

# Schutz vor Gefahren bei Gleisbauarbeiten in Tunneln

Handlungshilfe für Sicherheit und  
Gesundheit bei Gleisbauarbeiten in Bahntunneln

DGUV Information 201-067



## Impressum

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Herausgegeben von: | Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)<br>Glinkastraße 40<br>10117 Berlin<br>Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)<br>E-Mail: <a href="mailto:info@dguv.de">info@dguv.de</a><br>Internet: <a href="http://www.dguv.de">www.dguv.de</a><br><br>Sachgebiet „Arbeiten und Sicherungsmaßnahmen im Bereich<br>von Gleisen“ des Fachbereichs Bauwesen der DGUV |
| Ausgabe:           | September 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Satz und Layout:   | Satzweiss.com Print Web Software GmbH, Saarbrücken                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bildnachweis:      | Titel: Abb. 1–2: © BG BAU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Copyright:         | Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.<br>Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit<br>ausdrücklicher Genehmigung gestattet.                                                                                                                                                                                                              |
| Bezug:             | Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder<br>unter <a href="http://www.dguv.de/publikationen">www.dguv.de/publikationen</a> › Webcode: p201067                                                                                                                                                                                                       |

# **Schutz vor Gefahren bei Gleisbauarbeiten in Tunneln**

Handlungshilfe für Sicherheit und  
Gesundheit bei Gleisbauarbeiten in Bahntunneln

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                         |           |          |                                                          |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Vorbemerkung und Zielstellung</b>                                    | <b>6</b>  | <b>6</b> | <b>Messungen</b>                                         | <b>30</b> |
| <b>2</b> | <b>Geltungsbereich</b>                                                  | <b>7</b>  | 6.1      | Allgemeines                                              | 30        |
| <b>3</b> | <b>Begriffsbestimmungen</b>                                             | <b>8</b>  | 6.2      | Messziele und Anforderungen                              | 30        |
| <b>4</b> | <b>Allgemeines</b>                                                      | <b>12</b> | 6.2.1    | Vorermittlung                                            | 30        |
| 4.1      | Grundlagenermittlung                                                    | 12        | 6.2.2    | Arbeitsplatzmessungen                                    | 30        |
| 4.2      | Gefährdungsbeurteilung und Baustellenordnung                            | 12        | 6.2.3    | Überwachung                                              | 31        |
| 4.3      | Berücksichtigung besonderer Maßnahmen im Bauablauf                      | 13        | 6.2.4    | Befundsicherung                                          | 31        |
| 4.4      | Besonderheiten eingleisiger Tunnelbereiche/Engstellen                   | 13        | <b>7</b> | <b>Einsatz von Baumaschinen und Fahrzeugen im Tunnel</b> | <b>33</b> |
| 4.5      | Berücksichtigung psychischer Belastung                                  | 14        | 7.1      | Vorgaben zur Planung und Ausführung                      | 33        |
| <b>5</b> | <b>Schutzmaßnahmen</b>                                                  | <b>15</b> | 7.2      | Baumaschinentechnik                                      | 34        |
| 5.1      | Technische Schutzmaßnahmen                                              | 15        | 7.2.1    | Bettungsreinigungsmaschinen                              | 34        |
| 5.1.1    | Antriebstechnik, Abgasnachbehandlung und weitere technische Komponenten | 15        | 7.2.2    | Stopfmaschine und Schotterpflug                          | 34        |
| 5.1.2    | Bewetterung                                                             | 16        | 7.2.3    | Umbauzug                                                 | 35        |
| 5.1.3    | Benetzung                                                               | 21        | 7.2.4    | Kombination aus Bettungsreinigungsmaschine und Umbauzug  | 35        |
| 5.1.4    | Gesamtmaßnahmenpaket aus Einhausung, Entstaubung und Benetzung          | 24        | 7.2.5    | Bagger, Radlader, Planieraupe etc.                       | 36        |
| 5.1.5    | Entwicklung/Einsatz anderer Technologien zur Staubminimierung           | 25        | 7.2.6    | Weitere Maschinentechnik                                 | 36        |
| 5.2      | Organisatorische Schutzmaßnahmen                                        | 26        | <b>8</b> | <b>Arbeitsverfahren</b>                                  | <b>37</b> |
| 5.3      | Persönliche Schutzmaßnahmen                                             | 27        | 8.1      | Instandhaltungsmaßnahmen                                 | 37        |
| 5.3.1    | Einweisung/Unterweisung                                                 | 27        | 8.1.1    | Einsatz von Instandhaltungstechnik                       | 37        |
| 5.3.2    | Persönliche Schutzausrüstung                                            | 27        | 8.1.2    | Planbare/nicht planbare Arbeiten der Instandhaltung      | 38        |
| 5.3.3    | Qualifikation                                                           | 29        | 8.1.3    | Gleichzeitige Arbeiten in Instandhaltungsfenstern        | 39        |
|          |                                                                         |           | 8.2      | Umbaumaßnahmen                                           | 39        |
|          |                                                                         |           | 8.3      | Schweißarbeiten/Verwendung von Flüssiggas (Propangas)    | 40        |

|           |                                                                      |           |           |                                                                                                                    |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>9</b>  | <b>Handlungshilfen für Notfallkonzepte</b>                           | <b>43</b> | <b>14</b> | <b>Soziale Einrichtungen</b>                                                                                       | <b>56</b> |
| 9.1       | Organisation der Ersten Hilfe                                        | 43        | <b>15</b> | <b>Arbeitsmedizinische Vorsorge</b>                                                                                | <b>57</b> |
| 9.1.1     | Abprache mit den zuständigen Stellen                                 | 43        | 15.1      | Allgemeines                                                                                                        | 57        |
| 9.1.2     | Notrufmanagement                                                     | 43        | 15.2      | Atemschutz                                                                                                         | 57        |
| 9.1.3     | Rettungskette                                                        | 44        | 15.3      | Quarzhaltiger Staub                                                                                                | 57        |
| 9.1.4     | Flucht- und Rettungswege                                             | 44        | 15.4      | Asbest                                                                                                             | 57        |
| 9.1.5     | Personalmanagement und Personenortung                                | 45        | <b>16</b> | <b>Dokumentation</b>                                                                                               | <b>58</b> |
| 9.1.6     | Psychische Unfallfolgen                                              | 45        | <b>17</b> | <b>Abkürzungsverzeichnis</b>                                                                                       | <b>59</b> |
| 9.2       | Brandschutzkonzept                                                   | 45        |           | <b>Literaturverzeichnis</b>                                                                                        | <b>63</b> |
| <b>10</b> | <b>Beleuchtung</b>                                                   | <b>48</b> |           | Anhang 1                                                                                                           |           |
| <b>11</b> | <b>Elektrische Gefährdungen</b>                                      | <b>49</b> |           | <b>Beurteilungsmaßstäbe</b>                                                                                        | <b>67</b> |
| 11.1      | Fahrleitungsanlagen                                                  | 49        |           | Anhang 2                                                                                                           |           |
| 11.1.1    | Oberleitungsanlagen mit Wechselspannung von 15 kV                    | 49        |           | <b>Anforderungen an Fachkenntnisse für die Tätigkeit als Bewetterungsbeauftragter bzw. Bewetterungsbeauftragte</b> | <b>68</b> |
| 11.1.2    | Fahrleitungsanlagen mit Gleichspannung bis 1,2 kV                    | 49        |           | Anhang 3                                                                                                           |           |
| 11.2      | Elektrische Anlagen und Arbeitsmittel                                | 50        |           | <b>Flussdiagramme für Messungen</b>                                                                                | <b>69</b> |
| <b>12</b> | <b>Sicherung gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb</b>                  | <b>51</b> |           | Anhang 3.1                                                                                                         |           |
| <b>13</b> | <b>Koordinierung von Arbeiten in Bahntunneln</b>                     | <b>53</b> |           | Partikelförmige Schadstoffe A-Staub, E-Staub, Quarz, DME                                                           | 69        |
| 13.1      | Koordination nach BaustellV und GefStoffV – Allgemeines und Aufgaben | 53        |           | Anhang 3.2                                                                                                         |           |
| 13.2      | Fachkenntnisse, Qualifikationen und Befugnisse zur Koordinierung     | 54        |           | Gasförmige Schadstoffe CO, CO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub>                                                   | 70        |
|           |                                                                      |           |           | Anhang 4                                                                                                           |           |
|           |                                                                      |           |           | <b>Beispielhafte Inhalte eines Brandschutz-/ Rettungskonzeptes</b>                                                 | <b>71</b> |

# 1 Vorbemerkung und Zielstellung

Bei Gleisbauarbeiten und sonstigen Arbeiten in Bahntunneln werden durch eingesetzte Fahrzeuge, Maschinen und Arbeitsverfahren Gefahrstoffe freigesetzt. Die anfallenden Gefahrstoffe – u. a. krebserzeugende Gefahrstoffe wie Quarzstaub und Dieselmotoremissionen sowie weitere Emissionen – belasten die Gesundheit der Beschäftigten.

Eine Ausstattung der Tunnel mit technischer Belüftung ist in der Regel nicht gegeben. Aber auch außerhalb von Tunneln, insbesondere in Einschnitten und bei trockenen Verhältnissen, herrschen vergleichbare, schlechte Arbeitsbedingungen.

Mit der vorliegenden DGUV Information soll allen Beteiligten im Sinne einer Art Tunnelgesamtkonzept für Gleisbau in Bahntunneln eine Hilfe zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung zur Verfügung gestellt werden, und zwar sowohl für die Vorbereitung als auch für die Durchführung einer Tunnel-Gleisbaustelle. Ziel ist dabei immer die Einhaltung der Beurteilungsmaßstäbe für Gefahrstoffe am Arbeitsplatz bzw. die stetige Minimierung der inhalativen Belastung der Beschäftigten.

Zur Erstellung dieser DGUV Information wurden das Regelwerk, der Stand der Technik und der derzeitige Kenntnisstand aus einer mehrere Jahre dauernden Entwicklung berücksichtigt. Die Informationen sind rechtsverbindlich,

sofern sie sich auf Gesetze, Verordnungen und Unfallverhütungsvorschriften beziehen. Alle weiteren Informationen dienen einem wirkungsvollen Arbeits- und Gesundheitsschutz, entfalten jedoch keine Vermutungswirkung.

Andere Lösungen, die mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen sowie Weiter- und Neuentwicklungen von Schutzmaßnahmen sind ausdrücklich erwünscht.

Den Schwerpunkt dieser DGUV Information bilden Informationen zur Gefahrstoffminimierung – und dabei im Fokus die eingesetzten Gleisbaumaschinen sowie Fahrzeuge und Geräte unter Anwendung verschiedenster Arbeitsverfahren. Neben Staub (A-, E-Staub) müssen in der Regel Inhaltsstoffe wie Quarz und Asbest und Abgase von Verbrennungsmotoren betrachtet werden.

Gesamthaft werden weiterhin Gefährdungen und Belastungen betrachtet, die sich aus der Arbeitsstätte Tunnel, der Arbeitsumgebung im Tunnel sowie der psychischen Belastung ergeben. Zum Kreis der Arbeitsstätte gehören beispielsweise die Baustelleneinrichtung, Notfallmaßnahmen und Sozialeinrichtungen. Unter die Arbeitsumgebung fallen zum Beispiel Beleuchtungsverhältnisse und der Bahnbetrieb.

## 2 Geltungsbereich

Diese DGUV Information gilt für alle Tätigkeiten im Gleisbereich und außerhalb des Gleisbereiches in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen von Eisenbahnen und Schienenbahnen, bei denen Beschäftigte bei ihren Tätigkeiten Gefahrstoffen ausgesetzt sind. Diese werden im weiteren Verlauf der Schrift als Tunnel bezeichnet. Die Kapitel, die sich nicht auf Gefahrstoffe beziehen, gelten für alle Arbeiten im Gleisbereich und außerhalb des Gleisbereiches in ganz oder teilweise geschlossenen Bereichen.

Die DGUV Information gilt für den Einsatz von (schienengebundenen) Fahrzeugen als auch bei Bau- und Wartungsarbeiten auf Bahnsteigen im Tunnel.

Adressat sind die Bahnbetreibenden, planende und aus-schreibende Stellen sowie Unternehmen, deren Beschäftigte auf dieser Infrastruktur tätig sind. Dies schließt explizit auch die Beschäftigten der Messstellen ein.

## 3 Begriffsbestimmungen

### Baumaschine

Baumaschinen im Sinne dieser DGUV Information sind nicht für den Straßenverkehr bestimmte, jedoch ebenso land- und forstwirtschaftliche mobile Maschinen und Geräte, die im Rahmen von Gleisbauarbeiten zur Erbringung des Arbeitsauftrages eingesetzt werden können (ohne Räder (z. B. mobile Stromerzeuger), luftbereifte und Zweiradfahrzeuge bzw. schienengebundene Baumaschinen). Bei Antrieb mittels eines Dieselmotors erfolgt die Einteilung in die einzelnen Abgas-Stufen (Stages) gemäß Verordnung (EU) 2016/1628 (EU-Nonroad-Verordnung). Diese Verordnung gilt auch für die Einteilung der Dieselmotoren von Bahnfahrzeugen.

### Bauspitze

Der verwendete Begriff Bauspitze beschreibt in dieser DGUV Information die kleinstmögliche und zusammenhängende Arbeitseinheit, die Gefahrstoffen ausgesetzt ist bzw. diese mit ihrer Tätigkeit erzeugt.

Zum Schutz vor gegenseitigen Gefährdungen dürfen in der Abluftseite gefahrstoff erzeugender Bauspitzen keine weiteren Arbeiten ausgeführt bzw. Bauspitzen eingesetzt werden. Liegt für diese Arbeitsbereiche auf Basis von Arbeitsplatzmessungen oder nichtmesstechnischen Methoden (z. B. Empfehlungen Gefährdungsermittlung Unfallversicherungsträger (EGU)) eine Gefährdungsbeurteilung mit dem Ergebnis vor, dass dort die Schutzmaßnahmen ausreichend sind, darf von dieser Regelung abgewichen werden.

Einzelne stauberzeugende Bauspitzen können unter anderem sein:

- Bettungsreinigung mittels Bettungsreinigungsmaschine (BRM) einschl. Bunker-/Förderwagen,
- Stopfen mittels Stopfmaschine und Planieren mittels Schotterplaniermaschine bei Einhaltung der in dieser DGUV Information definierten Anforderungen (siehe [Abschnitt 7.2.2 Stopfmaschine und Schotterpflug](#)), ansonsten
- Stopfen mittels Stopfmaschine,
- Planieren mittels Schotterplaniermaschine,
- Einbringen Grundsotter (z. B. mit Kippwagen),
- Einbringen Füllsotter (z. B. mit Fc-Wagen),

- Konventioneller Bettungsaushub mit bis zu 2 Baumaschinen (Bagger, Radlader, Planieraupe etc.),
- Bettungsbewegung mit Baumaschinen.

### Benetzung

Unter Benetzung wird das Einbringen von Frischwasser (unverbraucht, nicht verunreinigt) in den Schotter zur Staubbinding (im Sinne von möglichst weitreichender Staubreduzierung) bei Arbeiten im Tunnel mit Schotterbewegung verstanden.

Die Zugabe von Additiven kann ggf. erfolgen bei Eignung und Umweltverträglichkeit.

### Beurteilungsmaßstäbe (gemäß TRGS 402)

Beurteilungsmaßstäbe sind bei der Beurteilung der inhalativen Exposition an Arbeitsplätzen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung und zur Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen heranzuziehen. Es gibt die folgenden verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe:

1. Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) gemäß TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“,
2. Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen für krebserzeugende Gefahrstoffe im Rahmen des risikobasierten Maßnahmenkonzepts nach TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, die aus Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB) abgeleitet wurden,
3. Beurteilungsmaßstäbe aus stoffspezifischen TRGS (z. B. Quarz).

### Bewetterung

Der Begriff Bewetterung beschreibt die Belüftung von Arbeitsbereichen unter Tage und in Tunneln. Sie kann technisch erzeugt und/oder natürlich vorhanden sein.

Natürliche Bewetterung bezeichnet den Luftaustausch in Tunneln, der sich u. a. durch natürliche Druckunterschiede zwischen beiden Tunnelportalen einstellen kann.

Technische Bewetterung bezeichnet einen technisch erzeugten, gerichteten, regelbaren Luftstrom im Tunnel, um definierte und planbare Strömungsverhältnisse im Tunnel zu erzeugen.

Die Funktion der technischen Bewetterung ist die Verdünnung der Gefahrstoffe durch die Zuführung von Frischluft und die Abführung belasteter Luft.

## Bewetterungsbeauftragter bzw. Bewetterungsbeauftragte

Der bzw. die Bewetterungsbeauftragte ist eine fachkundige Person zur Überwachung und erforderlichen Regulierung der Bewetterung. Zur Erfüllung dieser Aufgabe hat der bzw. die Bewetterungsbeauftragte Fachkenntnisse zum Arbeitsplatz Tunnel, zur Bewetterung und zu Abläufen und Aufgaben aller Beteiligten auf der Baustelle.

Eine ausführliche Auflistung ist [Anhang 2 Anforderungen an Fachkenntnisse für die Tätigkeit als Bewetterungsbeauftragter bzw. Bewetterungsbeauftragte](#) zu entnehmen.

## Ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche

Ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche sind Arbeitsbereiche mit mindestens teilweiser räumlicher Umschließung. Ein Arbeitsbereich gilt als teilweise geschlossen, sobald ein Dach bzw. eine Decke und mindestens zwei Wände (auch mit Öffnungen, wie Türen/Tore, Fenster/Dachreiter) vorhanden sind. Für Bauarbeiten ist auch die TRGS 554 Anhang 1 Nr. 3.2 zu beachten.

## Gefahrstoffe

Gleisbauarbeiten im Tunnel mit Schotterbewegung setzen durch das Umwälzen der Schottersteine Staub in verschiedenen Staubanteilen frei. Die mit einem Arbeitsplatzgrenzwert belegten Staubanteile sind u. a. der einatembare Staub (E-Staub) und der alveolengängige (lungengängige) Staub (A-Staub).

In Abhängigkeit der Gesteinsart und der mechanischen Beanspruchung ist mit Asbest zu rechnen. Hier sind die Akzeptanz- und die Toleranzkonzentration sowie die 1000-Fasern-Grenze für die erforderlichen Schutzmaßnahmen maßgebend. Bei Überschreitung der 1000-Fasern-Grenze muss der Unternehmer bzw. die Unternehmerin die Gefahrstoffverordnung bezüglich der besonderen Schutzmaßnahmen gegenüber Asbest umsetzen.

Es ist davon auszugehen, dass in den für Gleisschotter verwendeten Gesteinen Quarz und/oder evtl. sogar Asbest enthalten sind. Es ist daher ebenso davon auszugehen, dass diese bei der Bearbeitung als Staubbestandteil freigesetzt werden.

Anmerkung: Maßgeblich für den Quarz- und Asbeststaubgehalt der Luft sind (ohne staubbindende Maßnahmen) u. a. die mechanische Beanspruchung des Schotters und der jeweilige Gehalt im Schottermaterial. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den jeweiligen Gehalten im Gestein des Schotters und im Staub der Luft kann jedoch derzeit nicht hergestellt werden. Auch das Staubungsverhalten ist nicht trivial. Beispielsweise kann es sein, dass bei steigenden A-Staub-Konzentrationen der Quarzgehalt im Staub nicht linear zunimmt.

Bei Gleisbauarbeiten in Tunneln entstehen Abgase durch den Einsatz von Arbeitsmitteln mit Verbrennungsmotoren wie z. B. Gleisbaumaschinen, Bahnfahrzeugen, Fahrzeugen mit Straßenzulassung und Aggregaten. Die Abgas-Bestandteile setzen sich aus gasförmigen und partikelförmigen Anteilen zusammen; insbesondere sind dies gemäß TRGS 554 Nr. 2.1 Dieselrußpartikel sowie die gasförmigen Anteile Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickstoffmonoxid (NO), Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Kohlenstoffmonoxid (CO).

Weitere Gefahrstoffe sind bei Verdachtsmomenten zu ermitteln und ggf. zu berücksichtigen.

### Gleisschotter mit geringen Feinanteilen/ Gewaschener Gleisschotter

Im Bereich der DB InfraGO AG wird gemäß DBS 918 061 (Stand 2023) gefordert, dass bei Verwendung von Gleisschotter in Tunneln dieser den Anforderungen gemäß DIN EN 13450, Tab. 3 entsprechen muss (= Gleisschotter mit geringen Feinanteilen). Der Feinanteil ist durch Verwendung von Gleisschotter der Feinstkorn-Kategorie A (max. 0,5 M. % < 0,063 mm) zu begrenzen.

„Gewaschener Gleisschotter“ hat den identischen Anforderungen zu entsprechen.

### Koordinierung

Gemäß Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB) 10 bedeutet Koordinierung im Sinne der Baustellenverordnung, Informationen verständlich und verfügbar zu machen und dafür Sorge zu tragen, dass die für die einzelnen Arbeiten vorzusehenden Maßnahmen durch den Bauherrn oder einem von ihm beauftragten Dritten aufeinander abgestimmt und falls erforderlich im Rahmen eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes zusammengefasst und optimiert werden.

Koordinierung im Sinne der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) bedeutet, dass sich bei gegenseitigen Gefährdungen von Beschäftigten verschiedener Unternehmen durch Gefahrstoffe die Unternehmen bei der Festlegung und Durchführung von wirksamen Maßnahmen abzustimmen haben. Bei erhöhter gegenseitiger Gefährdung durch Gefahrstoffe haben die an einem Bauvorhaben beteiligten Unternehmen einen Koordinator bzw. eine Koordinatorin zu bestellen. Durch die Bestellung eines Koordinators bzw. einer Koordinatorin nach Baustellenverordnung (durch den Bauherrn) ist diese Pflicht erfüllt. Dem Koordinator bzw. der Koordinatorin sind alle erforderlichen Informationen zu den Gefahrstoffen und Schutzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen. Hier sind auch die Mitwirkungs- und Informationspflichten des Veranlassers gemäß Gefahrstoffverordnung explizit zu erwähnen. Die grundsätzliche Verantwortung des Unternehmens für die

Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz seiner Beschäftigten bleibt davon unberührt.

Koordinierung im Sinne dieser DGUV Information bedeutet weiterhin, spezielle Anforderungen aufgrund der multiplen Aufgabenstellungen und Gefährdungen bei Arbeiten in Bahntunneln zu erfüllen bzw. die Aufgabenerfüllungen weiterer Fachkundiger entsprechend zu koordinieren.

### Messung der inhalativen Exposition

#### Arbeitsplatzmessung

Eine Arbeitsplatzmessung ist die messtechnische Ermittlung der inhalativen Exposition der Beschäftigten. Deren Befund liefert das Ergebnis der Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen hinsichtlich der Einhaltung der Beurteilungsmaßstäbe in einem Arbeitsbereich.

Arbeitsplatzmessungen dürfen nur von Messstellen durchgeführt werden, die die Anforderungen der Anlage 1 der TRGS 402 erfüllen. Wird eine akkreditierte Messstelle beauftragt, kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen erfüllt sind.

Für die Arbeitsplatzmessungen sind geeignete oder zumindest bedingt geeignete Messverfahren einzusetzen ([AGS-Liste geeigneter Messverfahren<sup>1\)</sup>](#)).



QR Code AGS-Liste geeigneter Messverfahren

### Überwachung

Ziel einer Überwachung ist, mit Auslösung von Schutzmaßnahmen die Exposition der Beschäftigten rechtzeitig zu reduzieren, bevor eine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist.

1 [www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/Messverfahren.html](http://www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/Messverfahren.html)

Dazu werden im Rahmen eines vorab festgelegten Maßnahmenkonzeptes kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich messende Messeinrichtungen eingesetzt. Bei Überschreiten der baustellenspezifisch festgelegten Alarmschwellen werden vorab festgelegte Schutzmaßnahmen zur Expositionsminderung ausgelöst.

### **Befundsicherung**

Wurde im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ermittelt, dass die angewendeten Schutzmaßnahmen ausreichend sind, stehen zur Befundsicherung verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Dies können Kontrollmessungen (wiederholte Arbeitsplatzmessungen), Messungen mit kontinuierlich messenden Messeinrichtungen, die Messung von technischen Parametern (z. B. Lüftung) und nichtmesstechnische Methoden sein.

### **Wirksamkeitskontrolle**

Durch ständige oder regelmäßige Kontrolle der Wirksamkeit (z. B. durch kontinuierliche Messeinrichtungen) wird gewährleistet, dass die im Befund festgelegten geeigneten Schutzmaßnahmen erfolgreich umgesetzt werden.

### **Reasonable worst case (gemäß TRGS 402)**

Der ungünstige Fall (reasonable worst case) ist eine Situation, in der ungünstige, aber nicht auszuschließende Randbedingungen in dem zu beurteilenden Arbeitsbereich eine Obergrenze für die Exposition ergeben.

### **Stand der Technik**

Der Stand der Technik ist gemäß § 2 Absatz 15 GefStoffV der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind. Gleiches gilt für die Anforderungen an die Arbeitsmedizin und die Arbeitsplatzhygiene.

### **Zeitweilige Arbeiten**

Der Begriff „zeitweilige Arbeiten“ wird im Sinne der DGUV Vorschrift 38 „Bauarbeiten“ verwendet. Das bedeutet, dass die anfallenden Arbeiten in kurzer und vorher festgesetzter Zeit-(Frist) erfolgen, z. B. Kleinbaustellen mit einer Verweilzeit im Tunnel bis 2 Stunden je Arbeitsschicht.

## 4 Allgemeines

### 4.1 Grundlagenermittlung

Grundsätzlich bestehen durch die Gefahrstoffverordnung im Vorfeld von Baumaßnahmen durch das veranlassende Infrastrukturunternehmen Informations- und Mitwirkungspflichten hinsichtlich vorhandener oder vermuteter Gefahrstoffe, die durch mit dem Bauvorhaben verbundene Tätigkeiten freigesetzt werden können bzw. denen die Beschäftigten ausgesetzt sein können. Diese Erkenntnisse sind den Auftragnehmern unaufgefordert zur Verfügung zu stellen. Die Auftragnehmer müssen diese Informationen in ihren jeweiligen Gefährdungsbeurteilungen berücksichtigen und die Maßnahmen ggf. koordinieren (lassen). Die Informationen des Veranlassers sind zu prüfen; ggf. sind eigene Erkundungen im Rahmen einer besonderen Leistung durchzuführen bzw. zu veranlassen.

Bei Gleisbautätigkeiten mit Schotterbewegung in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen kann der Infrastrukturbetreibende beispielsweise derzeit von Anfang an davon ausgehen, dass erhöhte Gefährdungen durch auch krebserzeugende Gefahrstoffe freigesetzt werden.

Es bleibt festzuhalten, dass der Veranlasser einer Baumaßnahme in Sinne der vorliegenden DGUV Information ein Interesse an möglichst vollständigen Informationen u. a. hinsichtlich Gefahrstoffen haben sollte, um Bauverzögerungen und deren Folgen zu vermeiden und die Sperrpausen optimal zu nutzen.

Die Baustellenverordnung (BaustellV) zielt darauf ab, Sicherheit und Gesundheitsschutz von Beschäftigten auf Baustellen zu verbessern. Sie verpflichtet den Bauherrn als Veranlasser und Finanzierer einer Baumaßnahme sowie Erzeuger der Gefahr (u. a. durch vorhandene oder einzubringende, evtl. durch ihn beigestellte, Baumaterialien mit Gefahrstoffanteilen) oder einen von ihm beauftragten Dritten, bereits bei der Planung von Bauprojekten alle Aspekte der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von Beschäftigten bei der Ausführung des Bauvorhabens zu berücksichtigen. Dies schließt spätere Arbeiten an der baulichen Anlage während der Nutzungsphase explizit ein.

Insbesondere wird die Ausarbeitung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes unter Beachtung der Rangfolge der Maßnahmen gefordert.

Somit sind seitens des Bauherrn bereits durch die Berücksichtigung bei der Ausschreibung präventiv Maßnahmen zu ergreifen, damit während der Bauabwicklung koordinierte Maßnahmen zum Schutz aller auf der Baustelle bzw. an der baulichen Anlage Beschäftigten umgesetzt und überwacht werden können.

### 4.2 Gefährdungsbeurteilung und Baustellenordnung

Zentrales Element im Arbeitsschutzrecht ist die Gefährdungsbeurteilung. Diese dient dazu, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten am Arbeitsplatz sicherzustellen. Vor Beginn von Tätigkeiten muss die Gefährdungsbeurteilung fachkundig unter Berücksichtigung der Maßnahmenhierarchie gemäß § 4 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) erstellt werden. Dabei sind insbesondere die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung zu berücksichtigen. Dies betrifft planbare als auch nicht planbare Arbeiten (z. B. Störungsbeseitigung) und hat durch jeden Unternehmer bzw. jede Unternehmerin für sein bzw. ihr Unternehmen gesondert zu erfolgen.

Zur Umsetzung des staatlichen Regelwerkes, z. B. der Gefahrstoffverordnung, der Arbeitsstättenverordnung und der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge sind die entsprechenden Regeln (hier Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR), Arbeitsmedizinische Regeln (AMR)) zu beachten. Die für die DGUV Information bedeutsamsten Regeln sind im [Literaturverzeichnis](#) (nicht abschließend) aufgelistet. Alle diese Technischen Regeln entfalten Vermutungswirkung.

Eine Gefährdungsbeurteilung ist immer baustellenspezifisch zu erstellen. Erkenntnisse zur inhalativen Exposition von anderen Baustellen sind nicht ohne Weiteres übertragbar. Sind diese aufgrund vergleichbarer Randbedingungen jedoch übertragbar, so kann die Gefährdungsbeurteilung oder Teile davon übernommen werden.

