

Sicherheit an automatischen Betonsteinfertigungsanlagen

Sachgebiet Mineralische Rohstoffe und Baustoffe
Stand: 08.07.2025

Beim Betrieb von Betonsteinfertigungsanlagen kommt es in der Praxis immer wieder zu schweren und auch tödlichen Arbeitsunfällen. Als Unfallursachen werden oftmals fehlende oder manipulierte Schutzeinrichtungen festgestellt. Diese Schrift nennt die grundlegenden Sicherheitsanforderungen, die für Anlagen dieser Art erforderlich sind und gibt Beispiele für deren Ausgestaltung in Bestandsanlagen und neuen Anlagen.

Inhaltsverzeichnis

1	Rechtslage	2
1.1	Bestandsanlagen.....	2
1.2	Neue Betonsteinfertigungsanlagen.....	4
2	Mischanlagen.....	6
3	Betonsteinfertiger.....	6
3.1	Betrieb.....	6
3.2	Formenwechsel.....	7
3.3	Reinigung.....	8
4	Nassseite.....	9
4.1	Transportbahn.....	9
4.2	Nachbearbeitung in der Nassseite (Waschen/Bürsten/Auftrag Oberflächenschutz).....	10
5	Hubleiter/Senkleiter mit Sammelgeräten, Fahrbühne mit Härtekammer	11
6	Transportbahn Trockenseite	13
6.1	Bestandsanlagen.....	13
6.2	Qualitätskontrollplatz	14
7	Steinlöser, Zwischenlagenspender, Paketierer, Umsetzer, Schiebetisch	14
8	Rechtslage Folienaufleger, Umreifung, Verpackung, Pakettransport.....	15
9	Leerbettrückführung und -pufferung	17
10	Nachbearbeitung in der Trockenseite (Strahlen, Schleifen, Beschichten etc.).....	18

1 Rechtslage

1.1 Bestandsanlagen

Nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [1] hat eine Unternehmerin oder ein Unternehmer vor der Verwendung von Arbeitsmitteln (hier Betonsteinfertigungsanlagen) die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen und notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten (§ 3 BetrSichV). Technische Schutzmaßnahmen haben dabei Vorrang vor organisatorischen und diese haben wiederum Vorrang vor persönlichen Schutzmaßnahmen. Nach § 4 BetrSichV dürfen Arbeitsmittel erst verwendet werden, nachdem die Unternehmerin oder der Unternehmer

- eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt hat,
- die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen hat und
- festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist.

Bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung hat die Unternehmerin oder der Unternehmer die Schutzmaßnahmen gemäß den §§ 8, 9 und 14 der BetrSichV zwingend zu beachten. In Bezug auf Betonsteinfertigungsanlagen sind das z. B. Schutzmaßnahmen, die dafür sorgen, dass die Anlage

- mit den sicherheitstechnisch erforderlichen Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen ausgestattet ist, damit sie sicher und zuverlässig verwendet werden kann,
- mit einer schnell zu erreichenden und auffällig gekennzeichneten Notbefehlseinrichtung im Gefahrenbereich zum sicheren Stillsetzen der gesamten Anlage ausgerüstet ist,
- so beschaffen ist, dass bei Anwesenheit von Personen im Gefahrenbereich das Ingangsetzen sicher verhindert wird oder die Beschäftigten sich Gefährdungen durch das Ingangsetzen sicher und rechtzeitig entziehen können,
- so mit Schutzmaßnahmen ausgerüstet ist, dass keine Gefährdung durch bewegliche Teile möglich ist. Hierzu gehören auch Maßnahmen, die den unbeabsichtigten Zugang zum Gefahrenbereich von beweglichen Teilen verhindern oder die beweglichen Teile vor dem Erreichen des Gefahrenbereiches stillsetzen,
- regelmäßig auf ihren sicherheitstechnischen Zustand geprüft wird (z. B. die Vollständigkeit und Funktionstüchtigkeit aller Schutzeinrichtungen sowie die sichere Funktion von elektrischen, hydraulischen und pneumatischen Arbeitsmitteln und Anlagenteilen).
- Nach § 3 BetrSichV ist die Gefährdungsbeurteilung regelmäßig zu überprüfen und zu aktualisieren. Dabei ist der Stand der Technik zu berücksichtigen. Soweit erforderlich, sind die getroffenen Schutzmaßnahmen entsprechend anzupassen. Die Unternehmerin oder der Unternehmer hat die Gefährdungsbeurteilung unverzüglich zu aktualisieren, wenn
- sicherheitsrelevante Veränderungen der Arbeitsbedingungen einschließlich der Änderung von Arbeitsmitteln dies erfordern
oder
- neue Informationen, insbesondere Erkenntnisse aus dem Unfallgeschehen oder aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge, vorliegen
oder
- die Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen nach § 4 Absatz 5 der BetrSichV ergeben hat, dass die festgelegten Schutzmaßnahmen nicht wirksam oder nicht ausreichend sind.

Die Empfehlung zur Betriebssicherheit (EmpfBS) 1114 „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“ [2] beschreibt ausführlich die zuvor genannten gesetzlichen Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung zur Nachrüstung von Sicherheitstechnik für

Bestands- bzw. Altmaschinen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung. Innerhalb der EmpfBS 1114 [2] ist die Vorgehensweise durch ein Ablaufschema graphisch dargestellt und wird detailliert beschrieben. Im Ergebnis bedeutet dies, dass die Unternehmerin oder der Unternehmer bei den oben beschriebenen Anlässen die Arbeitsmittel (hier: Betonsteinfertigungsanlage) im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung überprüfen und gegebenenfalls an den Stand der Technik in Bezug auf deren Verwendung anpassen muss. Einen Bestandsschutz oder Festlegungen für bestimmte Baujahre einer Anlage gibt es hierbei nicht. Es kann also eine Anpassung an einer Anlage von 1982 wie auch an einer Anlage aus 2008 notwendig sein.

