

**T 064**



**Sichere Technik**

# Technische Sicherheit von Betonmischern

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

Diese Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmerinnen oder Unternehmer nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin oder der Unternehmer“ verwendet wird.

## **Ausgabe 12/2025**

© Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg  
Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

# Inhalt

	Seite
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Sachstand.....</b>	<b>5</b>
2.1 Betonmischer .....	5
2.2 Unfallgeschehen .....	5
2.3 Betonmischer im Bestand .....	5
2.3.1 Gefährdungsbeurteilung.....	5
2.3.2 Anpassung an den Stand der Technik.....	6
2.3.3 Änderungen und wesentliche Veränderung .....	6
2.4 Neue Betonmischer.....	7
2.5 Manipulation von Schutzeinrichtungen .....	8
<b>3 Technische Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Betonmischern .....</b>	<b>11</b>
3.1 Automatikbetrieb des Betonmischers.....	11
3.2 Reinigungsbetrieb des Betonmischers (von außen).....	11
3.3 Einsteigen in den Betonmischer.....	12
<b>4 Hinweise und Beispiele für die technische Realisierung .....</b>	<b>14</b>
4.1 Sicherheitsfunktionen und Performance Level.....	14
4.2 Mischerdeckel/Hauptöffnung (Betriebsart Automatik).....	15
4.2.1 Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung .....	15
4.2.2 Zuhaltungen .....	17
4.2.3 Schlüsseltransfersysteme .....	19
4.3 Nebenöffnungen.....	23
4.3.1 Schauöffnungen.....	23
4.3.2 Möglichkeiten der händischen Zugabe .....	24
4.3.3 Materialeintrag und -austrag .....	24
4.4 Vor-Ort-Steuerung (Betriebsart Reinigung).....	26
4.4.1 Schrittbetrieb mit Zweihand- oder Einhandsteuerung.....	26
4.4.2 Zweihandsteuerung mit reduzierter Geschwindigkeit .....	30
4.5 Hochdruckreinigungsanlage.....	34
<b>Anhänge:</b>	
<b>Anhang 1: Begriffsdefinitionen.....</b>	<b>35</b>
<b>Anhang 2: Literaturverzeichnis.....</b>	<b>37</b>
<b>Anhang 3: Bildnachweis.....</b>	<b>40</b>

# 1 Einleitung

An der Erstellung dieser Schrift haben mitgewirkt:

- Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e. V. (BTB)
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)
- Sauter GmbH
- GEDIS mbH & Co. KG

Diese Schrift soll bei der Umsetzung der Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)<sup>1</sup> sowie der DGUV Regel 113-603 „Branche Betonindustrie, Teil 2: Herstellung und Transport von Frischbeton“<sup>2</sup> und der kurz & bündig Schrift KB 019 „Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten an Betonmischanlagen“ der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie<sup>3</sup> unterstützen. Sie soll den dort beschriebenen Stand der Technik hinsichtlich technischer Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Betonmischern erläutern und kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung genutzt werden, um technische Schutzmaßnahmen festzulegen oder anzupassen<sup>4</sup>. Die Abschnitte 1 bis 3 dieser Schrift richten sich an Betreiber (Unternehmer), Fachkräfte für Arbeitssicherheit und technisch Verantwortliche.

Die Beispielsammlung in Abschnitt 4 mit konkreten technischen Lösungen soll hingegen einen Baukasten bereitstellen, aus dem sich Fachexperten bedienen können, die selbst oder in Zusammenarbeit mit qualifizierten Auftragnehmern die technischen Schutzmaßnahmen planen und umsetzen.

---

1 Siehe Anhang 2 Nr. 3  
2 Siehe Anhang 2 Nr. 10  
3 Siehe Anhang 2 Nr. 17  
4 Siehe Anhang 2 Nr. 4

## 2 Sachstand

### 2.1 Betonmischer

Diese Schrift behandelt Betonmischer, die sowohl in Transportbetonanlagen als auch in Betonwerken eingesetzt werden, um automatisiert chargenweise Frischbeton aus Zement, Gesteinskörnung, Wasser sowie gegebenenfalls weiteren Zusatzmitteln herzustellen. Dazu werden die Ausgangsstoffe in den Mischbehälter gefördert und anschließend mithilfe angetriebener Mischwerkzeuge innerhalb des Mischbehälters vermengt. Der fertige Frischbeton wird anschließend zum Weitertransport für die Weiterverarbeitung aus dem Betonmischer ausgelassen. Es gibt verschiedene Typen von Betonmischern wie beispielsweise Tellermischer, Einwellentrogmischer, Planetenmischer oder Doppelwellenmischer, die sich durch die Anordnung und Form der Mischwerkzeuge sowie die Form des Mischbehälters unterscheiden.

### 2.2 Unfallgeschehen

Beim Betreiben von Betonmischern kommt es immer wieder zu schweren und tödlichen Unfällen, die insbesondere bei Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten auftreten. Während Reinigungsarbeiten routinemäßig täglich beziehungsweise mehrfach täglich durch die Bedienenden vor Ort durchgeführt werden, werden Instandhaltungsarbeiten in größeren zeitlichen Abständen durchgeführt. Die entstehenden Gefährdungen für diese beiden Arten von Tätigkeiten unterscheiden sich stark und erfordern deshalb unterschiedliche Schutzmaßnahmen (siehe Abschnitt 3 dieser Schrift sowie kurz & bündig-Schrift KB 019 „Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten an Betonmischanlagen“ der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie<sup>5</sup>).

### 2.3 Betonmischer im Bestand

#### 2.3.1 Gefährdungsbeurteilung

Nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)<sup>6</sup> hat der Betreiber vor der Verwendung von Arbeitsmitteln (hier Betonmischern) die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten (siehe § 3 der BetrSichV). Technische Schutzmaßnahmen haben dabei Vorrang vor organisatorischen und diese wiederum Vorrang vor personenbezogenen Schutzmaßnahmen. Nach § 4 der Betriebssicherheitsverordnung dürfen Arbeitsmittel erst verwendet werden, nachdem der Betreiber

- 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.

Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen. Dabei ist der Stand der Technik zu berücksichtigen. Soweit erforderlich, sind die Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln entsprechend anzupassen. Der Betreiber hat die Gefährdungsbeurteilung unverzüglich zu aktualisieren, wenn

- sicherheitsrelevante Veränderungen der Arbeitsbedingungen einschließlich der Änderung von Arbeitsmitteln dies erfordern,
- 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 Betriebssicherheitsverordnung ergeben hat, dass die festgelegten Schutzmaßnahmen nicht wirksam oder nicht ausreichend sind.

---

5 Siehe Anhang 2 Nr. 17

6 Siehe Anhang 2 Nr. 3

## 2.3.2 Anpassung an den Stand der Technik

Die Empfehlung zur Betriebssicherheit (EmpfBS) 1114 „Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln“<sup>7</sup> beschreibt ausführlich die gesetzlichen Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung zur Nachrüstung von Sicherheitstechnik im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (siehe Abschnitt 2.3.1 dieser Schrift). Die Vorgehensweise wird darin in einem Ablaufschema grafisch dargestellt.

Der Betreiber muss bei den in der EmpfBS 1114 beschriebenen Anlässen (siehe auch Abschnitt 2.3.1 dieser Schrift) seine Arbeitsmittel (hier Betonmischer) im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung überprüfen und gegebenenfalls an den Stand der Technik in Bezug auf die Verwendung von Arbeitsmitteln unabhängig vom Baujahr der Maschine anpassen. Einen Bestandsschutz gibt es hierbei nicht.

Der Stand der Technik in Bezug auf die Verwendung von Arbeitsmitteln lässt sich über die Betriebssicherheitsverordnung, die zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) und Empfehlungen zur Betriebssicherheit (EmpfBS), Veröffentlichungen der gesetzlichen Unfallversicherung (z. B. DGUV Regeln, DGUV Informationen und Veröffentlichungen einzelner Berufsgenossenschaften – wie diese Schrift) sowie Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) ermitteln. Enthalten die vorgenannten Regelwerke keine konkreten Anforderungen, können weitere Fachveröffentlichungen (z. B. Veröffentlichungen von Industrieverbänden und Branchenstandards) herangezogen werden, die sich bereits in der Praxis bewährt haben.

Grundlegende Aussagen zum Stand der Technik in Bezug auf die Absicherung von Betonmischern können zum Ausgabezeitpunkt dieser Schrift der DGUV Regel 113-603 „Branche Betonindustrie, Teil 2: Herstellung und Transport von Frischbeton“<sup>8</sup> und dem KB 019 „Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten an Betonmischanlagen“<sup>9</sup> entnommen werden.

Um die dort beschriebenen technischen Schutzmaßnahmen umzusetzen, können neben der vorliegenden Schrift ergänzende Regeln und Veröffentlichungen herangezogen werden, die den Stand der Technik in Bezug auf verschiedene sicherheitstechnische Aspekte detaillierter erläutern. Dem Merkblatt T 008 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“<sup>10</sup> lassen sich unter anderem konkrete Anforderungen an die unterschiedlichsten Schutzeinrichtungen entnehmen. Weitere DGUV-Veröffentlichungen konkretisieren bestimmte Aspekte wie zum Beispiel Verriegelungseinrichtungen und Zuhaltungen<sup>11</sup>, Schlüsseltransfersysteme<sup>12</sup>, sicherheitsgerichtete Steuerungen<sup>13</sup> sowie sichere Antriebssteuerungen mit Frequenzumrichtern<sup>14</sup>.

Basierend auf den genannten Regeln und Veröffentlichungen beschreibt diese Schrift in Abschnitt 4 konkrete technische Lösungen.

