhandene oder eingebrachte Stoffe, Gemische, Verunreinigungen oder Einrichtungen
- ein erschwerter Zugang
- die Rettung erschwerende räumliche Verhältnisse

Für die Einschätzung, ob es sich um einen „engen Raum“ handelt, sollte nicht nur die Raumgröße herangezogen werden, sondern auch immer die besondere Gefährdung berücksichtigt werden. Besenkammern oder Tresorräume sind zum Beispiel während der üblichen Nutzung nicht als enge Räume anzusehen. Andererseits können (Arbeits-)Zelte einen engen Raum darstellen, wenn sie über Arbeitsplätzen mit erstickend wirkenden Gasen, wie beim Inertgasschweißen, errichtet werden.

5.7.1 Konzepte und Maßnahmen

Aufgrund des hohen Gefährdungspotenzials ist immer zu prüfen, ob sich das Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen vermeiden lässt. Beispielsweise können Reinigungsarbeiten mit einer Reinigungsvorrichtung von außen durchgeführt werden und Inspektionen über Kameratechnik erfolgen.

Bei der Gestaltung der Zugänge sind vor allem die geplanten Zugangs- und Rettungsverfahren sowie die zu verwendenden Persönlichen Schutzausrüstungen zu berücksichtigen.

Vor Beginn der Arbeiten in engen Räumen hat die verantwortliche Person einen Freigabe- oder Erlaubnisschein auszustellen, in dem die erforderlichen Schutzmaßnahmen festgelegt sind. Aufsichtführende, Sicherungsposten und eventuell Verantwortliche eines Fremdunternehmens (Auftragnehmers) haben durch Unterschrift auf dem Schein die Kenntnis über die festgelegten Maßnahmen zu bestätigen.

Vor Aufnahme der Arbeiten ist auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung – dem Freigabe- beziehungsweise Erlaubnisschein oder der Betriebsanweisung entsprechend – die Unterweisung aller beteiligten Personen in die Gefährdungen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen sicherzustellen (siehe Abschnitt 2.8).[15]

Konkrete Schutzmaßnahmen gegen die oben erwähnten Gefährdungen sowie Maßnahmen zum Schutz gegen Absturz, Schutzmaßnahmen gegen Versinken oder Verschütten und Explosionsschutzmaßnahmen sind in der DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ ausgeführt. Die festgelegten Rettungsmaßnahmen (siehe Abschnitt 2.7) sind von den für die Rettung vorgesehenen Personen zu üben.[16]

5.7.2 Besondere Gefährdungen durch Stoffe oder Gemische

Besondere Gefährdungen durch Stoffe oder Gemische können in engen Räumen und Behältern bestehen oder entstehen. Beispiele:

- Arbeitsverfahren, z. B. Schweißen, Schleifen, Reinigen
- Oberflächenbehandlung
- Beseitigung von Anbackungen
- Aufrühren von Rückständen
- biologische Vorgänge, z. B. Gärung, Fäulnis
- chemische Reaktionen
- zum Spülen verwendete (Inert-)Gase
- Stoffe und Gemische, die durch undichte Auskleidungen oder undichte Absperreinrichtungen eindringen können
- Sauerstoffmangel durch Stoffe (auch Behältermaterial), die den Sauerstoff absorbieren, chemisch oder physikalisch binden oder verdrängen
- Sauerstoffverbrauch während der Arbeit

15 § 12 ArbSchG und §§ 4 und 31 DGUV Vorschrift 1

16 § 31 DGUV Vorschrift 1

- ungeeignete und unzulängliche Lüftung
- Anreicherung mit Sauerstoff, z. B. durch Fehlbedienungen oder Undichtigkeiten bei Schweißarbeiten
- heiße Stoffe oder Gemische, Schüttgüter, Flüssigkeiten oder fließfähige Stoffe und Gemische, die in engen Räumen vorhanden sind oder in sie eindringen
- Brände oder Explosionen



Unfallbeispiel:

In einer abwassertechnischen Anlage mussten Instandhaltungsarbeiten an einer Förderschnecke durchgeführt werden, die in einen Schrägschacht eingebaut war. Die Atemluft im Eingangsbereich oben am Schacht enthielt ausreichend Sauerstoff, wie eine Messung bestätigte. Ein Mitarbeiter der Instandhaltung zog eine Maske über, um sich gegen die üblen Gerüche zu schützen, und stieg in den Schacht. Später fand man ihn erstickt am Fuß des Schachts. Dort herrschte aufgrund der biologischen Prozesse Sauerstoffmangel, gegen den die Atemschutzmaske nicht schützte.