Der Stand der Technik in Bezug auf die Verwendung von Arbeitsmitteln lässt sich über folgende Quellen ermitteln:

- die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [1],
- die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) mit Vermutungswirkung bzgl. der BetrSichV
- Empfehlungen zur Betriebssicherheit (EmpfBS) [2],
- Veröffentlichungen der gesetzlichen Unfallversicherung (z. B. DGUV Regeln, DGUV Informationen sowie Veröffentlichungen der Berufsgenossenschaften und Unfallkassen).

Der Stand der Technik in Bezug auf die Verwendung von Betonsteinfertigungsanlagen ergibt sich insbesondere aus der DGUV Regel 113-602 „Branche Betonindustrie - Teil I: Herstellung von Betonfertigteilen“ [3] und wird durch diese Fachbereich AKTUELL ergänzt und präzisiert.

Um die in dieser Fachbereich AKTUELL beschriebenen technischen Schutzmaßnahmen umzusetzen, sind ergänzende Regeln und Veröffentlichungen zu berücksichtigen, die den Stand der Technik im Bereich Sicherheitstechnik beschreiben. Dem Merkblatt T 008 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ der BG RCI [4] lassen sich unter anderem konkrete Anforderungen an die unterschiedlichsten Schutzeinrichtungen entnehmen. Weitere DGUV-Veröffentlichungen konkretisieren bestimmte Aspekte, wie z. B. Verriegelungseinrichtungen und Zuhaltungen [5], Schlüsseltransfersysteme [6] sowie sicherheitsgerechte Steuerungen [7] [8].

Werden Veränderungen an einer Betonsteinfertigungsanlage vorgenommen (z. B. Einbau einer zusätzlichen Bearbeitungsmaschine) ist stets zu bewerten, ob eine wesentliche Veränderung von Maschinen nach dem Produktsicherheitsgesetz vorliegt und damit Herstellerpflichten wie für neue Betonsteinfertigungsanlagen zu erfüllen sind. Hilfestellung geben hier die Informationsschrift „Wesentliche Änderungen von Maschinen“ der BG RCI [9] sowie das Interpretationspapier „Wesentliche Änderungen von Maschinen“ des BMAS [10]. Eine Maschine, die gegenüber ihrem ursprünglichen Zustand wesentlich verändert wird, wird als neue Maschine angesehen. Als Folge daraus gelten die Anforderungen aus Abschnitt 2.1.2. „Handlungsbedarf“ der Informationsschrift „Wesentliche Änderungen von Maschinen“ der BG RCI [9].

Instandhaltungsmaßnahmen oder die Nachrüstung von Sicherheitstechnik gelten in der Regel nicht als wesentliche Veränderung. Denn der Austausch von Bauteilen einer Maschine durch identische Bauteile oder Bauteile mit identischer Funktion und identischem Sicherheitsniveau sowie der Einbau von Schutzeinrichtungen, die zu einer Erhöhung des Sicherheitsniveaus der Maschine führen und die darüber hinaus keine zusätzlichen Funktionen ermöglichen, werden nicht als wesentliche Veränderung angesehen.

1.2 Neue Betonsteinfertigungsanlagen

Betonsteinfertigungsanlagen werden teilweise über Jahrzehnte betrieben, in Teilen durch neue Anlagenkomponenten ersetzt, durch zusätzliche Anlagenkomponenten ergänzt oder komplett gegen neue Anlagen ausgetauscht. Sowohl bei neuen als auch bei wesentlich veränderten Betonsteinfertigungsanlagen ist der Stand der Technik für das Inverkehrbringen nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG [11] anzuwenden und das Konformitätsbewertungsverfahren (inkl. Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung) durchzuführen. Dabei ist bei der Risikobeurteilung und der Konstruktion folgende gesetzlich vorgeschriebene Reihenfolge der Schutzmaßnahmen anzuwenden:

- Schritt 1: inhärente Sicherheit (z. B. eigensichere Konstruktion)
- Schritt 2: technische Schutzmaßnahmen (z. B. Zäune, Lichtschranken)
- Schritt 3: Benutzerinformationen (z. B. Warneinrichtungen und Warnhinweise).

Unabhängig von der Verpflichtung zur Einhaltung der harmonisierten A-, B- und C-Normen durch den Anlagenhersteller ist die individuelle Gestaltung einer Betonsteinfertigungsanlage zwischen Hersteller und Betreiber im Detail abzustimmen.

Betonsteinfertigungsanlagen können aus Maschinen und/oder unvollständige Maschinen zu einer Maschinenanlage zusammengefügt sein. Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG [11] bezeichnet dieses als Gesamtheit von Maschinen, wenn sowohl ein produktionstechnischer Zusammenhang als auch ein sicherheitstechnischer Zusammenhang zwischen den Maschinen bestehen [4]. Eine Gesamtheit von Maschinen ist zum Beispiel gegeben, wenn mehrere Maschinen durch gemeinsame Schutzeinrichtungen gesichert werden. Für eine Gesamtheit von Maschinen müssen dieselben Herstellerpflichten nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG übernommen werden wie für eine Einzelmaschine. Dabei ist unerheblich, dass einzelne Maschinen oder unvollständige Maschinen der Gesamtheit von Maschinen von verschiedenen Herstellern zugeliefert werden können.

Als Hersteller der Gesamtheit von Maschinen gilt, wer diese zusammenfügt. Sofern Sie also nicht zusätzliche Herstellerpflichten übernehmen möchten, sollten Sie einen Generalunternehmer beauftragen und vertraglich vereinbaren, dass dieser als Hersteller der Gesamtheit von Maschinen gilt. Das ist umso wichtiger, wenn verschiedene Zulieferer am Projekt beteiligt sind oder Sie selbst, bestimmte Teile der Maschinenanlage zuliefern möchten.