## 2.3.3 Änderungen und wesentliche Veränderung

Das Merkblatt T008-0 beschreibt das Vorgehen und die Rechtspflichten bei Änderungen und wesentlicher Veränderung an Maschinen<sup>15</sup>. Eine Maschine, die gegenüber ihrem ursprünglichen Zustand wesentlich verändert wird, wird als neue Maschine angesehen. Wer eine wesentliche Veränderung an einer Maschine vornimmt, wird zum Hersteller der Maschine und muss die Herstellerpflichten nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG<sup>16</sup> beziehungsweise ab dem 20.01.2027 nach der europäischen Maschinenverordnung<sup>17</sup> übernehmen. Als Folge daraus muss der neue Hersteller die Maschine unabhängig von ihrem ursprünglichen Baujahr auf das Sicherheitsniveau für neue Betonmischer nachrüsten. Der Austausch von Bauteilen

---

7 Siehe Anhang 2 Nr. 4

8 Siehe Anhang 2 Nr. 10

9 Siehe Anhang 2 Nr. 17

10 Siehe Anhang 2 Nr. 15

11 Siehe Anhang 2 Nr. 11

12 Siehe Anhang 2 Nr. 12

13 Siehe Anhang 2 Nr. 26

14 Siehe Anhang 2 Nr. 27

15 Siehe Anhang 2 Nr. 16

16 Siehe Anhang 2 Nr. 1

17 Siehe Anhang 2 Nr. 2

der 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 hingegen nicht als wesentliche Veränderung angesehen. Wenn also bei der Verwendung von Betonmischern lediglich Anpassungen an den Stand der Technik nach EmpfBS 1114 durch Nachrüstung technischer Schutzmaßnahmen vorgenommen werden (siehe Abschnitt 2.3.2 dieser Schrift), liegt dabei keine wesentliche Veränderung vor. Zur Bewertung und Dokumentation von Veränderungen an Maschinen bietet die BG RCI eine Arbeitshilfe an<sup>18</sup>.

Auch wenn unter diesen Voraussetzungen keine Herstellerpflichten zu erfüllen sind, entstehen dennoch Pflichten nach der Betriebssicherheitsverordnung. Werden Änderungen an einem Betonmischer zur Anpassung an den Stand der Technik vorgenommen, ist beispielsweise zu beurteilen, ob es sich um prüfpflichtige Änderungen handelt (siehe hierzu TRBS 1201 „Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“<sup>19</sup> und Abschnitt 8.3 der TRBS 1115 „Sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen“<sup>20</sup>). Außerdem kann eine Anpassung folgender Dokumente erforderlich sein:

- Betriebsanleitung
- Betriebsanweisungen
- Technische Dokumentation wie Schaltpläne oder Zeichnungen

## 2.4 Neue Betonmischer

Die Beschaffung neuer Betonmischer ist nicht der Hauptfokus dieser Schrift. Herstellung und Beschaffung von Maschinen werden im Merkblatt T008-0<sup>21</sup> ausführlich behandelt, ebenso wie bei Änderungen an Maschinen oder Maschinenanlagen vorzugehen ist. Sowohl bei neuen als auch bei wesentlich veränderten Betonmischeranlagen (siehe Abschnitt 2.3.3 dieser Schrift) ist der Stand der Technik für das Inverkehrbringen nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG<sup>22</sup> anzuwenden und das Konformitätsbewertungsverfahren (inkl. EG-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung) durchzuführen.

Um den Stand der Technik für das Inverkehrbringen von Betonmischeranlagen nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG<sup>23</sup> zu erfüllen, kann sich ein Hersteller – insbesondere in Bezug auf den Betonmischer – derzeit nur auf sogenannte harmonisierte A- und B-Normen stützen, die unabhängig von einem bestimmten Maschinentyp allgemeine oder spezielle Sicherheitsanforderungen beschreiben. Eine maschinenspezifische, harmonisierte C-Norm für Betonmischeranlagen existiert gegenwärtig nicht. In der Vergangenheit waren Anforderungen an die Sicherheitstechnik von Betonmischeranlagen in der DIN EN 12151 „Maschinen und Anlagen zur Bereitung von Beton und Mörtel – Sicherheitsanforderungen“<sup>24</sup> zu finden. Dieser Norm wurde aber bereits im Jahr 2011 die Harmonisierung (Vermutungswirkung) unter der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entzogen, bevor sie im Jahr 2017 schließlich endgültig zurückgezogen wurde. Zum Zeitpunkt der Ausgabe dieser Schrift ist kurzfristig keine neue, europäisch harmonisierte Norm für Betonmischeranlagen in Sicht. Diese Schrift kann insofern bei der Beschaffung neuer beziehungsweise der Modernisierung bestehender Betonmischeranlagen als Erkenntnisquelle dienen. Entsprechende sicherheitstechnische Anforderungen sollten mit dem Hersteller vertraglich vereinbart werden.

### Hinweis

Ab dem 20.01.2027 ist anstatt der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG die europäische Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 durch Hersteller von Maschinen anzuwenden. Auch mit der europäischen Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 hat der zuvor geschilderte Sachverhalt in vergleichbarer Art und Weise Fortbestand.

18 Siehe Anhang 2 Nr. 16

19 Siehe Anhang 2 Nr. 7

20 Siehe Anhang 2 Nr. 5

21 Siehe Anhang 2 Nr. 16

22 Siehe Anhang 2 Nr. 1

23 Siehe Anhang 2 Nr. 1

24 Siehe Anhang 2 Nr. 18

## 2.5 Manipulation von Schutzeinrichtungen

Unter Manipulation versteht man das Umgehen oder Unwirksammachen von Schutzeinrichtungen mit der Konsequenz, eine Maschine in einer nicht vorgesehenen Weise oder ohne notwendige Schutzmaßnahmen zu verwenden. Manipulierte Schutzeinrichtungen sind auch bei Betonmischern eine der wiederkehrenden Ursachen im Zusammenhang mit schweren Unfällen. Mit welchen Mitteln die Manipulation erfolgt, ist unerheblich. Fest steht, dass die Manipulation von Schutz- oder Sicherheitseinrichtungen nicht zulässig ist (§ 6 der BetrSichV). Oft wird jedoch schon bei der Konstruktion der Maschine das Sicherheitskonzept durch den Hersteller nur nachrangig betrachtet oder nicht über alle Lebensphasen geplant. Das Ergebnis ist, dass die Manipulation der Maschine als vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung unberücksichtigt bleibt und damit wahrscheinlicher wird.

Die vom Hersteller vorgesehenen Schutzmaßnahmen an Betonmischern werden von den Beschäftigten häufig als behindernd empfunden und daher die Schutzeinrichtungen manipuliert. So ist zum Beispiel bei einigen Betonmischern ein Drehen der Mischwerkzeuge nur bei geschlossenem Mischerdeckel möglich, sodass Beschäftigte den Deckel bei der täglichen Reinigung mehrmals schließen und wieder öffnen müssen, um die Mischwerkzeuge komplett reinigen zu können. Ziel bei der Konstruktion des Betonmischers und der Programmierung der Steuerung muss es jedoch sein, die notwendigen Arbeiten möglichst wenig zu behindern und somit die Manipulationsanreize so gering wie möglich zu halten. Ursachen für und Maßnahmen gegen das Umgehen oder Unwirksammachen von Schutzeinrichtungen sowie die Verantwortlichkeiten von Betreiber und Hersteller werden ausführlich in der Fachbereich AKTUELL FBHM-022 „Manipulation von Schutzeinrichtungen – Verhindern, Erschweren, Erkennen“<sup>25</sup> beschrieben. Beispielsweise betont die Fachbereich AKTUELL die Notwendigkeit geeigneter Betriebsarten. Denn praxisgerechte Betriebsarten stellen ein wichtiges Mittel dar, um die Manipulation von Schutzeinrichtungen unnötig oder uninteressant zu machen. Hintergrund ist, dass für unterschiedliche Tätigkeiten an einer Maschine (z. B. für Normalbetrieb, Einrichten, Einstellen, Störungsbeseitigung, Instandhaltung, Inspektion, Reinigen) unterschiedliche technische Schutzmaßnahmen erforderlich sein können. Das Sicherheitskonzept muss daher mithilfe von Betriebsarten so gestaltet sein, dass alle notwendigen Tätigkeiten außerhalb des Normalbetriebs (z. B. Reinigen, Einrichten) ohne Manipulationen einfach und sicher durchführbar sind. So kann zum Beispiel eine Zweihandsteuerung mit reduzierter Geschwindigkeit ohne Manipulation eine sichere Durchführung von Reinigungsarbeiten am geöffneten Betonmischer gewährleisten (siehe Abschnitt 3.2 dieser Schrift).

Zur Auswahl von verschiedenen Betriebsarten ist ein in jeder Stellung abschließbarer Betriebsartenwahlschalter vorzusehen. Maschinenhersteller sind über die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG verpflichtet, zusätzliche Betriebsarten vorzusehen, falls diese für eine sichere Durchführung von vom Normalbetrieb abweichenden Tätigkeiten erforderlich sind. In der Betriebsanleitung stattdessen lediglich das Abschalten der Maschine vorzuschreiben, ist oft nicht ausreichend. Fehlt eine Betriebsart, um die Tätigkeiten außerhalb des Normalbetriebs schneller, gründlicher oder überhaupt durchführen zu können, erfolgen sie in der Praxis dann – trotz Verbots – bei laufender Maschine mit manipulierten Schutzeinrichtungen<sup>26</sup>. Hierbei handelt es sich klar um einen konstruktiven Mangel seitens des Herstellers. Vergleiche dazu Anhang I, Abschnitt 1.6.1 in Verbindung mit Abschnitt 1.2.5 der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG:

### „1.2.5. Wahl der Steuerungs- oder Betriebsarten

[...]

*Ist für bestimmte Arbeiten ein Betrieb der Maschine bei geöffneter oder abgenommener trennender Schutzeinrichtung und/oder ausgeschalteter nichttrennender Schutzeinrichtung erforderlich, so sind der entsprechenden Stellung des Steuerungs- und Betriebsartenwahlschalters gleichzeitig folgende Steuerungsvorgaben zuzuordnen:*

- Alle anderen Steuerungs- oder Betriebsarten sind nicht möglich;*
- der Betrieb gefährlicher Funktionen ist nur möglich, solange die entsprechenden Befehlseinrichtungen betätigt werden;*
- der Betrieb gefährlicher Funktionen ist nur unter geringeren Risikobedingungen möglich, und Gefährdungen, die sich aus Befehlsverkettungen ergeben, werden ausgeschaltet;*
- der Betrieb gefährlicher Funktionen durch absichtliche oder unabsichtliche Einwirkung auf die Sensoren der Maschine ist nicht möglich.“*

---

<sup>25</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 14

<sup>26</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 13

## „1.6. INSTANDHALTUNG

### 1.6.1. Wartung der Maschine

[...] Die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten müssen bei stillgesetzter Maschine durchgeführt werden können.