5.7.3 Besondere Gefährdungen durch Einrichtungen

Im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten können besondere Gefährdungen in engen Räumen zum Beispiel durch folgende Einrichtungen entstehen:

- bewegliche Teile oder Einbauten, wie Misch-, Zerkleinerungs-, Auflockerungs-, Förder- oder Lüftungseinrichtungen
- feste Einbauten, wie Schwallbleche oder Kolonnen-/Doppelböden
- heiße oder kalte Behälterteile und Einbauten
- sich schließende oder öffnende Armaturen in Leitungen oder Kanälen, z. B. Schieber, Klappen, explosionstechnische Entkopplungseinrichtungen
- betriebsmäßig unter elektrischer Spannung stehende Einrichtungen, z. B. Widerstands- und Hochfrequenzheizungen
- elektrische Betriebsmittel, z. B. Handleuchten, Elektrowerkzeuge, Elektroschweißgeräte
- elektromagnetische oder ionisierende Strahlung, z. B. durch Messeinrichtungen
- Reinigungsgeräte, z. B. Hochdruckreiniger, Trockeneisstrahlgeräte
- Hilfsmittel, wie Leitern oder Gerüste

5.7.4 Besondere Gefährdungen durch psychische Belastungsfaktoren

Im Zusammenhang mit Instandhaltungsarbeiten können besondere Gefährdungen durch psychische Belastungsfaktoren auftreten:

- räumliche Enge
- große Höhen, z. B. in Silos oder Schächten
- eingeschränkte Sicht, eingeschränkte Verbindung zur Außenwelt bzw. zum Sicherungsposten

5.8 Alleinarbeit

Weiterführende Informationen:

- DGUV Information 212-139 „Notrufmöglichkeiten für allein arbeitende Personen“ (dguv.de)

Alleinarbeit liegt vor, wenn eine Person allein, außerhalb von Ruf- und Sichtweite zu anderen Personen, Arbeiten ausführt. Auch in einem solchen Fall ist sicherzustellen, dass die Beschäftigten im Rahmen der allgemeinen Schutzmaßnahmen im Notfall unverzüglich gerettet und ärztlich versorgt werden können.

Für allein arbeitende Personen muss eine tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden, um zu ermitteln, inwieweit die Handlungsfähigkeit der Personen nach einem Unfall eingeschränkt ist (Tabelle 4).

Tabelle 4 Gefährdungsstufen der Alleinarbeit

Gefährdungsstufen	Mögliche Verletzungsschwere und Handlungsfähigkeit
gering	Gefährdungen, die geringe Verletzungen bzw. geringe Beeinträchtigungen der Gesundheit bewirken können; im Notfall bleibt die Person eingeschränkt handlungsfähig.
erhöht	Gefährdungen, die erhebliche Verletzungen bzw. akute Beeinträchtigungen der Gesundheit bewirken können; im Notfall bleibt die Person eingeschränkt handlungsfähig.
kritisch	Gefährdungen, die besonders schwere Verletzungen bzw. akute Beeinträchtigungen der Gesundheit bewirken können; im Notfall ist die Person nicht mehr handlungsfähig.

Wird eine gefährliche Arbeit von einer Person allein ausgeführt, sorgen Unternehmende über die allgemeinen Schutzmaßnahmen hinaus für geeignete technische oder organisatorische Personenschutzmaßnahmen (§ 8 (2) DGUV Vorschrift 1).

Gefährliche Arbeiten sind Tätigkeiten, bei denen mit einer erhöhten Unfallgefahr zu rechnen ist. Beispiele:

- Schweißen in engen Räumen
- Befahren von Behältern, engen Räumen, Silos oder Bunkern
- Feuerarbeiten in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen oder an geschlossenen Hohlkörpern
- Erproben von technischen Großanlagen, wie Kesselanlagen
- Festigkeitsprüfungen und Dichtigkeitsprüfungen an Behältern
- Arbeiten in gasgefährdeten Bereichen, z. B. an und in Räumen, die gefährliche Stoffe enthalten oder enthalten haben

Zur Sicherstellung der Erstversorgung sind je nach Gefährdungsstufe geeignete Meldeeinrichtungen (Tabelle 5) auszuwählen.