Allgemeine Hinweise

In einem ganzheitlichen Sicherheitskonzept sind alle Betriebszustände der Maschine zu berücksichtigen, um ein möglichst hohes Sicherheitsniveau zu erreichen. Ferner müssen Schutzeinrichtungen im Rahmen des Sicherheitskonzepts so gestaltet sein, dass es keine Anreize gibt, sie zu umgehen. Insbesondere ist zu vermeiden, dass Schutzeinrichtungen das Einrichten von Maschinen, das Anfahren oder die Störungsbeseitigung erheblich verlängern oder das Erkennen der Ursachen von Maschinenstörungen behindern oder unmöglich machen.

Durch eine gute Ausgestaltung des Sicherheitskonzepts kann die Verfügbarkeit der Maschine und damit auch die Akzeptanz der Schutzeinrichtungen maßgeblich beeinflusst werden. Folgende Besonderheiten müssen bei großen Maschinen in Betracht gezogen werden:

- Durch die Unübersichtlichkeit großer Maschinen können sich Personen unerkannt in der Maschine befinden. Es besteht die Gefahr, dass die Maschine gestartet wird, wenn sich noch Personen unerkannt im Gefahrenbereich aufhalten.
- Schutzeinrichtungen können, wenn sie auf alle Funktionen der Maschine wirken, die Verfügbarkeit der Maschine erheblich herabsetzen. Dadurch verstärkt sich der Anreiz Schutzeinrichtungen zu umgehen.
- Das Wiederanfahren der Maschine nach dem Ansprechen von Schutzeinrichtungen kann mit einem erheblichen Aufwand verbunden sein. Auch das kann den Anreiz zum Umgehen von Schutzeinrichtungen verstärken.

Unübersichtlichkeit: Vor dem Anfahren der Maschine werden mit dem Betätigen der Start-Taste zwangsläufig optische und/oder akustische Warnsignale abgegeben. Zusätzlich können Schlüsseltransfersysteme oder Schlosssysteme (Lockout/Tagout) [12] vorgesehen werden, mit deren Hilfe jeder, der die Maschine betritt, sich sichern kann. Durch die Aufteilung der Maschine in Teilbereiche werden Risiken, die durch schwer übersehbare Bereiche hervorgerufen werden, verringert.

Verfügbarkeit: Durch die sicherheitstechnische Aufteilung der Maschine in funktionelle Einheiten oder Teilmaschinen wird die Verfügbarkeit der Maschine und damit die Akzeptanz der Schutzeinrichtungen erhöht. Voraussetzung ist, dass bei einer stillgesetzten Teilmaschine die restlichen Teilmaschinen für einen gewissen Zeitraum weiterlaufen können. Dies setzt in der Regel voraus, dass die Maschine über genügend Pufferspeicher verfügt, um die Stillstandszeiten von Teilmaschinen überbrücken zu können. Ferner muss die Maschine in der Lage sein, die aufgebauten Pufferspeicher wieder zu leeren.

Die Fertigungsanlagen sind in der Regel in mehrere Sicherkreise unterteilt:

- Nassseite mit Brettfertiger und dazugehörige Bretttransporteinrichtung sowie Bearbeitungseinrichtungen (z. B. Abkippstation, Waschstation)
- Hubleiter und Sammelgerät, Fahrbühne mit Härtekammern, Senkleiter
- Transportbahn Trockenseite mit Verdichter, gegebenenfalls mit Horizontalumreifung, Umsetzer
- Umreifung, Verpackung, Transportbahn Ausfahrtstrecke
- Brettrückführung und -pufferung

Nachbereitungsanlagen

Aufgrund des Kreislaufprinzips der Umlaufanlage und der Aufteilung der Gesamtanlage in separate Sicherheitsbereiche ergeben sich an den Schnittstellen der Anlagenteile besondere Gefährdungen. Diese Gefährdungen entstehen, wenn der Zutritt von einem Sicherheitsbereich in einen benachbarten Sicherheitsbereich möglich ist und dieser nicht sicher abgeschaltet ist und daher Maschinenbewegungen zum Beispiel durch unbeabsichtigte Auslösung von Produktionsschaltern und -initiatoren möglich sind.

Diese Schnittstellen sollten nach Möglichkeit technisch z. B. mittels Lichtschranken abgesichert sein (z. B. Zugangsmöglichkeit zur Hub- oder-Senkleiter aus dem abgeschalteten Bereich der Fahrzeuggruppe). Bei technisch nicht möglicher Realisierbarkeit der zwangsweisen Stillsetzung müssen in Kenntnis des Sicherheitskonzeptes der Gesamtanlage diese benachbarten Anlagenteile abgeschaltet werden.

Üblicherweise werden folgende Schutzeinrichtungen verwendet:

- Feststehende, trennende Schutzeinrichtungen (z. B. Schutzgitter, Schutzzaun, Verkleidungen, Abdeckungen). Diese dürfen nur mit Werkzeug zu lösen sein und nur an Gefahrstellen verwendet werden, die nicht regelmäßig erreicht werden müssen.
- Bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen ohne Zuhaltung (z. B. Schiebetore, Türen, Klappen),
- Bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen mit Zuhaltung (z. B. Türen, Tore, Deckel)
- Bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen mit und ohne Zuhaltung mit Schlüsseltransfersystem (z. B. Türen, Tore, Deckel)
- Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (z. B. Lichtschränke, Lichtvorhang, Laserscanner)
- Ortsbindende Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltung, Tippbetrieb)
- Durch Berührung wirkende Schutzeinrichtung (z. B. Trittmatte, Schaltleiste)
- Not-Halt

Nähere Hinweise zu den Schutzeinrichtungen finden sich in der DGUV Information 213-054 „Maschinen - Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ (Merkblatt T 034 der BG RCI) [4].

2 Mischanlagen

Anforderungen an Mischanlagen und deren Betrieb sind in der Branchenregel DGUV-Regel 113-603 „Branche Betonindustrie Teil 2: Herstellung von Frischbeton“ [13] sowie in der Schrift KB 019 „Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten an Betonmischanlagen“ der BG RCI [14] beschrieben.