*Kann mindestens eine der vorgenannten Bedingungen aus technischen Gründen nicht erfüllt werden, so sind die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, damit diese Arbeiten sicher ausgeführt werden können (siehe Nummer 1.2.5).“*

Die Herstelleranforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG<sup>27</sup> zur Bereitstellung von Betriebsarten sind ebenfalls in den harmonisierten Normen wie der Grundlagennorm DIN EN ISO 12100<sup>28</sup> enthalten.

#### Hinweis

Ab dem 20.01.2027 ist anstatt der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG die europäische Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 durch Hersteller von Maschinen anzuwenden. Auch mit der europäischen Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 hat der zuvor geschilderte Sachverhalt in vergleichbarer Art und Weise Fortbestand.

Auch der Betreiber ist verpflichtet, die zugrunde liegenden Ursachen für die Manipulation von Schutz- oder Sicherheitseinrichtungen zu identifizieren und zu beseitigen (siehe Abschnitt 4.2.1 Absatz 4 Punkt 3 c) der TRBS 1151 „Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel – physische und psychische Faktoren“<sup>29</sup>). Dabei hat er unter anderem dafür zu sorgen, dass alle notwendigen Betriebsarten vorhanden sind. Hierzu führt die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 2111 „Mechanische Gefährdungen – Allgemeine Anforderungen“<sup>30</sup> in Abschnitt 5.2.2 konkretisierend folgendes aus:

„(1) Wenn für den Automatikbetrieb vorgesehene Schutzeinrichtungen außer Kraft gesetzt werden (z. B. im Einrichtbetrieb), haben sich z. B. folgende Maßnahmen zur Minimierung der mechanischen Gefährdungen bewährt:

- sicher reduzierte Geschwindigkeit, sodass der Bediener die Gefahr bringende Bewegung rechtzeitig stoppen oder den Gefahrenbereich verlassen kann,
- sicher reduzierte Kräfte (z. B. Schließkräfte, Drehmomente),
- räumliche Begrenzung der gefahrbringenden Bewegung oder
- einzelne Ansteuerung von Achsbewegungen.

(2) Zum Starten und Aufrechterhalten der Bewegungen haben sich sicherheitstechnisch beispielsweise folgende Einrichtungen bewährt:

- Ortsbindung (z. B. Zweihandschaltung),
- Tiptaster oder Zustimmungseinrichtung (z. B. Befehleinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung, Dreipunkt-Zustimmungsschalter),
- unmittelbare wirkende, sinnfällige Bedienungseinrichtung (z. B. elektronisches Handrad) oder
- manuelle Dateneingabe mit Zyklus-Startbefehl in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung.“

Diese Anforderungen sind vergleichbar mit denen in Anhang I Nr. 1.2.5 der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG<sup>31</sup> und der Grundlagennorm DIN EN ISO 12100<sup>32</sup>. Das Merkblatt T 008 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“<sup>33</sup> der BG RCI beschreibt den Sachverhalt zudem ausführlich in seinem Abschnitt 6.5.2.2.

27 Siehe Anhang 2 Nr. 1

28 Siehe Anhang 2 Nr. 21

29 Siehe Anhang 2 Nr. 6

30 Siehe Anhang 2 Nr. 8

31 Siehe Anhang 2 Nr. 1

32 Siehe Anhang 2 Nr. 21

33 Siehe Anhang 2 Nr. 15

Neben den Betriebsarten spielen viele weitere Maßnahmen bei der Verhinderung von Manipulationsanreizen eine Rolle wie beispielsweise:

- Wartungsstellen (z. B. Spann-, Justier- oder Schmierstellen) so anordnen, dass sie ohne Schutzeinrichtungen zu demontieren erreicht werden können.
- Arbeitsprozesse und Maschinenfunktionen so gestalten, dass sie möglichst störungsarm sind und erforderliche menschliche Eingriffe zeitsparend sowie sicher erfolgen können.
- Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit einer Verriegelungseinrichtung an Stelle von feststehenden trennenden Schutzeinrichtungen einsetzen, wenn der Zugang zum Gefahrenbereich häufiger als 1-mal in der Woche erfolgen muss.
- Die Verwendung unverlierbarer Schrauben zur Befestigung feststehender trennender Schutzeinrichtungen.
- Die Möglichkeit schaffen, trotz trennender Schutzeinrichtungen den Prozess beobachten zu können, zum Beispiel durch Gitter oder Scheiben.

Wenn Manipulationsanreize nicht verhindert werden können, müssen Manipulationen zumindest erschwert werden, beispielsweise durch

- die Auswahl von manipulationssicheren Positionsschaltern und/oder deren manipulationssichere Anbringung oder
- die Verwendung einer manipulationssicheren Zweihandsteuerung.

Als letztes Mittel bleibt die Erkennung einer Manipulation beispielsweise, indem

- eine Logik erkennt, dass Positionsschalter nicht erwartungsgemäß schalten oder
- feststehende trennende Schutzeinrichtungen so konstruiert werden, dass sie nach Lösen der Befestigungsmittel nicht in Schutzstellung verbleiben, und damit eine Unwirksamkeit optisch unmittelbar zu erkennen ist.

Weitere Informationen zu Maßnahmen gegen die Manipulation von Schutzeinrichtungen sind auf der Webseite [stop-defeating.org](https://www.stop-defeating.org) zu finden.

Die Manipulation von Schutzeinrichtungen sollte nach Möglichkeit gleich bei der Beschaffung von Betonmischanlagen adressiert werden, indem entsprechende Anforderungen im Lastenheft festgeschrieben werden und das Sicherheitskonzept des Herstellers auf Manipulationsanreize hin überprüft wird. Dabei soll diese Schrift Hilfestellung leisten.

## 3 Technische Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Betonmischern

### 3.1 Automatikbetrieb des Betonmischers<sup>34</sup>

Deckel und Klappen (z.B. Schauöffnungen) müssen mit Verriegelungseinrichtungen (z.B. Positionsendschalter, Zuhaltung, Schlüsseltransfersystem) abgesichert sein (siehe Abschnitt 4.2 dieser Schrift). Diese Verriegelungseinrichtungen sorgen beim Öffnen des Betonmischers für das sichere Abschalten und verhindern den Kontakt mit gefahrbringenden Bewegungen der Mischwerkzeuge. Bei einem Nachlauf der Mischwerkzeuge ist eine Zuhaltung vorzusehen, die den Deckel so lange in der geschlossenen Position hält, bis die gefahrbringende Bewegung gestoppt ist. Reine Schauöffnungen können alternativ durch Gitter gegen Eingreifen gesichert werden (siehe Abschnitt 4.3 dieser Schrift). Für Verriegelungseinrichtungen an Betonmischern haben sich sogenannte Bauart-4-Verriegelungseinrichtungen<sup>35</sup> mit kodierten Näherungsschaltern bewährt. Zuhaltungen<sup>36</sup> können zum Beispiel über gesteuerte mechanische Sperrbolzen oder alternativ über Schlüsseltransfersysteme<sup>37</sup> realisiert werden.

Um die Häufigkeit des manuellen Reinigens zu verringern, werden bei modernen Betonmischern oft automatische Hochdruckreinigungsanlagen eingebaut. Auch in Bestandsanlagen werden diese vielfach nachgerüstet, wodurch zusätzliche Gefährdungen entstehen. Daher müssen bei Betonmischern mit einer automatischen Hochdruckreinigungsanlage **alle** Deckel und Klappen derart sicherheitstechnisch verriegelt und in die Steuerung integriert sein, dass beim Öffnen des Deckels oder einer Klappe die Reinigungsanlage gestoppt wird (siehe Abschnitt 4.5 dieser Schrift).

### 3.2 Reinigungsbetrieb des Betonmischers<sup>38</sup> (von außen)

In regelmäßigen Abständen, meist täglich oder mehrmals täglich, muss der Betonmischer gereinigt werden. Dies umfasst die manuelle Reinigung mit Hochdruckwasser. Für die Durchführung von manuellen Reinigungsarbeiten empfiehlt sich die Positionierung der Mischwerkzeuge bei geöffnetem Deckel mittels einer im Bereich des Betonmischers angebrachten Vor-Ort-Steuerung (siehe Abschnitt 4.4 dieser Schrift). Die Vor-Ort-Steuerung wird durch einen Schlüsselschalter betriebsbereit geschaltet, der gleichzeitig die Steuerung vom räumlich entfernten Steuerstand außer Kraft setzt. Durch den Einsatz der Vor-Ort-Steuerung entfällt ein aufwendiges Öffnen und Schließen des Mischerdeckels, aber es muss hierbei gewährleistet sein, dass bei geöffnetem Deckel der Betonmischer nur schrittweise oder mit sicher reduzierter Geschwindigkeit arbeitet. Die Vor-Ort-Steuerung muss so angebracht sein, dass Beschäftigte freie Sicht auf die Mischwerkzeuge und ausreichend Abstand zum Gefahrenbereich haben. Mischerdeckel, die nicht im Sichtbereich des Beschäftigten liegen, müssen weiterhin durch Verriegelungseinrichtungen gesichert sein. Je größer die Nachlaufzeit der Mischwerkzeuge ist, desto größer ist auch der erforderliche Abstand, um ein Erreichen von Gefahrstellen zu verhindern. Eine Einhandsteuerung erfordert darüber hinaus größere Abstände als eine Zweihandsteuerung.

Folgende Anforderungen müssen als technische Schutzmaßnahmen erfüllt sein:

- Die Aktivierung der Vor-Ort-Steuerung im Bereich des Betonmischers muss über einen Schlüsselwahlschalter/Betriebsartenwahlschalter erfolgen, der gleichzeitig die Steuerung vom Steuerstand und die Verriegelungs-/Zuhaltungseinrichtungen am Betonmischer außer Kraft setzt. Alle Funktionen der Betonmischanlage, die nicht an der Vor-Ort-Steuerung bedienbar sind (z. B. Ein-/Auslassverschlüsse, Kübelaufzug, Hochdruckreinigung), müssen sicher deaktiviert sein.
- Beim Schrittbetrieb dürfen sich die Mischwerkzeuge nur jeweils um weniger als 10° pro Betätigung bei Einhandsteuerung oder weniger als 20° pro Betätigung bei Zweihandsteuerung drehen.
- Alternativ dürfen die Mischwerkzeuge mit einer Zweihandsteuerung und reduzierter Geschwindigkeit (max. 250 mm/s)<sup>39</sup> kontinuierlich gedreht werden. Nach dem Loslassen der Zweihandsteuerung ist ein Nachlauf der Mischwerkzeuge so gering wie möglich zu halten, um eine Gefährdung zu vermeiden.