Tabelle 5 Auswahl der Notrufmeldeeinrichtungen

Meldeeinrichtungen	Gefährdungsstufen		
	gering	erhöht	kritisch
Leitungsgebundenes Telefon	x		
Stationäre Rufanlage	x		
Schnurloses Telefon	x	x	
Mobiltelefon	x	x	
Sprechfunkgerät	x	x	
Zeitgesteuerte Kontrollanrufe	x	x	
Totmannschaltung	x	x	
Personen-Notsignal-Anlagen (gemäß DGUV Regel 112-139)	x	x	x

Kann die Erstversorgung in einer kritischen Gefährdungsstufe nicht gewährleistet werden, ist die Alleinarbeit zu untersagen.

5.9 Muskel-Skelett-Belastungen (MSB)

Weiterführende Informationen:

- DGUV Information 208-033 „Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen“ (dguv.de)
- DGUV Information 208-053 „Mensch und Arbeitsplatz – Physische Belastungen“ (dguv.de)
- DGUV Information 209-001 „Mensch und Arbeitsplatz: Arbeiten mit Handwerkzeugen“ (dguv.de)
- DGUV Information 209-097 „Mensch und Arbeitsplatz – Dem Carpaltunnelsyndrom vorbeugen“ (dguv.de)
- Fachbereich AKTUELL 052 „Hand-Arm-Vibrationen – Checkliste zur Gefährdungsbeurteilung“ (dguv.de)
- Fachausschuss-Informationsblatt 017 „Gefährdungsbeurteilung Vibrationen bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen“ (dguv.de)

Instandhaltung ist häufig mit körperlicher Belastung verbunden, beispielsweise beim Tragen von Lasten, bei Arbeiten mit eingeschränkten Bewegungsräumen und bei Montagearbeiten mit hohen Kräften. Vielfältige Aufgaben führen dabei zu unterschiedlich hohen und wechselnden Expositionen. Folgende wesentliche Arten der MSB werden unterschieden:

- manuelles Heben, Halten und Tragen von Lasten
- manuelles Ziehen und Schieben von Lasten
- manuelle Arbeitsprozesse
- Ganzkörperkräfte
- Körperfortbewegung
- Körperzwangshaltungen
- Ganzkörper-Vibrationen
- Hand-Arm-Vibrationen

Arbeitsbedingungen mit hohen MSB können Schädigungen und Erkrankungen, bis hin zu Berufskrankheiten verursachen, führen zu arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und können mittelbar die Entstehung von Unfällen begünstigen.

Ergonomische Arbeitsbedingungen tragen zur Verhinderung arbeitsbedingter Muskel-Skelett-Beschwerden bei. Deshalb ist es bereits für die Planung von Arbeitsplätzen und Tätigkeiten wichtig, Gefährdungen von MSB zu erkennen und abzuwenden. Verbleibende Gefährdungen sind so weit wie möglich zu minimieren. Einen Einstieg in die Beurteilung der Arbeitsbedingungen, die durch diese Belastungsarten geprägt sein können, bietet die Checkliste im Anhang 1 der DGUV Information 208-033 „Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen“.

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist anzubieten (Angebotsvorsorge):

- bei wesentlich erhöhter körperlicher Belastung (Begriffsbestimmung nach AMR 13.2)
- bei Überschreiten der Auslösewerte von $A(8) = 2{,}5\,m/s^2$ bei Hand-Arm-Vibrationen bzw. $A(8) = 0{,}5\,m/s^2$ bei Ganzkörpervibrationen

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist bereits vor Aufnahme der Tätigkeit zu veranlassen (Pflichtvorsorge):

- bei Erreichen der Expositionsgrenzwerte von $A(8) = 5\,m/s^2$ bei Hand-Arm-Vibrationen
- $A(8) = 0{,}8\,m/s^2$ bzw. $1{,}15\,m/s^2$ (richtungsabhängig) bei Ganzkörpervibrationen

Personenbezogene Maßnahmen, wie erforderliche PSA, Kniepolster, Ausgleichs- und Kräftigungsübungen, können die technischen und organisatorischen Maßnahmen unterstützen.