Sind Fördereinrichtungen zwischen Mischanlage und Fertiger vorhanden, sind die hierfür geltenden Anforderungen in der Branchenregel DGUV-Regel 113-602 „Branche Betonindustrie - Teil 1: Herstellung von Betonfertigteilen“ [3], Abschnitt 3.9.1 Transport von Frischbeton, sowie in der Schrift KB 034 „Gurtförderer für Schüttgüter“ der BG RCI [15] beschrieben.

3 Betonsteinfertiger

Im Folgenden werden unterschiedliche technische und organisatorische Maßnahmen aufgelistet, bei deren Anwendung ein sicherer Betrieb der Produktionsanlagen möglich ist. Zur sicheren Gestaltung der Anlagen können Maßnahmen aus dieser Auflistung gewählt werden.

3.1 Betrieb

Die automatisch beweglichen Maschinenteile (Form, Betonfüllwagen einschließlich der Schwingen, Auflast, Klappen der Betonvorratssilos, Bretttransporteinrichtungen, Verdichtungseinrichtungen) sind Gefahrquellen, die mittels Schutzeinrichtungen gesichert werden müssen. Das betrifft auch den Unterflur-Maschinenbereich. Folgende technische Sicherheitsmaßnahmen und organisatorischen Maßnahmen sind möglich.

- Sicherheitslichtvorhang (Sicherheitsabstand in Abhängigkeit von der Nachlaufzeit festlegen, siehe DGUV Information 213-054 „Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ [4], Kap. 6.3.4.2 Festlegen des Sicherheitsabstandes)
- Feststehende, trennende Schutzeinrichtung, Arbeitsraum min. 500 mm zwischen fester Schutzeinrichtung und feststehender baulicher Einrichtung (z. B. Lärmschutzeinhausung)
- bewegliche, trennende Schutzeinrichtung (z. B. Schiebetore) mit Verriegelungseinrichtung
- bewegliche, trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung am Kellerzugang

- Zugang zu Arbeitsbühnen im Bereich der Beton- und Vorsatzsilos mit beweglichen, trennenden Schutzeinrichtungen mit Verriegelungseinrichtung
- bewegliche, trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung am Zugang zur Ebene Kübelbahn, Betonzuführung und Schieber auf der Lärmschutzeinhausung (in der Regel ist auf der Lärmschutzeinhausung dieser Bereich mittels Umzäunung und beweglicher, trennender Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung gesichert. Die Sicherung muss sowohl auf die automatisch fahrende Kübelbahn als auch auf die automatisch bewegten Schieber auf der Schallschutzkabine wirken.)
- Arretierung der Füllwagen und Auflast (Bolzensystem)
- Bretteinlauf und -auslauf in Schutzeinrichtungen auf Minimalmaß reduzieren

Hinweis zum Minimalmaß:

Aus DGUV Information 208-060 „Stetigförderer für Stückgut“ [17]:

4.5.3 Sicherung des Zugangs über Förderer

Folgende Maßnahmen sind möglich, um den Zugang über Förderer zu Gefahrenbereichen wie z. B. Vertikalumsetzern zu erschweren oder die gefährlichen Bewegungen zu stoppen (jede einzelne Maßnahme ist in Verbindung mit 4.5.1 und 4.5.2 für sich allein ausreichend):

- Die Öffnung über dem Förderer ist höchstens 0,5 m hoch.
- Die Öffnung über dem Förderer ist höchstens $h = 1,0$ m hoch und in Abhängigkeit von der Höhe mit einem Tunnel der Länge $l = 0,8$ m – $1,2$ m versehen.

Bei Öffnungen größer 1,0 m sind andere Systeme (z. B. Muting-Sicherheitslichtschranke) erforderlich.

- Lärmschutzeinhausung mit Bretteinlauftunnel und -auslauftunnel, zur Verbesserung der Lärmsituation Öffnungen im Bretteinlauftunnel und -auslauftunnel auf ein Minimalmaß reduzieren (siehe Hinweis zum Minimalmaß)
- Entstaubung der Lärmschutzeinhausung
- Steuerkabine als Lärmschutzkabine
- bei Neubau: schwingungsgedämpftes, separates Maschinenfundament

3.2 Formenwechsel

Der Formenwechsel erfordert den Transport schwerer Lasten häufig unter beengten räumlichen Bedingungen. Da hierbei gefahrbringende Situationen auftreten können, wurden technische Verbesserungen entwickelt, die die sichere Durchführung des Formenwechsels unterstützen.

- Betriebsart „Formenwechsel“:
 - sicher begrenzte Geschwindigkeit für alle notwendigen Bewegungen
 - nicht benötigte Bewegungen sind sicher abgeschaltet
 - abgeschaltete Materialzuführung (Kern- und Vorsatzbeton und Zusatzstoffe)
- Vorortbedienung für die Bewegungen der Maschine im Sichtbereich des Formenwechsels, halb-automatischer Formenwechsel mit Formeneinzug und -auszug aus der Maschine
- mechanische Bolzensicherung der Auflast und Füllwägen
- Formwechselkran oder geeignete Formwechseleinrichtung
- sichere Anschlagpunkte am Formunterteil für Anschlagmittel
- rutschsicherer Transport der Formen z. B. mittels Gabelstapler
- ausreichend breite Verkehrswege für Transportmittel
- geeignete Aufstiege/Tritthilfen in die Maschine

Darüber hinaus ist immer für eine eindeutige Kommunikation zwischen den beteiligten Personen zu sorgen.