Bei unklaren Randbedingungen kann es sinnvoll sein, die Schutzmaßnahmen zunächst unter „reasonable worst case“-Bedingungen festzulegen. Mit Fortschreiten der Erkenntnisse, z. B. durch Messungen, können Anpassungen der Schutzmaßnahmen erfolgen.

Die Gefährdungsbeurteilung, die festgelegten Maßnahmen und das Ergebnis ihrer Überprüfung ist den Arbeits-schutzbehörden bzw. Unfallversicherungsträgern auf Verlangen auf der Baustelle zur Kenntnis zu geben.

Da Schutzmaßnahmen für alle Beschäftigten im Arbeitsbereich gelten, sind die Verantwortlichkeiten unter den Unternehmen vorab zu klären und die Arbeiten bzw. notwendigen Schutzmaßnahmen aufeinander abzustimmen bzw. zu koordinieren.

Den Koordinatoren bzw. Koordinatorinnen nach Baustellenverordnung (umgangssprachlich SiGeKo) kommt bei Baumaßnahmen in Bahntunneln eine besondere Bedeutung zu. Dies wird im [Kapitel 13 Koordinierung von Arbeiten in Bahntunneln](#) behandelt.

Es wird das Aufstellen einer Baustellenordnung zur klaren und einheitlichen Formulierung von Handlungsanleitungen und Regelungen (wie z. B. Zugangsregelungen, Einweisungen, PSA-Tragepflichten) ausdrücklich empfohlen. Dies kann direkt durch den Bauherrn bzw. die entsprechenden Hauptauftragnehmer in deren Namen erfolgen.

### 4.3 Berücksichtigung besonderer Maßnahmen im Bauablauf

Aufgrund der Besonderheiten der Gleisbauarbeiten in Bahntunneln sind in der Regel besondere Schutzmaßnahmen für alle Personen in den Tunneln erforderlich. Diese müssen in Planung, Vorbereitung und Durchführung durch alle Beteiligten beachtet werden (siehe [Kapitel 4.1 Grundlagenermittlung](#)).

Die Schutzmaßnahmen sollten daher im Bauablaufplan entsprechend berücksichtigt und auch eingezeichnet werden. Dies gilt insbesondere für Auf-/Abbau und Betreiben der Bewetterung, Auf-/Abbau der Messtechnik und die Durchführung der Benetzung.

### 4.4 Besonderheiten eingleisiger Tunnelbereiche/Engstellen

Die TRGS 554 gibt in ihrem Anhang 1 eine Handlungsempfehlung (siehe [Kapitel 7.1 Vorgaben zur Planung und Ausführung](#)), bei deren vollständiger Umsetzung das Schutzziel grundsätzlich erreicht wird und der Schutz der Beschäftigten gegenüber Abgasen von Dieselmotoren gewährleistet wird. Diese Handlungsempfehlung beschreibt Mindestmaßnahmen, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nutzbar sind. Es werden naturgemäß nicht alle Sonderfälle abgedeckt.

In eingleisigen Tunnelbereichen bzw. in Bereichen mit engen Querschnitten, evtl. zuzüglich Bögen, Senken o. ä., verstärken sich die ohnehin vorhandenen Problematiken der Arbeiten in Tunneln.

In diesen Bereichen ist mit Bewegungseinschränkungen von Baumaschinen, Logistikproblemen (An-/Abtransport von Schotter/Aushub), eingeschränkten Verkehrs-/Flucht-/Rettungswegen und fehlendem Platz für Lüfter zu rechnen. Daher ist besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass diese Wege nicht eingeschränkt werden.

Durch die eingesetzten Baumaschinen und evtl. zusätzlichen Besonderheiten wird der Luftstrom der Bewetterung behindert bzw. es entstehen Belüftungs-Toträume.

Es ist hier eine Einzelfallbetrachtung in Abhängigkeit von z. B. Querschnitt, Länge, durchzuführenden Arbeiten etc. notwendig und es sind ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich (technisch, organisatorisch, personell), auch für einzelne Arbeitsplätze.

In Abhängigkeit der Art und Dauer der Baumaßnahme, der Anzahl der Beschäftigten und der Tunnelrandbedingungen ist zu entscheiden, wie die Belastung der Beschäftigten auch durch die Wahl des Arbeitsverfahrens und der eingesetzten Technik minimiert werden kann.

## 4.5 Berücksichtigung psychischer Belastung

Psychische Belastung ist gemäß DIN EN ISO 10075-1 definiert als „die Gesamtheit aller Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken“. Die psychische Belastung (z. B. Lärm oder Zusammenarbeit) wirkt auf alle Beschäftigten ein und kann sie positiv (z. B. aktivieren, herausfordern) oder negativ beanspruchen (z. B. überfordern, unterfordern). Dies ist die unmittelbare Beanspruchung.

Hält die Beanspruchung länger an, führt dies bei den Beschäftigten zu Beanspruchungsfolgen. Bei negativer Beanspruchung kann dies z. B. zu körperlicher oder psychischer Krankheit führen. Bei positiver Beanspruchung kann die Folge z. B. Gesundheit, Wohlbefinden, Persönlichkeitsentwicklung oder Kompetenzerwerb sein.

Um die psychische Belastung in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen, müssen Arbeitsaufgabe, Arbeitsmittel, Arbeitszeit, Arbeitsorganisation, Arbeitsumgebung und die sozialen Beziehungen beurteilt werden. Im Sinne dieser Handlungsanleitung sollten für Beschäftigte im Bereich von Gleisen besonders Zeitdruck, Nacharbeit und Arbeitsunterbrechungen, das Erleben von Beinaheunfällen und bedrohlichen Situationen sowie die Angst, selbst Unfallopfer zu werden, aber auch der Tunnel als beengter Arbeitsplatz und Belastungen aus klimatischen und aerodynamischen Bedingungen, Lärm und Staub betrachtet werden.

# 5 Schutzmaßnahmen

## 5.1 Technische Schutzmaßnahmen

### 5.1.1 Antriebstechnik, Abgasnachbehandlung und weitere technische Komponenten

Grundsätzlich ist anzustreben, lokal emissionsfreie Antriebe für Fahrzeuge, Maschinen, Loks und Geräte zu verwenden.

Bereits bei der Planung ist zu prüfen, ob nutzbare Elektro-Anschlusspunkte, Baumaschinen bzw. schienengebundene Fahrzeuge mit emissionsfreien Antrieben (z. B. Elektro-Antrieb), Geräte mit Akku-Antrieb usw. vorhanden bzw. verfügbar sind. Sind diese verfügbar, sind diese Maschinen/ Geräte entsprechend dem Stand der Technik vorrangig einzusetzen.

Stehen keine emissionsfreien Geräte zur Verfügung, sind die nachfolgenden Kapitel zu beachten und die Anwendung ist in der Gefährdungsbeurteilung zu begründen.

Bei Einsatz von Hybridtechnik ist ein Betreiben der Verbrennungsmotoren (z. B. zum Aufladen der Akkumulatoren) im Tunnel zu vermeiden bzw. im Bauablauf außerhalb des Tunnels zu planen. Ansonsten sind ebenfalls die nachfolgenden Kapitel zu beachten und die Notwendigkeit des Einsatzes in der Gefährdungsbeurteilung zu begründen.

#### 5.1.1.1 Dieselmotoren

Für Fahrzeuge, Maschinen, Loks etc. gilt Folgendes:

- Bei Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Geräten werden insbesondere Rußpartikel (DME) und Stickoxide (NOx) freigesetzt.
- Für den Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen oder Eisenbahnfahrzeugen bei Gleisbauarbeiten in fertiggestellten Tunnelbauwerken sind diese mit einem gemäß TRGS 554 zertifizierten Dieselpartikelfilter (DPF) auszurüsten. Auf Verlangen ist der zuständigen Arbeitsschutzbehörde das Vorhandensein des DPFs nachzuweisen. Dies erfolgt durch Fahrzeugangabe des Typs inkl. Angabe der Vert-/BAFU-Nummer (oder vergleichbar) der Filter zzgl. Angabe der zugehörigen Eisenbahn-Bundesamt (EBA)-Fahrzeugnummer bzw. der Fahrzeugnummer des europäischen Fahrzeugregisters.
- Baumaschinen, Geräte etc., die mit Motoren der Abgasstufe V und einer Leistung  $\geq 19$  kW und  $\leq 560$  kW ausgestattet sind, werden zur Einhaltung der

Abgasgrenzwerte in der Regel bereits vom Hersteller mit einem DPF sowie einem DeNOx-System (System zur Reduktion von Stickoxiden) ausgestattet. Mit Einführung der Stufe V (Verordnung (EU) 2016/1628) werden erstmals auch für Motoren mit einer Leistung  $> 560$  kW Emissionsgrenzwerte formuliert, welche jedoch durch die Motorenhersteller meistens eingehalten werden können, ohne einen DPF zu verbauen. Um die Anforderungen des Arbeitsschutzes zu erfüllen, ist daher bei Gleisbauarbeiten in fertiggestellten Tunnelbauwerken beim Einsatz von Motoren mit einer Leistung  $> 560$  kW in der Regel eine Nachrüstung mit einem DPF erforderlich.

- Bei straßenzugelassenen Fahrzeugen mit Motoren ab Abgasstufe Euro 5 brauchen keine weiteren Maßnahmen zur Abgasnachbehandlung erfolgen. Der Nachweis der Abgasstufe bei den eingesetzten Fahrzeugen ist zu erbringen. Dies gilt nicht für Baumaschinen.
- Alle Dieselmotoren von Maschinen und Fahrzeugen sind nach den Vorgaben des Herstellers regelmäßig zu warten. Außerdem ist die Wirksamkeit der Abgasnachbehandlung durch regelmäßige Abgasmessungen zu überwachen. Als Nachweis ist das Protokoll der Messung auf der Maschine oder am Einsatzort vorzuhalten und auf Verlangen vorzuzeigen.
- Ist aufgrund vorhandener Erkenntnisse im Vorfeld einer Baumaßnahme davon auszugehen, dass die inhalative Exposition der Beschäftigten aufgrund der eingesetzten Motortechnik oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes liegt, so kann die Maschine/das Gerät mit diesem Antrieb in diesen Bereichen erst eingesetzt werden, wenn geeignete Minderungsmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten durchgeführt wurden.
- Dabei stellt den Stand der Technik hinsichtlich der gasförmigen Emissionsminderung bei Dieselmotoren ein System zur Reduktion von Stickoxiden dar (DeNOx-System bzw. SCR-Katalysator) gemäß Regelung 132 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE).

### 5.1.1.2 Benzinmotoren

Der Einsatz von benzinbetriebenen Maschinen und Geräten ist zu vermeiden, da als Abgas insbesondere Kohlenmonoxid (CO) entsteht. Vor Einsatz von benzinbetriebenen Maschinen bzw. Geräten oder Stromerzeugern ist zu prüfen, ob entsprechend dem Stand der Technik Maschinen bzw. Geräte mit anderen Antriebsarten verfügbar sind. Ist der Einsatz von benzinbetriebenen Motoren nicht zu vermeiden, sollten Motoren mit Katalysatoren, alternativ schadstoffarme Motoren der neuesten Generation eingesetzt werden.

### 5.1.2 Bewetterung

Bei Freisetzung von Gefahrstoffen (Motoremissionen, Staub, Schweißrauch etc.) im Tunnel ist grundsätzlich davon auszugehen, dass bei allen planbaren Arbeiten mit Personaleinsatz eine Bewetterung erforderlich ist.

Die Leistung aller Maschinen, Geräte, Aggregate und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, die im Tunnel eingesetzt werden (bzw. deren Abgase in den Tunnel gelangen können), ist bei der Berechnung der Bewetterung unter Praxisbedingungen zu berücksichtigen.

Die Bewetterungsplanung hat durch Fachkundige (z. B. Bewetterungsunternehmen, Ing.-Büros) zu erfolgen und ist zwischen Bauherrn und den bauausführenden Unternehmen abzustimmen. Sie hat den hier getroffenen grundsätzlichen Festlegungen zu entsprechen. Bei Abweichungen ist die Gleichwertigkeit nachzuweisen. Die Bewetterungsplanung sollte nach Prüfung durch den Bauherrn freigegeben werden.

Die planungsgerechte Funktionsweise sollte vor Beginn der Maßnahme durch eine Abnahme (durch den Auftraggeber) nachgewiesen werden. Dazu gehören u. a. mindestens 2 Messungen der Luftgeschwindigkeit im freien Tunnelquerschnitt auf Höhe einer Messebene; einmal als „Nullmessung“ ohne technische Bewetterung und einmal unter Volllast der Bewetterungsanlage. Gemessen wird in ca. 2,25 m Höhe in Tunnelmitte (bei mehrgleisigen Tunneln) jeweils in Gleisachse und in 0,5 m Abstand zur Tunnelwand. Die Bewertung hat durch Fachkundige zu erfolgen.

Bereits bei der Planung und Vorbereitung von Bewetterungsanlagen sind in Abstimmung mit dem Bauherrn bzw. dem Koordinator bzw. der Koordinatorin gemäß Baustellenverordnung die speziellen Randbedingungen der Baustelle zu ermitteln, um diese bei der Gestaltung der Verkehrswege und Flucht-/Rettungswege zu berücksichtigen. Dazu gehört auch die Berücksichtigung von Nischen, Notausstiegen, Senken, Abzweigungen und weiteren besonderen räumlichen Randbedingungen.

Hierzu zählt auch, dass der bzw. die Bahnbetreibende auf evtl. vorhandene Einengungen des Lichtraumprofils, z. B. durch Lüfter zur Bewetterung, im Rahmen der baubetrieblichen Anmeldung der Baustelle hingewiesen wird.

Bei der fachkundigen Planung sind Besonderheiten wie das Verhältnis der Tunnelquerschnittsgröße zu den eingesetzten Dieselmotorleistungen in Kilowatt bzw. zu Querschnittsverengungen durch Maschinen und weiteren Einflüssen (z. B. Arbeitszüge, Einbauten etc.) zu berücksichtigen. Dies kann ggf. in Verbindung mit dem Einsatz von Maschinen/Geräten/Fahrzeugen mit unzureichender Abgasnachbehandlung dazu führen, dass selbst bei erhöhten Luftgeschwindigkeiten durch die Bewetterung die Arbeitsplatzgrenzwerte nicht eingehalten werden.

Zum Ansatz von Motor-Teilleistungen bei der Projektierung müssen Angaben des Motoren-Herstellers vorliegen, die das Abgasverhalten in Teillast-Bereichen belegen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Verhältnis Teil- bzw. Volllast zum Abgasausstoß bei Motoren nicht linear ist.

Bei konsequenter Umsetzung der Maßnahmenhierarchie kann dies bedeuten, dass ursprünglich geplante Arbeitsverfahren nicht umsetzbar sind bzw. Maschinen/Geräte/Fahrzeuge nicht einsetzbar sind bzw. vor dem Einsatz Abgasnachbehandlungssysteme nachzurüsten sind.

Der bzw. die Bewetterungsbeauftragte sollte während des Betriebes der Bewetterung und Arbeiten im Tunnel im Bereich der Bauspitze sein. In begründeten Ausnahmefällen (z. B. Großprojekte mit mehreren gleichzeitig in Betrieb befindlichen Bewetterungsanlagen) sollte mindestens ein telefonischer Bereitschaftsdienst mit Anfahrzeiten < 0,5 Stunden sichergestellt werden.

Der Fernzugriff auf die Lüftersteuerung ist eine wünschenswerte technische Lösung, ersetzt jedoch nicht die fachkundige Person vor Ort.

Wenn nicht sichergestellt werden kann, dass keine Abgase von Verbrennungsmotoren vor dem Tunnelportal in den Tunnel gelangen, sind diese in die Bewetterungsbemessung einzubeziehen.

Unterstützende natürliche Bewetterung ist bei der Planung nicht zu berücksichtigen. Wenn situationsbedingt der vorhandene natürliche Luftzug die technische Bewetterung ersetzen kann, darf die technische Bewetterung für diesen Zeitraum ausgeschaltet bzw. herabgeregelt werden.

#### 5.1.2.1 Dimensionierung/Gestaltung der Bewetterung

Damit die Bewetterung jederzeit gewährleistet ist, sind bei der Planung unabhängig von der baustellenspezifischen Planung zunächst folgende Punkte zu beachten:

- Es müssen alle Arbeiten berücksichtigt werden, die zu einer Gefährdung durch Gefahrstoffe führen können.
- Für die Dimensionierung der Bewetterung können teilweise bei größtenteils reduzierter Last/Drehzahl der Verbrennungsmotoren unter bestimmten Parametern (z. B. Arbeitsrichtung bergab, Motorabschaltung in Arbeitspausen) und für ausgewählte Fahrzeuge/Maschinen (z. B. Arbeitszug-Lok, Eisenbahndrehkran, Gleisarbeitsfahrzeuge) Teillastfaktoren angesetzt werden, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach Herstellerangaben bzw. messtechnischen Erkenntnissen ermittelt und festgelegt werden müssen. Für Maschinen, die während des Aufenthaltes im Tunnel überwiegend im Leerlaufbetrieb bereitstehen, können als Abschätzung die Teillastfaktoren zu mindestens 60 % der Nennleistung angesetzt werden. Die Richtigkeit des Ansatzes ist zu überprüfen und in Folgebaustellen entsprechend anzusetzen.
- Fließbandmaschinen, Stopfmaschinen und Schotterpflüge sind immer mit der vollen Nennleistung ihrer Verbrennungsmotoren zu berücksichtigen.
- Zur Überprüfung und Nachregulierung der Bewetterungsparameter sollten am abluftseitigen Tunnelportal diese Parameter in Echtzeit erfasst und dokumentiert werden. Eine Überprüfung an den Tunnelportalen hat immer nur informativen Charakter. Insbesondere

können die dort erfassten Bewetterungsparameter nicht auf die inhalative Exposition der Beschäftigten am Arbeitsplatz übertragen werden. Insofern wird diese Datenerfassung, Auswertung und Reaktion nicht einem Messkonzept gemäß [Kapitel 6 Messungen](#) zugeordnet.

- Die Energieversorgung der Bewetterung über Generatoren sollte redundant ausgeführt werden. Im Rahmen des Notfallkonzepts sind Maßnahmen für den Ausfall der Energieversorgung (z. B. eines Generators) zu treffen. Dies schließt die Planung einer Betreuung am Einsatzort ein.
- Die Komponenten der Bewetterung müssen geerdet werden. Dazu ist ein Konzept zu erstellen und mit den Fachdiensten des Bauherrn abzustimmen (siehe auch [Kapitel 11 Elektrische Gefährdungen](#)).
- Die Standsicherheit der Bestandteile der Bewetterung ist statisch nachzuweisen und sicherzustellen. Dies gilt selbstverständlich auch dann, wenn die Arbeiten nicht durchgehend ausgeführt, sondern für den Zugverkehr unterbrochen werden (z. B. Ausführung der Arbeiten in mehreren Nachtschichten).
- Alle Kabel zur Versorgung der Bewetterung müssen für raue Baustellenbedingungen geeignet und stolperfrei verlegt sein und sind ggf. durch Kabelbrücken abzudecken.

Aus den relevanten, gleichzeitig eingebrachten und eingesetzten Dieselmotorleistungen in Kilowatt (Diesel-kW) errechnet sich die für die Abführung der Abgase benötigte Luftmenge je Minute. Sie ist gleichbedeutend mit dem Luftvolumenstrom. Bei Gewährleistung eines Luftvolumenstroms von  $4 \text{ m}^3/\text{min}$  je eingesetztem Diesel-kW (zzgl.  $2 \text{ m}^3/\text{min}$  je Beschäftigtem) kann für Arbeitsbereiche in Tunneln grundsätzlich angenommen werden, dass bei Einhaltung aller Vorgaben die Bewetterung ausreichend dimensioniert ist und die Abgase abgeführt werden.

Diese Annahme setzt allerdings voraus, dass bei der Antriebstechnik der Stand der Technik umgesetzt ist und keine geometrischen Tunnelbesonderheiten die Abführung der Abluft behindern. Bei Großmaschinentechnik in Verbindung mit Diesel-Motorentechnik älterer Abgasgeneration und/oder mangelhaftem Wartungszustand kann trotz Dieselpartikelfilter erfahrungsgemäß nicht pauschal ausgesagt werden, dass die Abgase ausreichend verdünnt sind und abgeführt werden. Dies gilt insbesondere bei kleineren Tunnelquerschnitten.

Bei Gleisbauarbeiten in Tunneln wird vorrangig die Luftgeschwindigkeit herangezogen, um eine Gesundheitsgefährdung der Beschäftigten durch Verdünnung der Gefahrstoffe im Tunnel auf ein Minimum zu begrenzen. Neben den Dieselmotorleistungen in Kilowatt ist bei Gleisbauarbeiten mit Schotterbewegung im Tunnel der Staubanteil zu berücksichtigen. Dauerhaft sollte eine maximale planmäßige Luftgeschwindigkeit von ca. 2,5 m/s im Tunnel nicht überschritten werden. Kurzfristige Überschreitungen bei Erfordernis sind möglich.

Hinweis: Zur Orientierung können für eine durchgängig einzustellende Luftgeschwindigkeit im Tunnel in Abhängigkeit des Arbeitsverfahrens **ohne Schotterbewegung** zwischen 1,1 bis 1,7 m/s und **mit Schotterbewegung** 1,5 bis 2,1 m/s angenommen werden.

Bei z. B. Stadtbahntunneln kann es im Tunnelverlauf zu unregelmäßigen Querschnittsveränderungen kommen. Dadurch ergeben sich teilweise Windgeschwindigkeiten unter 1,0 m/s bei gleichbleibendem Volumenstrom und damit gleichbleibender Ableitung der Abluft. Dies ist im Einzelfall fachkundig zu betrachten.

Eine Erhöhung der maximalen planmäßig dauerhaften Luftgeschwindigkeit ist möglich, wenn durch technische Maßnahmen (z. B. Beheizung des Luftstroms) keine arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren zu erwarten sind. Dabei sind der Betriebsarzt bzw. die Betriebsärztin zu beteiligen.

Die Dimensionierung der Bewetterung kann alternativ als Rückrechnung von der geforderten Luftgeschwindigkeit auf die maximal einbringbare Leistung der Dieselmotoren erfolgen.

Da eine natürliche Bewetterung nicht sicher planbar ist, darf diese weder bei der Bewetterungsplanung unterstützend bewertet werden noch eine technische Bewetterung ersetzen.

Die Dimensionierung der Anlage muss sicherstellen, dass eine eingestellte technische Bewetterungsrichtung und -geschwindigkeit auch entgegen Winddruck bis mindestens 3,0 m/s auf das ausblasende Portal erreichbar ist.

Weitere zu berücksichtigende Parameter bei der Dimensionierung sind u. a. der Temperaturunterschied zwischen

Tunnel und Außenluft (hier in der Regel 5 Kelvin), die Rauigkeit der Tunnelwand, Abzweigungen, Einengungen, Aufweitungen, Senken, Fahrzeuge im Tunnel etc..

Die Leistungsreserve bezogen auf die Gesamtschubkraft sollte mindestens 25 % betragen. Dies ist erforderlich, um bei Ausfall oder erforderlicher Herabregelung einzelner Lüfter oder Lüfterebenen die Bewetterung innerhalb der geforderten Parameter aufrecht zu erhalten.

### 5.1.2.2 Bewetterungsrichtung

Die Bewetterungsrichtung ist so zu planen, dass sich die Hauptemittenten (Maschinen oder Arbeitsstelle) im Regelfall abluftseitig befinden.

Bei den Umbauverfahren (Einsatz von Fließbandtechnik bzw. konventioneller Umbau) bedeutet dies, dass in der Regel Arbeitsrichtung und Bewetterungsrichtung übereinstimmen. Dabei ist im Einzelfall die Konfiguration der Fließbandmaschine bzw. der notwendigen Baumaschinen hinsichtlich der gefahrstoffemittierenden Stellen zu prüfen.

Bei Stopf-/Profilierarbeiten sollte die Bewetterung entgegen der Arbeitsrichtung wirken, da sich dann in der Regel die maximale staubemittierende Bauspitze (Schotterpflug) abluftseitig befindet. Ist dies nicht der Fall, sind weitere organisatorische Schutzmaßnahmen erforderlich, da Stopfmaschine und Schotterpflug dann getrennte staubemittierende Bauspitzen mit dem maximalen Staubemittenten zuluftseitig sind. Der Grundsatz lautet: Nur eine stauberzeugende Bauspitze im Tunnel! Zusätzlich bewegt sich der Schotterpflug dann beim Arbeiten innerhalb des selbst erzeugten Staubes.

Bei der Instandhaltung ist die Bewetterungsrichtung in einer Einzelbetrachtung in Abhängigkeit u. a. der Art der Arbeit (staubemittierend) und der eingesetzten Technik festzulegen.

Bei der Dimensionierung der Anlage kann es daher erforderlich sein, ein Umdrehen der Bewetterungsrichtung zu berücksichtigen (z. B. Fließbandmaschinen in Bewetterungsrichtung, Stopftechnik/Schotterpflug entgegen Bewetterungsrichtung). Hier sind Leistungsveränderungen (z. B. Einfluss der natürlichen Bewetterung, Leistungsverlust bei nicht voll reversiblen Lüftern) zu beachten.

### 5.1.2.3 Einfluss von Zugfahrten in bewetterten Tunneln

Ist eine Totalsperrung in bewetterten Tunneln mit Bautätigkeit nicht möglich, ist der Einfluss von Zugfahrten (über die Baustellenverkehre hinaus) ebenfalls bei der Dimensionierung und Regelbarkeit der Bewetterung zu berücksichtigen.

Dies begründet sich wie folgt: Zugfahrten, insbesondere entgegen der Bewetterungsrichtung, bewirken in der Regel Störungen der kontrollierten bewetterten Verhältnisse. Dies kann bis zum temporären Zusammenbruch der Bewetterung bzw. sogar der temporären Umkehrung der Bewetterungsrichtung führen. Dadurch wird der Abtransport der Gefahrstoffe be- bzw. verhindert und kann somit zu erhöhten Gefahrstoffansammlungen in der Tunnelluft führen. In Abhängigkeit der Tunnelparameter und der Zugfahrt kann es bis zur vollständigen Wiederherstellung der projektierten Bewetterungsverhältnisse eine längere Zeit dauern; erfahrungsgemäß im Einzelfall bis zu ca. 15 Minuten. Im Extremfall kann dadurch eine ordnungsgemäße Bewetterung und damit ein sicheres Arbeiten im Tunnel unmöglich werden.

Weiterhin ist bei dieselbetriebenen Zugfahrten der zusätzliche Eintrag von Abgasen von Dieselmotoren zu berücksichtigen.

Die TRGS 554 empfiehlt im Anhang 1 Punkt 3.4 Absatz 4, dass bei nicht gesperrtem Nachbargleis eine mittlere Luftgeschwindigkeit von mindestens 1,1 m/s erforderlich ist, um zu verhindern, dass die technische Bewetterung durch diese Zugfahrten auch in ungünstig wirkender Richtung zum Erliegen kommt.

Wenn die Dimensionierung und Wirkrichtung der Bewetterung nicht auf die Einflüsse von ungünstig wirkenden Zugfahrten ausgelegt ist und keine entsprechende betriebliche Planung diese verhindert, sind während der Bautätigkeit (Anwesenheit von Beschäftigten im Tunnel) bei Fahrten zusätzliche Schutzmaßnahmen notwendig. Dies kann bei (dann notwendigerweise) angekündigten Zugfahrten die Arbeitseinstellung (Abschalten der Verbrennungsmotoren der Maschine/Geräte) oder sogar die Räumung des Tunnels sein.

Erst wenn die projektierte Bewetterung ihre Wirkung wieder erreicht hat und somit der Schutz der Beschäftigten sichergestellt ist, darf weitergearbeitet werden.

Gleichzeitig ersetzt Zugverkehr im Tunnel keine technische Belüftung zur Sicherstellung der Verdünnung und des Abtransportes von Gefahrstoffen.

Auf einer Baustelle müssen dieselbetriebene Logistikloks, die Tunnel mit Bautätigkeit durchfahren, ebenfalls mit Abgasnachbehandlungssystemen gemäß TRGS 554 ausgestattet sein. Darüber hinaus gelten die oben angegebenen Grundsätze und Maßnahmen ebenso für diese Fahrten.

In jedem Fall sind mögliche und zu erwartende Durchfahrten bei der Projektierung der Bewetterung und Festlegung von Maßnahmen zu berücksichtigen.

### 5.1.2.4 Stationäre Bewetterung

Grundsätzlich sollte die stationäre Bewetterung der Regelfall sein.

Um eine homogene Verteilung und damit einhergehende laminare Luftströmung im gesamten Tunnel zu gewährleisten und somit Strömungstoträume im Tunnel durch z. B. Arbeitszüge oder Rangierabteilungen, Senken und Einengungen zu vermeiden, sind in der Regel Lüfter paarweise auf jeder Seite profillfrei aufzustellen. Diese stellen die Lüfterebenen dar.