6 Glossar

Abnutzungsvorrat	Physische Komponenten einer Maschine oder Anlage, die verschleißen/ abnutzen können.
Anlage	Verbund aus Maschinen und/oder Funktionskomponenten, die instandgehalten werden.
Arbeitgeber	Juristische Person, die für das sichere Arbeiten ihrer Mitarbeiter verantwortlich ist. Ein Arbeitgeber kann gleichzeitig auch Betreiber sein muss es aber nicht. Die Arbeitgeber der Fremdfirmen, die mit der Instandhaltung einer Maschine oder Anlage beauftragt werden, sind zum Beispiel in der Regel nicht die Betreiber dieser Anlage.
Arbeitsmittel	Arbeitsmittel sind nach der BetrSichV Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, sowie überwachungsbedürftige Anlagen. In dieser Schrift wird für ein Arbeitsmittel, das instandgehalten wird, der Begriff „Maschine oder Anlage“ verwendet, um Verwechslungen im Fließtext zu vermeiden.
Betreiber	Juristische Person, die für den sicheren Betrieb der Maschinen und Anlagen in ihrem Verantwortungsbereich zuständig ist. Der Betreiber ist in den meisten Fällen auch Arbeitgeber.
Gruppenschloss	Ein Vorhängeschloss, das dazu dient, eine Maschine für eine ganze Gruppe von Leuten gegen Wiedereinschalten zu sichern.
Hauptschalter	Zentrale Komponente mit der eine sichere Energietrennung durchgeführt werden kann.
Inspektion	Grundmaßnahme der Instandhaltung zur Beurteilung des Abnutzungsvorrates. Soll- und Ist-Zustand werden miteinander verglichen und gegebenenfalls Maßnahmen abgeleitet.
Instandhaltung	Überbegriff der die vier Grundmaßnahmen Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung umfasst.
Instandsetzung	Grundmaßnahme der Instandhaltung zur Wiederherstellung des Abnutzungsvorrates.
Verbesserung	Grundmaßnahme der Instandhaltung zur Verbesserung der Funktionssicherheit.
Wartung	Grundmaßnahme der Instandhaltung zur Bewahrung des Abnutzungsvorrates: Ziel der Wartung ist es den Verschleiß zu vermeiden oder zu verringern.

7 Literaturverzeichnis

Gesetze, Verordnungen, Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel und Internet: z. B. www.gesetze-im-internet.de, www.baua.de

- **ArbSchG:**
  Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit.
- **BetrSichV:**
  Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes.
- **BGB:**
  Bürgerliches Gesetzbuch
- **GefStoffV:**
  Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen
- **Maschinenrichtlinie 2006/42/EG:**
  Richtlinie 2006/42/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- **StGB:**
  Strafgesetzbuch
- **ASR A1.8**
  „Verkehrswege“ und ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“
- **ASR A2.1**
  „Schutz vor Absturz und herabfallenden Gegenständen, Betreten von Gefahrenbereichen“
- **TRBS 1111**
  „Gefährdungsbeurteilung“
- **TRBS 1112**
  „Instandhaltung“
- **TRBS 1116**
  „Qualifikation, Unterweisung und Beauftragung von Beschäftigten für die sichere Verwendung von Arbeitsmitteln“
- **TRBS 1201**
  „Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“
- **TRBS 1201 Teil 3**
  „Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU“
- **TRBS 1203**
  „Zur Prüfung befähigte Personen“
- **TRBS 2121**
  „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz – Allgemeine Anforderungen“
- **TRBS 2121 Teil 2**
  „Gefährdung von Beschäftigten bei der Verwendung von Leitern“
- **TRBS 2121 Teil 3**
  „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz bei der Verwendung von Zugangs- und Positionierungsverfahren unter Zuhilfenahme von Seilen“

- **TRBS 2121 Teil 4**
  „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz – Ausnahmsweises Heben von Beschäftigten mit hierfür nicht vorgesehenen Arbeitsmitteln“
- **TRGS 430**
  „Isocyanate – Gefährdungsbeurteilung und Schutzmaßnahmen“ (Verwendung von Montageschäumen, 2 K-Kleber, 2 K-Lacke und Dichtmassen, die Isocyanate enthalten)
- **TRGS 519**
  „Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“
- **TRGS 521**
  „Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle“
- **TRGS 524**
  „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen“
- **TRGS 528**
  „Schweißtechnische Arbeiten“
- **TRGS 558**
  „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“
- **TRGS 611**
  „Verwendungsbeschränkungen für wassermischbare bzw. wassergemischte Kühlschmierstoffe, bei deren Einsatz N-Nitrosamine auftreten können“
- **TRGS 720**
  „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“
- **EmpfBS 1113**
  „Beschaffung von Arbeitsmitteln“