3.3 Reinigung

Besonderen Gefährdungen bei Reinigungsarbeiten kann durch folgende Maßnahmen begegnet werden:

- Vorbereitende Arbeiten zur fachgerechten Reinigung sind im Handbetrieb der Maschine durchzuführen. (Auseinanderfahren des Fertigers, Füllwagen auf Reinigungsposition, Trichterklappen öffnen etc.)
- Maschine abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern
- berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen oder bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelungseinrichtung und gesichertem Zugang (möglichst über Treppen) zur Arbeitsbühne im Bereich der Kernbeton- und Vorsatzbetonsilo vorsehen
- Wenn ein Einsteigen in die Kernbeton- und Vorsatzbetonsilos notwendig ist, muss dies in der Gefährdungsbeurteilung gesondert betrachtet werden. Es ist sicherzustellen, dass ein sicherer Zugang in die Kernbeton- und Vorsatzbetonsilos besteht, sowie die Betonzuführung und Schieber der Beton- und Vorsatzbetonsilos auf der Lärmschutzeinhausung sicher stillgesetzt sind. Die DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“ [16] ist zu berücksichtigen.
- Sicherer Zugang zum Trichter z.B. mit einem Klapppodest (siehe Abbildung 1)



Abbildung 1 – Klapppodest für sicheren Zugang zum Trichter

4 Nassseite

4.1 Transportbahn

Die im Fertigungstakt laufende Transportbahn weist verschiedene Gefahrstellen auf. Die Gefahrstellen werden sowohl durch die Mechanik der Transportbahn als auch durch die Bewegung der Fertigerbretter (Quetsch- und Scherstellen zwischen der Vorderkante der Fertigerbretter und den feststehenden Teilen der Transportbahn) verursacht. Diese können durch folgende Maßnahmen gesichert werden.

- Reduzieren der Bretteinläufe und -ausläufe in Schutzeinrichtungen auf Minimalmaß (siehe Hinweis zum Minimalmaß)
- Absichern möglicher Quetsch- und Scherstellen an der Transportbahn z. B. durch feststehende, trennende Schutzeinrichtungen, berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen, bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelungseinrichtung.
- Sichern von Scherstellen der Klinken- und Kettenbahn mittels Füllblechen (siehe Abbildung 2)



Abbildung 2 – Füllbleche in Klinkenbahn

- am Qualitätskontrollplatz
 - sind manuelle Arbeiten zu reduzieren (z. B. integrierte Höhenmessung, Brettverwiegung)
 - ist eine Vor- Ort Bedienung zum Anhalten der Transportbahn vorzusehen
 - sind bei frei zugänglichen Kontrollstationen Scher- und Einzugsstellen durch Füllbleche in der Klinken- und Kettenbahn zu minimieren
 - sind Ausschleusungen (z. B. Brettkippstation) mit gesichertem Zugang, (z. B. Lichtschranken oder feststehende trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung) auszustatten
 - sind Not-Halt-Vorrichtungen (z. B. Reißleine oder Drucktaster) anzubringen
- Schaffen geeigneter Übergänge, um den Wechsel auf die andere Seite der Anlage zu ermöglichen

Der Arbeitsplatz zur Qualitätssicherung muss individuell betrachtet und anhand der Gefährdungsbeurteilung gestaltet werden.

4.2 Nachbearbeitung in der Nassseite (Waschen/Bürsten/Auftrag Oberflächenschutz)

Es können verschiedene Arbeitsstationen in die Transportstrecke der Nassseite integriert werden, die durch geeignete Maßnahmen abgesichert werden müssen.

- Lichtschranken, feststehende, trennende Schutzeinrichtung oder bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelungseinrichtung.

- Einbindung der Sicherungsmaßnahmen der Anlagen zum Waschen, Bürsten und Auftrag von Oberflächenschutz in den Sicherheitsbereich der Transporteinrichtung Nasseite.

5 Hubleiter/Senkleiter mit Sammelgeräten, Fahrbühne mit Härtekammer

Der Transport der Grünsteine erfordert verschiedene Transportsysteme. Diese Transportsysteme und insbesondere die Übergabestellen zwischen diesen sind besonders abzusichern durch

- Feststehende, trennende Schutzeinrichtung um alle Anlagenbereiche, Härtekammer- und Schiebebühnenbereich,
- Absicherung der Hub- und Senkleiter auf gesamter Höhe in Einlaufrichtung und Auslaufrichtung gegen herabfallende Produkte,
- das Reduzieren der Ein- und Auslauföffnung mit variabler, trennender Schutzeinrichtung auf Minimalmaß (siehe Bemerkung zu Minimalmaß) (siehe Abbildung 3),