Der Bedarf an Lüfterebenen ist zu berechnen, es sollten jedoch immer mindestens 2 Lüfterebenen bzw. mindestens eine zusätzliche Lüfterebene ( $n+1$ ) vorhanden sein. Dies begründet sich u. a. wie folgt:

Die Verteilung der Lüfter-Ebenen ergibt in der Summe der Einzellüfter-Leistungen die gesamte Schubkraft, die für den Lufttransport notwendig ist. Lüfter, in deren Nähe gearbeitet wird, müssen in ihrer Leistung gedrosselt werden, da Arbeiten im Kernstrahl des Lüfters wegen zu hoher Luftgeschwindigkeiten und Turbulenzen nicht möglich sind. Diese Bereiche hinter den Lüftern können bis ca. 150 m betragen und sind u. a. abhängig von der Lüfterart und -größe. Trotz der Drosselung bzw. Ausschaltung einzelner Lüfter(-ebenen) muss die insgesamt erforderliche Schubkraft im Tunnel erzeugt werden können. Dies gelingt durch Verteilung der Schubkrafterzeugung auf

mehrere Lüfterebenen. Die Regelung der Lüfter(-ebenen) hat durch die Bewetterungsbeauftragten zu erfolgen.

Das bedeutet, dass zusätzliche Lüfter(-ebenen) erforderlich werden können.

Die Schubreserve von 25 % bleibt davon unberührt.

Wenn sich im Einzelfall aus den örtlichen Randbedingungen ergibt, dass nur eine Lüfterebene einsetzbar ist, sind geeignete Maßnahmen unter Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen festzulegen, um jederzeit eine ausreichende Luftgeschwindigkeit bzw. den Gesundheitsschutz der Beschäftigten sicherzustellen.

Geeignete Maßnahmen können z. B. sein:

- größere Lüfterdimensionierung, so dass bei beidseitigen Lüftern auch eine Seite die Leistung erbringen kann oder
- punktuell zusätzliche Lüfter.

Es empfiehlt sich, die Lüfter bzw. Lüfterebenen mit Abstand zum Tunnelportal in die Tunnel zu stellen, um Strömungswiderstände zu verringern. Der tatsächliche Abstand zum Portal ist abhängig von den örtlichen Bedingungen, kann aber mit der Formel  $L = 5 \times \sqrt{A}$  [m] (mit  $A$  = Tunnelquerschnitt in  $m^2$ ) abgeschätzt werden.

In Sonderfällen (z. B. nicht ausreichender lichter Tunnelquerschnitt) können die Lüfter außerhalb des Tunnels aufgestellt werden. Die Wirksamkeit ist dann z. B. mit Lutten, die in den Tunnel hineinführen oder durch außen, schräg und erhöht aufgestellte Lüfter unter Berücksichtigung eines abmindernden Einbaufaktors herzustellen.

Einbaufaktoren sind ggf. auch bei Aufstellung innerhalb des Tunnels zu berücksichtigen.

### 5.1.2.5 Mobile Bewetterung

Der Transport und Betrieb der Lüfter und des erforderlichen Zubehörs (Triebfahrzeug, Aggregate, Tanks, Steuerung etc.) erfolgt auf Bahnwagen im Arbeits- oder Nachbargleis, um bei kleinen bzw. schnell wandernden Baustellen/Bauspitzen eine wirksame Bewetterung zu erreichen.

Die mobile Bewetterung sollte nur für vereinfachte Randbedingungen (z. B. zeitweilige Arbeiten wie Kleinbaustellen mit wechselnden Örtlichkeiten, Durcharbeitungs-Stopfungen mit Profilierung, Schienenbearbeitung etc.) vorgesehen werden bzw. wenn begründet wird, dass eine stationäre Bewetterung aus z. B. Platzgründen nicht möglich ist.

Um die Wirksamkeit sicherzustellen kann es erforderlich sein, vor und hinter der Bauspitze entsprechende Lüfter vorzusehen.

Planerisch und konstruktiv ist sicherzustellen, dass eine ausreichende Luftmenge die Lüfter durchströmen kann und nicht z. B. durch Fahrzeuge verschattet wird.

Es ist bereits während der Planung zu beachten, dass durch evtl. erforderliche Logistik- oder Maschinenbewegungen die mobile Bewetterung den Tunnelbereich verlassen muss und damit keine wirksame Bewetterung zur Verfügung steht. Das bedeutet für diesen Fall, dass zusätzliche (mobile) Lüfter(-ebenen) erforderlich werden, die die erforderliche Schubkraft entwickeln können.

Durch eine Abstandsregelung ist sicherzustellen, dass die Beschäftigten keinen überhöhten Windgeschwindigkeiten ausgesetzt werden.

Zur Ergänzung und besseren Luftstromsteuerung kann es sinnvoll sein, Leitbleche (oder vergleichbare Einrichtungen) an den Lüftern anzuordnen.

Die zusätzliche Belastung der Luft im Arbeitsbereich durch Abgase von Stromerzeugern ist zu vermeiden bzw. ist die Anlage entsprechend zu projektieren.

Bei Einhaltung der vereinfachten Randbedingungen kann als Erleichterung gegenüber einer stationären Bewetterung der Nachweis der durchgängigen Erreichung einer Mindestluftgeschwindigkeit über die gesamte Tunnellänge entfallen. Die Ableitung der Gefahrstoffe aus dem Arbeitsbereich bzw. dem gesamten Tunnel ist jedoch in jedem Fall sicherzustellen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass bei späteren Arbeiten in anderen Tunnelbereichen bereits belastete Tunnelluft in die jeweiligen Arbeitsbereiche geleitet wird. Die Überwachung und Steuerung der erforderlichen Bewetterungsparameter bleiben obligatorisch.

#### 5.1.2.6 Weitere Parameter der Bewetterung

Es kann erforderlich sein, gerade in Stadtbahntunneln für eine funktionierende Bewetterung bzw. für verschiedene Bauzustände diese in – variable – Abschnitte zu unterteilen, Abzweigungen abzudichten oder dichte Trennwände temporär einzubauen. Solche Planungen müssen durch ein fachkundiges Unternehmen erfolgen in Abstimmung mit dem Bauherrn bzw. den ausführenden Unternehmen.

Wenn Notausgänge zur Sicherstellung der Funktionalität der Bewetterungsanlage lufttechnisch verschlossen werden müssen, müssen diese jederzeit ohne Hilfsmittel zu öffnen sein.

Gerade in innerstädtischen Bereichen wird es in der Regel erforderlich sein, die belastete Abluft einer Bewetterungsanlage vor der Ableitung in die städtische Umgebung bzw. in den weiteren Tunnelverlauf zu reinigen.

#### 5.1.2.7 Verzicht auf Bewetterung

Eine technische Bewetterung ist bei Arbeiten in Tunneln mit Emission von Gefahrstoffen der Regelfall.

Ein Verzicht darauf ist nur möglich, wenn im Rahmen von einer fachkundigen, auf Daten basierenden Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich aller zu erwartenden Gefahrstoffe nachgewiesen wurde, dass die Maßnahmen ohne Bewetterung ausreichend sind.

Hier sind u. a. folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- auszuführende Arbeit (z. B. Besichtigung, Schottereingriff, Einsatz Maschinenteknik, durch Tätigkeit freigesetzte bzw. entstehende Gefahrstoffe, Fortschrittsgeschwindigkeit),
- Tunnelrandbedingungen (z. B. Querschnitt, Verlauf, Länge, Oberbaumaterialien),
- Expositionsdauer (z. B. zeitweilige Arbeiten),
- Antriebstechnik (Motoremissionen),
- vorhandene Arbeitsplätze und deren Expositionsbedingungen (z. B. geschlossene Kabinen mit Zuluft-Filterung bzw. Arbeitsplätze außerhalb geschlossener Kabinen),
- andere Arbeiten im Tunnel und deren Emissionen sowie
- evtl. weitere Gefährdungen (z. B. vorhandene Gefahrstoffe im Tunnel, Gefahren aus dem Bahnbetrieb, Sichtbehinderungen).

Der Bauherr ist aufgrund der Verantwortung nach der Baustellenverordnung bei der Ermittlung der Randbedingungen zu beteiligen.

Natürliche Bewetterungsverhältnisse dürfen aufgrund jederzeit möglicher Änderungen von Stärke bzw. Richtung nicht unterstützend angesetzt werden.

#### 5.1.3 Benetzung

Vor Eingriffen in den Schotteroberbau oder dem Einbringen von Neuschotter bzw. Ergänzungsschotter ist derzeit die Benetzung mit Wasser ein wesentlicher Bestandteil des Maßnahmenpakets zur Staubvermeidung bzw. Staubminimierung. Durch ausreichendes Benetzen werden bereits wesentliche Fein- und Feinstkornanteile des Schotters gebunden und die Staubentstehung wird an der Quelle bekämpft. Für die vollständige Bindung (insbesondere der Feinstkornanteile, die u. a. den A-Staub bilden) ist der Einsatz von ausschließlich Wasser zur Benetzung des Schotters im Gleis nach derzeitigem Stand nicht ausreichend.

Durch die Nutzung von Wasser ist mit jahreszeitlich bedingten Besonderheiten zu rechnen.

In der kalten Jahreszeit muss derzeit davon ausgegangen werden, dass Arbeiten in Bahntunneln mit Eingriffen in den Schotteroberbau nur ausgeführt werden können, wenn kein Frost herrscht bzw. keine Frostgefahr besteht. Erst bei Einsatz eines nachweislichen gesundheits- und umweltunschädlichen Frostschutzmittels für das Benetzungswasser oder anderer frostunempfindlicher Staubbinderungsmaßnahmen, die die Benetzung gleichwertig ersetzen, kann auch bei Frost/Frostgefahr die Benetzung als wirksame Maßnahme angesetzt werden.

Es ist zu erwarten, dass die Sommer zunehmend wärmer und trockener werden. Es kann daher zukünftig gerade für größere Projekte regional problematisch werden, die erforderlichen Mengen an Wasser in entsprechender Qualität für das großflächige Benetzen von Gleisflächen und Schotterwagen von den Versorgern zu erhalten. Hier ist mit einem längeren Vorlauf und einem größeren logistischen Aufwand zu rechnen. Erst mit der Entwicklung und dem erprobten Einsatz von anderen praxisgerechten Staubbinderungs- bzw. Eindämmungsmaßnahmen kann der Einsatz von Wasser zurückgefahren werden.

Weiterhin kann eine Reduzierung der einzubringenden Wassermenge geprüft werden, wenn

- Maschinen mit Staubabsaugung eingesetzt werden,
- Maschinen mit staubgefilterten Kabinen eingesetzt werden,
- bei geschlossenem Kabinenfenster gearbeitet werden kann sowie
- sich bei Arbeiten im Tunnel keine Person außerhalb von Kabinen aufhalten muss und dieses durch die Unternehmen/die Bauherrenschaft sichergestellt wird.

Dies betrifft das Personal des aktuellen Arbeitsvorgangs, aber auch andere Gewerke und weitere Schattenbaustellen.

Die Sicherstellung des Arbeitsergebnisses, z. B. bei einer Schotterreinigung mittels Bettungsreinigungsmaschine (BRM), wird nach derzeitigem Kenntnisstand von der Benetzung nicht berührt. Bei der Benetzung mit den im Folgenden angegebenen Wassermengen gab es bei den bisher durchgeführten Baustellen keine bekannten Beanstandungen seitens der auftraggebenden Stellen.

Grundsätzlich sollte vor und hinter den Tunnelportalen ein längerer Gleisbereich ebenfalls benetzt werden, um einen Staubeintrag in den Tunnel zu verhindern bzw. zu minimieren.

### 5.1.3.1 Benetzung des Schotters im Gleis

Grundsätzlich soll vor jedem Eingriff in den Schotteroberbau eine Benetzung des Schotters im Gleis erfolgen. Nachfolgend ist zu prüfen, ob eine hinreichende Durchfeuchtung des Schotters bis zur Bearbeitungstiefe vorhanden ist. Dies betrifft insbesondere unterschiedliche Arbeitsgänge einer Umbaumaßnahme, bei denen das Wasser aufgrund der zeitlichen Abstände wieder abgetrocknet ist. Als Beispiel sei das Benetzen vor dem Einsatz von Fließbandmaschinen genannt; die Umbaustopfung erfolgt hierbei in der Regel nicht direkt im Anschluss. Insbesondere bei der Umbaustopfung ist es erfahrungsgemäß nicht ausreichend, lediglich den Ergänzungsschotter vor dem Einbringen zu benetzen.

Grundsätzlich hat der Wassereintrag in das Gleis möglichst kurz vor Bewegung des vorhandenen Gleisschotters zu erfolgen. Ein genauer Zeitrahmen kann nicht angegeben werden, da das Trocknen des Schotters von Faktoren wie Wind-/Bewetterungsgeschwindigkeit, Temperatur etc.

abhängt. Für die Festlegung der zu benetzenden Gleislänge sollte die maximal vorgesehene Schichtleistung herangezogen werden. Erforderlichenfalls sind die Abschnitte dem realen Trocknungsverlauf anzupassen und es ist in mehreren Abschnitten zu benetzen. Hier ist eine fachgerechte und die Belange des Arbeitsschutzes berücksichtigende Planung, insbesondere der Logistik, notwendig.

Die Möglichkeit der punktuellen Nachbenetzung bei unzureichender bzw. nachlassender Durchfeuchtung sollte über den gesamten Schichtzeitraum vorgehalten und erforderlichenfalls durchgeführt werden. Die Durchfeuchtung ist durch Schürfungen in regelmäßigen Abständen zu prüfen.

Um eine vollständige Benetzung des Schotterbettes über die gesamte Bearbeitungsbreite bis zur jeweils geplanten Aushubtiefe sicherzustellen, sollte bei Umbaumaßnahmen bis zum Planum eine Wassermenge von ca. 30 Liter je Quadratmeter ( $\text{l/m}^2$ ) eingebracht werden – gleichmäßig verteilt über die Schotterfläche. Dieser Wert stellt den bisherigen Erkenntnisstand dar.

Bei **Umbaustopfung** sollte zumindest vor dem ersten Stopfgang eine Benetzung eingeplant und ggf. nach Prüfung einer vorhandenen Restfeuchte vorangegangener Benetzungen durchgeführt werden. Als Richtwert für die Wassermenge können bei (fast) vollständiger Durchtrocknung ca. 15 – 20  $\text{l/m}^2$  angenommen werden. Vor jedem weiteren Stopfgang sollte die Restfeuchte der vorherigen Benetzung geprüft werden. Bei Erfordernis sollte die Benetzung wiederholt werden – ggf. mit reduzierter Wassermenge. Hier sind keine allgemeingültigen Vorgaben möglich aufgrund unterschiedlichster Konstellationen in Abhängigkeit u. a. von der Bauablaufplanung, der Umbaulänge, der Logistik, der Witterung und dem Bewetterungseinfluss. Es sei darauf hingewiesen, dass bei Einsatz eines Schotterpfluges mit erheblichem Staubaufkommen gerechnet werden muss, wenn nicht ausreichend benetzt wird.

Bei einer **Durcharbeitungsstopfung** wird nach derzeitigem Erkenntnisstand davon ausgegangen, dass ca. 20  $\text{l/m}^2$  bei konventioneller Benetzung (Einbringung direkt vor Stopfbeginn) ausreichend sind.

Der Eingriff in die Bettung sollte erst erfolgen, wenn die jeweilige Soll-Wassermenge eingebracht wurde und die Solltiefe der Benetzung mittels Schürfung nachgewiesen wurde.

Die eingetragene Wassermenge je Quadratmeter Gleisfläche und die Zeitdifferenz zwischen Eintrag und Schotterbewegung sollten dokumentiert werden. Auf Verlangen sind die Aufzeichnungen den zuständigen Behörden zur Verfügung zu stellen.

Zur Einhaltung der einzubringenden Wassermenge und zur Sicherstellung eines gleichmäßigen, regelbaren Durchflusses empfiehlt es sich, dass der Eintrag mittels Pumpen erfolgt. Im Falle der Benetzung aus Kesselwagen dient die Pumpe gleichzeitig dem Ausgleich des nachlassenden hydrostatischen Druckes.

Zum Nachweis der gleichmäßigen Benetzung ist die Wegmessung des Arbeitszuges und die Wassermengenmessung (z. B. über Wasseruhren, Messwannen) zu dokumentieren.

Bei Längsneigung der Trasse sollte der Wassereintrag mittels Arbeitszug in Bergfahrt erfolgen, da nach derzeitigen technischen Möglichkeiten durch die zur Verfügung stehende Bremstechnik nur dann die definierte Wassermenge korrekt und kontrolliert eingebracht werden kann. Die notwendige Arbeitsrichtung sollte ggf. im Rahmen der baubetrieblichen Anmeldung angegeben werden.

Der Einsatz von Additiven zum Wasser oder anderen geeigneten Verfahren zur Staubbinding kann bei nachgewiesener Unschädlichkeit gegenüber dem Menschen und der Umwelt erfolgen.

#### 5.1.3.2 Benetzung einzubringenden Gleisschotters

Grundsätzlich ist einzubringender (Neu-)Schotter zu benetzen.

Der Zeitpunkt der Benetzung sollte möglichst kurz vor dem Einbau, erfahrungsgemäß maximal 6 Stunden vor dem Einbringen, gewählt werden. Bei Stand-/Wartezeiten ist dann die Durchfeuchtung zu beurteilen und ggf. die Benetzung zu wiederholen. Hier sind auch die örtlichen Randbedingungen (Witterung, Verschattung etc.) zu berücksichtigen.

Bei Nutzung einer **Benetzungsbrücke** sollte eine Wassermenge von mindestens 10 Litern je Tonne Schotter

(unabhängig von der Wagengattung) gleichmäßig verteilt über die Wagenöffnung eingebracht werden.

#### Hinweis bei Verwendung von Gerüstkonstruktionen für die Schotterbenetzung

Bei der Verwendung von Gerüsten/Gerüstbrücken sind aus dem staatlichen Regelwerk die TRBS 2121 Teil 1 „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz bei der Verwendung von Gerüsten“ und beispielhaft aus dem berufsgenossenschaftlichen Regelwerk die DGUV Information 201-011 „Verwendung von Arbeits-, Schutz- und Montagegerüsten“ sowie das BG BAU Baustein-Merkheft 408 „Gerüstbau“ zu beachten.

Der Gerüstersteller hat ein sicheres Gerüst zur Verfügung zu stellen. Gerüste sind gemäß der Aufbau- und Verwendungsanleitung des Herstellers und des Plans für den Auf-, Um- und Abbau (Montageanweisung) unter Aufsicht einer fachkundigen und dafür beauftragten Person des Gerüsterstellers und von fachlich geeigneten Beschäftigten auf-, um- und abzubauen. Für Sonder-Gerüstkonstruktionen, die nicht einer allgemeinen Regelkonstruktion und nicht einer Aufbau- und Verwendungsanleitung entsprechen, ist ein Nachweis der Brauchbarkeit durch einen Standsicherheitsnachweis und eine Montageanweisung zu erbringen. In jedem Fall ist eine Freigabe durch die zur Prüfung befähigte Person des Gerüsterstellers vorzunehmen. Dies kann auch die fachkundige Person des Gerüsterstellers sein. Das Gerüst ist nach der Freigabe zu kennzeichnen und in Form eines Plans für den Gebrauch an den Gerüstnutzer zu übergeben. Nicht einsatzbereite Teile des Gerüsts sind mit Verbotsschildern „Zutritt verboten“ zu kennzeichnen und der Zugang zur Gefahrenzone ist abzusperren.

Vor dem Gebrauch (Benutzung) des Gerüsts muss durch den Gerüstnutzer eine Inaugenscheinnahme durch eine qualifizierte Person erfolgen. Die Inaugenscheinnahme durch den Gerüstnutzer erfolgt auf der Grundlage der Kennzeichnung des Gerüsts und ist zu dokumentieren. Sie beinhaltet die Kontrolle des Gerüsts auf Eignung für die vorzunehmenden

Tätigkeiten und die Kontrolle der Wirksamkeit der Schutz- und Sicherheitseinrichtungen. Das Gerüst darf nur von unterwiesenen Beschäftigten genutzt werden. Die BG BAU bietet dazu standardisierte Checklisten (u. a. im Baustein-Merkheft) an.

Die Oberleitungsanlage ist auszuschalten und zu erden.

Bei **Haldenbenetzung** ist sicherzustellen, dass eine Durchfeuchtung bis zum Schotterkegeln gewährt ist (z. B. durch Umschichtung, wenn die Staubbildung gesichert ist).

Beim Einsatz von **Schotterentladewagen**, die konstruktionsbedingt den Schotterauslass einhausen oder benetzen oder auf andere geeignete Weise die Staubbildung verhindern, kann auf eine vorhergehende Neuschotterbenetzung verzichtet werden. Grundlage sind Messergebnisse, die eine Einhaltung der Beurteilungsmaßstäbe unter den geplanten Einsatzbedingungen nachweisen.

Der Einsatz von anderen geeigneten Verfahren bleibt davon unberührt.

Im Einzelfall können bei geringen Schottermengen (bis ca. 50 Tonnen) und weiteren entsprechenden Randbedingungen davon abweichende Regelungen getroffen werden.

### 5.1.3.3 Auswahl Neuschotter

In Tunneln muss als Neuschotter mindestens Gleisschotter mit geringen Feinanteilen verwendet werden. Ungeachtet unterschiedlicher Begriffe gelten die identischen Anforderungen hinsichtlich der Feinanteile auch für „gewaschenen“ Gleisschotter und somit auch für das Staubungsverhalten.

### 5.1.3.4 Entwässerung/Entsorgung

Die Planung und Vorbereitung der Entwässerung/Entsorgung sollte durch den Bauherrn mit ausreichend großem Vorlauf vor Beginn der Maßnahme erfolgen, um ein Funktionieren der Tunnelentwässerung sicherzustellen. Der freie Abfluss des überschüssigen Benetzungswassers bis zum Entsorgungspunkt/Einleitpunkt muss möglich sein, da sonst mit übermäßigem Wasseraufkommen im

Arbeitsbereich zu rechnen ist. Dabei sind witterungsbedingte Randbedingungen (Frostgefahr) bei der Planung der Baumaßnahme zu berücksichtigen. Überschüssiges Benetzungswasser muss aufgefangen und aufbereitet oder fachgerecht entsorgt werden.

Es wird in jedem Fall eine Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde empfohlen.

## 5.1.4 Gesamtmaßnahmenpaket aus Einhausung, Entstaubung und Benetzung

Bei Bettungsreinigungsmaschinen (BRM) hat sich ein Maßnahmenpaket aus Einhausung, Entstaubung und Benetzung als Stand der Technik bewährt. Diese drei Bestandteile ergänzen sich und entfalten ihre Wirksamkeit nur gemeinsam. Dies gilt unabhängig davon, wo sich die Absaugung befindet (getrennt von der BRM auf einem Absaugzug im Nachbargleis oder als „integrierte Lösung“ innerhalb der BRM).

Das Maßnahmenpaket beinhaltet:

- die Bewetterung gemäß Konzept (obligatorisch bei Einsatz von Baumaschinen mit Verbrennungsmotoren in Tunneln),
- die Benetzung des Schotterbettes gemäß Konzept,
- die spezielle Aus-/Umrüstung der Fließbandmaschine mit Einhausung, Bandbenetzung und Entstaubung.

Eine Bettungsreinigungsmaschine, die den Anforderungen hinsichtlich Staubvermeidung bzw. Staubreduktion genügt, verfügt über Einhausungen inkl. Anschlüssen für die Absaugung des entstehenden Staubes und für Benetzungen an den Stellen, an denen mit einem erhöhten Staubaufkommen aufgrund Aushubs, mechanischer Beanspruchung, Siebung, Brechung und Freifalls zu rechnen ist.

Dazu sind **Einhausungen bzw. Absaugungen** mindestens an folgenden Stellen erforderlich:

- Bereich Räumkette inkl. Kettenführungen, Turas-Getriebe und anschließend Falltrichter auf das Förderband (Einhausung und Absaugung); die Einhausung ist dabei allseitig so weit zu führen, dass Staub im Kettenbereich durch die Absaugung wieder in die Einhausung zurückgezogen wird; Sicht aus der Arbeitskabinen auf den Arbeitsbereich darf nicht eingeschränkt werden bzw. es

sind Informationen über Störstellen durch technische/organisatorische Maßnahmen sicherzustellen,

- Siebwagen (komplette Einhausung und Absaugung) inkl. den ersten Falltrichtern für Abraum bzw. wieder einzubauenden Schotter sowie den zentralen Übergabebändern vor der Siebeinheit; verschließbare Öffnung für evtl. notwendige Arbeiten am Siebwagen soll vorgesehen werden,
- Schotterrecyclinganlage (falls vorhanden, mindestens Einhausung, soweit nicht bereits vollständig gekapselt) inkl. Bändern/Übergabetrichtern; angemessene Maßnahmen entsprechend Gesamtpaket vorsehen,
- Bunker-/Förderwagen an den Oberseiten abdecken und Bedienkabinen gegenüber dem Materialbunker gegen Staub schützen,
- evtl. weitere Stellen mit mechanischer Bearbeitung des ausgehobenen Schotters (z. B. Neuschotterzuführung).

Das benötigte Absaugvolumen der Absauganlage muss regelbar sein. Der Reststaubgehalt der gefilterten Luft darf einen Wert entsprechend dem aktuellen Stand der Filtertechnik (derzeit max.  $0,05 \text{ mg/m}^3$ ) nicht überschreiten. Die Abluft der Entstaubungsanlage ist in Bewetterungsrichtung abzuführen. Der abgesaugte Staub ist zu sammeln und nachweislich fachgerecht zu entsorgen.

Die **Benetzung** des Schotters/Abraums innerhalb der Bettungsreinigungsmaschine ist an folgenden Punkten erforderlich:

- Förderband nach dem Turas-Getriebe,
- erste Abwurfstelle des Abraums nach der Siebanlage,
- erste Abwurfstelle der Schotterrückführung nach der Siebanlage,
- Übergabeband zu Bunker-/Förderwagen,
- empfohlen: Schotterverteiband (Schwenkband).

Der Wasserverbrauch der Bettungsreinigungsmaschine für die Bandbenetzung beträgt je Benetzungsstelle ca. 1,5 – 2,0 Liter je Quadratmeter Schotterfläche im Gleis in Abhängigkeit der bautechnischen Gegebenheiten und dem Verschmutzungsgrad der Altbettung. Das Wasser soll gleichmäßig über die Bandbreite verteilt werden. Dabei erfolgt die Mengenüberwachung mit Messeinrichtung und wird dokumentiert.

Bei Einsatz der **Absauganlage/des Absaugzuges im Nachbargleis** wird die Entstaubungsanlage auf dem Absaugzug mittels Rohrleitungen und flexibler Spirallutten an die Absaugstellen der Bettungsreinigungsmaschine angeschlossen. Im Einsatz bewegt sich der Absaugzug parallel zur Maschine. Da hier derzeit kein zwangsläufiger Gleichlauf möglich ist, sind Toleranzen gegenüber unterschiedlichen Bewegungen sowie Sollbruchstellen in den Rohren/Lutten vorzusehen. Die Kommunikation zwischen den Bedienern zur Sicherstellung der gleichmäßigen Bewegung zwischen Absaugzug und Arbeitsmaschine sowie die Möglichkeit eines gegenseitigen Not-Halt-Signals ist technisch zu gewährleisten. Eine Gefährdung Beschäftigter im Falle eines Lutten-Abrisses ist durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen auszuschließen.

Bei Einsatz einer Bettungsreinigungsmaschine in eingleisigen Tunnelbereichen bzw. wenn ein zweites Gleis nicht zur Verfügung steht, ist die Absaugung in die Maschine zu integrieren („**integrierte Lösung**“). Hierbei müssen sämtliche erforderliche Einrichtungen (inkl. Wasser- und Energieversorgung) in der Fließbandtechnik enthalten sein.

Die spezielle Aus-/Umrüstung der Fließbandmaschine kann dabei temporär oder dauerhaft erfolgt sein (Einhaltung u. a. betrieblicher Voraussetzungen ist erforderlich).

### 5.1.5 Entwicklung/Einsatz anderer Technologien zur Staubminimierung

Wie bereits dargestellt, stellt diese DGUV Information den bisher erreichten Stand der Technik hinsichtlich der Staubvermeidung bzw. Staubverminderung aufgrund einer mehrere Jahre andauernden Entwicklung dar und ist als Handlungshilfe für den Anwender bzw. die Anwenderin zu verstehen. Es ist ausdrücklich im Sinne dieser DGUV Information, Weiterentwicklungen und Neuentwicklungen sowie den Einsatz bereits vorhandener und anderweitig praktizierter Technologien zur Staubvermeidung bzw. Staubverminderung zu fördern, sofern sich damit zumindest das gleiche Schutzniveau oder sogar eine weitere Minimierung der Staubbelastung gemäß Gefahrstoffverordnung erreichen lässt.

Bei Entwicklung bzw. Einsatz von anderen Lösungen (z. B. bei Fließbandmaschinen, Stopf-/Richtmaschinen) ist demzufolge mindestens das gleiche Niveau der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes im Vergleich zum o. a. Stand der Technik zu erreichen. Die Geeignetheit hat der Anwender bzw. die Anwenderin vor Einsatz auf einer Baustelle (z. B. über Versuche oder ein Pilotprojekt) nachzuweisen. Die dort durchgeführten Maßnahmen (z. B. Menge des Wassereintrages, Bewetterung) und weitere Randbedingungen sind zu dokumentieren und für Folgemaßnahmen ebenso umzusetzen. Bei Entstehung von Staub ist dieser gemäß Gefahrstoffverordnung abzusaugen. Ein Verzicht auf eine Absaugung bedingt also die Verhinderung der Staubentstehung bzw. -ausbreitung auf Bereiche, in denen sich Beschäftigte aufhalten können. Die Wirksamkeit ist durch ein fachkundiges Messkonzept und deren Auswertung zu belegen.

Dabei sind auch neue zusätzliche Gefährdungen zu ermitteln und zu beurteilen.