DGUV Vorschriften- und Regelwerk

Bezugsquelle: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

- **DGUV Vorschrift 1**
  „Grundsätze der Prävention“
- **DGUV Vorschrift 3 und 4**
  „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- **DGUV Vorschrift 21 und 22**
  „Abwassertechnische Anlagen“
- **DGUV Regel 100-500 und 100-501**
  „Betreiben von Arbeitsmitteln“
- **DGUV Regel 101-038**
  „Bauarbeiten“
- **DGUV Regel 101-603**
  „Branche Abbruch und Rückbau“
- **DGUV Regel 103-003 und 103-004**
  „Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen“
- **DGUV Regel 103-011**
  „Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“

- **DGUV Regel 103-013**
  „Elektromagnetische Felder“
- **DGUV Regel 109-003**
  „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“
- **DGUV Regel 112-190**
  „Benutzung von Atemschutzgeräten“
- **DGUV Regel 112-198**
  „Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz“
- **DGUV Regel 112-199**
  „Benutzung von persönlichen Absturzschutzausrüstungen zum Retten“
- **DGUV Regel 113-001 Teil 1 und 2**
  „Explosionsschutz-Regeln“
- **DGUV Regel 113-004**
  „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“
- **DGUV Regel 113-005**
  „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 2 „Umgang mit transportablen Silos“
- **DGUV Regel 113-020**
  „Hydraulikschlauchleitungen und Hydraulikflüssigkeiten – Regeln für den sicheren Einsatz“
- **DGUV Information 203-001**
  „Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen“
- **DGUV Information 203-002**
  „Elektrofachkräfte“
- **DGUV Information 203-005**
  „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“
- **DGUV Information 203-006**
  „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“
- **DGUV Information 203-043**
  „Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder | Nichtionisierende Strahlung“
- **DGUV Information 203-071**
  „Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel“
- **DGUV Information 205-001**
  „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“
- **DGUV Information 206-051**
  „Sicherheit & Gesundheit – Checkliste Einkauf Produkte“
- **DGUV Information 208-016**
  „Die Verwendung von Leitern und Tritten“
- **DGUV Information 208-019**
  „Sicherer Umgang mit fahrbaren Hubarbeitsbühnen“
- **DGUV Information 208-031**
  „Einsatz von Arbeitsbühnen an Flurförderzeugen mit Hubmast“
- **DGUV Information 208-032**
  „Auswahl und Benutzung von Steigleitern“
- **DGUV Information 208-033**
  „Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen“

- **DGUV Information 208-045**
  „Fördertechnik in Hochregallägern – Störungsbeseitigung in Regalanlagen“
- **DGUV Information 208-053**
  „Mensch und Arbeitsplatz – Physische Belastungen“
- **DGUV Information 209-001**
  „Sicherheit beim Arbeiten mit Handwerkszeugen“
- **DGUV Information 209-010**
  „Lichtbogenschweißen“
- **DGUV Information 209-023**
  „Lärm am Arbeitsplatz“
- **DGUV Information 209-026**
  „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“
- **DGUV Information 209-045**
  „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne“
- **DGUV Information 209-070**
  „Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung“
- **DGUV Information 209-077**
  „Schweißrauche – geeignete Lüftungsmaßnahmen“
- **DGUV Information 209-078**
  „Absauganlagen einkaufen – aber richtig! Tipps für Wirtschaft, Verwaltung und Dienstleistung“
- **DGUV Information 209-092**
  „Risikobeurteilung von Maschinen und Anlagen – Maßnahmen gegen Manipulation von Schutzeinrichtungen“
- **DGUV Information 209-097**
  „Mensch und Arbeitsplatz – Dem Carpaltunnelsyndrom vorbeugen“
- **DGUV Information 212-024**
  „Gehörschutz“
- **DGUV Information 212-139**
  „Notrufmöglichkeiten für allein arbeitende Personen“
- **DGUV Information 212-515**
  „Persönliche Schutzausrüstungen“
- **DGUV Information 213-033**
  „Gefahrstoffe in Werkstätten“
- **DGUV Information 213-052**
  „Beförderung gefährlicher Güter“
- **DGUV Information 213-055**
  „Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen – Zugangs-, Positionierungs- und Rettungsverfahren“
- **DGUV Information 213-072**
  „Lösemittel“
- **DGUV Information 213-079**
  „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- **DGUV Information 213-080**
  „Arbeitsschutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“