---

34 Siehe Anhang 2 Nr. 17

35 Siehe Anhang 2 Nr. 11

36 Siehe Anhang 2 Nr. 11

37 Siehe Anhang 2 Nr. 12

38 Siehe Anhang 2 Nr. 17

39 Siehe Anhang 2 Nr. 20

Als Ergänzung zum Reinigungsbetrieb (nicht als Ersatz!) ist auch ein Tippbetrieb bei geschlossenem Deckel und geschlossenen Klappen ohne Geschwindigkeits- oder Bewegungsbegrenzung möglich. Für diesen Fall gelten die Schutzmaßnahmen des Automatikbetriebs (siehe Abschnitt 3.1 dieser Schrift).

Da für die Reinigungsarbeiten von außen andere Sicherheitsanforderungen notwendig sind als bei Reinigungsarbeiten oder Instandhaltungsarbeiten, bei denen sich Beschäftigte in den Betonmischer begeben, sind diese klar voneinander abzugrenzen und getrennte Betriebsanweisungen zu erstellen. Für die Reinigungsarbeiten von außen ist eine Aktivierung der Vor-Ort-Steuerung ausreichend. Auf diese Weise können die Mischwerkzeuge zum Reinigen in die gewünschte Position gebracht werden. Durch die Aktivierung der Vor-Ort-Steuerung wird die Steuerung vom räumlich entfernten Steuerstand außer Kraft gesetzt und so ein versehentliches Ingangsetzen des Betonmischers während der Reinigung verhindert.

### 3.3 Einsteigen in den Betonmischer

Zur Entfernung von Betonresten, die durch eine Reinigung von außen nicht entfernt werden können, und zur Durchführung von Instandhaltungsarbeiten an der Mischerauskleidung und an den Mischwerkzeugen ist ein Einsteigen in den Betonmischer notwendig. Vor jedem Einsteigen in den Betonmischer ist dieser allpolig über einen Reparaturschalter vom Stromnetz zu trennen und mit einem Schloss gegen Wiedereinschalten zu sichern. Im Bereich des Betonmischers muss daher für diesen Zweck zusätzlich zum Hauptschalter der Betonmischanlage je Betonmischer ein separater abschließbarer Reparaturschalter vorhanden sein, der auf den zugehörigen Mischerantrieb wirkt. Beim Austausch von Verschleißteilen besteht häufig die Notwendigkeit, die Mischwerkzeuge zu positionieren. Dazu kann die Vor-Ort-Steuerung benutzt werden (siehe Abschnitte 3.2 und 4.4 dieser Schrift). Nach dem Positionieren ist der Betonmischer jedoch wieder allpolig vom Stromnetz zu trennen.

Für Arbeiten, bei denen in den Betonmischer eingestiegen werden muss, gelten weitere organisatorische Schutzmaßnahmen, wie sie im KB 019 „Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten an Betonmischanlagen“<sup>40</sup> der BG RCI beschrieben sind. Diese Tätigkeiten müssen gesondert in der Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden. Hierzu ist eine separate Betriebsanweisung zu erstellen. In abgedeckten Bereichen des Betonmischers, in denen räumliche Enge herrscht, sowie bei Instandhaltungsarbeiten im Betonmischer ist Alleinarbeit verboten. Hierbei sind auch die Maßnahmen bei Arbeiten in Behältern und engen Räumen zu beachten (siehe DGUV Regel 113-004 „Behälter, Silos und enge Räume; Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen“<sup>41</sup>).

Ferner ist dafür zu sorgen, dass ein Verschütten von Beschäftigten im Betonmischer durch nachrutschendes Material verhindert wird (Neutralisierung von Restenergien, Sicherung von Schiebern und Klappen, Deaktivierung des Kübelaufzuges). Um einem Absturz der sich im Betonmischer aufhaltenden Person entgegenzuwirken, muss ein unbeabsichtigtes Öffnen des Auslassschiebers verhindert sein. Sich schließende Klappen können wiederum zu Quetschverletzungen führen, wenn beispielsweise Instandhaltungsarbeiten im Auslaufbereich durchgeführt werden. Auch in diesem Fall ist dafür Sorge zu tragen, dass das Schließen der Klappe sicher verhindert wird.

Nachfolgend wird ein Überblick über die zu treffenden Schutzmaßnahmen vor dem Einsteigen in den Betonmischer gegeben:

- Absturzsicherung herstellen
  - Beim Reinigen: Entleerschieber schließen (z. B. über Tippbetrieb an der Vor-Ort-Steuerung) und gegen ungewollte Bewegung sichern (z. B. Hydraulikaggregat mit eigenem Reparaturschalter allpolig trennen und gegen Wiedereinschalten sichern, Pneumatik entlüften, mechanische Sicherung durch Bolzen)
  - Bei Instandhaltung: beispielsweise Gerüst unter den Auslauf stellen, sichere Standfläche/Plattform in den Auslauf einfügen, Entleerschieber gegen ungewollte Bewegung sichern (siehe oben stehenden Anstrich „Beim Reinigen: ...“)
- Ungewollten Anlauf des Betonmischers verhindern:
  - Allpolig trennen und gegen Wiedereinschalten sichern (bevorzugt am Reparaturschalter des Betonmischers, alternativ mittels Hauptschalter der Betonmischanlage)

---

<sup>40</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 17

<sup>41</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 9

- Gefährdungen durch einlaufendes Material verhindern:
  - Ansteuerung der Materialeinlaufklappen verhindern (Absperrhahn)
  - Materialeinlaufklappen gegen ungewolltes Öffnen sichern (z. B. mechanische Sicherung durch Bolzen oder Blockiereinrichtung am Pneumatikzylinder an der Entleerung der Gesteinskörnungswaage oder am Vorbehälter)
  - Anlauf des Kübelaufzugs verhindern (z. B. durch Aktivierung der Vor-Ort-Steuerung am Betonmischer)
  - Zusatzmittelwagen vollständig entleeren und spülen
- Weitere mechanische Gefährdungen verhindern. Beispielsweise:
  - Quetschen durch Anlauf von Klappen verhindern (Entleerschieber, Materialeinlaufklappen, Kameraklappe)
    - Ansteuerung verhindern (Absperrhahn)
    - Maßnahmen gegen Restenergien treffen (z. B. Pneumatikleitungen entlüften).

### Achtung

Eingespernte Druckluft in pneumatischen Zylindern aufgrund mechanischer Verklemmung an Klappen möglich (z. B. aufgrund von Anbackungen). Dies kann bei Lösen der Verklemmung zu schlagartigen Klappenbewegungen führen! Daher beispielsweise zusätzliche Entlüftungseinrichtungen unmittelbar an beiden Zylinderanschlüssen vorsehen!

## 4 Hinweise und Beispiele für die technische Realisierung

### 4.1 Sicherheitsfunktionen und Performance Level

Bei vielen Schutzeinrichtungen an Maschinen spielt die Maschinensteuerung eine wichtige Rolle. Eine Sicherheitsfunktion beschreibt dabei, wie und unter welchen Bedingungen eine Steuerungsfunktion der Maschine für Sicherheit sorgt. Ein Beispiel verdeutlicht, was gemeint ist: „Öffnen des Mischerdeckels führt zum sicheren Stoppen des Mischerantriebs im Automatikbetrieb.“

Die Sicherheit der Bediener hängt dabei von der Zuverlässigkeit der Maschinensteuerung ab. Der Ausfall der Sicherheitsfunktion kann gefährliche Folgen haben. Die gesamte Steuerungskette einer Sicherheitsfunktion ist daher so auszulegen, dass sie zuverlässig genug für den vorgesehenen Einsatzzweck ist. Die Steuerungskette kann dabei aus Bauteilen bestehen, die unterschiedlichen Technologien (z. B. elektrisch/elektronisch, pneumatisch, hydraulisch) angehören. Sie beginnt an dem Punkt, an dem sicherheitsbezogene Signale erzeugt werden (z. B. Positionsschalter an einer Klappe), wird mit der Verarbeitung dieser Signale fortgesetzt (z. B. durch eine Sicherheits-SPS) und endet in der Regel an den Ausgängen der Leistungssteuerungselemente (z. B. Hauptkontakte eines Schützes oder an den hydraulischen Anschlüssen eines Hydraulikventils).

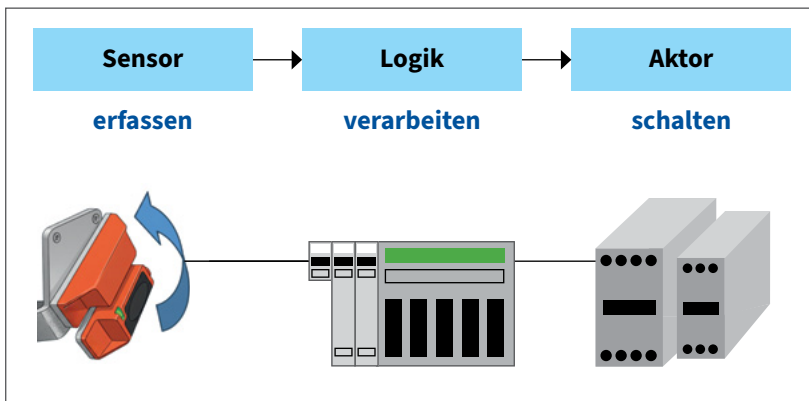


Abbildung 1: Steuerungskette einer Sicherheitsfunktion

Grundlage für die Auslegung und Bewertung von Sicherheitsfunktionen ist die Normenreihe DIN EN ISO 13849. Sie teilt das Sicherheitsniveau von Sicherheitsfunktionen in fünf Stufen von a bis e ein, die sich Performance Level nennen. Performance Level e stellt dabei das höchste Sicherheitsniveau mit der größten Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktion dar und ist bei hohen Risiken erforderlich. Der in Abhängigkeit des Risikos **erforderliche** Performance Level (PL<sub>r</sub>) kann anhand eines Graphen aus der DIN EN ISO 13849-1<sup>42</sup> bestimmt werden. Nachfolgend wird als Beispiel für die Sicherheitsfunktion „Öffnen des Mischerdeckels führt zum sicheren Stoppen des Mischerantriebs im Automatikbetrieb“ der erforderliche Performance Level ermittelt: Verletzungsschwere S2 (schwer bis tödlich), Aufenthaltsdauer F1 (selten), Möglichkeit zur Vermeidung P2 (nicht möglich).