## 5.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Unter Berücksichtigung der Maßnahmenhierarchie bei der Umsetzung der Schutzmaßnahmen ist es in der Regel erforderlich, technische und organisatorische Maßnahmen ergänzend miteinander zu verbinden.

Für diese Fälle sind durch den Unternehmer bzw. die Unternehmerin organisatorische Festlegungen zu treffen, damit die Beschäftigten keinen Gefahrstoffen bzw. keinen Gefahrstoffen in gefährdenden Konzentrationen ausgesetzt werden.

Wichtig ist, dass bereits bei der Planung der Baumaßnahme durch eine geeignete Organisation des Arbeitsschutzes Vorkehrungen zu treffen sind, die bei den Tätigkeiten Gefährdungen für alle Beschäftigten minimieren. Dies gilt auch

- für Beschäftigte, die indirekt von den Tätigkeiten betroffen sind und
- in einem Ereignisfall.

Organisatorische Maßnahmen können z. B. sein:

- Erstellung von Konzepten (in Abstimmung mit dem Bauherrn und weiteren Beteiligten), die einer wirksamen Organisation des Arbeitsschutzes entsprechen und auch auf spezielle Ereignisse vorbereiten (siehe [Kapitel 9 Handlungshilfen für Notfallkonzepte](#)),
- Durchführung von Lehrgängen, um Beschäftigte zusätzlich zu qualifizieren (z. B. Brandschutzbeauftragte, qualifizierte Personen zur Inaugenscheinnahme von Gerüsten),
- Regelmäßige Abstimmung mit allen beteiligten Unternehmen hinsichtlich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes (siehe § 6 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“),
- Begrenzung auf nur eine stauberzeugende bzw. dieselmotorbetreibende Bauspitze im Tunnel,
- Einplanung anderweitiger Arbeiten im Tunnel nur frischluftseitig und nur sofern sie keine zusätzlichen Emissionen in den Tunnel einbringen,
- Einsatz der Beschäftigten möglichst auf der Frischluftseite,
- Ausschaltung von Dieselmotoren im Tunnelbereich bei Stillstand/Wartezeiten,
- Einsatz von Arbeitszugloks mit Kabinenluftfilterung, wenn sich die Hauptarbeitsbereiche der Loks aus logistischen Gründen oder gefahrstoffminimierenden Erfordernissen im Abluftbereich befinden (in Kombination mit PSA, die die Tätigkeit nicht behindert und nicht zusätzliche Gefährdungen erzeugt),
- Vorhaltung von zusätzlichem Benetzungswasser an der Bauspitze.

Beispiele für Maßnahmen, die der Unternehmer bzw. die Unternehmerin ergreifen kann, um die psychische Belastung zu reduzieren, sind:

- Optimierung der Arbeitsorganisation (gute Planung und Zeitmanagement),
- Einhaltung der Arbeitszeiten und Erholungspausen,
- Rotation der Bedienenden bei Maschinen/Geräten bzw. sonstigen Tätigkeiten,
- Einführung von Ideentreffen und
- Fortbildung.

## 5.3 Persönliche Schutzmaßnahmen

### 5.3.1 Einweisung/Unterweisung

Unterweisungen sind gesetzlich vorgeschrieben und bilden eine wichtige Grundlage für sicheres und gesundes Arbeiten. Notwendigkeit, Themen, Anlässe und Wiederholungsfristen ergeben sich aus dem Regelwerk und aus der Gefährdungsbeurteilung.

Bei Gleisbauarbeiten in Tunneln sind vor Beginn der Arbeiten spezielle Einweisungen (z. B. durch das Sicherungsunternehmen) und Unterweisungen hinsichtlich der besonderen Örtlichkeiten und Gefährdungen und der speziellen örtlichen und betrieblichen Verhältnisse beim Aufenthalt im Gleisbereich erforderlich.

Dies betrifft insbesondere die Unterweisung hinsichtlich spezieller Notfallkonzepte und des damit verbundenen Verhaltens im Brandfall (z. B. Lage und Nutzung von Flucht- und Rettungswegen, Aufenthalt auf der Frischluftseite) und auch die Benutzung spezieller Ausrüstung (z. B. Lösch- und Kommunikationsmittel) inkl. praktischer Übung.

Vor der ersten Nutzung einer zur Verfügung gestellten geeigneten PSA hat eine Unterweisung in den Gebrauch zu erfolgen auf Grundlage einer Betriebsanweisung und/oder auf Basis der Bedienungsanleitung; erforderlichenfalls ebenfalls mit einer praktischen Übung (z. B. bei einem Sauerstoffseltretter). Diese Unterweisung in den Gebrauch ist regelmäßig zu wiederholen.

### 5.3.2 Persönliche Schutzausrüstung

Grundsätzlich ist persönliche Schutzausrüstung, abgesehen von der obligatorischen PSA wie Warnkleidung, S3-Schuhe und Helm, gemäß Maßnahmenhierarchie nachrangig und ergänzend zu den höherwertigen Maßnahmen (substituierend, technisch, organisatorisch) zu planen und einzusetzen. Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin hat geeignete PSA zur Verfügung zu stellen und dafür zu sorgen, dass diese bestimmungsgemäß verwendet wird. Die Beschäftigten haben die Verpflichtung, diese bestimmungsgemäß zu verwenden, solange eine Gefährdung besteht oder es durch eine Baustellenordnung vorgeschrieben wird.

Bei der Kombination unterschiedlicher PSA ist darauf zu achten, dass mögliche gegenseitige Beeinflussungen bzw. zusätzliche Gefährdungen vermieden bzw. beachtet werden.

Wenn zusätzliche besondere Gefährdungen durch Gefahrstoffe entstehen, kann z. B. die Nutzung von Schutzanzügen erforderlich werden. Dies erfolgt im Rahmen von gesonderten Festlegungen (z. B. bei Arbeit in kontaminierten Bereichen).

#### 5.3.2.1 PSA – Atemschutz

Atemschutz ist zu gebrauchen, wenn

- höherwertige Maßnahmen gemäß dem [Kapitel 5.1 Technische Schutzmaßnahmen](#) und dem [Kapitel 5.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen](#) für die konkrete Baustelle nachweislich nicht möglich sind (Dokumentation in der Gefährdungsbeurteilung erforderlich) bzw.
- das Schutzziel auch bei Anwendung aller vorrangigen Maßnahmen nicht erreicht wird bzw.
- keine Erkenntnisse zur inhalativen Exposition am Arbeitsplatz vorliegen.

Alle Beschäftigten im Tunnel einschl. der maschinenführenden/lokführenden Personen (für den Fall, dass die Maschine/das Eisenbahnfahrzeug o. ä. verlassen werden muss) haben geeigneten Atemschutz einsatzbereit mitzuführen und bei Bedarf zu gebrauchen.

Bei Auswahl und Gebrauch von geeignetem Atemschutz ist die DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ zu beachten.

Hierbei bedeutet geeignet, dass u. a. hinsichtlich Gefahrstoffbelastung, Umweltbedingungen, Schutzniveau, Gebrauchsdauerbegrenzung, Gerätetyp, Filtertyp, Anwendungsgrenzen und arbeitsmedizinischer Vorsorge eine fachkundige Vorauswahl stattfinden muss. Dies kann bis zum Gebrauch von Isoliergeräten (unabhängig von der Umgebungsatmosphäre) führen.

Bei der Auswahl des Atemschutzes ist ebenfalls zu beachten, dass in Verbindung mit dem Bahnbetrieb/Rangierbetrieb im Arbeits- und Nachbargleis individuelle Wahrnehmungseinschränkungen entstehen können.

Im Hinblick auf die Staubexposition wird der Gebrauch von Filtergeräten mit Gebläseunterstützung (mind. Schutzstufe TH2 nach DIN EN 12941) mit Partikel-/Kombinationsfilter

und Kopfschutz nach Industriehelmstandard DIN EN 397 empfohlen. Bei einer CE-Konformitätserklärung der Herstellerfirma für diesen Atemschutz kann davon ausgegangen werden, dass die normativen Forderungen hinsichtlich des Gesichtsfeldes erfüllt werden. Dennoch ist es erforderlich, dass die Festlegung des zu verwendenden Atemschutzes firmenbezogen in der Gefährdungsbeurteilung unter Einbeziehung des Betriebsarztes bzw. der Betriebsärztin erfolgt.

Bei Gebrauch von FFP2-/FFP3-Masken ist zu beachten, dass individuelle Eigenschaften des Trägers (z. B. Kopfform, Bartwuchs, Trageweise) die Schutzwirkung beeinträchtigen.

Im Hinblick auf die Exposition gegenüber Abgasen von Verbrennungsmotoren muss zwischen Abgasen von Dieselmotoren und Benzinmotoren unterschieden werden. Aus Sicht des Arbeitsschutzes sind bei Dieselaabgasen insbesondere Rußpartikel und Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und bei Benzinabgasen insbesondere Kohlenmonoxid (CO) zu beachten.

Atemschutz gegen Stockoxide bzw. CO ist für Arbeitseinsätze im Gleisbereich ungeeignet bzw. nur für Spezialfälle bedingt geeignet. Z. B. kann es trotz Ausschöpfung aller höherwertigen Maßnahmen und bei nicht sofort möglicher Unterbrechung der Tätigkeit erforderlich werden, geeigneten Atemschutz gegen Stickoxide (Nitrosegase) vorzuhalten und im Bedarfsfall zu gebrauchen. Aufgrund der Art des Atemschutzes, Nutzungsbeschränkungen und der geringen nominellen Haltezeit ist dieser Atemschutz allerdings für den dauerhaften Einsatz nur im Einzelfall und eher für den kurzzeitigen Gebrauch (z. B. das sichere Verlassen des Arbeitsbereiches) geeignet.

Bei erforderlicher Zurverfügungstellung eines Sauerstoff-Selbstretters (SSR) ist dieser mit sich zu führen bzw. in direkter Zugriffsmöglichkeit am Arbeitsplatz griffbereit zu lagern.

### 5.3.2.2 PSA – Gehörschutz

Für Beschäftigte im Gleisbau ist aufgrund lärm erzeugender Arbeitsverfahren bzw. lauter Arbeitsumgebungen in der Regel Gehörschutz erforderlich.

Für die Auswahl und den Gebrauch von Gehörschützern wird auf die DGUV Regel 112-194 „Benutzung von Gehörschutz“ verwiesen. Im Gleisbereich muss – in Abhängigkeit der gewählten Sicherungsmaßnahmen gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb – sichergestellt sein, dass akustische Warnsignale wahrgenommen werden. Dahingehend geeignete Gehörschützer sind mit der sogenannten „S-Kennzeichnung“ (S – Signalthören im Gleisoberbau) versehen.

Mit Hilfe des [Gehörschützer-Auswahlprogramms](#)<sup>2</sup> des IFA kann geeigneter Gehörschutz ausgewählt werden.



QR Code Gehörschützer-Auswahlprogramm

Ebenso kann der Anhang der DGUV Regel 112-194 als Informationsquelle genutzt werden. Steht kein geeigneter Gehörschutz mit S-Kennzeichnung zur Verfügung, kann das Unternehmen über normierte Hörproben entsprechend DIN EN ISO 7731 einen geeigneten Gehörschutz finden, der die Anforderungen (u. a. sicheres Wahrnehmen akustischer Warnsignale der Sicherung gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb) erfüllt.

Gehörschutz mit elektronischen Zusatzfunktionen (u. a. pegelabhängige Schalldämmung, Kommunikationseinrichtungen, zusätzliche Audioquellen) sind derzeit für den Gleisbereich, mit der Anforderung der Sicherstellung der Wahrnehmung eines akustischen Warnsignals als Sicherung vor Gefahren aus dem Bahnbetrieb, nicht bzw. nur sehr bedingt geeignet.

Im Fall der Sicherung gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb ist in jedem Fall vor Aufnahme der Tätigkeit eine Wahrnehmbarkeitsprobe unter ungünstigsten Bedingungen gemäß DGUV Vorschrift 77 bzw. 78 erforderlich.

2 [www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-laerm/gehoerschutz/software-gehoerschutz-auswahlprogramm/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-laerm/gehoerschutz/software-gehoerschutz-auswahlprogramm/index.jsp)

### 5.3.3 Qualifikation

Unter Berücksichtigung der besonderen Arbeitsbedingungen in Tunneln kann es zusätzlich zu den bereits beschriebenen Qualifikationen (z. B. Brandschutzbeauftragter, qualifizierte Person) förderlich bzw. erforderlich sein, Beschäftigte mit weiteren Qualifikationen auszustatten.

Dies kann z. B. sein,

- alle Beschäftigten in Tunneln als Ersthelfer bzw. Ersthelferin auszubilden,
- alle Beschäftigten bzw. einzelne Beschäftigte als Brandschutzhelfer bzw. Brandschutzhelferin auszubilden.

Die Personen sollten nach erfolgreicher Qualifizierung durch den Unternehmer bzw. die Unternehmerin schriftlich beauftragt bzw. ernannt und im Unternehmen bekanntgegeben werden, um den Personen und allen Beschäftigten diese wichtigen Aufgaben bewusst zu machen.

# 6 Messungen

## 6.1 Allgemeines

Messungen werden mit unterschiedlichen Messzielen durchgeführt. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die einzelnen, vorab zu erstellenden Messkonzepte. Diese berücksichtigen u. a. das oder die Messverfahren, die Fachkunde der Messenden und Auswertenden, die Durchführung, Auswertung und Bewertung sowie ggfs. die Reaktion und die Dokumentation. Im [Anhang 3 Flussdiagramme für Messungen](#) sind Flussdiagramme zu den Messungen abgebildet.

## 6.2 Messziele und Anforderungen

### 6.2.1 Vorermittlung

Im Rahmen der Ermittlung der inhalativen Exposition von Beschäftigten auf Baustellen sind alle auf der Baustelle relevanten Gefahrstoffe zu ermitteln (siehe auch [Kapitel 4.1 Grundlagenermittlung](#)). Je nach Arbeitsverfahren und örtlichen Besonderheiten können (z. B. auf Grundlage der Historie oder vorgefundenen Ablagerungen) auch Vorermittlungen über die „üblichen“ zu erwartenden Gefahrstoffe erforderlich werden.

Bei der Bearbeitung von Gleisschotter ist von der Freisetzung von Staub und Quarz auszugehen. Je nach Schottermaterial ist zudem eine Freisetzung von Asbestfasern zu berücksichtigen. Materialuntersuchungen können ggfs. auf weitere Gefahrstoffe hinweisen, die bei der Gefährdungsbeurteilung zusätzlich zu berücksichtigen sind.

Beim Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen ist eine Exposition insbesondere gegenüber Stickoxiden und Dieselmotoremissionen (Partikel aus elementarem Kohlenstoff) gemäß TRGS 554 zu erwarten. Je nach Wartungsstatus der Maschinen ist auch eine erhöhte Emission von Kohlenstoffmonoxid und/oder Kohlenstoffdioxid nicht auszuschließen. Dagegen steht bei benzinbetriebenen Maschinen die Emission von Kohlenstoffmonoxid im Fokus.

### 6.2.2 Arbeitsplatzmessungen

Zur Überprüfung, ob die gewählten Schutzmaßnahmen ausreichend sind, sind zu Beginn der Arbeiten Arbeitsplatzmessungen gemäß den Anforderungen der TRGS 402 durch eine geeignete Messstelle unter Anwendung geeigneter oder bedingt geeigneter Messverfahren ([AGS-Liste geeigneter Messverfahren](#)<sup>3)</sup>) für die A-Staubkonzentration, E-Staubkonzentration, Quarz und ggfs. weitere, in der Vorermittlung ermittelten Stoffe, durchzuführen.



QR Code AGS-Liste geeigneter Messverfahren

Dabei wird überprüft, ob die jeweiligen Beurteilungsmaßstäbe bezogen auf die Arbeitsschicht und auf auftretende Konzentrationsspitzen eingehalten werden.

Die Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen werden für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung herangezogen.

In der TRGS 402 wird dabei gefordert, dass an den verschiedenen Arbeitsplätzen die Exposition gegenüber den Gefahrstoffen über die Schicht bzw. repräsentativ für die Schicht ermittelt wird.

Das bedeutet, dass die inhalative Exposition jeweils nur rückwirkend ermittelt werden kann. Die Ermittlung erfolgt dabei vorrangig personengetragen. Stationäre personenbezogene Probenahmen in direkter Nähe der Beschäftigten, z. B. an einem Bedienstand, an dem sich die Beschäftigten dauerhaft aufhalten, sind möglich. Dies ist aber im Einzelfall zu begründen. Die Messorte werden von der fachkundigen Messstelle in Absprache mit den Bauausführenden festgelegt.

Mit Hilfe dieser Arbeitsplatzmessungen und aus Erkenntnissen aus früheren Arbeitsplatzmessungen und nichtmess-technischen Methoden (z. B. Erkenntnisse aus Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU)) können Hinweise zu den zu erwartenden

3 [www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/Messverfahren.html](http://www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/Messverfahren.html)

Gefahrstoffen und der zu erwartenden Gefahrstoffexposition abgeleitet werden.

Die Einordnung der Arbeitsplatzmessung ist dem Diagramm im [Anhang 3.1 Partikelförmige Schadstoffe A-Staub, E-Staub, Quarz, DME](#) zu entnehmen.

### 6.2.3 Überwachung

Sollen Schutzmaßnahmen mit Hilfe von Messungen unter Einsatz von Warngeräten ausgelöst werden, so ist vorab das Maßnahmenkonzept festzulegen. Dies gilt für – zeitlich begrenzte – erhöhte Exposition gegenüber den gasförmigen Emissionen von Motoren (insbesondere Stickoxide und Kohlenstoffmonoxid), die dauerhaft kontinuierlich zu überwachen sind. Das Maßnahmenkonzept umfasst die Auswahl geeigneter Mess- oder Warngeräte, die Festlegung von Alarmschwellen, die Auswahl geeigneter Prüfgase, die Auswahl der Messorte, die Festlegung zu unterweisender bzw. qualifizierender Beschäftigter sowie die als Reaktion auf die Alarmschwellen auszulösenden Schutzmaßnahmen. Die Anforderungen an das Personal und die Messeinrichtungen sind in der DGUV Information 213-056 und der DIN EN 45544 beschrieben.

Die Alarmschwellen müssen baustellenspezifisch so eingestellt werden, dass bei deren Überschreitung die festgelegten Schutzmaßnahmen rechtzeitig wirksam werden können, bevor eine schädigende Einwirkung auf die Beschäftigten auftreten kann. Die Höhe der Alarmschwellen richtet sich nach der Höhe der Beurteilungsmaßstäbe sowie der Wirksamkeit und Verzögerung der auszulösenden Maßnahmen.

Mit Hilfe von Prüfgasen ist dabei arbeitstäglich eine Funktionskontrolle der eingesetzten Warngeräte durchzuführen, bei der die Auslösung des Alarms geprüft wird.

Die Beschäftigten sind im Hinblick auf die Anwendung und Überprüfung der Warngeräte und der zu erfolgenden Maßnahmen bei Auslösung des Alarms zu unterweisen.

Eine Überwachung der Exposition gegenüber Partikeln (z. B. A-Staub, E-Staub, Quarz) ist mit direktanzeigenden Geräten derzeit nicht möglich, da die entsprechenden Messgeräte nur die Partikelanzahl ermitteln und dabei abhängig von Form, Farbe und Dichte der Partikel keinen

direkten Bezug zu den auf eine Masse bezogenen Beurteilungsmaßstäben ermöglichen. Zudem ist eine Kontrolle der Alarmschwellen an die Überprüfung mit einem Prüfstaub-Luftgemisch gebunden. Entsprechende Einrichtungen stehen derzeit nicht zur Verfügung.

Der Ablauf der Überwachung ist dem Diagramm im [Anhang 3.2 Gasförmige Schadstoffe CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>](#) zu entnehmen.

### 6.2.4 Befundsicherung

In regelmäßigen Abständen ist zu überprüfen, ob der abgeleitete Befund der Gefährdungsbeurteilung unverändert gültig ist. Diese Befundsicherung (= Arbeitsplatzmessungen unter den im Befund festgelegten Bedingungen) erfolgt im Rahmen der Wirksamkeitskontrolle mithilfe von Kontrollmessungen oder der Messung technischer Parameter. Die Häufigkeit und zeitlichen Abstände sind unter anderem abhängig von der Änderung relevanter Randbedingungen.

Z. B. kann bei konventionellen bzw. wiederkehrenden Arbeiten der Instandhaltung diese Befundsicherung ein wirksames Werkzeug zur Überprüfung und Steuerung der Schutzmaßnahmen sein.

Bei lediglich – verhältnismäßig – kurzen Aufenthalten in Bahntunneln, z. B. beim Einsatz von Fließbandtechnik in kurzen Tunneln, sind Arbeitsplatzmessungen unter den im Befund festgelegten Bedingungen hier üblicherweise nicht hilfreich.

Stattdessen bietet es sich an, zur Überprüfung der Wirksamkeit der eingesetzten Schutzmaßnahmen – insbesondere im Hinblick auf die Staubexposition – relative Änderungen im zeitlichen Verlauf kontinuierlich mit Hilfe von Staubfotometern (= direktanzeigende Staub-„Mess“-Geräte) unter Berücksichtigung der DIN 33899 zu kontrollieren. Eine quantitative Bestimmung ist hier nicht erforderlich. Als relevanter Größenbereich der Partikel ist der A-Staub gemäß DIN EN 481 heranzuziehen.

Mithilfe von parallel erfolgenden Probenahmen und Messungen mit den Staubfotometern ist eine grobe, qualitative Einschätzung der A-Staubkonzentration möglich.

Eine Abschätzung der Konzentration von Quarz im A-Staub ist aufgrund des wechselnden Gehalts im Material und dem Einfluss der Materialbearbeitung auf die Freisetzung des Quarzes nur sehr eingeschränkt möglich.

Die Einordnung der Befundsicherung ist dem Diagramm im [Anhang 3.1 Partikelförmige Schadstoffe A-Staub, E-Staub, Quarz, DME](#) zu entnehmen.

# 7 Einsatz von Baumaschinen und Fahrzeugen im Tunnel

## 7.1 Vorgaben zur Planung und Ausführung

Bei Planung und Einsatz von Baumaschinen, straßenzugelassenen (Zweiwege-)Fahrzeugen und schienengebundenen Fahrzeugen sind die Vorgaben entsprechend [Kapitel 5.1 Technische Schutzmaßnahmen](#) und [Kapitel 5.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen](#) umzusetzen.

Im Anhang 1 der TRGS 554 (Stand Januar 2019) ist unter Punkt 3.4 eine Handlungsempfehlung für den Einsatz von Gleisbaumaschinen in Bahntunneln angeführt. Diese wird nachfolgend im Original wiedergegeben:

„3.4 Gleisbauarbeiten in fertiggestellten Tunnelbauwerken

(1) Gleisbauarbeiten in fertiggestellten Tunnelbauwerken im Sinne dieser TRGS sind Arbeiten zur Herstellung oder Instandhaltung des Gleisoberbaues, unabhängig von der Art des Oberbaues (Schotteroberbau oder feste Fahrbahn) und der eingesetzten Maschinenteknik.

(2) Werden dieselbetriebene Maschinen oder Eisenbahnfahrzeuge bei Gleisbauarbeiten in fertiggestellten Tunnelbauwerken eingesetzt, müssen diese mit einem gemäß Nummer 4.2.3 dieser TRGS zertifizierten DPF ausgerüstet sein. Dieses gilt auch für den Einsatz von Maschinen oder Eisenbahnfahrzeugen deren Dieselmotoren eine Nennleistung > 560kW aufweisen.

(3) Wenn der Nachweis erbracht wird, dass der AGW für Dieselrußpartikel eingehalten wird, dürfen dieselbetriebene Maschinen und Eisenbahnfahrzeuge mit der Abgasstufe IV ohne DPF betrieben werden. Kommen Zweiwegefahrzeuge mit Straßenzulassung zum Einsatz, kann bei Motoren ab der Abgasstufe EURO fünf auf weitere Maßnahmen zur Abgasnachbehandlung verzichtet werden.

(4) Zur Einhaltung der AGW der gasförmigen Komponenten der Abgase von Dieselmotoren (insbesondere NO und NO<sub>2</sub>) ist eine technische Belüftung erforderlich. Für die Bemessung ist ein rechnerischer Nachweis zu führen. Dabei sind die nachfolgenden Vorgaben zu berücksichtigen:

1. Die Belüftungsrichtung sollte so geplant werden, dass sich die Dieselmotoren (z. B. Arbeitszugloks und Maschinen) abluftseitig vom Hauptarbeitsbereich befinden.
2. Für die Ermittlung der Belüftungsleistung ist für die gemäß Bauablaufplanung maximal gleichzeitig im Tunnel eingesetzte Dieselmotorleistung eine Luftmenge von 4 m<sup>3</sup>/min je eingesetztem kW zuzuführen.
3. Bei nicht gesperrtem Nachbargleis ist eine mittlere Luftgeschwindigkeit von mindestens 1,1 m/s erforderlich, um zu verhindern, dass die technische Belüftung durch die Zugfahrten in wechselnder Richtung zum Erliegen kommt.

Nähere Angaben zur Ausschreibung der Bewetterung für den Schienenwechsel in den SFS-Tunneln der DB InfraGO AG können den [Hinweisen](#)<sup>4</sup> entnommen werden.



QR Code Hinweise zur Ausschreibung der Bewetterung für den Schienenwechsel in den SFS-Tunneln der DB InfraGO AG

Bei Einhaltung der Technischen Regeln bzw. der Handlungsempfehlung des o. g. Anhangs der TRGS 554 kann der Unternehmer bzw. die Unternehmerin davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der GefStoffV hinsichtlich der Abgase von Verbrennungsmotoren erfüllt sind. Wird eine andere Lösung gewählt, müssen damit die gleiche Sicherheit und der gleiche Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreicht werden.

Zur Vermeidung bzw. Verminderung von Expositionen gegenüber Abgasen von Dieselmotoren ist ebenfalls zu prüfen, ob es bei längeren Pausen (ab ca. 10 Minuten) technisch und betrieblich möglich ist, die Antriebsmotoren der Fahrzeuge bei Arbeitszügen, mobilen Bewetterungsanlagen etc. auszuschalten.

Die Maßnahmen hinsichtlich der Reduzierung/Verhinderung von Staub-Emissionen werden im nachfolgenden Kapitel behandelt.

4 [www.dguv.de/medien/fb-bauwesen/sachgebiete/gleisbauarbeiten/gefahrstoffe/bewetterung\\_tunnel.pdf](http://www.dguv.de/medien/fb-bauwesen/sachgebiete/gleisbauarbeiten/gefahrstoffe/bewetterung_tunnel.pdf)

## 7.2 Baumaschinentechnik

### 7.2.1 Bettungsreinigungsmaschinen

Die erforderlichen und nach dem Stand der Technik möglichen Maßnahmen bei der Bettungsreinigungsmaschine wurden bereits im [Kapitel 5.1.1 Antriebstechnik, Abgasnachbehandlung und weitere technische Komponenten](#) und im [Kapitel 5.1.4 Gesamtmaßnahmenpaket aus Einhausung, Entstaubung und Benetzung](#) erläutert.

Eine evtl. vorhandene, werksseitig installierte Benetzungsanlage im Bereich der Räumkette der Bettungsreinigungsmaschine erfüllt erfahrungsgemäß nicht die Anforderungen zur ausreichenden Staubreduktion und sollte lediglich als ergänzende lokale Maßnahme anzusehen sein.

Bei der Darstellung des Standes der Technik hinsichtlich der Modifikation der Gleisbautechnik sind allein die Maßnahmen des Gesundheitsschutzes bei der Verwendung (= Arbeitsmodus) bewertet worden. Weiterhin sind eisenbahnbetriebliche und zulassungstechnische Vorgaben bei Fahrten (über Betriebs- und gesperrte (Bau-)Gleise), u. a. hinsichtlich der Fahrzeugumgrenzungen, Interaktionen mit bahntechnischen Ausrüstungen und Transportsicherungen sowie der Einfluss der zusätzlichen Ausrüstung im Arbeitsmodus auf mögliche/erforderliche Fahrten in Nachbargleisen (z. B. in Abhängigkeit des Gleisabstandes) zu beachten.

Beim Einsatz von Einhausungen ist zu beachten, dass diese nicht durch Sog oder Druck von Fahrten in Nachbar- bzw. benachbarten Gleisen beschädigt werden dürfen. Außerdem dürfen die Einhausungen nicht die Wahrnehmung der maschineneigenen Warnanlage (akustische Warnung und optische Erinnerung) beeinträchtigen, sollte diese als Bestandteil der Sicherung gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb eingesetzt werden.

### 7.2.2 Stopfmaschine und Schotterpflug

Aufgrund der Staubentstehung bei den Stopf- und Profilierarbeiten sollten vorrangig Maschinen eingesetzt werden, bei denen während des Arbeitsvorgangs keine Fenster bzw. Türen geöffnet sein müssen und auch nicht geöffnet werden. Die Arbeitseinrichtungen müssen dann aus der Kabine heraus bei geschlossenen Fenstern vollständig

einsehbar und bedienbar sein. Die Einsehbarkeit durch Kamera-Monitor-Systeme muss auch in staubintensiven Bereichen über die Schichtdauer sichergestellt sein.

Da die Kabinenfilter nicht gegen Gase (z. B. Abgase von Dieselmotoren) wirksam sind und die Belüftung der Kabinen mit Tunnelluft erfolgt, ist eine hinreichende Bewetterung zur Schadgasverdünnung unabdingbar, wenn gemäß TRGS 554 gearbeitet wird bzw. die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass u. a. aufgrund der Expositionszeit und der zu erwartenden Konzentrationen der Abgase mit Überschreitungen der Beurteilungsmaßstäbe gerechnet werden muss.