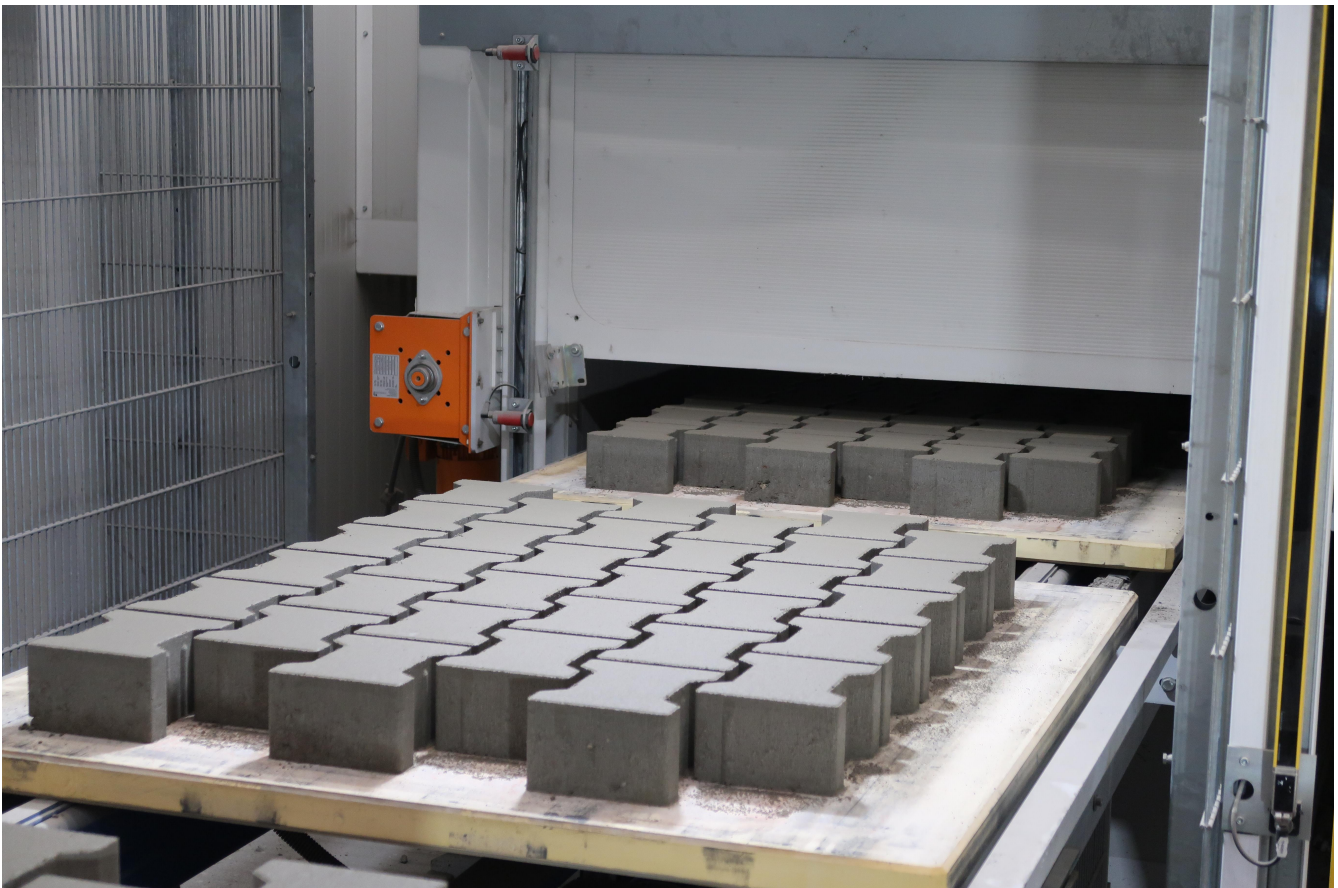


Abbildung 3 – Auf Minimalmaß reduzierte Ein- und Auslauföffnung

- fest angebrachte Wartungsbühne z. B. an den Antrieben der Hub- und Senkleiter mit beweglicher, trennender Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung,
- die Ausstattung der Trockenkammerbereiche mit Notausgängen (nur von innen zu öffnende Fluchttür) in der der Raumgröße entsprechenden Anzahl.

Zur Störungsbeseitigung müssen Härtekammer- und Fahrbühnenbereich betreten werden. Daher müssen sie über einen Zugang mit beweglicher, trennender Schutzeinrichtung mit Verriegelung verfügen, der nach Möglichkeit über eine Anforderungsschaltung mit Voranmeldung und Zuhaltung verfügt.

Wenn Nasseite und/oder Trockenseite bei Betreten des Härtekammerbereichs weiterlaufen sollen, ist ein Lichtvorhang vor den Hub- und Senkleitern im Schiebebühnenkanal erforderlich. Dies gilt auch für Doppelanlagen. (siehe Abbildung 4)



Abbildung 4 – Lichtvorhang im Schiebebühnenkanal

6 Transportbahn Trockenseite

6.1 Bestandsanlagen

Die Transportbahnen der Trockenseite und die darin eingebundenen Manipulatoren zum Lösen, Verdichten oder Abheben der Steinlagen müssen durch geeignete Schutzmaßnahmen abgesichert werden. Hierzu können folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Reduzieren der Ein- und Auslauföffnung in feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen auf Minimalmaß. Auch Öffnung unterhalb der Transportbahn sind zu schließen (siehe Abbildung 5).
- Absichern möglicher Quetsch- und Scherstellen an der Transportbahn z. B. durch
 - feststehende, trennende Schutzeinrichtungen,
 - berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen,
 - bewegliche, trennende Schutzeinrichtungen mit Verriegelungseinrichtung.



Abbildung 5 – geschlossener Unterbau unterhalb der Transportbahn

- Sichern von Gefahrstellen der Klinken- und Kettenbahn mittels Füllblechen
- Sichern des Zugangs im Bereich der Ausschleusung etwa zur Brettkippstation z. B. durch Lichtschranken oder feststehende, trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelungseinrichtung
- Vorsehen geeigneter Übergänge

6.2 Qualitätskontrollplatz

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Einrichtung der Arbeitsplätze für die Qualitätssicherung müssen diese in der Gefährdungsbeurteilung individuell betrachtet und gestaltet werden.

Folgende Maßnahmen haben sich in der Praxis bewährt:

- Reduzieren der Belastung bei manuellen Arbeiten durch den Einsatz geeigneter Hebehilfen (siehe Abbildung 6)