42 Siehe Anhang 2 Nr. 22

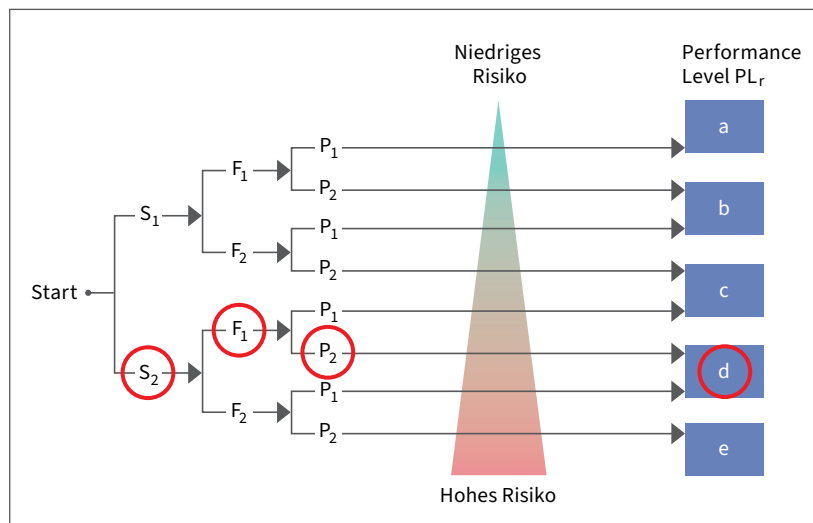


Abbildung 2: Bestimmung des erforderlichen Performance Levels (PL<sub>r</sub>) anhand des Graphen aus Anhang A der DIN EN ISO 13849-1

Die technische Realisierung der Sicherheitsfunktion muss schließlich einen Performance Level (PL) erreichen, der mindestens dem erforderlichen Performance Level (PL<sub>r</sub>) entspricht:

$$PL \geq PL_r$$

In Bezug auf das Beispiel für die Sicherheitsfunktion „Öffnen des Mischerdeckels führt zum sicheren Stoppen des Mischerantriebs im Automatikbetrieb“ mit dem erforderlichen Performance Level (PL<sub>r</sub>) d bedeutet das, dass die technische Realisierung der Sicherheitsfunktion Performance Level (PL) d oder e erreichen muss.

Ausführliche Informationen zu diesem Thema enthält der IFA Report 1/2025 „Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen – Anwendung der DIN EN ISO 13849“<sup>43</sup>.

## 4.2 Mischerdeckel/Hauptöffnung (Betriebsart Automatik)

### 4.2.1 Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung

Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung dürfen nur eingesetzt werden, wenn eine Gefährdung durch Nachlauf der Mischwerkzeuge ausgeschlossen ist. Für die Realisierung von Verriegelungseinrichtungen ohne Zuhaltung an Mischerdeckeln und -klappen sind bevorzugt Positionsschalter der Bauart 4 (kodierte Näherungsschalter) einzusetzen. Der Betätiger dieser Positionsschalter ist ein vom Hersteller mitgelieferter und in seinen technischen Eigenschaften (z. B. innerer elektrischer Aufbau, Geometrie) besonders gestalteter Gegenstand. Positionsschalter der Bauart 4 sind wegen ihrer geschlossenen Bauweise gegen Staub und Nässe besonders resistent und können aufgrund der Codierung nur schwer manipuliert werden.

Die Anbringung von Sensor und Betätiger sollte möglichst mittels nicht-lösbarer Befestigungen (z. B. Schweißen, Kleben, Einwegschrauben, Nieten) erfolgen, um eine Manipulation durch Demontage oder Lageänderung von Elementen der Verriegelungseinrichtung zu erschweren (siehe Abschnitt 2.5 dieser Schrift).

Ausführliche Informationen zu Verriegelungseinrichtungen enthält DGUV Information 203-079 „Auswahl und Anbringung von Verriegelungseinrichtungen“<sup>44</sup>.

<sup>43</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 26

<sup>44</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 11



Abbildung 3: Näherungsschalter der Bauart 4

Sicherheitsfunktionen

Erforderlicher Performance Level (PL<sub>r</sub>) nach  
 DIN EN ISO 13849-1

- |   |  |
|---|--|
| 1 | <p><b>Betriebsart Automatik</b><br/>                 Das Öffnen des Mischerdeckels/der Klappe führt zum Stoppen (Safe Torque Off, STO<sup>45</sup>) der Bewegung der Mischwerkzeuge.</p> |
|---|--|

d

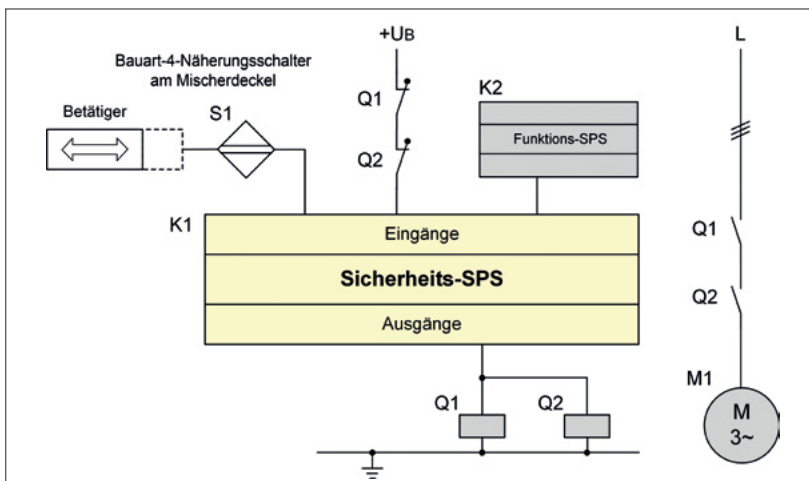


Abbildung 4: Prinzipschaltbild zur Abschaltung des Mischerantriebs durch Bauart-4-Näherungsschalter

Funktionsbeschreibung:

Sollte der Mischerdeckel geöffnet werden, wird dies durch die Sicherheits-SPS K1 über einen Signalwechsel vom Näherungsschalter S1 erkannt. K1 schaltet in diesem Fall die Spannungsversorgung des Motors mittels zweier Schütze Q1 und Q2 redundant ab. Die Spiegelkontakte von Q1 und Q2 werden von K1 zurückgelesen und auf auftretende Fehler hin überwacht (z. B. Kleben der Kontakte). Die speicherprogrammierbare Steuerung K2 dient in diesem Schaltungsbeispiel ausschließlich der Funktion der Maschine und übernimmt keine sicherheitsrelevanten Aufgaben. Bei S1 handelt es sich in diesem Beispiel um einen bereits zertifizierten Näherungsschalter, der für den Einsatz in Sicherheitsfunktionen bis PL d ausgelegt ist. K1 ist eine Sicherheits-SPS, die für den Einsatz in Sicherheitsfunktionen bis PL d zertifiziert ist.

Um die Anforderung an PL<sub>r</sub> d der Sicherheitsfunktion zu gewährleisten, muss insbesondere auf die Einfehlersicherheit geachtet werden. Einfehlersicherheit bedeutet, dass ein einzelner Fehler nicht zum Versagen der Sicherheitsfunktion führen darf. Bei zertifizierten Komponenten, die mindestens den PL d erreichen, ist diese Anforderung bereits erfüllt. Sollten Komponenten verwendet werden, die keinen Performance Level mitbringen (sogenannte Standard-Komponenten), muss die

<sup>45</sup> Siehe im Anhang 2 Nr. 27

Einfehlersicherheit vom Integrator<sup>46</sup> nachgewiesen werden. Zu betrachten sind dabei nur Komponenten, die an der Sicherheitsfunktion beteiligt sind.

## 4.2.2 Zuhaltungen

Das Signal zum Entsperren der Zuhaltung kommt von sicherheitsbezogenen Komponenten der Maschinensteuerung. Dieses Signal kann beispielsweise durch sichere Stillstandswächter oder sichere Zeitglieder generiert werden. Als Stillstandswächter sind insbesondere Bauweisen ohne Drehgeber zu empfehlen, da sie eine geschützte Installation innerhalb des Schaltschranks ermöglichen und wartungsarm sind. Bei stark unterschiedlichen Nachlaufzeiten (z. B. durch unterschiedliche Beladung oder bei wechselnden Drehzahlen) soll die Zuhaltung vorzugsweise durch eine Stillstandsüberwachung (und nicht durch ein festes Zeitglied) freigegeben werden. Feste Zeitglieder sollen nur verwendet werden, wenn sich die Nachlaufzeit im bestimmungsgemäßen Betrieb in allen Betriebsarten nicht stark unterscheidet<sup>47</sup>.

Ausführliche Informationen zu Zuhaltungen enthält DGUV Information 203-079 „Auswahl und Anbringung von Verriegelungseinrichtungen“<sup>48</sup>.

Sicherheitsfunktionen	Erforderlicher Performance Level (PL <sub>r</sub> ) nach DIN EN ISO 13849-1
1 <b>Betriebsart Automatik</b> Entsperren der Zuhaltung: Ein Öffnen des Mischerdeckels / einer Klappe ist nur möglich nach Erreichen des Stillstands des Mischermotors.	d
2 <b>Betriebsart Automatik</b> Verriegelungseinrichtung: Verhindern eines unerwarteten Anlaufs aus dem Stillstand bei geöffnetem Mischerdeckel / geöffneter Klappe	d

Integrierte Sicherheitszuhaltungen werden von diversen Herstellern auf dem Markt bereitgestellt. Sie haben sich jedoch aufgrund der herausfordernden Umgebungsbedingungen bisher nicht in der Betonindustrie bewährt. Gute Erfahrungen gibt es hingegen mit Zuhaltungen, die aus einer Kombination aus Bauart-4-Näherungsschalter zur Positionsüberwachung des Mischerdeckels und einem elektromechanischen Schließsystem oder Bolzen zur Sperrung des Mischerdeckels in der geschlossenen Stellung bestehen.