Die Versorgung der Kabinen mit Luft erfolgt dabei über die Klimaanlage bzw. über gesonderte Lufteinlässe, wenn die Klimaanlage im Umluftbetrieb betrieben werden. Die Filter der Luftzufuhr müssen bei Ansatz dieser Schutzmaßnahme den Anforderungen gemäß DIN EN 14033-3 genügen.

Auf eine regelmäßige Wartung der Filteranlage ist zu achten.

In diesem Fall kann – in Verbindung mit den vorgesehenen Staubreduktionsmaßnahmen und geschlossenen Fenstern/Türen – nachzeitigem Kenntnisstand davon ausgegangen werden, dass die Beurteilungsmaßstäbe hinsichtlich A- und E-Staub sowie Quarz eingehalten werden.

Wenn Stopfmaschine als auch Schotterpflug mit entsprechenden Staubfiltern und technischen Möglichkeiten der Arbeitsbereichsbeobachtung ausgestattet sind sowie die organisatorischen Vorgaben eingehalten werden (z. B. geschlossene Türen und Fenster, Bewetterungsrichtung, Arbeitsablauf, Aufenthaltsverbot im Tunnel für Personen außerhalb der Kabinen – dies bedeutet auch die organisatorische Trennung der Vor-/Nachmessarbeiten vom Maschineneinsatz), kann bei der Durcharbeitung auf eine Benetzung des Gleisschotters verzichtet werden, da keine Exposition der Beschäftigten gegenüber dem Staub erfolgt.

Beim Einsatz des Schotterpfluges ist davon auszugehen, dass bei geöffnetem Fenster die Beurteilungsmaßstäbe in der Arbeitskabinen nicht eingehalten werden.

Bei Maschinen, deren Arbeitskabinen sich dauerhaft zuluftseitig der staubemittierenden Bauspitze befindet, kann das Fenster zur Beobachtung des Arbeitsvorgangs geöffnet werden. Dies gilt nicht bei mehrfachem Vor- und

Zurücksetzen (z. B. Schotterpflug), da sich die Maschine dabei in der selbst erzeugten Staubwolke befindet.

Der Einsatz von Anlagen zur Atemluftversorgung analog DGV Information 201-004 „Fahrerkabinen mit Anlagen zur Atemluftversorgung auf selbstfahrenden Arbeitsmaschinen bei Bauarbeiten“ ist bei der derzeitigen Generation von Stopftechnik bzw. Schotterpflug nicht praxisrelevant.

Zur Beseitigung von Maschinenstörungen ist die Arbeitseinstellung der zuluftseitigen Maschine erforderlich, wenn durch diese Gefährdungen der Beschäftigten an der defekten Maschine entstehen.

Stopfmaschine und Schotterpflug gelten gemäß dieser DGV Information bei gemeinsamem Einsatz **und** Bewetterungsrichtung entgegen der Arbeitsrichtung als eine Bauspitze, ansonsten als 2 Bauspitzen. Während der Arbeiten von Stopfmaschine und Schotterpflug und deren Zusammenhangsarbeiten sind aufgrund der Emissionen abluftseitig keine anderen Arbeiten im Tunnel zulässig. Zuluftseitig darf nur dann gearbeitet werden, wenn die Arbeiten emissionsfrei durchgeführt werden (siehe auch [Kapitel 5.1.2.2 Bewetterungsrichtung](#)).

Für die weiteren Beschäftigten, die sich aufgrund der Arbeiten im Tunnel aufhalten müssen, sind organisatorische Maßnahmen festzulegen und durchzuführen, z. B. dass sich diese Beschäftigten im Zuluftbereich aufhalten bzw. eine Wartezeit einhalten, um die staubbelastete Tunneluft durch die Bewetterung abtransportieren zu lassen. Dies betrifft insbesondere die Fachdienste (z. B. Leit- und Sicherungstechnik), Vor- und Nachmessarbeiten und eventuelle Planiertrupps.

Bei längeren Arbeiten in Tunneln kann es erforderlich werden, die Arbeit in zeitlichen Abständen zu unterbrechen, die Dieselmotoren abzustellen und Lüftungspausen durchzuführen.

Herstellerseitig installierte Staubniedernebelungsanlagen des Schotterpfluges erfüllen erfahrungsgemäß nicht die Anforderungen zur ausreichenden Staubreduktion und sollten lediglich als ergänzende lokale Maßnahme anzusehen sein.

Der Einsatz von anderen Staubreduktionsmaßnahmen bleibt davon unberührt, wenn Wirksamkeit,

Umweltverträglichkeit und Arbeitsergebnis gleichwertig sind und vor dem Einsatz nachgewiesen wurden.

Hinsichtlich evtl. zusätzlich entstehender Gefährdungen ist eine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.

### 7.2.3 Umbauzug

Eine Benetzung des Schotterbettes bis zum Ablageplanum der Neuschwellen sollte in jedem Fall erfolgen.

Aufgrund des geringeren Umfangs der Schotterbewegung und der mechanischen Beanspruchung des Gleisschotters bei Herstellung des Verlegeplanums ohne Aushubkette fallen die Belastungen aus Staubemissionen bei Einsatz des Umbauzuges geringer aus. Wird das Verlegeplanum mit einer Räumkette hergestellt, sind in der Regel auch hier zusätzliche Maßnahmen wie Einhausungen etc. erforderlich. Die Belastung aus Abgasen von Dieselmotoren ist vergleichbar mit einer Bettungsreinigungsmaschine.

### 7.2.4 Kombination aus Bettungsreinigungsmaschine und Umbauzug

Hier sind aufgrund der in einer Maschine kombinierten Arbeitsgänge verschiedene Arbeitsmodi möglich. Durch angepasste Konfigurationen der Aushubkette(n), Schwellenwechseleinrichtungen und Siebanlagen sowie der möglichen Material-/Abraumwagen vor und/oder hinter der Kernmaschine sind mehrere staubemittierende Stellen vorhanden. Das Maßnahmenpaket sollte hier vergleichbar zur Bettungsreinigungsmaschine angewandt werden. Dabei macht es nach derzeitigem Kenntnisstand keinen Unterschied, ob im Umbau-, Bettungsreinigungs- oder kombinierten Arbeitsmodus gearbeitet wird.

Aufgrund der Menge der eingebrachten Diesel-kW ist durch Bewertungen, die mittels eines Messkonzeptes überprüft werden müssen, festzustellen, ob unter Berücksichtigung der Vorgaben zur Gleichzeitigkeit des Mengenansatzes an Diesel-kW die Abgase der Dieselmotoren sicher abgeführt werden.

Es ist ebenfalls je nach Einsatzkonfiguration zu prüfen, ob eine Bewetterungsrichtung mit oder entgegen der Arbeitsrichtung die Exposition der Beschäftigten verringert.

### 7.2.5 Bagger, Radlader, Planieraupe etc.

Es sollten nur Baumaschinen (Bagger, Radlader, Planieraupe etc.) ablufseitig eingesetzt werden, die hinsichtlich Ausstattung und Betrieb den Anforderungen der DGUV Information 201-004 „Fahrerkabinen mit Anlagen zur Atemluftversorgung auf selbstfahrenden Arbeitsmaschinen bei Bauarbeiten“ entsprechen.

Dies gilt, bis die auf Arbeitsplatzmessungen entsprechend [Kapitel 6 Messungen](#) basierende Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass die Beurteilungsmaßstäbe eingehalten werden.

Für das Verlassen der Baumaschine im Abluftbereich des Tunnels ist in der Kabine entsprechende persönliche Schutzausrüstung (Atemschutz) vorzuhalten und beim Verlassen erforderlichenfalls zu benutzen.

### 7.2.6 Weitere Maschinentechnik

Bei weiterer, nicht genannter Maschinentechnik wie Eisenbahn-Drehkränen, Langschieneneinheiten etc. ist sinngemäß zu verfahren.

## 8 Arbeitsverfahren

### 8.1 Instandhaltungsmaßnahmen

#### 8.1.1 Einsatz von Instandhaltungstechnik

Bei der Instandhaltung mit Großmaschinenteknik werden in der Regel Arbeiten mit schnellem Arbeitsfortschritt durchgeführt.

Beispiele für Arbeiten mit schnellem Arbeitsfortschritt sind:

- Maschinelle Durcharbeitung/Profilierung mit Stopfmaschine und Schnellschotterpflug,
- Einbringen von geringen Mengen Ergänzungsschotter im Rahmen der Durcharbeitung,
- Einsatz von Fräs-/Schleiftechnik,
- Spülung der Tunnel-Tiefenentwässerung,
- Arbeiten an Oberleitungsanlagen,
- Einsatz von ZWB und vergleichbaren kleineren Gleisbaumaschinen.

Bei Arbeiten mit schnellem Arbeitsfortschritt kann es ausreichend sein, eine fachkundig geplante, mobile Bewetterung einzusetzen. Entscheidungsgrundlage für deren Einsatz ist eine baustellenbezogene, auf Messerkenntnissen entsprechend [Kapitel 6 Messungen](#) basierende Gefährdungsbeurteilung.

Bei großen Tunnelquerschnitten und – bezogen auf die Arbeitsgeschwindigkeit – kurzen Tunnellängen kann die Gefährdungsbeurteilung ergeben, dass Bewetterungsmaßnahmen für Arbeiten in Tunneln nicht notwendig bzw. nur in reduzierter Form notwendig sind. Dazu ist in jedem Fall ebenfalls eine Einzelfallbetrachtung auf Grundlage hinreichender Messerkenntnisse entsprechend [Kapitel 6 Messungen](#) erforderlich.

Beispielhaft sei hier ein Tunnel mit folgenden Eigenschaften und Arbeiten genannt:

- Tunnelquerschnitt ca. 85 m<sup>2</sup>,
- Tunnellänge 150 m,
- Aufenthaltsdauer während der Schicht im Tunnel unter 30 Minuten ohne weitere Exposition der Beschäftigten gegenüber Abgasen von Dieselmotoren bzw. Staub,
- Zusammenhangsarbeiten in zeitlich ausreichendem Zeitabstand.

Nähere Informationen zum Verzicht auf Bewetterung können [Kapitel 5.1.2.7 Verzicht auf Bewetterung](#) entnommen werden.

Bei sich ständig ändernden Tunnel-Querschnitten und unter Beachtung sonstiger Randbedingungen (Gleisgeometrie, seitliche Öffnungen, Bahnhöfe etc.) – z. B. in Stadtbahntunneln – kann im Gegensatz zum Verzicht der Einsatz mobiler Lüfter vor **und** hinter der Arbeitstechnik praktikabel und notwendig sein.

Der Abtransport der Abluft in die Umgebung (insbesondere im urbanen Bereich) ist ebenfalls zu betrachten, wenn die Abluft ganz oder teilweise über die Bahnhöfe bzw. in die Umgebung abgeführt wird.

#### Einsatz von Stopf-/Profiliertechnik

Empfohlen wird die Bewetterungsrichtung entgegen der Arbeitsrichtung und eine organisatorische Trennung der Vor-/Nachmessarbeiten vom Maschineneinsatz. Finden diese Messarbeiten im Verbund mit dem Maschineneinsatz statt, hat das abluftseitig eingesetzte Messpersonal Atemschutz gegen Staub entsprechend [Kapitel 5.3.2.1 PSA – Atemschutz](#) zu gebrauchen, bis Messungen nach [Kapitel 6 Messungen](#) ergeben haben, dass die Beurteilungsmaßstäbe eingehalten werden.

#### Einsatz von Fräs-/Schleiftechnik

Vor Einsatz der Maschinenteknik sollte geprüft werden, ob eine Benetzung des Arbeitsgleises notwendig ist. Diese ist ggf. vor Beginn der Arbeiten durchzuführen, um der Brandgefahr, unnötigen Aufwirbelungen von Staub und der Freisetzung weiterer Gefahrstoffe (beispielsweise PAK aus Holzschwellen) entgegenzuwirken.

Empfohlen wird die Bewetterungsrichtung gleich der Arbeitsrichtung. Das nachmessende Personal außerhalb der Maschine befindet sich dadurch im Frischluftbereich.

Eventuell an den Schienen anhaftende Schmiermittel sollten organisatorisch getrennt vom Maschineneinsatz im entsprechenden Tunnelbereich entfernt werden. Ein Aufenthalt im Abluftbereich sollte grundsätzlich vermieden werden. Ist dieser erforderlich, können zusätzliche Maßnahmen (wie z. B. Atemschutz, auch gegen Stickoxide) erforderlich werden.

Für die Wirksamkeit der Empfehlungen wird davon ausgegangen, dass bei Einsatz der Fräs-/Schleiftechnik keine planmäßigen Schotterbewegungen im Tunnelbereich stattfinden. Das eventuelle Entstehen von PAK-Belastungen (partikel- als auch gasförmig) durch Aufwirbeln von Staub und Erhitzen der Schwellen ist ebenfalls zu betrachten.

### High Speed Grinding

Wenn die Arbeitsgeschwindigkeit ca. 80 km/h beträgt und die Kabinenfenster im Tunnelbereich geschlossen gehalten werden, so ist der Einsatz von zusätzlichen Maßnahmen für Arbeiten im Tunnel vom Ergebnis der firmen- und maschinenspezifischen Gefährdungsbeurteilung (basierend auf Messerkenntnissen entsprechend [Kapitel 6 Messungen](#)) abhängig. Dies gilt nicht, wenn anderweitige Arbeiten im Tunnel stattfinden.

### Spülen der Tiefenentwässerung (TE) im Tunnel

Vereinfacht sollte bei der Durchführung der TE-Spülung im Tunnel mindestens eine mobile Bewetterung auf Grundlage einer fallbezogenen Dimensionierung und Bewetterungsrichtung in Abhängigkeit der tatsächlich eingebrachten Dieselmotorleistungen, der Anordnung und möglichen Motorabschaltung der Fahrzeuge und der Verweildauer der Beschäftigten eingesetzt werden.

### Reinigungsarbeiten an der Oberleitungsanlage

Um auf technische Bewetterungsmaßnahmen verzichten zu können, ist in Abhängigkeit der eingesetzten Technik und der Tunnelgeometrie eine baustellenbezogene Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Es sind Messerkenntnisse zur Belastung durch Exposition mit Abgasen von Dieselmotoren und Staub am Arbeitsplatz notwendig. Der Einsatz von persönlicher Schutzausrüstung (Atemschutz) als alleinige Maßnahme ist nicht zielführend, sondern sollte lediglich ergänzend erfolgen.

Eine Ausrüstung mit Abgasnachbehandlungssystemen nach TRGS 554 ist obligatorisch. Eine alternative, emissionsfreie bzw. emissionsarme Antriebstechnik während der Arbeiten im Tunnel ist gemäß Gefahrstoffrecht zu prüfen und vorrangig einzusetzen.

### Einsatz von weiteren Gleisbaumaschinen

Sind Fahrzeuge mit einem Hybridantrieb ausgestattet, ist im Tunnel auf den Elektromotor umzuschalten. Ein Aufladen des Akkumulators durch Zuschaltung des Verbrennungsmotors ist im Tunnel zu vermeiden. Wird der Verbrennungsmotor auch nur kurzzeitig eingesetzt, so sind die Schutzmaßnahmen entsprechend den vorherigen Kapiteln umzusetzen, bis Messungen nach [Kapitel 6 Messungen](#) ergeben, dass die Beurteilungsmaßstäbe eingehalten werden.

## 8.1.2 Planbare/nicht planbare Arbeiten der Instandhaltung

Es wird in geplante, aber auch kurzfristig notwendige Arbeiten aufgrund von Störungen/Schadensfällen unterschieden. Notfallmaßnahmen aufgrund größerer Havarien/Unfälle werden hier nicht betrachtet. Die Bahnbetreibenden haben für die Tunnel ihrer Infrastruktur entsprechende betriebliche Notfallkonzepte zu erstellen und die entsprechende Technik vorzuhalten.

Kurzfristig nicht planbare Arbeiten bedeuten in keinem Fall, ohne Schutzmaßnahmen nach Maßnahmenhierarchie zu arbeiten. Weitsichtige Instandhaltungskonzepte sollten solche Situationen berücksichtigen.

Für Instandhaltungsarbeiten sollten daher in jedem Fall im Vorfeld Standard-Vorgehensweisen und Standard-Konzepte (Bewetterungs-, Rettungs-, Beleuchtungskonzepte etc.) tunnelspezifisch definiert werden. Grundlage ist eine fachkundige Gefährdungsbeurteilung

- unter Berücksichtigung des Maschinen-/Fahrzeugeinsatzes (z. B. in den Tunnel eingebrachte Dieselmotorleistungen),
- des Arbeitsverfahrens,
- einer notwendigen Schotterbewegung (und dann in welchem Umfang) und
- der zu erwartenden Höhe und Dauer der Exposition der Beschäftigten (basierend auf Messerkenntnissen nach [Kapitel 6 Messungen](#)).

Bei Ausführung der Arbeiten durch betreiberfremde Unternehmen sind die Maßnahmen hinsichtlich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz zwischen den ausführenden Unternehmen und den Bahnbetreibenden abzustimmen.

Hier ist ebenfalls zu betrachten, ob die Notfallkonzepte der Bahnbetreibenden während der Instandhaltungsarbeiten (auch unter Berücksichtigung von Betriebsruhen) weiterhin ihre Gültigkeit besitzen oder gesonderte Festlegungen zu treffen sind.

Die Wiederherstellung der Befahrbarkeit von Tunnelgleisen nach Havarien ist in der Regel kein Notfalleinsatz. Es ist eine Gefährdungsbeurteilung nach Maßnahmenhierarchie unter Berücksichtigung der o. a. Kriterien erforderlich.

Aufgrund der unterschiedlichen Randbedingungen (u. a. Tunnelgeometrie, erforderlicher Technik-/Personaleinsatz) können keine Hinweise für den Einzelfall erfolgen.

Für den Fall „Schienenwechsel in SFS-Tunneln der DB Netz AG“ mit fester Fahrbahn wurde durch das DGUV Sachgebiet „Arbeiten und Sicherungsmaßnahmen im Bereich von Gleisen“ eine Handlungsanleitung verfasst und veröffentlicht. Diese gilt für den speziellen Anwendungsfall.

In Stadtbahntunneln mit deren Besonderheiten (u. a. ständig wechselnde Querschnitte, Bahnhöfe, Notausstiege, Zugang zur Elektroversorgung, urbane Bereiche in der Abluft etc.) lassen sich keine allgemeingültigen Vorgehensweisen angeben. Hier sind individuelle fachplanerische Lösungen unter Beachtung der Maßnahmenhierarchie und des Standes der Technik erforderlich.

### 8.1.3 Gleichzeitige Arbeiten in Instandhaltungsfenstern

Im Rahmen von sogenannten Instandhaltungsfenstern werden auf vielbefahrenen Strecken in kurzen Zeitfenstern möglichst viele Arbeiten zur Instandhaltung gleichzeitig durchgeführt. Diese sollten planmäßig eingeordnet sein und in überwiegend regelmäßigem Rhythmus stattfinden. Hier ergibt sich ein wesentlich erhöhter, auch planerischer Abstimmungsbedarf hinsichtlich der gegenseitigen Beeinflussungen, und zwar nicht nur aus Sicht der Arbeitsdurchführung, sondern auch der direkten und indirekten gegenseitigen Gefährdungen. Dem erhöhten

Abstimmungs- und Planungsbedarf ist mit entsprechend zeitlichem Vorlauf zu begegnen. Unter „indirekter gegenseitiger Gefährdung“ sind im Sinne dieser DGUV Information Emissionen von Arbeitsstellen, die abluftseitig tätige Beschäftigte gefährden, aber auch Brandgefahren etc. zu verstehen. Eine fachplanerische Vorbereitung in Verbindung mit der fachkundigen Koordinierung gemäß Baustellenverordnung ist hier unbedingt erforderlich, um den Anforderungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes nachzukommen.

Gerade bei kleinen Instandhaltungsfenstern sind beim Einsatz von Verbrennungsmotoren die Auf-/Abbauzeiten von Bewetterungsanlagen zu berücksichtigen. Es ist nach Maßnahmenhierarchie vorrangig der Einsatz von emissionsfrei betreibbaren Maschinen/Geräten zu planen.

Dies betrifft auch Schattenbaustellen der kleinen Instandhaltung im Rahmen größerer Maßnahmen. Es sind die gegenseitigen Beeinflussungen durch Emissionen zwischen Schattenbaustelle und Hauptbaustelle zu berücksichtigen. Diese sind mit der Hauptmaßnahme in jedem Fall fachkundig zu koordinieren und es sind erforderlichenfalls Zeitfenster zur Ausführung zu vereinbaren.

Der Vorteil ist hier, dass mit jedem Instandhaltungsfenster ein Erkenntnisgewinn aus Messergebnissen und optimierten Ablaufplanungen vorliegt und die Maßnahmen optimiert werden können.

## 8.2 Umbaumaßnahmen

Zu den Umbaumaßnahmen des Gleisoberbaus gehören u. a.:

- Schienenwechsel  
(z. B. Erneuerung beider Schienen = SE2),
- Schwellenwechsel,
- Schwellen- und Schienenwechsel kombiniert,
- Schotterreinigung (mit und ohne Recycling),
- Schottererneuerung (teilweise oder vollständig) und
- Planumsverbesserung.

Umbaumaßnahmen des Gleisoberbaus können auf unterschiedlichste Art und Weise erfolgen.

### Konventionelle Umbaumaßnahmen

Hier werden in der Regel (Zweiwege- bzw. Ketten-)Bagger, Laderaupen/Kettenlader, Walzen und weitere Kleingeräte eingesetzt. Die Anforderungen sind u. a. im [Kapitel 8.2.4 Bagger, Radlader, Planierdraupe etc.](#) und im [Kapitel 8.2.5 Weitere Maschinentechnik](#) beschrieben.

Weichen werden in der Regel konventionell umgebaut.

### Umbaumaßnahmen mit Fließbandtechnik

Hier werden Großmaschinen (Bettungsreinigungsmaschinen (BRM), Planumsverbesserungsmaschinen (PVM), Umbauzüge (UM)) zuzüglich Materialwagen eingesetzt. Die Oberbaustoffe werden kontinuierlich gewechselt.

Die Wahl des Umbauverfahrens kann vom Bauherrn vorgeschrieben werden oder in einer funktionalen Ausschreibung den potenziellen Auftragnehmern (AN) Bau überlassen werden.

Aus Sicht der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes sind u. a. die Variablen

- eingesetzte Dieselmotorleistungen in Kilowatt,
  - Umsetzung der Staubschutzmaßnahmen,
  - Bewetterungstechnik,
  - mechanische Beanspruchung des Schotter,
  - Verweildauer der Beschäftigten im Tunnel,
  - geometrische Randbedingungen des Tunnels/der Tunnel und
  - sonstige Gefahrstoffe
- zu betrachten und gegeneinander abzuwägen.

Eine allgemeingültige Aussage, welches Arbeitsverfahren das bessere hinsichtlich Sicherheit und Gesundheitsschutz ist, kann pauschal nicht abgegeben werden.

Sowohl bei konventionellem Umbau als auch bei Umbau mit Fließbandtechnik wird die endgültige Gleislage durch die Stopftechnik (Stopfmaschine/Schotterpflug) hergestellt. Nach einer Zeit der Belastung wird in der Regel der durch die Baumaßnahmen aufgelockerte Gleisschotter im Belastungsstopfgang nachverdichtet.

Nachlaufend können weitere Arbeitsgänge erforderlich werden (z. B. Neuschienenschleifen).

### 8.3 Schweißarbeiten/Verwendung von Flüssiggas (Propangas)

Unter Erdgleiche bzw. in Tunneln (nachfolgend wird mit dem Begriff „unter Erdgleiche“ beides gemeint) bestehen zusätzliche Gefahren durch den begrenzten Raum, nur begrenzt möglichen Luftaustausch bzw. begrenzte Verdampfungsmöglichkeiten. Verstärkt werden die Gefahren weiterhin durch eingeschränkte Fluchtmöglichkeiten und Rettungszugänge.

Propangas ist ein extrem entzündbares Gas, das mit Luft explosive Gemische bildet. Da es schwerer als Luft ist, sammelt es sich im Falle eines Austritts in Bodennähe. Bei Schotteroberbau dringt es in die Hohlräume des Schotter ein und kann dort eine explosionsfähige Atmosphäre bilden. Damit kann es auch nicht über eine Bewetterung verdünnt bzw. abgeführt werden. Dies ist grundsätzlich zu beachten und gilt im Übrigen unter und über Erdgleiche.

Die Verwendung von Flüssiggas (Propangas) fällt im staatlichen Recht unter die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), da Propangas ein Gefahrstoff ist. Die Flüssiggasanlage und die mit Propangas betriebenen Betriebsmittel fallen unter die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), z. B. ortsbewegliche Druckgasbehälter, Leitungen, Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen und Verbrauchsgeräte (z. B. Vorwärmgeräte). Insofern ist nach BetrSichV eine auf die Flüssiggasanlage/Betriebsmittel und die Tätigkeit bezogene Betriebsanweisung sowie eine nach GefStoffV erstellte Betriebsanweisung bzgl. des Gefahrstoffes (Flüssiggas) erforderlich. Hier konkretisiert die TRBS 3145/TRGS 745 die entsprechenden Verordnungen.

Seitens des Rechts der Unfallversicherungsträger (UVT) sind die DGUV Vorschrift 79 und 80 „Verwendung von Flüssiggas“ – soweit nicht bereits bei einzelnen UVT zurückgezogen – und die DGUV Regel 110-010 „Verwendung von Flüssiggas“ zu beachten.

Die fachkundig und gewissenhaft erstellte Gefährdungsbeurteilung des einsetzenden Unternehmens ist auch hier Grundlage für das sichere Arbeiten.

Das Regelwerk gibt vor, dass ortsbewegliche Druckgasbehälter nicht unter Erdgleiche bereitgehalten und entleert werden dürfen. Das gilt nicht, wenn u. a. „[...] das Entleeren ortsbeweglicher Druckgasbehälter zur Ausführung von Bauarbeiten, deren Aufstellung unter Erdgleiche aus betriebstechnischen Gründen erforderlich ist, wenn natürliche oder technische Lüftung die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sowie die Bildung eines gesundheitsgefährlichen Gas-/Luft-Gemisches und Sauerstoffmangel verhindert und die Anlage unter ständiger Aufsicht steht.“ (siehe Punkt 4.4.1 (2) Nr. 5 der TRBS 3145/TRGS 745). Es wird darauf hingewiesen, dass eine natürliche Lüftung bei der fachkundigen Erstellung der Gefährdungsbeurteilung bei Arbeiten in Bahntunneln nicht angesetzt werden darf.

Weiterhin sind bei Durchführung von Tätigkeiten unter Erdgleiche u. a. folgende Festlegungen und Maßnahmen durch den Unternehmer bzw. die Unternehmerin erforderlich:

- Auswahl Arbeitsverfahren bzw. Brenngas (Substitutionsgebot),
- Auswahl Armaturen für Einsatz unter Erdgleiche (Leckgassicherung, Gebrauchsstellenvorlage),
- wirksame Bewetterung (= Lüftung, siehe oben),
- Begrenzung der Menge auf den Druckgasbehälter, der zum Verbrauch angeschlossen ist (Minimierungsgebot),
- Flaschenwechsel außerhalb des Tunnels.

Zu beachten ist hierbei auch, dass nicht evtl. austretendes Brenngas selbst, sondern auch die bei der Verbrennung entstehenden Gase wie Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) bzw. das bei unvollständiger Verbrennung entstehende Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) bewertet und durch die Bewetterung abtransportiert werden müssen.

Tätigkeiten, bei denen Propangas bei Gleisbauarbeiten eingesetzt wird, können u. a. sein:

- Vorwärmen der Schienenenden vor dem Schweißen,
- Vorwärmen für das Auftragschweißen,
- Trennen der Schienen,
- Durchführen des Spannungsausgleichs.

Wenn die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass für das Vorwärmen der Schienenenden vor dem Schweißen bzw. das Vorwärmen beim Auftragschweißen Propangas verwendet werden kann, rechtfertigt dies nicht die Verwendung des Brenngases für andere Arbeiten/Arbeitsschritte, wenn andere und weniger gefährliche Arbeitsmittel bzw. Arbeitsverfahren zur Verfügung stehen. **Es sind grundsätzlich Alternativen zur Verwendung von Propangas zu prüfen.**

Beispielsweise stehen für das Schienentrennen sogenannte Schienenknacker als Bagger-Anbaugerät, alternativ Trennschleifmaschinen – mit Elektro- bzw. Akku-Technik – zur Verfügung. Auch das Verziehen von ausgebauten Langschienen zum Trennen außerhalb des Tunnels ist möglich.

In Tunnel-Anfangsbereichen (bis 120 m) ist der Spannungsausgleich durch hydraulisches Ziehen herzustellen. Dieses Verfahren ist Stand der Technik und qualitativ besser und sicherer als andere Verfahren. Im weiteren Verlauf des Tunnels ist in der Regel bei Einhaltung vorgegebener Randbedingungen kein Spannungsausgleich erforderlich. Ein Spannungsausgleich der Schienen im Tunnel, also unter Erdgleiche, darf nicht mit Propangas durchgeführt werden, da hier mit Verdampfungsbrennern die Entnahme aus der flüssigen Phase erfolgt und notwendige technische Sicherungsmaßnahmen für den Einsatz unter Erdgleiche nicht möglich sind.

Es wird angemerkt, dass bei der Entnahme von Propan aus der flüssigen Phase die Gefahr besteht, dass flüssiges Propan in den Schotter gelangt, dort verdampft (auf ca. das 260-fache seines flüssigen Volumens) und sich entsprechend schnell unter Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre im Schotterbett ausbreitet.