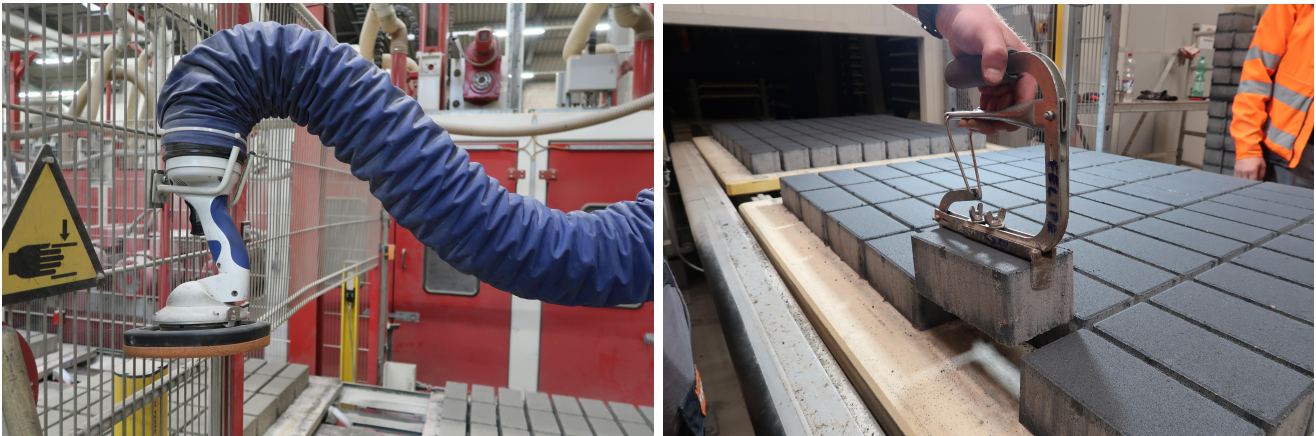


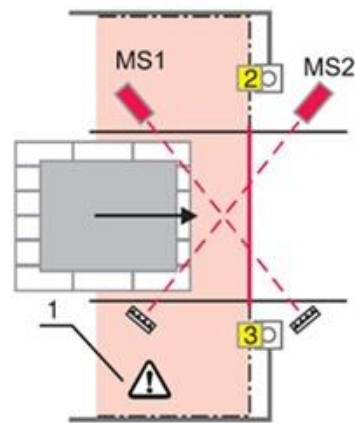
Abbildung 6 – Einsatz von Hebehilfen am Qualitätskontrollplatz

- Installieren einer Vor- Ort Bedienung zum Anhalten der Transportbahn
- Nutzen lärmreduzierter Ausschusskübel (z. B. Auskleidung mit Förderbandgummi)
- Gestalten der Arbeitsplätze unter ergonomischen Gesichtspunkten (z. B. Stehmatten)
- Anpassen der Beleuchtung (direkt und ohne Verschattungen am Arbeitsplatz)
- Absichern der Scher- und Einzugsstellen in der Klinken- und Kettenbahn bei frei zugänglichen Kontrollstationen sind Scher- und Einzugsstellen z.B. durch Füllbleche
- Vorsehen einer Not-Halt-Vorrichtung (Reißleine oder Drucktaster)
- Bereithalten von ausreichend Platz für Ausschuss und Gutware der Steinlagen sowie die Fahrwege des Staplers

7 Steinlöser, Zwischenlagenspender, Paketierer, Umsetzer, Schiebetisch

Diese Teilbereiche der Anlagen weisen viele Quetsch- und Scherstellen auf, die mit geeigneten Schutzeinrichtungen abgesichert werden müssen. Da in diesen Teilbereichen erfahrungsgemäß häufig Störungen auftreten, müssen die Schutzeinrichtungen so gestaltet sein, dass eine Beseitigung der Störungen sicher und schnell erfolgen kann, z. B. durch:

- Reduzieren des Brett- und Leerpaletteneinlaufs auf Minimalmaß (siehe Bemerkung zu Minimalmaß)
- Sichern des Paketauslaufs mittels Muting-Sicherheitslichtschranke (Abbildung 7)



- | | |
|-----|-----------------------------------|
| 1 | Gefahrbereich |
| 2 | Empfänger des Sicherheits-Sensors |
| 3 | Sender des Sicherheits-Sensors |
| MS1 | Muting-Sensor 1 |
| MS2 | Muting-Sensor 2 |

Abbildung 7 – Muting-Sicherheitslichtschranke an der Ausschleusung

- Sichern des Gefahrbereichs durch:
 - Feststehende, trennende Schutzeinrichtung,
 - bewegliche, trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelung, Zuhaltung und Voranmeldung
- Vorsehen einer mechanischen Sicherung gegen unbeabsichtigtes Absenken der Hubeinrichtungen
- Sicherstellen, dass die Transportbahn bei Zutritt zu den Anlagenteilen ebenfalls abgeschaltet ist.
- das Einlegen von Leisten am Qualitätskontrollarbeitsplatz (hat sich als einfachste Variante bewährt).

Erfolgt das Leistenauflegen im Bereich des Paketierers, ist das manuelle Leisteneinlegen durch Bereichsabsicherung mit Betriebsart „manuelles Leisteneinlegen“ abzusichern.

Beim automatischen Leisteneinlegen mit Einlegeautomat ist dieser in den Sicherheitskreis einzubinden.

8 Folienaufleger, Umreifung, Verpackung, Pakettransport

Im Bereich der Verpackung müssen regelmäßig Materialien zugeführt werden. Daher müssen die Sicherungseinrichtungen gefahrlos und schnellen Zugriff ermöglichen. Dies ist durch folgende Maßnahmen gewährleistet:

- Installation separater Sicherheitsbereiche für die jeweilige Verpackungsmaschine, damit separates Wechseln der Verpackungsmaterialien möglich ist.
- Sichern der Paketeinläufe und -ausläufe mittels Muting-Sicherheitslichtschranken.
- Sichern des Gefahrbereichs durch

- bewegliche, trennende Schutzeinrichtung mit Verriegelung und Zuhaltung ggf. mit Voranmeldung,
- berührungslos wirkende Schutzeinrichtung.
- Sicherstellen, dass die Transportbahn bei Zutritt zu den Anlagenteilen ebenfalls abgeschaltet ist.
- Anbringen von geeigneten Aufstiegen und Trittflächen für Beschickungs- und Wartungsarbeiten an Umreifungsanlagen (siehe Abbildung 8)
- Vorsehen einer mechanischen Sicherung gegen unbeabsichtigtes Absenken von Maschinenteilen, z. B. an Horizontalumreifungsanlagen



Abbildung 8 – Aufstieg zur Umreifungsanlage

- Einbinden der Leerpaletteneinschleusung über Palettenmagazin/Palettenpufferbahn in den Sicherheitskreis der Transportbahn.
- Einsetzen geeigneter Hebezeuge zum Bestücken der Anlage mit Folienrollen.
- Beschriftungs- oder Etikettierungsautomaten müssen aus sicherer Position bestückt und bedient werden können.
- Sichern des Bereichs der Paketabnahme der Auslagerungsbahn mit Staplererkennung z. B. Induktionsschleifen, Lichtschranken, um zu verhindern, dass der Stapler bei anlaufender Transportbahn umgeworfen wird. Sobald der Stapler die Lichtschranke oder Induktionsschleife verlässt, kann die Transportbahn wieder anfahren.
- Sichern der Kopf- und Umsetzstation der Auslagerungsbahn mit
 - feststehender, trennender Schutzeinrichtung,
 - beweglicher, trennender Schutzeinrichtung mit Verriegelung oder

- berührungslos wirkender Schutzeinrichtung gegen Zutritt.