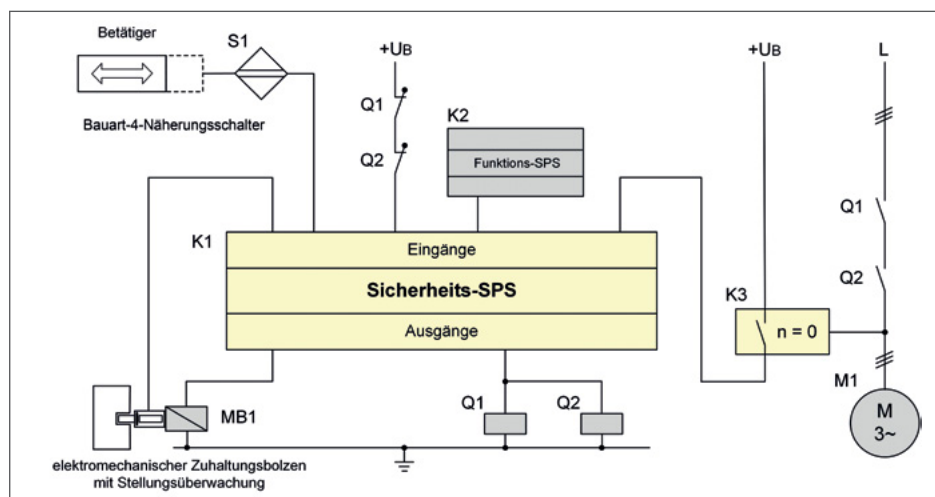


Abbildung 5: Prinzipschaltbild einer Zuhaltung als Kombination aus Bauart-4-Näherungsschalter und elektromechanischem Bolzen

46 Der Integrator kann der Maschinenhersteller, der Steuerungsbauer oder der Betreiber selbst sein.

47 Siehe Anhang 2 Nr. 15

48 Siehe Anhang 2 Nr. 11

### Funktionsbeschreibung:

Das Öffnen und Schließen des Mischerdeckels wird über einen Näherungsschalter S1 der Bauart 4 erfasst und durch die Sicherheits-SPS K1 überwacht. Der Motor kann mittels zweier Schütze Q1 und Q2 redundant durch K1 abgeschaltet werden. Die Spiegelkontakte von Q1 und Q2 werden von K1 zurückgelesen und dienen der Fehlerrückmeldung. Erst wenn der Motor zum Stillstand gekommen ist, wird über den sicheren Drehzahlwächter K3 die elektromechanische Verriegelung MB1 am Mischerdeckel freigegeben und der Mischerdeckel kann geöffnet werden. Die Stellung des Zuhaltungsbolzens wird ebenfalls in der Sicherheits-SPS K1 überwacht. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass der Mischerdeckel erst geöffnet werden kann, wenn keine Gefährdung mehr von den Mischwerkzeugen ausgeht.

Zusätzlich kann der Motor erst wieder gestartet werden, wenn der Näherungsschalter S1 meldet, dass der Mischerdeckel geschlossen ist. Auf diese Weise wird ein Anlaufen des Betonmischers bei geöffnetem Mischerdeckel verhindert.

Die speicherprogrammierbare Steuerung K2 ist eine Standardkomponente, die in diesem Schaltungsbeispiel rein funktionale Aufgaben der Maschine ausführt. Sie dient ausschließlich der Prozesssteuerung.

Bei S1 und K1 handelt es sich um zertifizierte Bauteile, die in Sicherheitsfunktionen bis PL e eingesetzt werden können. Der zertifizierte Stillstandswächter K3 kann in Sicherheitsfunktionen bis PL e eingesetzt werden. Für das Erreichen eines PL d in Kategorie 3 nach DIN EN ISO 13849-1 ist die gewählte Ansteuerung einfehlersicher auszuführen.

### Hinweis

In der Praxis finden sich verschiedene Aktoriken, mit welchen der Mischerdeckel geöffnet werden kann. Je nach Aktorik (Kettenzug, Seilwinde, etc.) muss sichergestellt sein, dass die elektromechanische Zuhaltung nicht durch ein Öffnen des Mischerdeckels bei aktivierter Zuhaltung beschädigt wird. Dies kann zum Beispiel dadurch verhindert werden, dass ein Kettenzug oder eine Seilwinde nur angesteuert werden kann, wenn die Zuhaltung deaktiviert ist. Diese Steuerungsfunktion ist nicht sicherheitsrelevant.



Abbildung 6: Zuhaltung als Kombination aus Bauart-4-Näherungsschalter und elektromechanischem Bolzen



Abbildung 7: Elektromechanischer Bolzen am Mischerdeckel

## 4.2.3 Schlüsseltransfersysteme

### 4.2.3.1 Zuhaltung mittels Schlüsseltransfersystem über den Reparaturschalter am Betonmischer

Der Reparaturschalter am Betonmischer wird durch den ausgefahrenen Bolzen eines Bolzenschlusses in der „Aus“-Stellung blockiert. Nur in dieser Stellung kann der Schlüssel am Bolzenschluss entnommen und danach das Schloss der Zuhaltungseinrichtung am Mischerdeckel betätigt werden. Der Mischerdeckel lässt sich nun öffnen. Eine Entnahme des Schlüssels ist bei geöffnetem Mischerdeckel nicht möglich. Das Wiedereinschalten der Maschine am Reparaturschalter ist nur in umgekehrter Ablauffolge möglich.

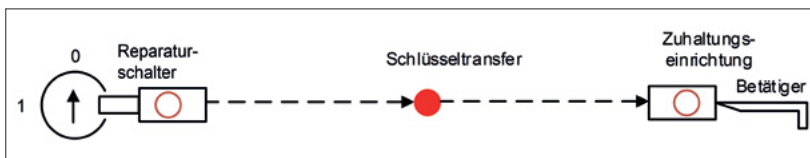


Abbildung 8: Schlüssellaufplan

Nachteil: hoher Manipulationsanreiz (siehe Abschnitt 2.5 dieser Schrift), da die Mischwerkzeuge nur bei geschlossenem Mischerdeckel positioniert werden können. Einige Hersteller versuchen zwar, den durch die fehlende Sicht bedingten Manipulationsanreiz mittels einer Anzeigeeinrichtung für die Wellenposition zu verringern, der Manipulationsanreiz durch den Aufwand für das Schließen und Öffnen des Mischerdeckels zwischen einzelnen Positionierungen bleibt jedoch bestehen.

#### Hinweis

Diese Variante hat sich aufgrund der beschriebenen Nachteile in der Praxis nicht bewährt und wird daher nicht empfohlen.

### 4.2.3.2 Zuhaltung mittels Schlüsseltransfersystem über die Steuerung

Sicherheitsfunktionen	Erforderlicher Performance Level (PL <sub>r</sub> ) nach DIN EN ISO 13849-1
1 <b>Betriebsart Automatik</b> Entsperren der Zuhaltung: Ein Öffnen des Mischerdeckels / einer Klappe ist nur möglich nach Erreichen des Stillstands des Mischermotors.	d
2 <b>Betriebsart Automatik</b> Verriegelungseinrichtung: Verhindern eines unerwarteten Anlaufs aus dem Stillstand bei geöffnetem Mischerdeckel / geöffneter Klappe	d
3 Betriebsartenwahl zwischen „Automatik“ und „Reinigung“ (Vor-Ort-Steuerung bei geöffnetem Mischerdeckel)	d

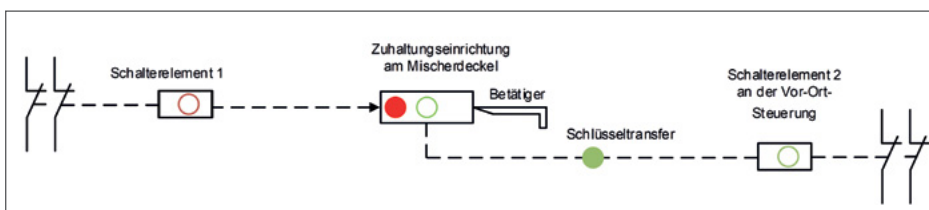


Abbildung 9: Schlüssellaufplan

Im einfachsten Fall wird bei der Entnahme eines Schlüssels (roter Schlüssel in Abbildung 9) das Schalterelement 1 betätigt und damit die gefahrbringende Bewegung des Betonmischers über die sicherheitsgerichtete Steuerung stillgesetzt. Mit dem entnommenen Schlüssel wird das Schloss der Zuhaltungseinrichtung (Zugangssperre) am Mischerdeckel betätigt. Der Mischerdeckel lässt sich nun öffnen. Die Zeit für den Weg von Schalterelement 1 zum Mischdeckel muss dabei länger sein

als der Nachlauf der Mischerbewegung. Wie beim Öffnen von beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen kann diese Zeit mittels der Annäherungsgeschwindigkeit von 1,6 m/s überschlägig berechnet werden (siehe Abschnitt 6.2.2 des Merkblatts T 008<sup>49</sup>). Reicht die Zeitverzögerung durch den Weg nicht aus, muss der Schlüssel an Schalterelement 1 (roter Schlüssel in Abbildung 9) durch die sicherheitsgerichtete Steuerung festgehalten werden (Schalterelement mit Sperreinrichtung), solange der Betonmischer läuft und bis die Bewegung der Mischwerkzeuge beendet ist. Dazu ist entweder ein sicherer Stillstandwächter oder ein sicheres Zeitglied (z. B. in der Sicherheits-SPS) erforderlich, welche das Signal für die Schlüsselfreigabe erzeugen. Mittels einer zusätzlichen Befehlseinrichtung (z. B. einem Revisionschalter am Steuerpult im Steuerstand) wird die Freigabe des ersten Schlüssels bei der sicherheitsgerichteten Steuerung angefordert.

Befindet sich der Eingangsschlüssel (roter Schlüssel in Abbildung 9) in der Zuhaltungseinrichtung am Mischdeckel, kann der Ausgangsschlüssel der Zuhaltungseinrichtung (grüner Schlüssel in Abbildung 9) entnommen werden. Mit diesem Schlüssel kann jetzt das Schalterelement 2 an der Vor-Ort-Steuerung betätigt werden. Der Reinigungsbetrieb ist nun möglich. Die Entnahme des Eingangsschlüssels (roter Schlüssel in Abbildung 9) aus der Zuhaltungseinrichtung ist bei geöffnetem Mischerdeckel oder entnommenem Ausgangsschlüssel nicht möglich. Die Betätigung des Schalterelementes 1 ist nur in umgekehrter Ablauffolge möglich.