- **DGUV Information 213-114**
  „Checkliste: Manipulation von Schutzeinrichtungen verhindern“
- **DGUV Information 215-830**
  „Zusammenarbeit von Unternehmen im Rahmen von Werkverträgen“
- **DGUV Grundsatz 308-008**
  „Ausbildung und Beauftragung der Bediener von Hubarbeitsbühnen”

Weitere Publikationen

- **Fachbereich AKTUELL FBFHB-004**
  „Brandgefährdung durch Selbstentzündung brennbarer Materialien“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-008**
  „Erlaubnisschein für Schweiss-, Schneid-, Löt-, Auftau- und Trennschleifarbeiten“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-015**
  „Hydraulik-Schlauchleitungen prüfen und auswechseln“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-052**
  „Hand-Arm-Vibrationen – Checkliste zur Gefährdungsbeurteilung“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-059**
  „Fertigungsanlagen im Automobilbau Instandhaltungsbereiche und Fördertechnik“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-082**
  „Filtration von Hydraulikflüssigkeiten“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-116**
  „Prüfpflicht in Lackierbereichen – Ein Instandhaltungskonzept für Kleinbetriebe“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-118**
  „Arbeitsschutzgerechter Einsatz von Datenbrillen“
- **Fachbereich AKTUELL FBHM-136**
  „Gute Praxis – Sichere Zugänge und Schutzmaßnahmen gegen Absturz bei Instandhaltungs-arbeiten“
- **Arbeitsschutzkompakt 022 (BGHM)**
  „Arbeiten auf fahrbaren Arbeitsbühnen“
- **BGHM-Information 102 (BGHM)**
  „Beurteilung von Gefährdungen und Belastung“
- **C305 (BG BAU)**
  „Demontagearbeiten“
- **Fachausschuss-Informationsblatt 017 (DGUV)**
  „Gefährdungsbeurteilung Vibrationen bei handgeführten und -gehaltenen Arbeitsmaschinen“
- **Interpretationspapier zum Thema „Wesentliche Veränderung von Maschinen“ (BMAS)**
- **Merkblatt KAS-50 (Kommission für Anlagensicherheit beim BMUV)**
  „Beurteilung der sicherheitstechnischen Relevanz von Modifikationen in verfahrenstechnischen Anlagen“
- **Merkblatt T 058 (BG RCI)**
  „Öffnen von Rohrleitungen“

Normen/VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle: DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
bzw. VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

- **DIN EN ISO 12100:2011-03**
  „Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung“
- **DIN EN 13306:2018-02**
  „Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung; Dreisprachige Fassung“
- **DIN EN ISO 14119: 2022-04**
  „Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze zur Gestaltung und Auswahl“
- **DIN EN ISO 20607:2019-10**
  „Sicherheit von Maschinen – Betriebsanleitung – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze“
- **VDI 2889: 2022-04 – Entwurf**
  „Instandhaltung 4.0 – Diagnoseprozesse und Methoden“