Wenn eine Feste Fahrbahn im Tunnel vorhanden ist, gelten hier die gleichen Vorgaben. Wenn auch das Versickern des Brenngases in Hohlräume des Schotters nicht möglich ist, so sind anderweitige Möglichkeiten von Gasansammlungen (Tiefenentwässerung, Kabelkanäle etc.) zu berücksichtigen.

Schweißarbeiten zur Schienenverbindung haben unter Berücksichtigung des gewählten Schweißverfahrens (z. B. Abbrenn-Stumpfschweißung, Aluminotherm-Schweißung, Fülldrahtschweißen), des verwendeten Vorwärmgases und bei Aluminotherm-Schweißungen unter Verwendung eines (Aufsatz-)Filters nach Stand der Technik zur Verminderung der Rauch- und Partikelemission zu erfolgen. Weiterhin ist der Einsatz einer Absaugung zu prüfen.

Die Beschränkung auf eine lokale Bewetterung (ab ca.  $1 \text{ m}^3$  je Sekunde Lüfterleistung; möglichst mit 230 V – Stromanschluss) als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist u. a. abhängig von der Bewetterungsrichtung in Bezug auf den Arbeitsfortschritt, der Anzahl der notwendigen Schweißungen und der Anzahl der eingesetzten Schweißtrupps. Im Bereich der Rauchfahne und der Abluft haben sich keine Beschäftigten aufzuhalten.

## 9 Handlungshilfen für Notfallkonzepte

### 9.1 Organisation der Ersten Hilfe

Jedes Unternehmen auf einer Baustelle hat für sich gemäß DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ die Erste Hilfe mit einer ausreichenden Anzahl an Ersthelfern bzw. Ersthelferinnen, dem erforderlichen Erste Hilfe-Material und einer funktionierenden Rettungskette zu organisieren.

Die Absprache mit anderen beteiligten Unternehmen und dem Bauherrn zur Organisation bleibt davon unberührt und wird ausdrücklich empfohlen.

Bei mehreren ausführenden Unternehmen ist der Koordinator bzw. die Koordinatorin nach Baustellenverordnung (BaustellV) zu beteiligen. Es sind ggf. firmenübergreifende Festlegungen zu treffen.

Die Ersthelfer bzw. Ersthelferinnen sind unter Berücksichtigung der Art der Gefahren, der Struktur und der Ausdehnung der Arbeitsstelle so zu platzieren, dass bei einem Ereignisfall diese in der Nähe sind. Dort ist auch das Erste Hilfe-Material vorzuhalten, da im Ereignisfall ein Zubringen im Tunnel zu lebensgefährlichen Wartezeiten führen kann. Zusätzlich ist über eine Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln, ob der Bedarf für weitere Erste Hilfe-Ausrüstung oder -Einrichtungen besteht.

Um Unfälle im Tunnel immer schnell zu orten und um zu verhindern, dass durch Arbeiten oder andere Umstände hilfsbedürftig gewordene Anwesende nicht bemerkt werden, sollte Alleinarbeit im Tunnel ausgeschlossen werden. Hiervon kann abgewichen werden, wenn durch technische Voraussetzungen (z. B. Personen-Notsignal-Anlagen (PNA)) sichergestellt ist, dass ein Notfall jederzeit punktgenau und schnell geortet sowie die darauf abgestimmte Rettungskette unverzüglich ausgelöst werden kann.

#### 9.1.1 Absprache mit den zuständigen Stellen

Um die für ein Rettungskonzept unerlässlichen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) frühzeitig einzubinden, sollten diese bereits in der Planungsphase integriert werden. Damit kann das Wissen um örtliche Gegebenheiten, vorhandenes Rettungsgerät und evtl. bereits bestehende Notfallkonzepte schon in der Planungsphase einfließen.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass die die Feuerwehr betreffende Gesetzgebung in jedem Bundesland unterschiedlich geregelt sein kann. Es wird in der Regel zwischen Pflichtaufgaben, die jede Feuerwehr übernehmen muss, und Zusatzaufgaben, die nicht zu den obligatorischen Kernaufgaben gehören, unterschieden.

Weiterhin sollen bereits in der Planungsphase Festlegungen bzw. Vorgaben des Bauherrn (in der Regel der Infrastrukturbetreibende) berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang ist u. a. zu klären bzw. festzulegen, ob betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrpläne während der Baumaßnahme gültig und wirksam sind oder in Absprache seitens des Bauherrn und den ausführenden Unternehmen grundlegende Maßnahmen erforderlich sind (z. B. Gestellung eines funktionalen Rettungszuges mit Rettungs-/Feuerwehrausstattung).

Des Weiteren sind mit den BOS die Anfahrten und Abfahrten, Lotsenpunkte sowie Sammelpunkte und deren Zugangsmöglichkeiten für die Einsatzkräfte zu definieren. Außerdem sind Treffpunkte für die Einsatzleitung der BOS und der Bauleitung zu definieren, an denen erste Absprachen im Ereignisfall zu treffen sind.

Bereits in der Planungsphase ist die fachkundige Koordination gemäß Baustellenverordnung (BaustellV) durch den Koordinator bzw. die Koordinatorin notwendig.

#### 9.1.2 Notrufmanagement

Es ist sicherzustellen, dass ein Notruf bei einem Notfall oder anderweitigen Ereignis im Tunnel immer möglich ist. Grundlage ist eine baustellenabdeckende und für alle Personen funktionierende Notrufeinrichtung, welche auch lediglich temporär eingerichtet sein kann. Hierfür ist ein Notrufkonzept/Alarmplan aufzustellen und allen auf der Baustelle Anwesenden verpflichtend zur Kenntnis zu bringen.

### 9.1.3 Rettungskette

Auf die Rettungskette im Tunnel wirken besondere Umstände ein; dennoch muss sichergestellt sein, dass die drei zentralen Punkte

1. Heranführung der Rettungskräfte an die Unfallstelle,
2. Übergabe des Verletzten an den Rettungsdienst und
3. Transport in ein geeignetes Krankenhaus gewährleistet sind.

Für den ersten Punkt ist ein Anfahrtskonzept zur Baustelle, wenn nötig mit Lotsenpunkten, zu erstellen und der zuständigen Rettungsleitstelle zur Kenntnis zu bringen. Hierbei sollte auch die Möglichkeit der Hubschrauberlandung in Betracht gezogen werden. Des Weiteren ist bei diesem Punkt zu betrachten, wie die Rettungskräfte schnellstmöglich zur Unfallstelle im Tunnel gelangen können; hierbei ist ein zeitlich gestaffeltes Eintreffen mehrerer Rettungseinheiten zu beachten. Dazu sollten eingewiesene, ortskundige Mitarbeitende der Baustelle (für anrückende Hilfskräfte erkennbar) die Rettungsdienste an den Zufahrtspunkten einweisen bzw. zum Lotsenpunkt geleiten.

Für die Sicherstellung des schnellstmöglichen Transportes in ein Krankenhaus sind auf der Baustelle geeignetes Material und Transportmöglichkeiten vorzuhalten, um Verletzte möglichst schnell aus dem Tunnel zu retten und dem rettungsdienstlichen Transport zuzuführen. Alternativ kann dies auch über organisatorische Regelungen im Benehmen mit den zuständigen Rettungskräften geregelt werden.

### 9.1.4 Flucht- und Rettungswege

Die Unternehmen haben in Abstimmung mit dem Bauherrn dafür zu sorgen, dass Flucht- und Rettungswege entsprechend den Anforderungen und baulichen Begebenheiten eingerichtet werden. Die entsprechenden Technischen Regeln für Arbeitsstätten sind zu beachten (hier ASR A1.3 bzw. A2.3).

Flucht- und Rettungswege sind deutlich zu kennzeichnen und müssen jederzeit freigehalten und ausreichend und ausfallsicher beleuchtet sein.

Wenn keine durchgängigen Randwege vorhanden sind oder Randwege durch z. B. Bewetterungseinrichtungen eingeschränkt sind, werden im Regelfall weitergehende technische und/oder organisatorische Maßnahmen erforderlich. Dies können z. B. sein:

- Versatz der Lüfter einer Ebene,
- Aufständern/Aufhängung von Lüftern,
- temporäre Verbreiterung oder sogar Schaffung eines Randweges oder
- organisatorische Vorgaben bei Totalsperrung bzw. einseitigem Bahnbetrieb.

Im Arbeitsgleis ist das Maß der Fahrzeugumgrenzung, im Betriebsgleis mindestens die Grenze des Gefahrenbereiches die Bemessungsgrenze für die Breite des Fluchtweges.

Wenn aufgrund von Randbedingungen (z. B. Bewetterung) das luftdichte Verschließen eines weiterhin in Nutzung befindlichen Flucht-/Rettungsweges erforderlich ist, dann muss der Durchgang leicht (ohne Hilfsmittel) zu öffnen sein. Die Kennzeichnung muss ebenfalls erhalten bleiben.

Der Ablauf der Arbeiten ist so zu planen, dass es durch ein Brandereignis im Tunnel nicht zu einem Einschluss von Beschäftigten, z. B. zwischen zwei Arbeitsspitzen, kommen kann. Ist dies nicht möglich, so ist ein entsprechendes Szenario im Konzept zu berücksichtigen.

Ebenfalls sollte konzeptionell berücksichtigt werden, dass sich Beschäftigte im Fluchtfall durch Stürze o. ä. verletzen können, so dass sie ohne fremde Hilfe den Tunnel nicht verlassen können.

Bleibt die Bewetterungsanlage während eines zwischenzeitlichen, regulären Bahnbetriebes installiert, so sind die BOS, hier insbesondere die Feuerwehr, aufgrund der geänderten Flucht- und Rettungswegsituation zu informieren.

Für den Fall einer Räumung des Tunnels sind Sammelpunkte außerhalb des Tunnels bzw. außerhalb von Gefahrenbereichen für die Beschäftigten zu definieren und deutlich zu kennzeichnen.

### 9.1.5 Personalmanagement und Personenortung

Es ist sicherzustellen, dass im Ereignisfall ein Überblick besteht, wie viele Personen sich wo in einem Tunnel bzw. Tunnelabschnitt aufhalten. Dies ist erforderlich, um möglichst schnell gezielt evakuieren zu können bzw. eine evtl. erforderliche Rettungskette in Gang zu setzen. Alle Beschäftigten müssen sicher den Tunnel verlassen können. Dazu muss auf der Baustelle jeweils ein Konzept aufgestellt werden. Es sind bereits in der Planungsphase Festlegungen zu treffen:

- für Zugangsregelungen zur Baustelle und speziell für Tunnel,
- für die Kenntnis des Aufenthalts von Beschäftigten in Tunneln bzw. Tunnelbereichen,
- für die Information der Beschäftigten über den Ereignisfall und
- für die Sicherstellung, dass alle Personen die jeweiligen Gefahrenbereiche verlassen haben.

Für ein erforderliches Wissen (seitens der Baustelle, der einsetzenden Unternehmen und der BOS) über den Aufenthaltsort und die Anzahl anwesender Beschäftigter in einem Tunnel bzw. Tunnelabschnitt sollte insbesondere bei nicht einfachen Verhältnissen nach dem Stand der Technik eine Zugangs- und Abgangserfassung sowie Personenortung unter Beachtung der datenschutzrechtlichen Vorgaben installiert werden.

Im Ereignisfall muss mindestens eine Alarmierung der Mitarbeiter möglich sein. Dies kann z. B. durch akustische Warnsignalgeber, verbunden mit optischen Signalen, erfolgen.

An den Sammelpunkten wird im Ereignisfall durch die Aufsichtführenden festgestellt, ob alle zugeteilten Beschäftigten den Tunnel verlassen haben. Dies muss ggf. für beide Seiten des Tunnels organisiert werden. Die die Vollzähligkeitsmeldung entgegennehmende Person sollte allen Beschäftigten bekannt und am Sammelpunkt gut erkennbar sein.

### 9.1.6 Psychische Unfallfolgen

Unfälle können körperliche und psychische Folgen für die direkt Betroffenen haben. Auch die Beobachtung oder das indirekte Miterleben von schweren Unfällen oder Verletzungen kann psychische Folgen verursachen. Schlafstörungen und/oder Schreckhaftigkeit können eine psychische Folge sein. Die Unfallversicherungsträger bieten ein abgestuftes Leistungsangebot an. Dieses besteht aus psychologischer Erstbetreuung und dem Psychotherapeutenverfahren. Beide Angebote helfen, spätere psychische Unfallfolgen zu reduzieren. Zur Inanspruchnahme muss für alle Betroffenen – auch indirekt Betroffene und körperlich Unversehrte – eine Meldung des Arbeitsunfalls erfolgen. Diese Information sollte im Rahmen der Unterweisung an alle Beschäftigten kommuniziert und im Ereignisfall wiederholt werden. Weitere Informationen können der DGUV Information 206-017 „Gut vorbereitet für den Ernstfall! – Standards im Umgang mit traumatischen Ereignissen im Betrieb“ entnommen werden.

## 9.2 Brandschutzkonzept

Der Brandschutz umfasst den vorbeugenden, baulichen/ anlagentechnischen, organisatorischen und abwehrenden Brandschutz.

Je nach Umfang bzw. Dauer der Baumaßnahme ist ein eigenes Brandschutz-/Rettungs-/Räumungskonzept für die Bauphase vorzusehen und ggf. sind Feuerwehrein-satzpläne/Laufkarten zu erstellen bzw. anzupassen.

Dazu sollte ein ausreichend großer zeitlicher Vorlauf für Abstimmung, Vorbereitung und Umsetzung eingeplant werden. Der Bauherr ist zu beteiligen.

Dabei sollten konkrete Vorgaben geplant und umgesetzt werden hinsichtlich:

1. Vorbeugendem Brandschutz,
2. Branddetektion, Meldekette, Entstehungsbrandbekämpfung,
3. Evakuierung, Selbstrettung, Rettung, Rettungskette etc.,
4. Einsatzplanung der Rettung evtl. Eingeschlossener, der Brandbekämpfung, dem Abtransport Verletzter etc. mit Baustellenmitteln und/oder der zuständigen Feuerwehr und den weiteren BOS.

Es wird darauf hingewiesen, dass insbesondere die Durchführung der Punkte 1. – 3. im Verantwortungsbereich der Baustellenbeteiligten ist. Externe Unterstützung steht in der Regel erst im Punkt 4. zur Verfügung.

Bei Vorhandensein von bereits fest installierten Hydranten und/oder Elektranten für den Feuerwehreinsatz sind diese während der Baumaßnahmen zugänglich und funktionstüchtig zu halten. Wenn dies nicht möglich ist, so ist Rücksprache mit der örtlich zuständigen Brandschutzdienststelle zu halten, um im Bedarfsfall die Löschwasser- und Stromversorgung für Feuerwehreinsätze anderweitig sicherzustellen.

Wenn Oberleitungsspannungsprüfeinrichtungen (OLSP) vorhanden sind, ist ebenfalls die Funktionstüchtigkeit während der Baumaßnahme sicherzustellen. Bedienstellen sind für den Feuerwehreinsatz zugänglich zu halten, auch wenn die Oberleitung während der Baumaßnahme abgeschaltet und anderweitig geerdet ist (z. B. mit Erdungsstangen). Dies ist für die Einsatzkräfte nicht immer zeitnah und sicher feststellbar. Ist die OLSP baustellenbedingt nicht funktionstüchtig, so ist in Rücksprache mit der örtlich zuständigen Brandschutzdienststelle die Abschaltung und Erdung der Oberleitung für den Feuerwehreinsatz anderweitig sicherzustellen und die Feuerwehr darüber zu informieren.

Sofern für den Tunnel Rettungsplätze und Zufahrten vorhanden sind, sind diese während der Baumaßnahmen stets freizuhalten und nicht als Baustelleneinrichtungsfläche zu nutzen. Ist dies nicht möglich, so sind vor Nutzung Absprachen mit den BOS zu treffen.

Es ist darauf zu achten, dass die BOS-Funkverbindung jederzeit funktionstüchtig ist bzw. bei Nichtvorhandensein eine solche installiert wird bzw. in Absprache mit den BOS die Kommunikation anderweitig sichergestellt wird.

Eine Unterweisung der Beschäftigten in die Notfallkonzepte und die Nutzung der Feuerlöscher hat in jedem Fall vor Beginn der Bauarbeiten zu erfolgen. Im Bedarfsfall (z. B. Einsatz von Fließbandmaschinen, besondere Gefährdungssituationen) sind Beschäftigte als Brandschutzhelfende zu schulen und einzusetzen.

Es sind Regelungen zur Bewetterung im Brandfall mit den BOS zu treffen. In Abhängigkeit der baustellenspezifischen Randbedingungen und den Anforderungen der BOS kann ein (gutachterlicher) Nachweis einer „sicheren Seite“ auf der Zuluftseite, verbunden mit Anpassungen der Bewetterung, erforderlich werden.

Im Bedarfsfall sind zusätzliche Brandmeldeeinrichtungen vorzusehen. In jedem Fall ist festzulegen, wie im Ereignisfall Informationen/Warnungen sicher weitergegeben werden.

Weiterhin sind Festlegungen zur Entstehungsbrandbekämpfung zu treffen.

Ungeachtet der Verantwortlichkeit jedes Unternehmens für seine Beschäftigten sind die Notfallmaßnahmen bei Vorhandensein mehrerer Unternehmen zu koordinieren. Der Bauherr als Veranlasser hat in diesem Zusammenhang explizite Verantwortlichkeiten aus der Baustellenverordnung. Das Benehmen mit den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) ist ebenfalls vor Baubeginn herzustellen. Ein Konzept kann daher nur ein zwischen allen Verantwortlichen abgestimmtes Gesamtpaket sein.

Im Nachgang werden einige wichtige spezifische Punkte noch einmal aufgegriffen:

- Wenn überhaupt (siehe u. a. Gefährdungsbeurteilung), dürfen entzündliche Stoffe in den Tunneln nur in einer Menge eingebracht werden, die für den unmittelbaren Fortschritt der Arbeiten (maximal Bedarf für eine Arbeitsschicht) notwendig sind. Dies gilt auch und insbesondere für Betriebsmittel von Stromerzeugern, Handgeräten etc..
- Die für die eingebrachten Stoffe richtigen Feuerlösch-einrichtungen sind zur Entstehungsbrandbekämpfung in ausreichender Menge in unmittelbarem Zugriff bereitzustellen.
- Der Einsatz von Flüssiggas im Tunnelbereich bei Entnahme aus der flüssigen Phase ist verboten. Die Entnahme aus der gasförmigen Phase ist nur nach gewissenhafter Prüfung des STOP-Prinzips, ob Arbeitsverfahren nicht anderweitig sicherer durchgeführt werden können, zulässig und falls nicht, nur mit Berücksichtigung besonderer Maßnahmen (siehe [Kapitel 8.3 Schweißarbeiten/Verwendung von Flüssiggas \(Propangas\)](#)).

- Das Betanken von Baumaschinen sollte grundsätzlich außerhalb des Tunnels erfolgen.
- Die Beschäftigten sind erforderlichenfalls mit zusätzlicher Ausrüstung (z. B. Transponder, Funkgeräte, Starktonhörner/Druckluftfanfaren, Sauerstoff-Selbstretter (SSR)) entsprechend Konzept auszustatten und nachweislich in deren Benutzung zu unterweisen.
- Es ist zu prüfen, ob durch den Einsatz von Arbeitsmitteln und/oder Arbeitsverfahren zusätzliche Brandgefahren entstehen können. Ein Beispiel ist die Brandgefahr durch Rückstände von Schmiermitteln an Holzschwellen beim Einsatz von Fräs-/Schleiftechnik. Ggf. ist vorbeugend das Gleis mit Wasser zu benetzen. Geeignete Löschmittel in ausreichender Menge sind in jedem Fall bereit zu halten.

# 10 Beleuchtung

Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Baustellen sind bei nicht ausreichendem Tageslicht künstlich zu beleuchten. Die Beleuchtung sollte den besonderen Bedingungen und den unterschiedlichen Arbeitsaufgaben und -abläufen auf der Baustelle angepasst sein.

Die ggf. vorhandene Tunnelbeleuchtung ist in der Regel nicht für die geplanten Gleisbauarbeiten ausreichend. Solen elektrische Anlagen der vorhandenen Tunnelausrüstung, z. B. für die Baustellenbeleuchtung, genutzt werden, ist das mit dem Anlagenverantwortlichen abzustimmen.

Zwischen dem jeweiligen Anlagenbetreibenden der Infrastruktur und dem oder den Elektroplanenden der Ausführungsplanung sind in jedem Fall Abstimmungen erforderlich. Dies gilt insbesondere, wenn „isolierte Netze“ in den Tunneln vorhanden sind.

## Mindestbeleuchtungsstärken

Die Beleuchtungsanlagen sind so zu planen und zu errichten, dass die nachfolgend aufgeführten Mindestwerte der Beleuchtungsstärken erreicht werden (gemäß ASR A3.4):

- Tätigkeiten im Gleisbereich und Verkehrswege in Bahnanlagen: 10 Lux
- Gleisbaustelle am Arbeitsort: 50 Lux

Die Beleuchtungsstärke für bestimmte Tätigkeiten mit höheren Anforderungen (z. B. Installationstätigkeiten) und weitere Informationen sind der ASR A3.4 zu entnehmen.

## Sicherheitsbeleuchtung

Bei möglichem Ausfall der vorhandenen Beleuchtung im Tunnel muss eine Sicherheitsbeleuchtung vorgesehen werden, wenn bei Ausfall der allgemeinen Beleuchtung das gefahrlose Verlassen der Arbeitsstätte nicht gewährleistet ist.

Die Mindestbeleuchtungsstärke muss mindestens 1 Lux betragen und mindestens 30 min aufrechterhalten werden, wenn die Gefährdungsbeurteilung für ein sicheres Nutzen der Fluchtwege und Verlassen des Tunnels keine höheren Werte festlegt.

In Tunneln, in denen bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Unfallgefahren entstehen können, wie z. B. durch im Fluchtweg bzw. Verkehrsweg punktuell aufgestellte Lüfter zur Bewetterung, die im Fluchtfall passiert werden müssen oder den Fluchtweg unangemessen einengen, ist die Beleuchtungsstärke der Sicherheitsbeleuchtung auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. Die Beleuchtungsstärke der Sicherheitsbeleuchtung darf in diesen Bereichen 15 Lux nicht unterschreiten.

Eine Sicherheitsbeleuchtung ist nicht erforderlich, wenn durch das einfallende Tageslicht die Mindestbeleuchtungsstärke von 1 Lux gegeben ist und die Beschäftigten ihre Arbeitsstätte gefahrlos verlassen können.

Weitergehende Informationen sind u. a. der ASR A3.4 und der A2.3 zu entnehmen.

Es wird darauf hingewiesen, dass für die Messung der Beleuchtungsstärke bei LED-Lampen auf die entsprechende Eignung der Messgeräte zu achten ist.

# 11 Elektrische Gefährdungen

## 11.1 Fahrleitungsanlagen

Alle Beschäftigten im Bereich elektrisch betriebener Strecken sind bahntechnisch zu unterweisen und müssen die konkreten Arbeitsgrenzen im Arbeitsbereich kennen.

Es muss angenommen werden, dass alle aktiven Teile unter Spannung stehen, solange sie nicht freigeschaltet, sichtbar bahngeerdet und freigegeben sind. Es besteht die Gefahr des direkten Berührens bzw. des Lichtbogens bei unzulässiger Näherung. Fahrleitungen sind auszuschalten und bahnzuerden, wenn die Möglichkeit besteht, dass der Schutzabstand unterschritten wird.

Bei allen Arbeiten ist immer und mindestens der Schutzabstand zu spannungsführenden Teilen der Fahrleitung einzuhalten.

Bahnerdungsvorrichtungen als Schutzmaßnahme für Arbeiten mit ausgeschalteter Oberleitung dürfen nur von Bahnerdungsberechtigten (BEB) entfernt und eingebaut werden.

Rückleiter, Gleis- und Schienenverbinder, Erdungsverbindungen von Einbauten und Masten dürfen nur in Absprache mit dem Anlagenbetreibenden bzw. dem entsprechenden Anlagenverantwortlichen oder seinem Beauftragten entfernt, verändert oder eingebaut werden. Bei den Erdungsverbindungen von Nebenverbrauchern, wie z. B. Weichenheizungen, kann eine unmittelbare Lebensgefahr bestehen.

### 11.1.1 Oberleitungsanlagen mit Wechselspannung von 15 kV

Es ist mindestens der Schutzabstand von 1,5 m zu spannungsführenden Teilen einzuhalten.

Die Oberleitung im Arbeitsgleis bzw. in eingleisigen Tunneln soll grundsätzlich ausgeschaltet und geerdet werden. Muss die Oberleitung ausnahmsweise unter Spannung bleiben, ist das Besteigen von Eisenbahnwagen bzw. Gleisbaumaschinen nur bis zu einer Standhöhe von 1,25 m über Schienenoberkante (SO) zulässig. Kranarbeiten oder das Übersteigen von Ladung und das Bewegen von Unterlagen, Kanthölzern sowie Brecheisen auf

Eisenbahnwagen ist dabei nicht zulässig, weil der Schutzabstand unterschritten werden kann.

Im zweigleisigen Tunnel muss auch die Oberleitung des Nachbargleises ausgeschaltet und bahngeerdet werden, wenn die Gefahr besteht, den Schutzabstand zu unterschreiten. Das wird z. B. möglich, wenn die Schotterbenetzung von Gerüsten aus erfolgt. Eine elektrische Gefährdung aus der Oberleitung des Nachbargleises und/oder durch die Stromabnehmer der durchfahrenden Triebfahrzeuge kann auch bei Ladevorgängen, bei der Verwendung (leitfähiger) Arbeitsmittel und/oder bei Arbeiten von einer erhöhten Standfläche im Arbeitsgleis bestehen und ist auszuschließen.

Im Zweifelsfall ist die Oberleitungsanlage auszuschalten und bahnzuerden.

Leitfähige Konstruktionen und Gerüste sind in Absprache mit dem Bahnbetreibenden in die Bahnerdung einzubeziehen.

Vorhandene Oberleitungsprüfautomatiken bzw. deren Bedienstellen müssen über den gesamten Bauablauf zugänglich und funktionsfähig bleiben. Wenn dies nicht möglich ist, muss der abweichende Zustand der zuständigen Feuerwehr mitgeteilt werden. Für die Erdung im Notfall sind dann gemeinsam zwischen dem Anlagenverantwortlichen und der Feuerwehr neue Festlegungen zu treffen.

### 11.1.2 Fahrleitungsanlagen mit Gleichspannung bis 1,2 kV

Es ist mindestens der Schutzabstand von 1,0 m zu spannungsführenden Teilen der Fahrleitungsanlage einzuhalten.

Die notwendigen Maßnahmen im Arbeitsschutz hinsichtlich der elektrischen Gefährdungen bei Bauarbeiten in der Nähe von Fahrleitungsanlagen werden – abhängig von der Spannungshöhe und der örtlichen Anlagenkonfiguration sowie der Qualifikation der Mitarbeitenden – von der bzw. dem Anlagenverantwortlichen des Betreibenden vorgegeben. Dabei gilt der Grundsatz der Ausschaltung, wenn der Schutzabstand unterschritten werden kann.

Bei Stromschienen kann das Berühren aktiver Teile auch mit einer geeigneten festen Absperrung verhindert werden. Der Bahnbetreibende legt die entsprechenden Vorgaben fest.

Wenn Stromschienen oder auch die Stromabnehmer der Schienenfahrzeuge die sichere Benutzung notwendiger Verkehrswege beeinträchtigen, dürfen diese Verkehrswege ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen nicht benutzt werden.

Das Übersteigen von unter Spannung stehenden Stromschienen ist grundsätzlich nicht zulässig. Ausnahmen davon sind nur im Einzelfall möglich, wenn Stromschienen von unten bestrichen werden, die ansonsten allseitig isolierend abgedeckt sind und der Bahnbetreibende konkrete Festlegungen dazu getroffen hat. Alle Beschäftigten in solchen Arbeitsbereichen sind entsprechend zu unterweisen. Solche Übergänge müssen ergonomisch gut begehbar sein. Dazu gehört besonders eine ausreichende Beleuchtung von mindestens 10 Lux und eine deutliche, z. B. schwarz/gelbe Markierung der Gefahrenstelle. Der kreuzende Verkehrsweg soll auf Höhe der Schienenoberkante verlaufen und muss befestigt, eben und trittfest sein, wie es z. B. mit GFK-Platten erreicht werden kann.

Das Aufsuchen des Sicherheitsraumes über Stromschienen hinweg oder die entsprechende Nutzung als Verkehrsweg kann nicht als sicher bezeichnet werden.

## 11.2 Elektrische Anlagen und Arbeitsmittel

Vorrangig sollen elektrisch betriebene Arbeitsmittel der Kategorie K2 nach DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“ eingesetzt werden.

Allgemeine Hinweise zum Einsatz von Arbeitsmitteln auf Baustellen finden sich in der DGUV Information 203-006 „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“.

Beim Einsatz von Wasser im Tunnel kann eine „erhöhte elektrische Gefährdung“ bestehen. Elektrische Arbeitsmittel sollen nach DGUV Information 203-004 „Einsatz elektrischer Betriebsmittel bei erhöhter elektrischer Gefährdung“ in diesem Bereich nur über Trenn-Trafos oder mit Kleinspannung betrieben werden. Empfohlen wird die Verwendung von akkubetriebenen Geräten.