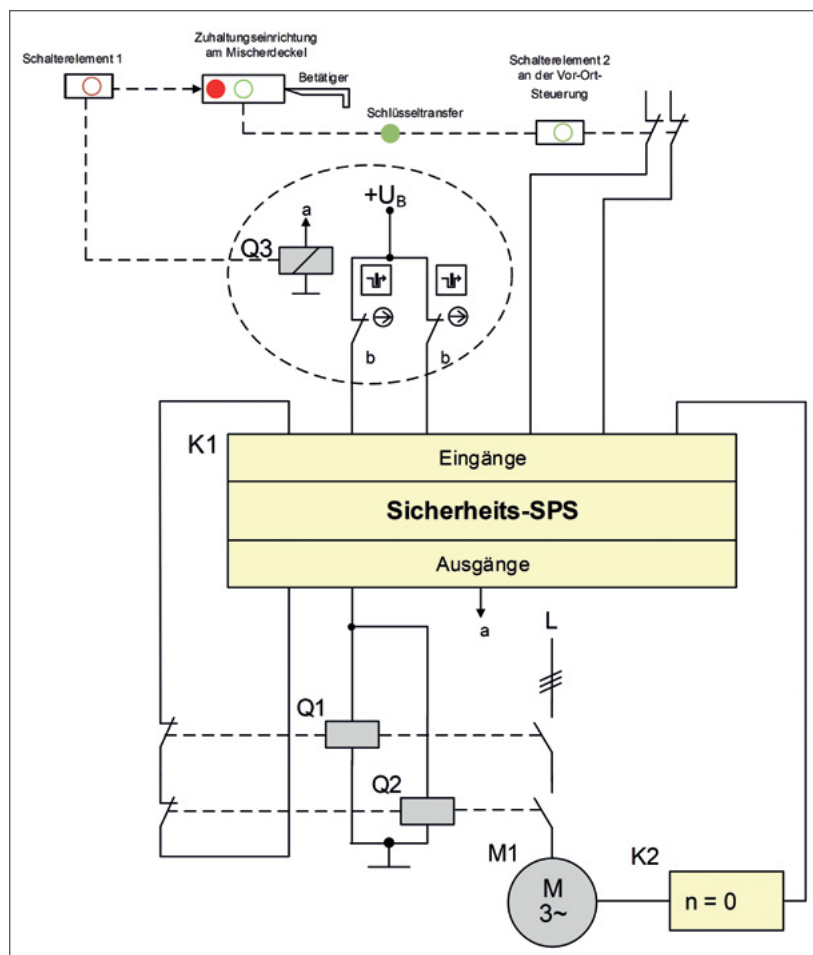


Abbildung 10: Prinzipschaltbild Schlüsseltransfersystem mit den Funktionen Zuhaltung über die Steuerung im Automatikbetrieb sowie Betriebsartenwahl zwischen „Automatik“ und „Reinigung“ (Vor-Ort-Steuerung bei geöffnetem Mischerdeckel)

<sup>49</sup>Siehe Anhang 2 Nr. 15

### Funktionsbeschreibung:

Der Motor wird über einen sicheren Ausgang der Sicherheits-SPS K1 und die Schütze Q1 oder Q2 abgeschaltet, wodurch die Bewegung der Mischwerkzeuge austrudelt. Bei der Beschaltung sind die Angaben des Sicherheits-SPS-Herstellers zu berücksichtigen.

Erst wenn der zertifizierte Stillstandswächter K2 den Stillstand des Motors erkannt hat ( $n = 0$ ) und am Eingang von K1 ein entsprechendes Signal von K2 anliegt, ermöglicht K1 die Freigabe des Magnetschalters des Schlüsseltransfersystems, bestehend unter anderem aus dem Magneten a und den Rücklesekontakten b. Durch das Rücklesen der Kontakte b in K1 wird die Aktivierung des Automatikbetriebs steuerungstechnisch verhindert. Der freigegebene Schlüssel kann gedreht, abgezogen und dann dafür genutzt werden, die Zuhaltungseinrichtung am Mischerdeckel freizugeben. Somit kann zum einen der Mischerdeckel geöffnet werden und zum anderen wird der zweite (grüne) Schlüssel freigegeben. Der grüne Schlüssel kann dann dazu verwendet werden, durch das Schalterelement 2 die Vor-Ort-Steuerung zu aktivieren. Dazu werden die Kontakte des Schalterelements 2 in K1 eingelesen.

Die mechanische Konstruktion des schlüsselbetätigten Magnetschalters muss so beschaffen sein, dass der Verriegelungsmechanismus nur dann in die verriegelte Stellung gebracht werden kann, wenn der Schlüssel eingesteckt ist. Zudem muss die Mechanik der Zuhalteeinrichtung am Mischerdeckel so gestaltet sein, dass der rote Schlüssel nur freigegeben wird, wenn der grüne Schlüssel gesteckt und der Mischerdeckel geschlossen ist. Damit wird vermieden, dass der Automatikbetrieb bei geöffnetem Deckel gestartet werden kann.



Abbildung 11: Revisionschalter im Steuerraum zur Anforderung der Schlüsselfreigabe

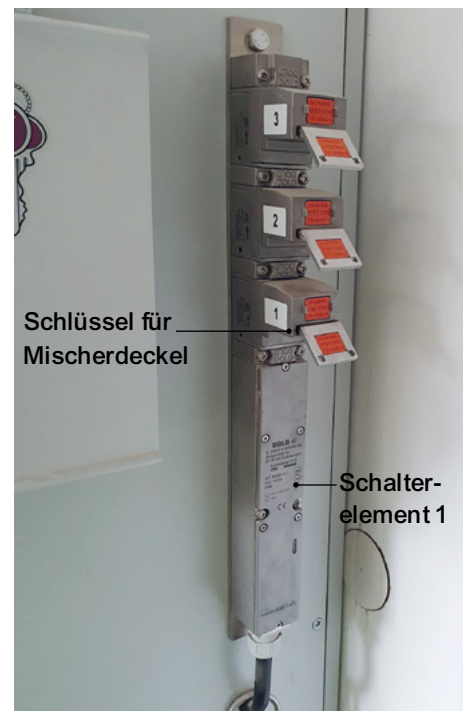


Abbildung 12: Schlüsselfreigabestation (Schalterelement 1) am Schaltschrank im Steuerraum für drei unterschiedliche Schlüsselwege, Weg 1 führt zum Mischerdeckel

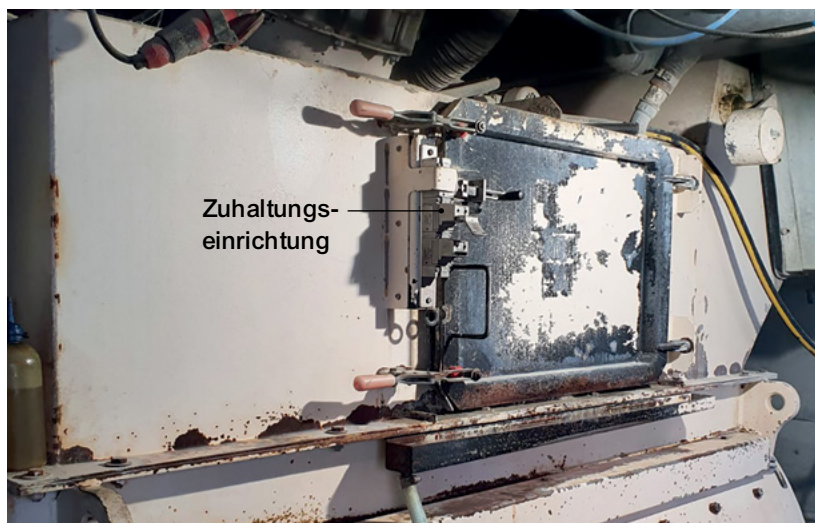


Abbildung 13: Zuhaltungseinrichtung am Betonmischer

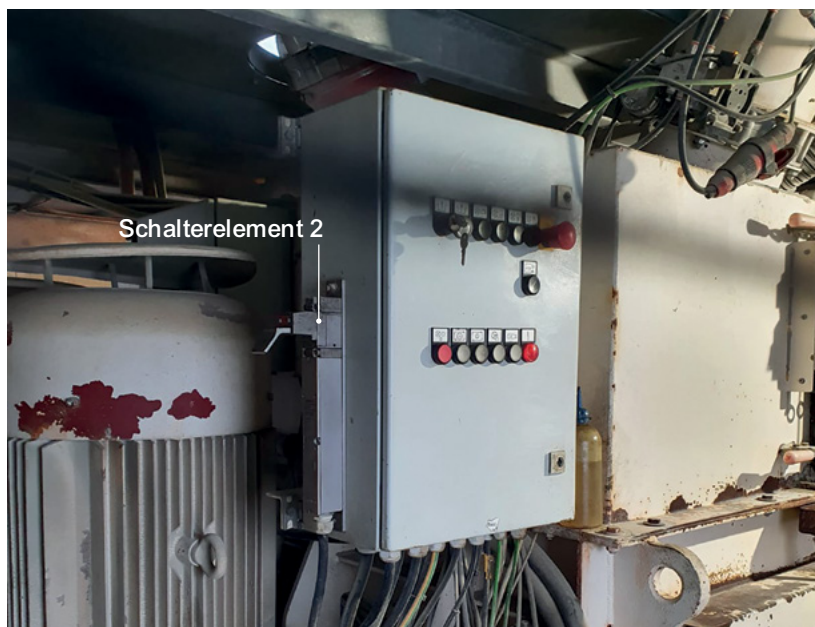


Abbildung 14: Schalterelement an der Vor-Ort-Steuerung

Vorteil: geringer Manipulationsanreiz der Verriegelungseinrichtung für den Mischdeckel, da die Tätigkeit des Reinigens und des dabei notwendigen Positionierens der Mischwerkzeuge ohne großen Zeitverlust und Aufwand für das Schließen und Öffnen des Mischerdeckels bestimmungsgemäß durch eine Person ausgeführt werden kann. Gleichzeitig muss aber die Manipulation der für das Positionieren der Mischwerkzeuge genutzten Befehleinrichtungen entsprechend Abschnitt 3.2 dieser Schrift erschwert sein, beispielsweise durch eine Zweihandsteuerung vom Typ III und/oder Schrittbetrieb.

Nachteil: Die für das Positionieren der Mischwerkzeuge genutzte Schutzeinrichtung mit Ortsbindung (Zweihandsteuerung, Einhandsteuerung) schützt nur diejenige Person, die diese Befehleinrichtung betätigt. Die Bedienerperson für den Reinigungsbetrieb muss daher entsprechend zuverlässig sein und sicherstellen, dass sich keine weiteren Personen im Gefahrenbereich aufhalten.