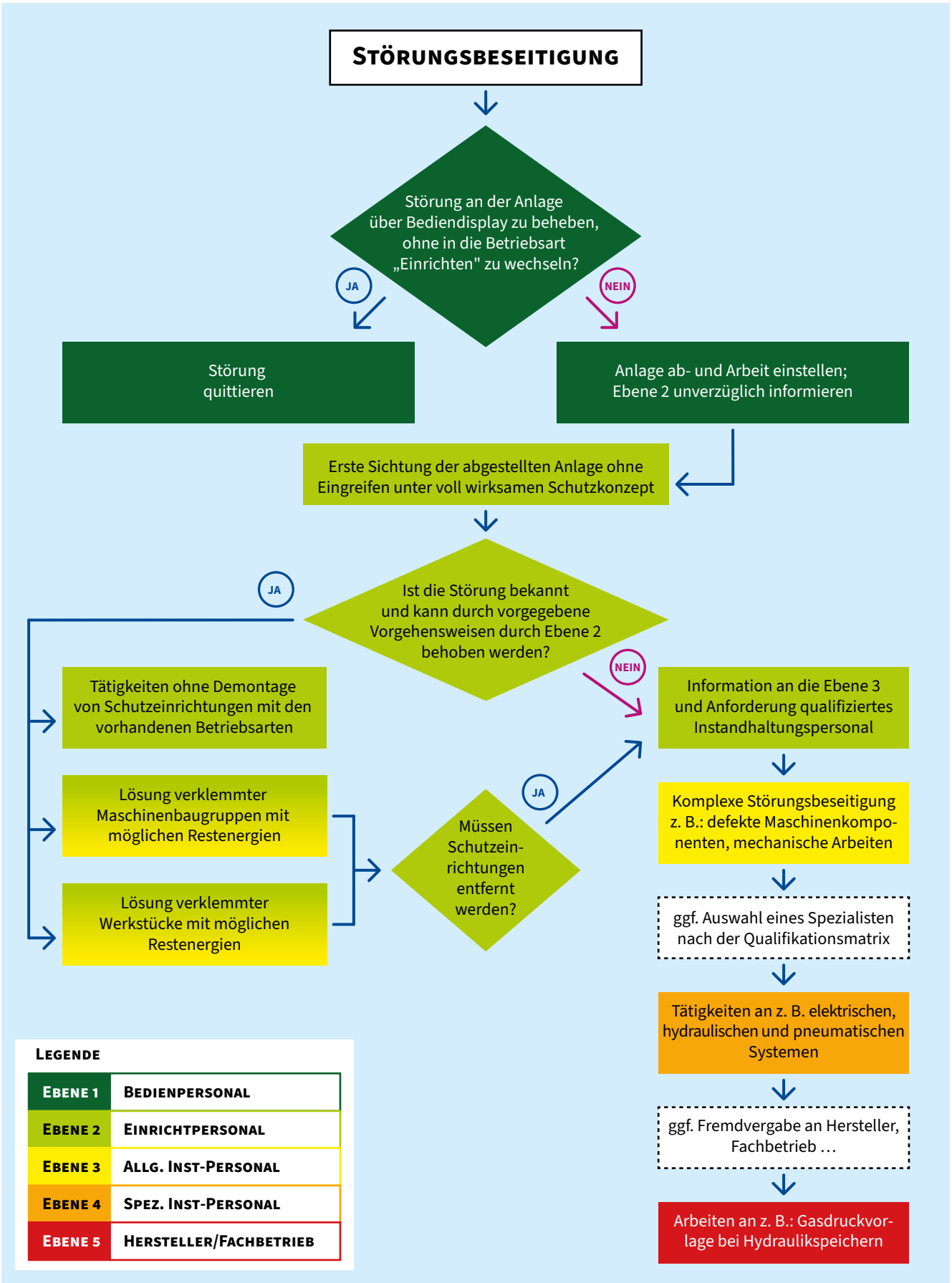
Anhang 1:

Beispiel: „Last-Minute-Risk-Analysis“

Last-Minute-Risk-Analysis			
Anlage/Bereich:			
Die folgenden Fragen vor Beginn der Instandhaltung durchgehen und falls erforderlich, entsprechende Maßnahmen treffen.	**JA**	**NEIN**	**nicht anwendbar**
Halte ich die vorgesehene Arbeitsausführung für sicher?			
Wurden alle an der Instandhaltung Beteiligten über die Arbeitsaufgabe informiert und haben diese verstanden?			
Wurden die Beteiligten in die möglichen Gefahren und erforderlichen Schutzmaßnahmen der Arbeitsaufgabe unterwiesen?			
Sind alle erforderlichen Arbeitsmittel vorhanden und in einem einwandfreien, ordnungsgemäßen Zustand?			
Befinden sich die Maschine und ihre Umgebung in einem sicheren, stillgelegten Zustand (beispielsweise Restenergien in der Maschine abgeleitet/gesichert, Restprodukte, insbesondere Gefahrstoffe, entfernt)? Wurde die Maßnahmen an der Maschine gegen Wiedereinschalten umgesetzt? Sind verkette Maschinen ebenfalls gesichert?			
Wenn die Instandhaltung bei laufender Maschine erfolgen muss: Sind für die Arbeiten zur Störungsbeseitigung alle erforderlichen Schutzeinrichtungen vorhanden?			
Liegen die erforderlichen Freigabe- oder Erlaubnisscheine vor?			
Wurde die Produktion/betroffene Abteilung über die anstehenden Tätigkeiten informiert?			
Ist eine verantwortliche Ansprechperson für Probleme und Fragen bekannt und erreichbar?			
Haben alle Beteiligten die erforderliche Befähigung?			
Sind alle erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen vorhanden und einsatzbereit?			
Wurden alle weiteren notwendigen Schutzmaßnahmen (beispielsweise gegen Absturz, gegenseitige Gefährdung) getroffen?			
Sind Erste Hilfe sowie Rettungs- und Fluchtmaßnahmen im Notfall gewährleistet?			
(Platzhalter für Ihre betriebsspezifische Frage)			
Dieser Vordruck dient zur allgemeinen Vorbereitung und muss vor dem Beginn der Tätigkeiten von den ausführenden Personen bearbeitet werden. Er dient als Beispiel und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Arbeiten müssen unterbrochen werden, wenn unvorhergesehene Gefährdungen oder gefährliche Situationen auftreten.			