Bei Einsatz von Aggregaten zur Stromerzeugung (siehe auch DGUV Information 203-032 „Auswahl und Betrieb von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen“) sind diese außerhalb des Tunnels aufzustellen. Ist aufgrund der Tunnellänge die Aufstellung im Tunnel notwendig, so müssen diese nach dem Stand der Technik (abgasarme Motoren, Abgasnachbehandlung etc.) ausgerüstet sein. Für kleinere Bauabschnitte stehen mittlerweile auch akkubetriebene Stromerzeuger zur Verfügung. Dabei ist zu beachten, dass solche Aggregate nur dann gefahrlos eingesetzt werden können, wenn mechanische Gefährdungen ausgeschlossen sind. Große akkubetriebene Geräte können bei Beschädigungen durch innere Kurzschlüsse zu extremen Brandereignissen mit Freisetzung giftiger Stoffe führen.

## 12 Sicherung gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb

Die Sicherung gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb wird von der für den Bahnbetrieb zuständigen Stelle (BzS) des Bahnbetreibenden gemäß dessen gültigem Regelwerk bzw. übergeordnet gemäß den nachfolgend genannten Regelwerken festgelegt.

Dabei ist auch hier die Rangfolge der Maßnahmen gemäß § 4 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) zu beachten.

Die DGUV Vorschrift 77 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ gilt für alle Unternehmer bzw. Unternehmerinnen und deren Beschäftigte, die nicht bei der Unfallversicherung Bund und Bahn (UVB) versichert sind. Für Unternehmer bzw. Unternehmerinnen und deren Beschäftigte, die bei der UVB versichert sind, gilt sowohl die DGUV Vorschrift 78 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ als auch die DGUV Regel 101-024 „Sicherungsmaßnahmen bei Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen“. Beide Regelwerke gelten auch für Unternehmer bzw. Unternehmerinnen und deren Beschäftigte, die nicht bei der UVB versichert sind, jedoch in Betrieben, die bei der UVB versichert sind, Arbeiten ausführen (z. B. auf der Infrastruktur der DB InfraGO AG).

Da die DGUV Vorschrift 77 keine speziellen Aussagen zur Sicherung gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb in Tunneln macht, wird hier oft das Regelwerk der UVB herangezogen, dass sich als Stand der Technik bewährt hat. Weiter ist das bahnbetreiberspezifische Regelwerk (Sicherungsanweisung) zu beachten.

Die Maßnahmenhierarchie wird bei der DB InfraGO AG durch ordnungsgemäße Anwendung des RIMINI-Verfahrens beachtet.

Für Arbeiten im Tunnel sollte verfahrensbedingt das Arbeitsgleis im Regelfall gesperrt sein. In Tunneln ohne Nischen bzw. wenn diese nicht aufgesucht werden können, ist das Arbeitsgleis immer zu sperren.

Im Gleisbereich von Tunneln ohne Nischen oder wenn diese nicht aufgesucht werden können und die mit Geschwindigkeiten bis 200 km/h befahren werden, haben bei Geschwindigkeiten im Nachbargleis von höchstens 120 km/h die Beschäftigten bei einer Fahrt im Nachbargleis möglichst weit zurückzutreten.

Im Gleisbereich von Tunneln, die mit Geschwindigkeiten über 200 km/h bis 280 km/h befahren werden, sind bei Geschwindigkeiten im Nachbargleis von höchstens 160 km/h die Arbeiten zu unterbrechen und der dem gesperrten Gleis zugewandte Sicherheitsraum ist aufzusuchen. Bei Geschwindigkeiten im Nachbargleis von maximal 120 km/h ist die Weiterarbeit bei umfangreichen Arbeiten, die nicht unterbrochen werden können, nach Warnung zulässig.

Dies gilt nicht bei Arbeiten in Maschinen und Fahrzeugen mit festen Arbeitsplätzen, die konstruktionsbedingt eine (auch unbeabsichtigte) Gefährdung der Beschäftigten verhindern und die nicht verlassen werden. Beim Verlassen dieser Maschinen bzw. Fahrzeuge sind Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Es ist innerhalb des Tunnels grundsätzlich der dem (gesperrten) Arbeitsgleis zugewandte Randweg zu benutzen. Eine Gleisquerung ohne wirksame Sicherungsmaßnahme gemäß Sicherungsanweisung ist dabei in keinem Fall zulässig.

Die höchstwertige Maßnahme gegen die Gefahren aus dem Bahnbetrieb im Nachbargleis ist die Gleissperrung, wenn sie für die Dauer der Arbeiten durchgängig eingerichtet ist. Je nach Art der Arbeiten sowie der örtlichen und betrieblichen Randbedingungen sind gegen die Gefahren aus dem Nachbargleis auch andere Sicherungsmaßnahmen unter Beachtung der bestehenden Regelungen möglich.

Bei Einsatz einer ATWS-Anlage sind die speziellen akustischen Verhältnisse im Tunnel zu beachten. Warnsignale sollen im Tunnel so aufgestellt werden, dass sie den Signalschall parallel zur Tunnelwand abstrahlen.

Schienenfahrzeuge im gesperrten Arbeitsgleis dürfen nicht bewegt werden, wenn kein durchgehender Sicherheitsraum vorhanden ist und im Nachbargleis eine Zugfahrt stattfindet.

Nahbereiche vor und hinter Schienenfahrzeugen sind durch direkte oder indirekte Sicht (z. B. Kamera-Monitor-System) zu überwachen. Darüber hinaus sind diesbezügliche Vorgaben aus dem jeweiligen betrieblichen Regelwerk zu beachten.

Wenn Verkehrswege und Flucht-/Rettungswege durch Einbauten wie z. B. Lüfter zur Bewetterung vorschriftswidrig eingeengt werden, ist das betreffende Gleis bei Aufenthalt von Beschäftigten im Tunnel zu sperren.

Die Aufstellorte der Lüfter einer Bewetterungsanlage oder sonstige temporäre Einbauten sind dem Bahnbetreiber zu melden, damit erforderlichenfalls eine Einschränkung von Lü-Sendungen (Lademaßüberschreitungen) festgelegt werden kann. Dies sollte bereits im Vorfeld im Rahmen der baubetrieblichen Anmeldung erfolgen.

# 13 Koordination von Arbeiten in Bahntunneln

Der Bauherr trägt die Gesamtverantwortung für die Baumaßnahme. Auf dieser Basis sind bei baustellenübergreifenden Themen (Beleuchtung, Bewetterung, Notfallkonzepte, Gefahrstoffe etc.) Regelungen für alle Beteiligten zu treffen. Der Bauherr erzeugt die Gefahr, da Arbeiten in Bereichen mit besonderen Gefahren veranlasst werden und der Umgang mit Medien, die Gefahrstoffe beinhalten bzw. erzeugen, beauftragt wird.

Falls keine eigene Fachkunde vorhanden ist, muss sich im Sinne der Baustellenverordnung bei Erfordernis Fachkundiger bedient werden. Ein Koordinator bzw. eine Koordinatorin nach BaustellV ist zu bestellen.

Die vertraglichen Beziehungen im Einzelfall werden hier nicht betrachtet.

Die GefStoffV legt ebenfalls fest: Wenn bei Tätigkeiten von Beschäftigten eines Unternehmens eine erhöhte Gefährdung von Beschäftigten anderer Unternehmen durch Gefahrstoffe entsteht, ist durch die beteiligten Unternehmen ein entsprechender Koordinator bzw. eine Koordinatorin zu bestellen. Wurde eine Koordination nach den Bestimmungen der BaustellV bestellt, gilt diese Pflicht als erfüllt. Dem Koordinator bzw. der Koordinatorin sind von den beteiligten Unternehmen alle erforderlichen sicherheitsrelevanten Informationen sowie Informationen zu den festgelegten Schutzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen.

Die Bestellung einer Koordinierung nach BaustellV bzw. GefStoffV entbindet den Unternehmer bzw. die Unternehmerin nicht von ihrer in Gesetzen, Verordnungen und Unfallverhütungsvorschriften festgeschriebenen Verantwortung für den Arbeits- und Gesundheitsschutz seiner Beschäftigten. Das bedeutet, dass jeder Unternehmer bzw. jede Unternehmerin arbeitsplatzbezogen eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen und die Wirksamkeit zu überwachen hat.

## 13.1 Koordination nach BaustellV und GefStoffV – Allgemeines und Aufgaben

Die Aufgaben des Bauherrn aufgrund der gesetzlichen Verantwortung sind u. a. das Einsetzen eines oder mehrerer fachkundiger, qualifizierter Koordinatoren bzw. Koordinatorinnen gemäß Baustellenverordnung (BaustellV) bereits zu Beginn der Planungsphase eines Bauvorhabens, wenn diese Aufgaben nicht selbst wahrgenommen werden können. Dies begründet sich bei Schotterstaub erzeugenden Tätigkeiten u. a. gemäß § 2 Absatz 3 BaustellV, da besonders gefährliche Arbeiten mit krebserzeugenden Stoffen der Kategorie 1 ausgeführt werden.

Die Aufgaben des Koordinators bzw. der Koordinatorin nach Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sind in den nachfolgenden Auflistungen inkludiert. Diese betreffen naturgemäß die Punkte, die während Planung und Ausführung hinsichtlich der durch die einzelnen Unternehmen durch ihre Tätigkeit eingebrachten oder emittierten Gefahrstoffe zu erbringen sind. Diese betreffen auch andere Unternehmen, deren Beschäftigte mittel- oder unmittelbar von den emittierten Gefahrstoffen betroffen sind. Dazu gehören z. B. bauaffine Dienstleistungen und Zusammenhangstätigkeiten wie Sicherungspersonale, Betriebspersonale des Bahnbetreibenden oder Eisenbahnverkehrsunternehmens sowie die Bauüberwachung.

Die wichtigsten Aufgaben der Koordinierung in der Planungsphase sind:

- Sicherheits- und Gesundheitsrisiken zu ermitteln und Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten zu entwickeln,
- Wechselwirkungen zwischen der Baustelle und den Einflüssen aus der näheren Umgebung zu ermitteln,
- bei der Planung der Baustelleneinrichtung mitzuwirken und
- erforderlichenfalls Abstimmungen mit anderen Koordinatoren bzw. Koordinatorinnen durchzuführen.

Bei Arbeiten in Bahntunneln sind aufgrund der multiplen Aufgabenstellungen und Gefährdungen besondere Anforderungen an die Fachkunde der Koordinierung gestellt. Es kann daher notwendig werden, für spezielle Problemstellungen geeignete weitere Fachkundige für Arbeiten in Bahntunneln in der Planungs- und Ausführungsphase zu beteiligen. Deren wichtigste Aufgaben sind u. a.:

- Mitwirkung bei der Planung und Ausschreibung insbesondere bei Bewetterungs-, Benetzungs- sowie den Notfallkonzepten und deren gegenseitigen Beeinflussungen (inkl. der Entwässerung/Entsorgung der Benetzung),
- Mitwirkung bei der Abstimmung der Maßnahmen hinsichtlich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz mit den Baubeteiligten und ggf. Behörden, insbesondere den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS),
- Beratung bei Fragen der Baubeteiligten hinsichtlich Bewetterung, Benetzung und weiterer Staubminderungsmaßnahmen während Planung und Ausführung,
- Beratung zu alternativen Antrieben bzw. zur Abgasnachbehandlung von geplanten Maschinen/Geräten,
- fachliche Beurteilung der Ausführungsunterlagen bzw. Notfallkonzepte und Empfehlungen zur Freigabe bzw. Nachbesserung gegenüber den Auftraggebern,
- Mitwirkung bei den Abnahmen hinsichtlich Übereinstimmung zwischen Konzepten und Funktionalität,
- Koordination und Überwachung der Maßnahmen hinsichtlich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz während der Bauausführung,
- Hinwirken auf entsprechende Anweisungen der Entscheidungsträger auf Grundlage seiner Empfehlungen zu vorgenannten Themen,
- Überwachung der baustellenseitigen Dokumentation der Gesundheitsschutzmaßnahmen zur späteren Nachvollziehbarkeit,
- Dokumentation der erfolgten Empfehlungen und Reaktionen der Entscheidungsträger,
- Zurverfügungstellung der Dokumentation an die auftraggebenden Stellen.

## 13.2 Fachkenntnisse, Qualifikationen und Befugnisse zur Koordinierung

Zur Erfüllung der im [Kapitel 13.1 Koordination nach BaustellV und GefStoffV – Allgemeines und Aufgaben](#) genannten Aufgaben ist Fachkunde erforderlich hinsichtlich:

- technischer Bewetterung, deren Planungsgrundlagen, Ausschreibung und Ausführung,
- Arbeitsverfahren und Arbeitsmittel im Gleisoberbau und deren relevanter Emissionen,
- zu erwartender Gefahrstoffe auf einer Gleisbaustelle (Eigenschaften, Wirkungen, Beurteilungsmaßstäbe etc.) und Schutzmaßnahmen entsprechend Maßnahmenhierarchie gegen diese Gefahrstoffe,
- Energieversorgung unter den Bedingungen der Arbeiten in Bahntunneln,
- Fahrleitungsanlagen und deren Erdung unter Berücksichtigung verschiedener Strom-/Spannungsarten,
- Bahnbetrieb, insbesondere hinsichtlich der diversen Profile, Abstände und Sicherungsmaßnahmen gegen Gefahren aus dem Bahnbetrieb,
- Möglichkeiten der Wasserversorgung und umweltgerechten Wasserentsorgung auf der Baustelle.

Weiterhin sind aktuelle Kenntnisse des einschlägigen Regelwerkes hinsichtlich Arbeiten in Tunneln erforderlich, z. B.:

- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) inkl. zugehöriger Technischer Regeln für Gefahrstoffe (TRGS),
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) inkl. zugehöriger Technischer Regeln für Arbeitsstätten (ASR),
- Baustellenverordnung (BaustellV) inkl. zugehöriger Regeln für Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB),
- Vorgaben des Eisenbahn-Bundesamtes bei Arbeiten auf Eisenbahnen des Bundes,
- Vorgaben aus dem autonomen Recht der Unfallversicherungsträger, insbesondere
  - DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“,
  - DGUV Vorschrift 38 „Bauarbeiten“,
  - DGUV Vorschrift 77 bzw. 78 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“,
  - DGUV Regel 101-004 „Kontaminierte Bereiche“,
  - DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“,

- DGUV Information 201-021 „Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen“.

Zur Sicherstellung der Fachkunde sind folgende Qualifikationen erforderlich bzw. empfohlen:

- Koordinator bzw. Koordinatorin gemäß Baustellenverordnung (obligatorisch bei entsprechendem Einsatz) und
- Qualifikation als Fachkraft für Arbeitssicherheit (Sifa) oder
- Abschluss eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums (Bauingenieurwesen, Sicherheitsingenieur bzw. Sicherheitsingenieurin etc.) oder als staatlich geprüfter Techniker bzw. Technikerin oder
- einschlägige Erfahrungen, Fachkunde und zeitnahe berufliche Tätigkeit bei der Vorbereitung und Durchführung von (Gleisbau-)Arbeiten in und außerhalb von Bahntunneln (empfohlen mindestens 2 Jahre).

Die Befugnisse eines Koordinators bzw. einer Koordinatorin gemäß Baustellenverordnung sind in der genannten Verordnung nachzulesen. Darüber hinaus wird empfohlen, an die Koordinatoren und Koordinatorinnen und auch an die speziellen Fachkundigen keine Weisungsbefugnisse zu vergeben. Dies begründet sich mit der speziellen Beratungsfunktion außerhalb der weisungsgebenden Baustellen- bzw. Unternehmenshierarchie.

## 14 Soziale Einrichtungen

Hier wird auf die entsprechenden staatlichen Regeln (Technische Regeln für Arbeitsstätten) und berufsgenossenschaftlichen Informationen (z. B. BG BAU – Baustein A 025 „Sozialräume auf Baustellen“) hingewiesen.

Ggf. sind im Tunnelverlauf zusätzliche mobile Toiletten bereitzustellen (Beispiel: Weichenerneuerung in Tunnelmitte). Die Freihaltung der Flucht-/Rettungswege sowie die Profilfreiheit sind dabei sicherzustellen.

# 15 Arbeitsmedizinische Vorsorge

## 15.1 Allgemeines

Grundsätzlich empfiehlt es sich, mit großem zeitlichen Vorlauf vor einem möglichen Einsatz von Beschäftigten in Tunneln bzw. allgemein beim Umgang mit Gefahrstoffen die Beratung durch den Betriebsarzt bzw. die Betriebsärztin einzuholen; ggf. ergeben sich hierdurch weitergehende Anforderungen an die arbeitsmedizinische Vorsorge.

Sind die Anforderungen an eine Pflichtvorsorge, welche vor Beginn der Arbeiten und dann in regelmäßigen Abständen zu veranlassen und durchzuführen ist, nicht erfüllt, so ist durch den Unternehmer bzw. die Unternehmerin eine Vorsorge anzubieten. Ebenso ist ggf. eine Wunschvorsorge zu ermöglichen.

## 15.2 Atemschutz

Bei Benutzung von Atemschutz sind die Vorgaben der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ zu beachten und einzuhalten. Hier ist vor Beginn der Arbeiten nach einer Beratung durch den Betriebsarzt Vorsorge gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) nachweislich anzubieten bzw. durchzuführen.

Zur Beurteilung ist eine Einteilung des verwendeten Atemschutzes in die Gruppen 1, 2 bzw. 3 der DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“ hinsichtlich Gerätegewicht und Atemwiderstand notwendig.

## 15.3 Quarzhaltiger Staub

Das Mineral Quarz ist allgegenwärtig vorhanden, so dass davon auszugehen ist, dass viele Stäube quarzhaltig sind. Durch Messungen wurde im Gleisschotter Quarz in verschiedenen Konzentrationen nachgewiesen. Weiterhin sind die allgemeinen Staubgrenzwerte zu beachten.

Für diesen Staub bzw. diese Stäube liegen somit unterschiedliche Vorsorgeanlässe vor.

Eine verpflichtende arbeitsmedizinische Vorsorge für Quarz ergibt sich nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) bereits bei Einhaltung des Beurteilungsmaßstabs von  $0,05 \text{ mg/m}^3$  und einer wiederholten Exposition.

Bei zu erwartender Überschreitung der Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) für A- und E-Staub ist vor Aufnahme der Tätigkeiten eine Pflichtvorsorge durchzuführen und nachzuweisen.

Ansonsten ist durch den Unternehmer bzw. die Unternehmerin eine Vorsorge anzubieten.

## 15.4 Asbest

Durch Messungen wurde in verschiedenen Gleisschottern – in Abhängigkeit der Gesteinsart – ebenfalls Asbest in unterschiedlichen Konzentrationen nachgewiesen (siehe TRGS 517).

Wurde Asbest im Gleisschotter nachgewiesen und kann eine wiederholte Exposition der Beschäftigten gegenüber Asbest nicht ausgeschlossen werden, so ist eine Pflichtvorsorge zu veranlassen und vor Tätigkeitsbeginn durchzuführen.

Durch den Unternehmer bzw. die Unternehmerin ist eine nachgehende Vorsorge anzubieten zur Früherkennung asbestbedingter Erkrankungen.

# 16 Dokumentation

Nach Abschluss der Baumaßnahme sollte eine Sicherung und zentrale Erfassung der Dokumentationen sowie die Weiterleitung gemäß vertraglichen Festlegungen (z. B. Bauherr, Auftraggeber, Bauüberwachung etc.) obligatorisch sein. Erforderlichenfalls sind die Dokumentationen an anfordernde Behörden entsprechend den Auskunftspflichten weiterzuleiten (Eisenbahn-Bundesamt, Unfallversicherungsträger etc.). Die Dokumentation von Messdaten sollte dann in auswertbarer Form möglichst papierlos erfolgen (z. B. grafische Darstellung und Rohdaten in tabellarischer Form).

Eine Übertragung der Dokumentation an die Unfallversicherungsträger kann erforderlich werden, insofern sich gegenüber der bereits in der Planungsphase erstellten und gelieferten Konzepte in der Ausführungsphase Änderungen ergeben haben oder Unregelmäßigkeiten festgestellt wurden.

Die Dokumentation sollte innerhalb von 12 Wochen nach Abschluss der Baumaßnahme fertiggestellt sein.

Die Verpflichtung der Unternehmen zur Übersendung der Daten nach Aufforderung an die zuständigen Unfallversicherungsträger ergibt sich gemäß § 3 DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“.

Aufbewahrungsfristen werden gesetzlich bzw. nachgeordnet durch QM-Systeme geregelt. Insofern keine anderweitigen Regelungen greifen und keine zwischenzeitliche Abforderung der Dokumentation behördenseitig erfolgt, empfiehlt sich eine Aufbewahrungsfrist untenstehender Daten von mindestens 2 Jahren.

Diese Abschlussdokumentation betrifft insbesondere folgende Dokumentationen:

## Bewetterungsunternehmen (ggf. inklusive Messinstitut):

- Bewetterungskonzept,
- Bewetterungsdaten Tunnel (Bewetterungsrichtung, Windgeschwindigkeit, Temperatur, Feuchte),
- Wetterdaten Umgebung, falls vorhanden (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Temperatur, Luftdruck, Feuchte),
- gravimetrische Messungen (A-, E-Staub, Quarz-Konzentration),

- direktanzeigende Messungen (A-Staub),
- direktanzeigende Gasmessungen – kontinuierliche Messdaten (NO, NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>),
- Bautagebücher (hier u. a. folgende Daten: Drehzahländerung Lüfter mit Grund und Uhrzeit; allg. Wetter, evtl. Anzahl Beschäftigte, Besonderheiten wie z. B. Aufenthalt Arbeitszug und damit erhöhte Werte oder Durchfahrten von besonderen Loks).

## Bauunternehmen:

- Randbedingungen, die eine Vergleichbarkeit mit anderen Bauvorhaben ermöglichen (für die evtl. Nutzung der Gefährdungsbeurteilung für vergleichbare Bauvorhaben),
- Auflistung der im Tunnel eingesetzten Baumaschinen/ Bahnfahrzeuge inkl. Nachweis Abgasnachbehandlungssysteme,
- Bauablaufplan (finaler Stand),
- Zusammenstellung der in dieser DGUV Information gelisteten finalen und tatsächlich ausgeführten Konzepte (z. B. Bewetterungskonzept, Messkonzept, Benetzungskonzept, Entwässerungskonzept, Rettungskonzept, Brandschutzkonzept, Beleuchtungskonzept etc.)
- Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung und Wirksamkeitskontrolle (inkl. Nachunternehmen),
- baustellenbezogenes Gefahrstoffkataster,
- Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan),
- Baustellenordnung,
- Sicherungspläne,
- Betriebs- und Bauanweisungen,
- Bautagebücher – falls keine zentrale Zusammenstellung, dann Übersendung einzelner Bautageberichte bei Anforderung der Behörden aufgrund relevanter Ereignisse.

Gemäß TRGS 410 ist ein Expositionsverzeichnis gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B zu erstellen.

Entsprechend TRGS 559 ist bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Quarzfeinstaub ein Eintrag nach § 14 Absatz 3 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) vorzunehmen (z. B. in der Zentralen Expositionsdatenbank (ZED)), insbesondere wenn der Beurteilungsmaßstab überschritten ist. Der Eintrag ist personenbezogen vorzunehmen und 40 Jahre nach Beendigung der letzten Tätigkeit aufzubewahren.

## 17 Abkürzungsverzeichnis

|                 |                                                                                                                                                            |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A               | Tunnelquerschnitt in m <sup>2</sup>                                                                                                                        |
| AG              | Aktiengesellschaft                                                                                                                                         |
| AGW             | Arbeitsplatzgrenzwert                                                                                                                                      |
| AK              | Akzeptanzkonzentration                                                                                                                                     |
| AN              | Auftragnehmer                                                                                                                                              |
| ArbMedVV        | Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge                                                                                                               |
| ArbSchG         | Arbeitsschutzgesetz                                                                                                                                        |
| ASR             | Technische Regeln für Arbeitsstätten                                                                                                                       |
| A-Staub         | alveolengängiger Staub                                                                                                                                     |
| ATWS            | Automatisches Warnsystem                                                                                                                                   |
| BAFU-Liste      | Liste von Partikelfiltersystem-Typen mit Konformität zur schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV), Herausgeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz |
| BaustellV       | Baustellenverordnung                                                                                                                                       |
| BG BAU          | Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft                                                                                                                     |
| BM              | Beurteilungsmaßstab                                                                                                                                        |
| BOS             | Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben                                                                                                        |
| BRM             | Bettungsreinigungsmaschine                                                                                                                                 |
| BzS             | für den Bahnbetrieb zuständige Stelle                                                                                                                      |
| bzw.            | beziehungsweise                                                                                                                                            |
| ca.             | circa                                                                                                                                                      |
| CE              | CE-Kennzeichnung: Erklärung des Herstellers bzw. Inverkehrbringers innerhalb der EU zur Erfüllung der geltenden Anforderungen der EU                       |
| CO              | Kohlenstoffmonoxid                                                                                                                                         |
| CO <sub>2</sub> | Kohlenstoffdioxid                                                                                                                                          |
| d. h.           | das heißt                                                                                                                                                  |
| DB InfraGO AG   | Bahnbetreibende der Deutsche Bahn Aktiengesellschaft                                                                                                       |
| DBS             | Deutsche Bahn Standard                                                                                                                                     |
| DeNOx           | Reduktion von Stickoxiden (NOx) aus Abgasen                                                                                                                |
| DGUV            | Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung                                                                                                                    |
| Diesel-kW       | Nennleistung eines Dieselmotors in Kilowatt                                                                                                                |

|                                |                                                                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN                            | Deutsches Institut für Normung                                                      |
| DME                            | Dieselmotoremissionen                                                               |
| DPF                            | Dieselpartikelfilter = Rußpartikelfilter                                            |
| DUA                            | Durcharbeitung mit Stopfmaschine und Schotterplaniermaschine in Gleisen und Weichen |
| EBA                            | Eisenbahn-Bundesamt                                                                 |
| EN                             | europäische Norm                                                                    |
| E-Staub                        | einatembarer Staub                                                                  |
| etc.                           | et cetera                                                                           |
| EU                             | Europäische Union                                                                   |
| e. V.                          | eingetragener Verein                                                                |
| Fc-Wagen                       | Gattungsbezeichnung für einen Eisenbahn-Schüttgutwagen mit Schwerkraftentladung     |
| FFP                            | Filtering Face Piece => partikelfiltrierende Halbmaske                              |
| GefStoffV                      | Gefahrstoffverordnung                                                               |
| ggf.                           | gegebenenfalls                                                                      |
| h                              | Stunde                                                                              |
| IFA                            | Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung            |
| Ing.-Büro                      | Ingenieurbüro                                                                       |
| inkl.                          | inklusive                                                                           |
| INQA                           | Initiative Neue Qualität der Arbeit                                                 |
| km                             | Kilometer                                                                           |
| L                              | Abstand Lüfter zum Tunnelportal                                                     |
| LED                            | light-emitting diode, Leuchtdiode                                                   |
| Lü-Sendung                     | im Eisenbahnverkehr Zugfahrt mit Lademaßüberschreitung                              |
| m                              | Meter                                                                               |
| M-%                            | Masseprozent                                                                        |
| m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> | Quadratmeter/Kubikmeter                                                             |
| max.                           | maximal                                                                             |
| MFS, BSW                       | Materialförder- und Silowagen, Bunker-Schüttgut-Wagen                               |
| mg                             | Milligramm                                                                          |
| min                            | Minuten                                                                             |

|                 |                                                                                                                              |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NO              | Stickstoffmonoxid                                                                                                            |
| NO <sub>2</sub> | Stickstoffdioxid                                                                                                             |
| NOx             | Stickoxide                                                                                                                   |
| o. a.           | oben angegeben                                                                                                               |
| o. ä.           | oder ähnlich                                                                                                                 |
| OLSP            | Oberleitungsspannungsprüfeinrichtung                                                                                         |
| PAK             | Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe                                                                                 |
| ppm             | parts per million                                                                                                            |
| PSA             | persönliche Schutzausrüstung                                                                                                 |
| PVM             | Planumsverbesserungsmaschine                                                                                                 |
| QM-System       | Qualitätsmanagementsystem                                                                                                    |
| Q-Staub         | Quarzstaub, quarzhaltiger Staub                                                                                              |
| RAB             | Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen                                                                                      |
| RRil            | Rahmenrichtlinie                                                                                                             |
| RIMINI          | Verfahren zur risikominimalen Sicherung von Arbeitsstellen                                                                   |
| s               | Sekunden                                                                                                                     |
| SCR             | selectiv catalytic reduction (Selektive Katalytische Reduktion)                                                              |
| SE 1/SE 2       | Schienenenerneuerung einseitiger Strang/beidseitiger Strang                                                                  |
| SFS             | Schnellfahrstrecke                                                                                                           |
| Sifa            | Sicherheitsfachkraft/Fachkraft für Arbeitssicherheit                                                                         |
| SiGeKo          | Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Koordinator bzw. Koordinatorin = Koordinator bzw. Koordinatorin nach Baustellenverordnung |
| SiGe-Plan       | Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan                                                                                       |
| SO              | Schienenoberkante                                                                                                            |
| SSP             | Schnellschotterplaniermaschine/Schotterplaniermaschine                                                                       |
| SSR             | Sauerstoff-Selbstretter                                                                                                      |
| TE              | Tiefenentwässerung                                                                                                           |
| TH2             | Schutzklasse für Atemschutz-Komplettsysteme nach DIN EN 12941                                                                |
| TRBS            | Technische Regeln für Betriebssicherheit                                                                                     |
| TRGS            | Technische Regeln für Gefahrstoffe                                                                                           |

|            |                                                                                                                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Turas      | gezahntes Kettenrad für Antrieb/Führung                                                                                                                        |
| u. a.      | unter anderem                                                                                                                                                  |
| UM         | Umbauzug                                                                                                                                                       |
| UNECE      | United Nations Economic Commission for Europe                                                                                                                  |
| UVB        | Unfallversicherung Bund und Bahn                                                                                                                               |
| UVT        | Unfallversicherungsträger = Berufsgenossenschaften, Unfallkassen                                                                                               |
| V          | Volt                                                                                                                                                           |
| Vert-Liste | Liste von Partikelfiltersystem-Typen mit erfolgreich abgeschlossenen Eignungstests,<br>Herausgeber: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Schweiz |
| z. B.      | zum Beispiel                                                                                                                                                   |
| ZED        | Zentrale Expositionsdatenbank                                                                                                                                  |
| Zf/Rb Bau  | Zugführer, bzw. Zugführerin/Rangierbegleiter, bzw. Rangierbegleiterin für Baumaßnahmen                                                                         |
| zzgl.      | zuzüglich                                                                                                                                                      |

# Literaturverzeichnis

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften, Regeln und Informationen zusammengestellt.