9 Leerbetrückführung und -pufferung

In diesem Bereich der Umlaufanlage befindet sich häufig der Zugang zum Innenbereich der Anlage, der den Leerbretttransportweg kreuzt. Die hier vorhandenen Gefahrstellen lassen sich durch folgende Maßnahmen absichern:

- Ausrüsten aller Bereiche der Leerbetrückführung einschließlich der Brettreinigung, Brettwendung und Brettstapelung mit beweglichen, trennenden Schutzeinrichtungen mit Verriegelung und Zuhaltung ggf. mit Voranmeldung
- Die Brettstapelrückführung erfolgt entweder mit Kran, Transportwagen und/oder Transportbahn.
 - Beim Transport mit Kran sind überfahrene Verkehrswege gegen Herunterfallen von Brettstapeln zu sichern (z. B. Schutzdach).
 - Beim Transportwagen ist die Brettstapelübergabe mit einem Muting-Sicherheitslichtschranken auszustatten und der Fahrweg des Transportwagens entweder mit einer berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung oder einem Bumper/ Anfahrbügel abzusichern. (siehe Abbildung 9)
 - Versehen der Transportbahn mit feststehender, trennender Schutzeinrichtung.



Abbildung 9 – Brettstapelrückführung mit Transportwagen im durch Lichtschranken abgesicherten Bereich

- Einrichten eines Brett-puffers.

- Werden Brettstapel über Transportbahnen gefördert und gepuffert, sind diese Bahnen mit einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung zu versehen.
- Werden mehrere Brettstapel übereinander gelagert, ist der gesamte Brettstapel zusätzlich mit einer stabilen Einhausung auszurüsten.
- Brettstapelgeräte sind mit beweglichen, trennenden Schutzeinrichtungen mit Verriegelung und Zuhaltung ggf. mit Voranmeldung auszurüsten.
- Sichern der Brettstapeleinschleusstation und -ausschleusstation mittels Muting-Sicherheitslichtschranken.

Darüber hinaus kann es in diesen Bereichen zu Gefährdungen durch Gefahrstoffe, z. B. Schalöl- oder Trennmittelauftrag auf Fertigungsbretter oder Stäuben kommen. Diesen können Sie entgegenwirken durch:

- Brettreinigung mit entsprechender Absaugung.
- Einsatz lösemittelfreier Schalöle oder Trennmittel.
- beachten der Vorgaben aus den Sicherheitsdatenblättern beim Einsatz von Brettsprüheinrichtungen.

10 Nachbearbeitung in der Trockenseite (Strahlen, Schleifen, Beschichten etc.)

Bei der Planung und Auslegung der Nachbearbeitungslinien sind die gleichen Anforderungen zu stellen wie die in Kapitel 4.2 bei der Integration der Nachbearbeitungsmaschinen in die Nasseite.

Literaturverzeichnis

- [1] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV).
- [2] EmpfBS 1114 „Empfehlungen zur Betriebssicherheit, Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“.
- [3] DGUV Regel 113-602 „Branche Betonindustrie Teil 1: Herstellung von Betonfertigteilen“.
- [4] DGUV Information 213-054 „Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ (Merkblatt T 008 der BG RCI).
- [5] DGUV Information 203-079 „Auswahl und Anbringung von Verriegelungseinrichtungen“.
- [6] DGUV Information 203-087 „Auswahl und Anbringung von Schlüsseltransfersystemen“.
- [7] IFA Report 2/2017 „Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen“.
- [8] IFA Report 4/2018 „Sichere Antriebssteuerungen mit Frequenzumrichtern“.

- [9] Informationsschrift der BG RCI „Wesentliche Veränderungen von Maschinen“.
- [10] Interpretationspapier zum Thema „Wesentliche Veränderung von Maschinen“ Bek. des BMAS vom 11.03.2015“.
- [11] Richtlinie 2006/42/EG des europäischen Palaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Maschinenrichtlinie).
- [12] KB 035 „LOCKOUT/TAGOUT – Sicherheit bei der Instandhaltung – mit System“ der BG RCI.
- [13] DGUV-Regel 113-603 „Branche Betonindustrie Teil 2: Herstellung von Frischbeton“.
- [14] KB 019 „Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten an Betonmischanlagen“ der BG RCI.
- [15] KB 034 „Gurtförderer für Schüttgüter“ der BG RCI.
- [16] DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“, www.dguv.de Webcode: p113004, Stand 02/2019.
- [17] DGUV Information 208-060 „Stetigförderer für Stückgut“.

Bildnachweis

Die gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Abbildung 1 – Lithonplus GmbH & Co. KG
- Abbildung 2 – Lithonplus GmbH & Co. KG
- Abbildung 3 – Lithonplus GmbH & Co. KG
- Abbildung 4 – Lithonplus GmbH & Co. KG
- Abbildung 5 – Lithonplus GmbH & Co. KG
- Abbildung 6 – Lithonplus GmbH & Co. KG
- Abbildung 7 – Kronimus AG – Betonsteinwerke / Leuze electronic GmbH & Co. KG
- Abbildung 8 – Gerwing Steinwerke GmbH
- Abbildung 9 – Lithonplus GmbH & Co. KG

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Mineralische Rohstoffe und Baustoffe
im Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie
der DGUV www.dguv.de

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie ist die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.

An der Erarbeitung dieser Fachbereich AKTUELL haben mitgewirkt:

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)
- Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG)
- Kronimus AG - Betonsteinwerke
- Rinn Beton- und Naturstein GmbH & Co.KG
- Gerwing Steinwerke GmbH
- Lithonplus GmbH & Co. KG
- Leuze electronic GmbH & Co. KG