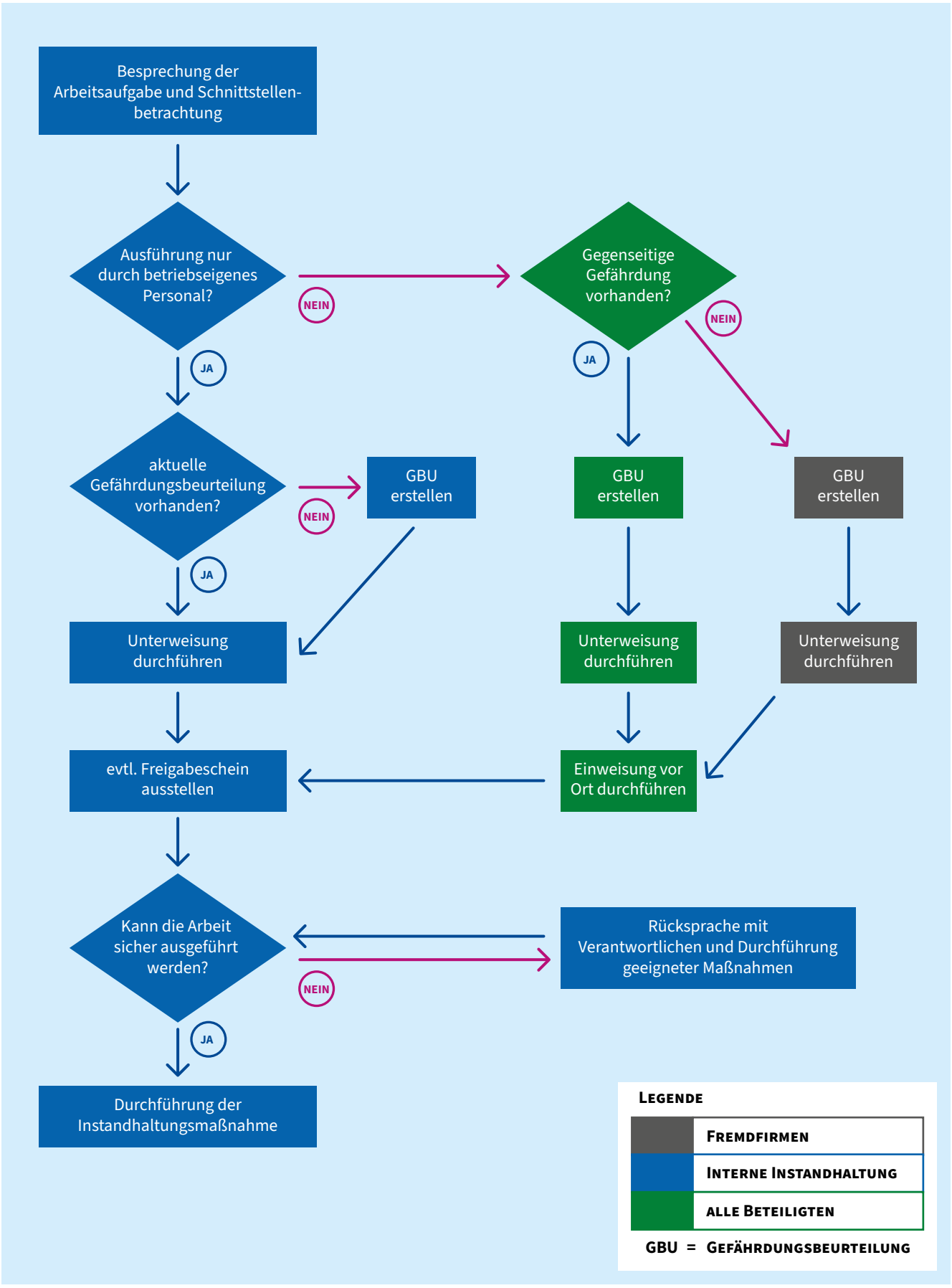
Anhang 2:

Beispiel für die Ebenen einer Störungsbeseitigung



Anhang 3:

Beispiel für die Planung einer Instandhaltungsarbeit



Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de