## Gesetze, Verordnungen, Richtlinien

Bezugsquelle: Buchhandel und Internet:

z. B. [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG); Ausfertigung 07.08.1996, Stand 07\_2024 und zugehörige Verordnungen und Regeln:

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Ausfertigung 03.02.2015, Stand 07\_2021, mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere:
  - TRBS 2121 Teil 1 „Gefährdung von Beschäftigten durch Absturz bei der Verwendung von Gerüsten“, Stand 01\_2019
  - TRBS 2121 Teil 2 „Gefährdung von Beschäftigten bei der Verwendung von Leitern“, Stand 12\_2018
  - TRBS 3145/TRGS 745 „Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren“, Stand 02\_2016
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), Ausfertigung 12.08.2004, Stand 03\_2024 mit Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), insbesondere:
  - ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“, Stand 02\_2013, zuletzt geändert 2022
  - ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge“, Stand 03\_2022, zuletzt geändert 2024
  - ASR A3.4 „Beleuchtung“, Stand 05\_2023
- Baustellenverordnung (BaustellV), Ausfertigung 10.06.1998, Stand 12\_2022, mit Regeln für Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB), insbesondere:
  - RAB 10 „Begriffsbestimmungen“, Stand 12.11.2003

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), Ausfertigung 26.11.2010, Stand 12\_2024 und zugehörige Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:

- TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, Ausgabe 08\_2023
- TRGS 410 „Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder

keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B“, Ausgabe 06\_2015, zuletzt geändert 02\_2022

- TRGS 517 „Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen“, Ausgabe 02\_2013, zuletzt geändert und ergänzt 03\_2015
- TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“, Ausgabe 01\_2019
- TRGS 559 „Quarzhaltiger Staub“, Ausgabe 04\_2020
- TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe 01\_2006, zuletzt geändert und ergänzt 06\_2024
- TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 2 Abs. 3 Nr. 4 GefStoffV“, Ausgabe 04\_2023
- TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, Ausgabe 02\_2014, zuletzt geändert und ergänzt 10\_2024

AGS-Liste geeigneter Messverfahren (Bewertung von Verfahren zur messtechnischen Ermittlung von Gefahrstoffen in der Luft am Arbeitsplatz), BAuA, unter: <https://www.baua.de/DE/Die-BAuA/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AGS/pdf/Messverfahren.html>, Stand 25.01.2024

Eisenbahn-Bundesamt (EBA) Richtlinie „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln“, Stand 01.07.2008

Eisenbahn-Bundesamt (EBA) „Leitfaden für den Bau und den Betrieb von Magnetschwebbahntunneln aus Sicht des Brand- und Katastrophenschutzes sowie der Gefahrenabwehr“, Stand 01.03.2005

Eisenbahn-Bundesamt (EBA) „Pflichten aus der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) für alle Arbeitgeber“, Fachmitteilung 07/2022 vom 23.05.2022

Eisenbahn-Bundesamt (EBA) „Forschungsprojekt Staubabsaugung – Theorie (Entstaubung einer Bettungsreinigungsmaschine)“ durch CFT GmbH Compact Filter Technik, EBA Forschungsbericht 2019-06

Gemeinsame Empfehlungen des Ministeriums für Inneres, Digitalisierung und Migration, des Ministeriums für Verkehr und des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau zur Einrichtung von Rettungseinheiten und deren

Zusammenarbeit mit den Feuerwehren in Hohlraum- und Tunnelbaustellen in Baden-Württemberg vom 07.01.2014

Hinweise des Ministeriums für Inneres, Digitalisierung und Migration zum Einsatz der Gemeindefeuerwehren in Hohlraum- und Tunnelbaustellen in Baden-Württemberg vom 27.12.2019

Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), Ausfertigung 18.12.2008, Stand 07\_2019 und zugehörige Arbeitsmedizinische Regeln (AMR)

## DGUV Regelwerk für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter [www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen)

### Unfallverhütungsvorschriften

DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“

DGUV Vorschrift 38 „Bauarbeiten“

DGUV Vorschrift 77 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“

DGUV Vorschrift 78 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“

DGUV Vorschrift 79 „Verwendung von Flüssiggas“

DGUV Vorschrift 80 „Verwendung von Flüssiggas“

### Regeln

DGUV Regel 101-004 „Kontaminierte Bereiche“

DGUV Regel 101-024 „Sicherungsmaßnahmen bei Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen“

DGUV Regel 101-601 „Branche Rohbau“

DGUV Regel 101-604 „Branche Tiefbau“

DGUV Regel 110-010 „Verwendung von Flüssiggas“

DGUV Regel 112-190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“

DGUV Regel 112-194 „Benutzung von Gehörschutz“

### Informationen

DGUV Information 201-004 „Fahrerkabinen mit Anlagen zur Atemluftversorgung auf Erdbaumaschinen und Spezialmaschinen des Tiefbaus“

DGUV Information 201-021 „Sicherheitshinweise für Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen“

DGUV Information 203-004 „Einsatz elektrischer Betriebsmittel bei erhöhter elektrischer Gefährdung“

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 203-032 „Auswahl und Betrieb von Stromerzeugern auf Bau- und Montagestellen“

DGUV Information 206-007 „So geht´s mit Ideen-Treffen“

DGUV Information 206-017 „Gut vorbereitet für den Ernstfall! – Standards im Umgang mit traumatischen Ereignissen im Betrieb“

DGUV Information 206-026 „Psychische Belastung – der Schritt der Risikobeurteilung“

DGUV Information 213-056 (BGRCI) „Gaswarneinrichtungen und -geräte für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff“

### Grundsätze

DGUV Grundsatz 306-001 „Traumatische Ereignisse – Prävention und Rehabilitation“

## Weitere Publikationen

BG BAU Baustein-Merkheft 401 „Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz für alle Gewerke“, Stand 07\_2021

BG BAU Baustein-Merkheft 408 „Gerüstbau“, Stand 07\_2021

BG BAU Baustein-Merkheft 410 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“, Stand 07\_2021

DGUV Sachgebiet „Arbeiten und Sicherungsmaßnahmen im Bereich von Gleisen“: „Hinweise für die Ausschreibung der Bewetterungsleistung für den Schienenwechsel in den SFS-Tunneln der DB Netz AG“, unter: [www.dguv.de/medien/fb-bauwesen/sachgebiete/gleisbauarbeiten/gefahrstoffe/bewetterung\\_tunnel.pdf](http://www.dguv.de/medien/fb-bauwesen/sachgebiete/gleisbauarbeiten/gefahrstoffe/bewetterung_tunnel.pdf), Stand 2016-09-13

DGUV Sachgebiet „Psyche und Gesundheit in der Arbeitswelt“/AG „Trauma und Psyche“: FBGIB-004: „Meldung von traumatischen Ereignissen“, Stand 05\_2024

BG BAU – Handlungshilfe zur Integration der Psychischen Belastung in die Gefährdungsbeurteilung, unter: [www.bgbau.de/psychische-belastung](http://www.bgbau.de/psychische-belastung)

INQA/BG BAU „Leitfaden für die Erstellung einer Baustellenordnung“, Stand 2020

Software zur Auswahl von Gehörschützern, unter: [www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-laerm/ gehoerschutz/software-gehoerschutz-auswahlprogramm/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-laerm/ gehoerschutz/software-gehoerschutz-auswahlprogramm/index.jsp), IFA, Stand der Datenbank: 19.05.2022

## DIN-Normen

*Bezugsquelle: DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin*

DIN EN 397:2013-04+A1:2012 „Industrieschutzhelme“

DIN EN 481:1993-09 „Arbeitsplatzatmosphäre; Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel“

DIN EN ISO 7731:2008-12 „Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale“

DIN EN 10075-1:2018-01 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine

Aspekte und Konzepte und Begriffe (ISO 10075-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10075-1:2017“

DIN EN 10075-2:2024-12 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze (ISO 10075-2:2024); Deutsche Fassung EN ISO 10075-2:2024“

DIN EN 10075-3:2004-12 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung (ISO 10075-3:2004); Deutsche Fassung EN ISO 10075-3:2004“

BS ISO 10263-2:2009 „Erdbaumaschinen, Umschlossene Arbeitsumgebung, Luftfilterprüfung“

DIN EN 12941:2025-04 „Atemschutzgeräte – Gebläsefiltergeräte mit einem Atemabschluss ohne Dichtsitz (Haube) – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung“

DIN EN 13450:2003-06 „Gesteinskörnungen für Gleisschotter“

DIN EN 14033-3:2017-10 „Bahnanwendungen – Oberbau – Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen – Teil 3: Allgemeine Sicherheitsanforderungen“

DIN EN 15746-2:2021-05 „Bahnanwendungen – Oberbau – Zwei-Wege-Maschinen – Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen“

DIN EN 16704:2-1+2-2:2017-03 „Bahnanwendungen – Oberbau – Sicherungsmaßnahmen während Gleisbauarbeiten“

DIN 33899-1:2014-02 „Exposition am Arbeitsplatz – Leitfaden für die Anwendung direktanzeigender Geräte zur Überwachung von Aerosolen: Auswahl des Monitors für besondere Anwendungsfälle“

DIN 33899-2:2014-02 „Exposition am Arbeitsplatz – Leitfaden für die Anwendung direktanzeigender Geräte zur Überwachung von Aerosolen: Ermittlung der Konzentration luftgetragener Partikel mit optischen Partikelträger“

DIN 33899-3:2014-09 „Exposition am Arbeitsplatz – Leitfaden für die Anwendung direktanzeigender Geräte zur Überwachung von Aerosolen: Ermittlung der Konzentration luftgetragener Partikel mit Photometern“

DIN EN 45544-2\*VDE 0400-22-2 :2014-03 „Arbeitsplatz-atmosphäre – Elektrische Geräte für die direkte Detektion und direkte Konzentrationsmessung toxischer Gase und Dämpfe: Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten, die für Expositionsmessungen eingesetzt werden“

### **Richtlinien DB AG**

DB RRil 132.0118 „Arbeiten im Gleisbereich“, Release 4.2 vom 01.01.2025

DBS 918 061 „Technische Lieferbedingungen Gleisschotter“, Stand 08\_2023

# Anhang 1

## Beurteilungsmaßstäbe

Die Angaben in der Tabelle beziehen sich auf den Zeitpunkt der Veröffentlichung. Für die Gefährdungsbeurteilung sind jeweils die aktuell gültigen Werte heranzuziehen.

**Tabelle 1** Beurteilungsmaßstäbe von Gefahrstoffen bei Gleisbauarbeiten in Tunneln

| Gefahrstoff                                                                        | Beurteilungsmaßstab                                         | Überschreitungsfaktor<br>ÜF | Typ                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Staub, alveolengängig (A-Staub)                                                    | 1,25 mg/m <sup>3</sup>                                      |                             | Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)<br>(TRGS 900)                                |
| Staub, einatembar (E-Staub)                                                        | 10 mg/m <sup>3</sup>                                        | 2 (II)                      | AGW (TRGS 900)                                                           |
| Quarz (Siliziumdioxid kristallin) (Q)                                              | 0,05 mg/m <sup>3</sup><br>(A)                               | 8 (II)                      | Beurteilungsmaßstab (BM)<br>(TRGS 559)<br>Krebserzeugend Kat. 1          |
| Dieselmotoremissionen (Dieselrußpartikel, als EC (elementarer Kohlenstoff)), (DME) | 0,05 mg/m <sup>3</sup><br>(A)                               |                             | AGW (TRGS 900)                                                           |
| Asbestfasern                                                                       | AK: 10.000 F/m <sup>3</sup><br>TK: 100.000 F/m <sup>3</sup> | 8                           | Akzeptanzkonzentration (AK),<br>Toleranzkonzentration (TK)<br>(TRGS 910) |
| Kohlenstoffmonoxid CO                                                              | 20 ml/m <sup>3</sup> (ppm)<br>(23 mg/m <sup>3</sup> )       | 3 (II)                      | AGW (TRGS 900)                                                           |
| Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub>                                                  | 5.000 ml/m <sup>3</sup> (ppm)<br>(9.100 mg/m <sup>3</sup> ) | 2 (II)                      | AGW (TRGS 900)                                                           |
| Stickstoffmonoxid NO                                                               | 2,0 ml/m <sup>3</sup> (ppm)<br>(2,5 mg/m <sup>3</sup> )     | 2 (II)                      | AGW (TRGS 900)                                                           |
| Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>                                                   | 0,5 ml/m <sup>3</sup> (ppm)<br>(0,95 mg/m <sup>3</sup> )    | 2 (I)                       | AGW (TRGS 900)                                                           |

## Anhang 2

# Anforderungen an Fachkenntnisse für die Tätigkeit als Bewetterungsbeauftragter bzw. Bewetterungsbeauftragte

Der bzw. die Bewetterungsbeauftragte setzt vor Ort das fachkundige Betreiben der Bewetterungsanlage um. Nachfolgende Kenntnisse bzw. Fähigkeiten sind die Grundlage dafür.

Unterschiedliche Bauarten von Bahntunneln und ihre Besonderheiten, z. B.

- Einflüsse unterschiedlicher Tunnel-Querschnitte und -Geometrien auf die Bewetterung,
- Einflüsse von z. B. Bahnhöfen, Querschnittsänderungen, Notausgängen und Abzweigungen und Schächten,
- Energieversorgung im Tunnel,
- Fahrleitungsanlagen und deren Erdung,
- Tröge/Einschnitte, vor oder nach einem Tunnel bzw.
- Tröge/Einschnitte ohne Tunnel.

Grundlagen der Bewetterung, z. B.

- Kenntnisse über Planungsgrundlagen einer Bewetterungsanlage,
- Unterschiede verschiedener Lüfterarten, deren Aufstellung und Wirkungsweise,
- Begriffe aus der Bewetterung,
- Bewertung der erfassten Bewetterungsparameter zur fachkundigen Regelung der Bewetterung (Notwendigkeit, wann, wie),
- Notabschaltung,
- strömungstechnisches Verhalten der Luft in Tunneln,
- unterschiedliche Bewetterungsverfahren,
- Luftfilterung,
- Einfluss von unterschiedlichen Wettersituationen an den Tunnelportalen,
- Lufttransport über Lutten,
- Auswirkung von Fahrzeugen im Tunnel,
- Auswirkung von Zug-/Rangierfahrten im Tunnel,
- Vorheizen von Bewetterungsluft,
- Bewetterungsrichtung in Abhängigkeit der Arbeitsverfahren,
- Emissionsspitzen und deren Bedeutung.

Gefahrstoffe bei Gleisbau- und Zusammenhangsarbeiten in Tunneln, deren Besonderheiten und wirksame Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip, z. B.

- Stäube und deren mögliche Bestandteile (z. B. A-, E-, Q-Staub, Asbest),
- Einsatz von Flüssiggas unter der Erdgleiche,
- Emissionen von Verbrennungsmotoren,
- Übersicht über die wichtigsten Beurteilungsmaßstäbe,
- Verfahren zur Staubbinding beim Schotter und deren Wirkungsweisen.

Grundlagen zu relevanten Messungen, z. B.

- Kenntnisse der jeweiligen Messkonzepte mit den Messzielen, deren Anforderungen und Verfahren,
- Einsatz von Warngeräten/direkt anzeigenden Messgeräten und Reaktion auf Warnschwellen,
- Bedeutung und Durchführung der Erfassung der Bewetterungsparameter an den Tunnelportalen sowie Kenntnis von Möglichkeiten zur Reaktion auf Messwerte bzw. -änderungen.

Weitere Punkte, z. B.

- Kenntnisse der Festlegungen mit den BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) und deren Umsetzung,
- Personenortung in Tunneln,
- Kenntnisse über Flucht- und Rettungswege (Sammelplätze, Rettungsplätze etc.),
- Kenntnisse der Baustellenordnung und Organisation auf der Baustelle,
- Kenntnisse über die eigene Gefährdungsbeurteilung und deren Festlegungen,
- Abstimmung mit den Baubeteiligten zur Bewetterungssteuerung,
- Absprachen mit den koordinierenden Stellen und anderen beauftragten Fachleuten,
- Bautagebuch mit den wesentlichen Eintragungen.

Es sollten weiterhin aktuelle Kenntnisse des einschlägigen Regelwerks hinsichtlich Arbeiten in Tunneln entsprechend dieser DGUV Information bestehen. Dazu gehören auch Festlegungen des Bahnbetreibenden zu Arbeiten in Tunneln allgemein, zu Besonderheiten in speziellen Tunneln und auf der aktuellen Baustelle.

## Anhang 3

# Flussdiagramme für Messungen

### Anhang 3.1 Partikelförmige Schadstoffe A-Staub, E-Staub, Quarz, DME

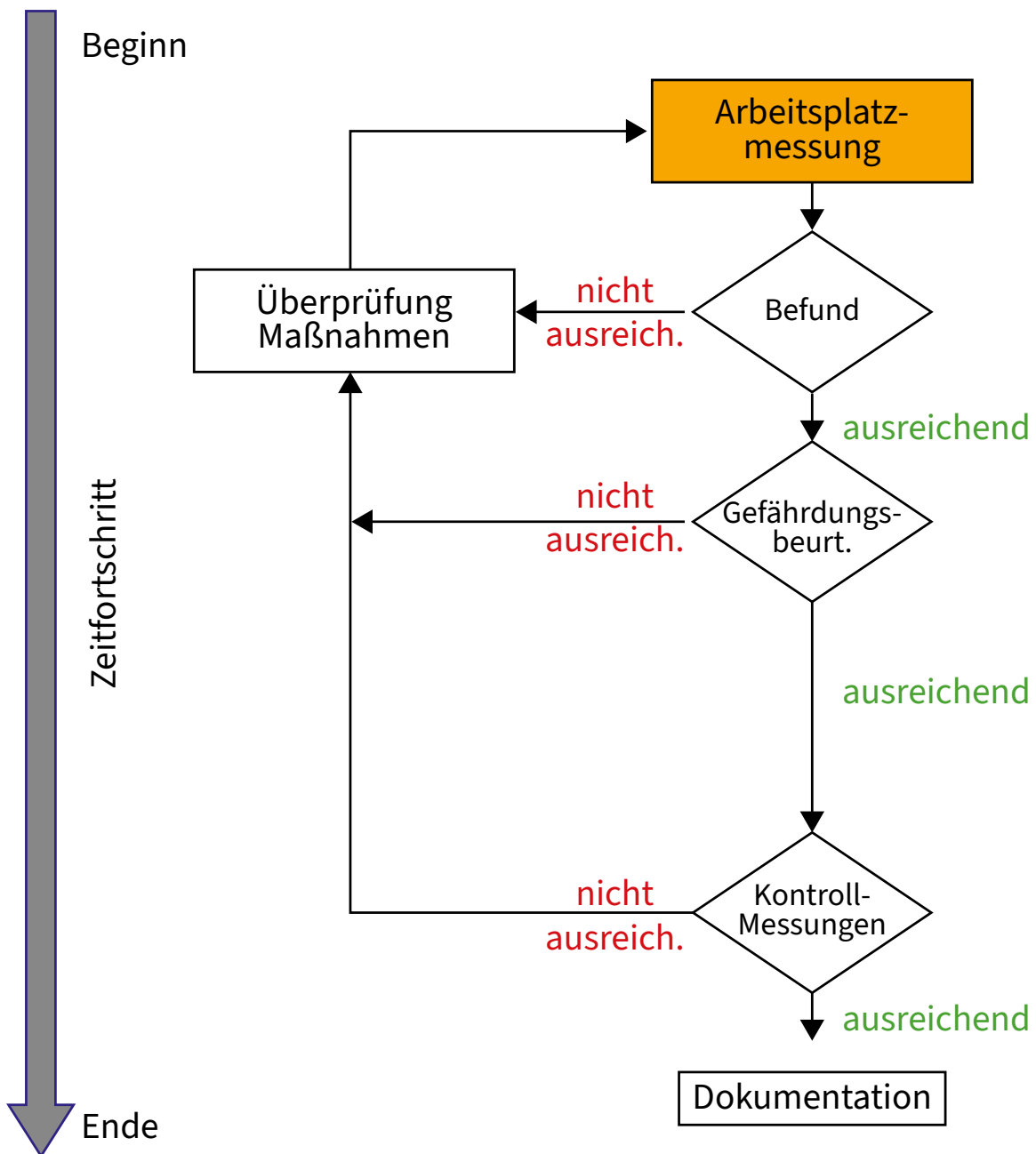


Abb. 1 Flussdiagramm zur Messung und Befundsicherung partikelförmiger Gefahrstoffe (schematisch)

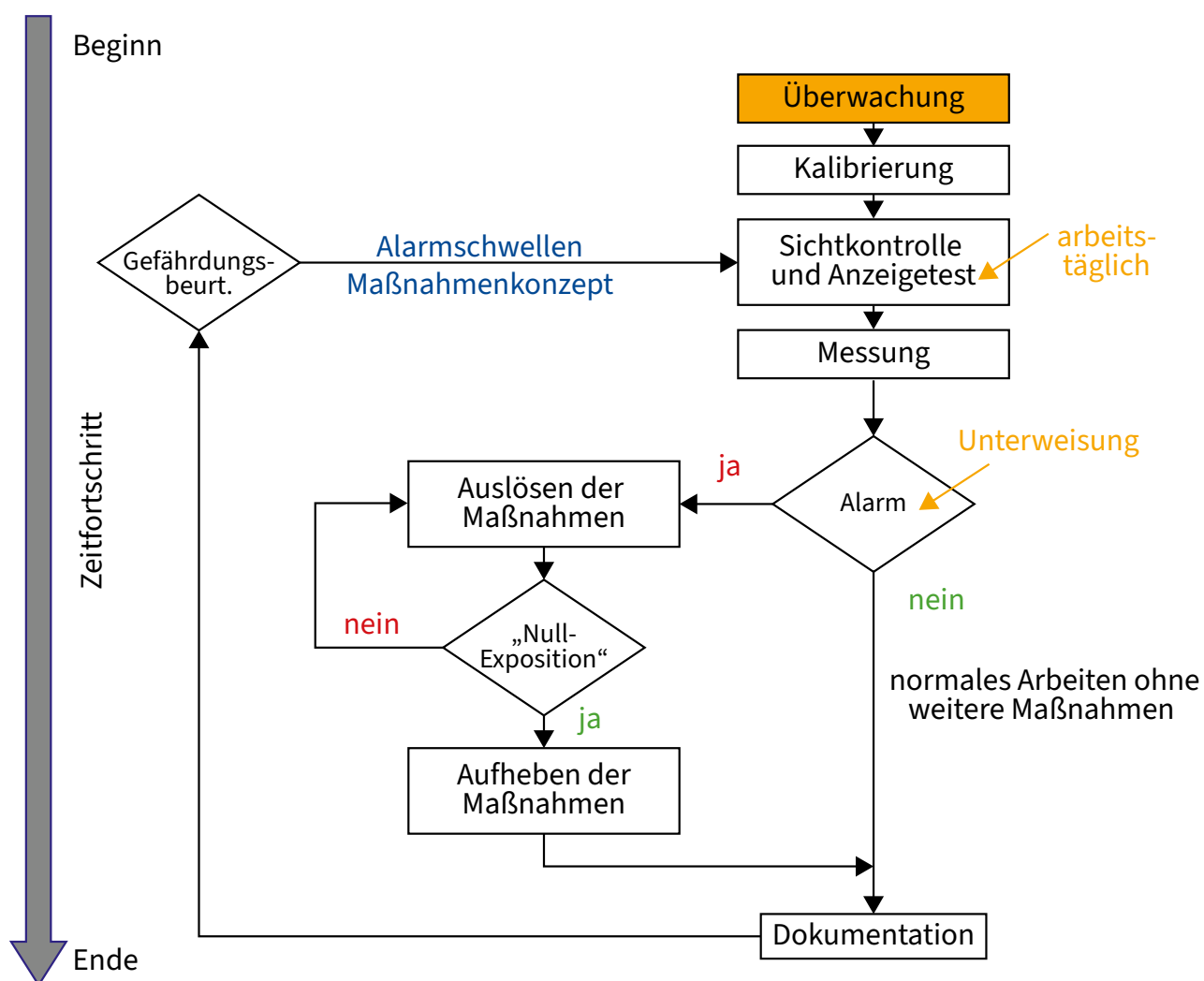
Anhang 3.2 Gasförmige Schadstoffe CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>

Abb. 2 Flussdiagramm zur Überwachung gasförmiger Gefahrstoffe (schematisch)

## Anhang 4

# Beispielhafte Inhalte eines Brandschutz-/Rettungskonzeptes

Es sollte in jedem Fall unter Beteiligung des Bauherrn mit ausreichend zeitlichem Vorlauf eine Absprache mit den örtlichen, zuständigen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), z. B. der Feuerwehr, erfolgen. Ggf. sind baustellenseitig Ergänzungen vorzunehmen, wenn die Standardausrüstung der Feuerwehr (insbesondere in ländlichen Gebieten) für die Baustellenbelange nicht hinreichend ist. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn der Atemschutz der Feuerwehr nur für eine bestimmte Strecke beidseits der Portale in den Tunnel hineinreicht und ein Tunnelabschnitt verbleibt, der mit der Standardausrüstung (z. B. im Rettungsfall) nicht erreicht wird.

Für diese Bereiche sind 2 Möglichkeiten vorhanden:

- Vorgaben der örtlichen Feuerwehr vollumfänglich umsetzen oder alternativ
- eigene umfassende Regelungen zu möglichen Ereignissen und den erforderlichen Handlungen treffen.

Die Entstehungsbrandbekämpfung und Rettung/Evakuierung der Beschäftigten haben dabei aus Sicht des Arbeitsschutzes Priorität.

Es ist wichtig, die Prozesse vor, während und nach Eintreffen der Feuerwehr genau abzustimmen. Im Ereignisfall dürfen keine Fragen offen sein.

Die Erstellung eines umfassenden Notfallkonzeptes ist notwendig; dazu sind über die Angaben zur Baustelle und betrieblichen Situation hinaus Festlegungen zu folgenden Punkten, aufbauend auf einer fachkundigen Gefährdungsbeurteilung notwendig (Auflistung nicht abschließend, abhängig von den baustellenspezifischen Randbedingungen):

- mögliche Gefährdungen/Ereignisse, abhängig von den durchzuführenden Arbeiten und der eingesetzten Technik,
- Zufahrtsmöglichkeiten, Lotsen/Sammelpunkte für die einzelnen Tunnel festlegen und für alle Beteiligten deutlich kennzeichnen,
- Einrichtung von Flucht- und Rettungswegen und deren regelkonformer Kennzeichnung,
- Beleuchtung – Sicherstellung Notbeleuchtung im Ereignisfall,
- Alarmplan, ggf. Brandmeldeanlagen (Signale/Alarmmittel (z. B. Luftdruckfanfare), Alarmkette und notwendige Informationen),

- Kommunikation für Ereignisfall sicherstellen (wichtig auch für Feuerwehr),
- Einrichtung und Ausstattung für die Entstehungsbrandbekämpfung/Rettung (Ausstattung Baumaschinen, Bauspitzen mit Feuerlöschern, Tragen etc.),
- Minimierung der Brandlast im Tunnel (Regelungen zu Tankvorgängen, Lagerung von Gefahrstoffen, Begrenzung der maximalen Anzahl von Baumaschinen/Fahrzeugen),
- Personenerfassungs-/Personenortungssysteme (Sicherstellung, dass keine Beschäftigten unbemerkt im Tunnel verbleiben),
- persönliche Ausstattung der Beschäftigten (Sauerstoff-Selbstretter, Signalfanfare, Funkgeräte, Transponder, etc.),
- Bewetterung (z. B. Schaffung einer „sicheren Seite“ für die Feuerwehr in Absprache, evtl. sind zusätzliche Betrachtungen bei der Projektierung erforderlich),
- innerbetriebliche/überbetriebliche Festlegungen notwendigenfalls unterscheiden (Beteiligung des Koordinators bzw. der Koordinatorin nach Baustellenverordnung),
- Unterweisungen, Qualifikationen, Ernennungen (Ersthelfende, Brandschutzhelfende, Feuerlöschtraining etc.),
- Situation Löschwasserversorgung,
- Logistik für mögliche Ereignisse (gleisgebunden/nicht gleisgebunden),
- spezielle weitere Gefährdungen/Situationen prüfen.

**Berufsgenossenschaft  
der Bauwirtschaft**

Bundesallee 210  
10719 Berlin  
[www.bgbau.de](http://www.bgbau.de)

Präventions-Hotline der BG BAU:  
0800 80 20 100 (gebührenfrei)  
[praevention@bgbau.de](mailto:praevention@bgbau.de)