Eine Variante des oben genannten Schlüsselweges ist es, das Schalterelement 2 an der Vor-Ort-Steuerung und die Zuhaltungseinrichtung am Mischerdeckel in der Reihenfolge zu tauschen. Mit dem Schlüssel aus Schalterelement 1 wird also zunächst über das Schalterelement 2 die Vor-Ort-Steuerung aktiviert und ein Schlüssel freigegeben, mit dem die Zuhaltung am Mischerdeckel geöffnet werden kann. Bei Anordnungen, für die die Verzögerungszeit durch den Weg zu kurz ist, besteht

der Vorteil an dieser Variante, dass eine zusätzliche Zeitverzögerung entsteht, bis der Mischerdeckel geöffnet werden kann. Nachteilig an dieser Variante ist hingegen, dass es erstens etwas aufwendiger ist, den Betonmischer zu öffnen, ohne dass die Absicht besteht, die Vor-Ort-Steuerung zu nutzen. Zweitens kann die Nutzung der Vor-Ort-Steuerung nicht mehr gesperrt werden, ohne den Mischerdeckel zu schließen, sodass der Bediener sich oder die Arbeitsstelle nicht einfach durch Abziehen des Schlüssels an der Vor-Ort-Steuerung gegen das Benutzen durch andere Personen sichern kann. Aufgrund der Nachteile wird daher empfohlen, die erste, oben beschriebene Variante zu nutzen und die zusätzlich benötigte Zeitverzögerung durch entferntere Anordnung der Schlüsselfreigabestation von Schalterelement 1, eine durch die Sicherheits-SPS verzögerte Freigabe des Schlüssels für den Betonmischer oder einen Stillstandwächter zu realisieren.

Ausführliche Informationen zu Schlüsseltransfersystemen enthält DGUV Information 203-087 „Auswahl und Anbringung von Schlüsseltransfersystemen“<sup>50</sup>.

## 4.3 Nebenöffnungen

### 4.3.1 Schauöffnungen

Schauöffnungen können mit Klappen und dahinter liegenden Schutzgittern abgesichert werden. Die Schutzgitter sind als feststehende trennende Schutzeinrichtungen auszuführen, um das Eingreifen in den Betonmischer zu verhindern.

Maschenweite und Sicherheitsabstand der trennenden Schutzeinrichtung zum Gefahrenbereich ergeben sich aus DIN EN ISO 13857<sup>51</sup>. Diese können dem Merkblatt T 008<sup>52</sup> entnommen werden. Exemplarisch sind die Sicherheitsabstände für das Hindurchreichen durch Öffnungen mit den oberen Gliedmaßen in Abbildung 15 gezeigt.

Körperteil	Illustration	Öffnung <sup>2</sup> e	Sicherheitsabstand s		
			Schlitz	Quadrat	Kreis
Fingerspitze		$e \leq 4$	$s \geq 2$	$s \geq 2$	$s \geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$s \geq 10$	$s \geq 5$	$s \geq 5$
Finger bis Fingerwurzel oder Hand		$6 < e \leq 8$	$s \geq 20$	$s \geq 15$	$s \geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$s \geq 80$	$s \geq 25$	$s \geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$s \geq 100$	$s \geq 80$	$s \geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$s \geq 120$	$s \geq 120$	$s \geq 120$
		$20 < e \leq 30$	$s \geq 850^{1)}$	$s \geq 120$	$s \geq 120$
Arm bis Schultergelenk		$30 < e \leq 40$	$s \geq 850$	$s \geq 200$	$s \geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$s \geq 850$	$s \geq 850$	$s \geq 850$

Maße in mm

1) Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung  $\leq 65$  mm ist, wirkt der Daumen als Begrenzung und der Sicherheitsabstand kann auf 200 mm reduziert werden.

2) Die Abmessung der Öffnung e entsprechen der Seite einer quadratischen, dem Durchmesser einer kreisförmigen und der kleinsten Abmessung einer schlitzförmigen Öffnung. Für Öffnungen  $> 120$  mm müssen die Sicherheitsabstände gegen Hinüber reichen über schützende Konstruktionen angewendet werden.

Abbildung 15: Sicherheitsabstände für das Hindurchreichen mit den oberen Gliedmaßen

50 Siehe Anhang 2 Nr. 12

51 Siehe Anhang 2 Nr. 25

52 Siehe Anhang 2 Nr. 15

### 4.3.2 Möglichkeiten der händischen Zugabe

Bei bestimmten Betonrezepturen besteht die Notwendigkeit der händischen Zugabe von Zusatzstoffen. Von den Herstellern sind an den Anlagen häufig keine Zugabeöffnungen vorgesehen. Die in den Schauöffnungen verbauten Schutzgitter können den Materialfluss behindern. In Abbildung 16 ist eine praxistaugliche und normgerechte Alternative dargestellt. Darin sind mit einer Maschenweite des Schutzgitters an der Zugabeöffnung von maximal 95 mm und einem Sicherheitsabstand des Schutzgitters von mehr als 850 mm zum Gefahrenbereich sowohl ein Hindurchreichen mit dem Arm als auch mit dem Bein nach DIN EN ISO 13857 verhindert (vergleiche Abbildung 15 dieser Schrift sowie Abbildung 96 des Merkblatts T008). Der Deckel der Zugabeöffnung ist mit einer Sicherheitsabschaltung der Hochdruckreinigungsanlage versehen (siehe Abschnitt 4.5 dieser Schrift).

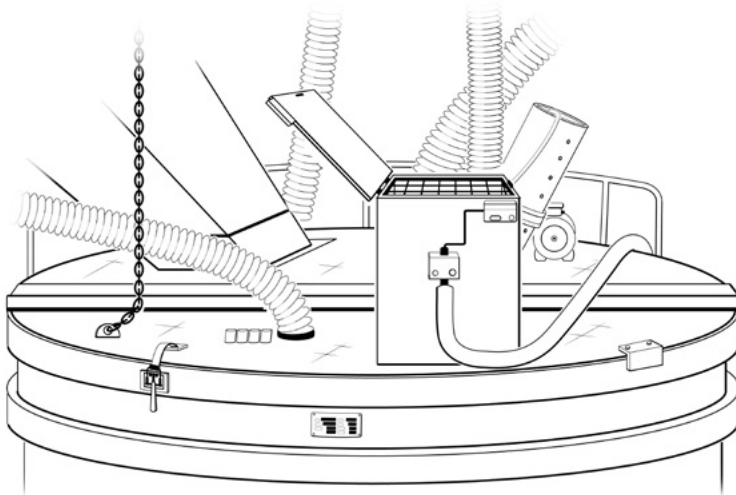


Abbildung 16: Zugabe am Betonmischer mit Sicherheitsabschaltung der Hochdruckreinigungsanlage

Darüber hinaus kann eine Zugabe von Zusatzstoffen außerhalb des Betonmischers erfolgen, zum Beispiel

- über den Beschicker,
- über das Wiegeband,
- über die Kieswaage,
- direkt in den Fahrmischer.

### 4.3.3 Materialeintrag und -austrag

Beim Automatikbetrieb sowie beim Reinigungsbetrieb muss bewertet werden, ob ein sicherheitsrelevantes Deaktivieren von Materialeintrag und -austrag über die Sicherheitssteuerung erforderlich ist (siehe Abschnitte 3.1 und 3.2 dieser Schrift). Für das Einsteigen in den Betonmischer sind hingegen andere sicherheitstechnische Maßnahmen an Materialeintrag und -austrag erforderlich (siehe Abschnitt 3.3 dieser Schrift).

Beispiel für Sicherheitsfunktionen am Entleerschieber an Tellermischern/ Einwellentrogmischern/Planetenmischern		Erforderlicher Performance Level (PL <sub>r</sub> ) nach DIN EN ISO 13849-1
1	<b>Betriebsart Automatik</b> Das Öffnen des Abdeckgitters führt zum Stoppen (Safe Torque Off, STO) der Bewegung des Entleerschiebers und verhindert den unerwarteten Anlauf aus der Ruhelage.	c / Kategorie 1 Verletzungsschwere S2 (schwer bis tödlich) Aufenthaltsdauer F1 (selten), Möglichkeit zur Vermeidung P1 (möglich)
2	<b>Betriebsart Reinigung (bei geöffnetem Abdeckgitter)</b> Loslassen des Tippschalters führt zum Stoppen (Safe Torque Off, STO) der Bewegung des Entleerschiebers und verhindert den unerwarteten Anlauf aus der Ruhelage.	c / Kategorie 1 Verletzungsschwere S2 (schwer bis tödlich) Aufenthaltsdauer F1 (selten), Möglichkeit zur Vermeidung P1 (möglich)

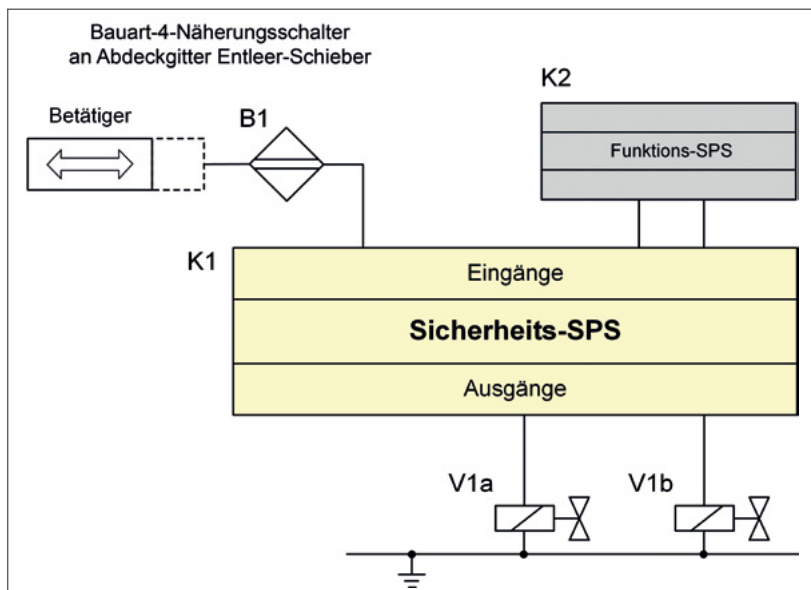


Abbildung 17: Prinzipschaltbild – Elektrischer Teil der Steuerung

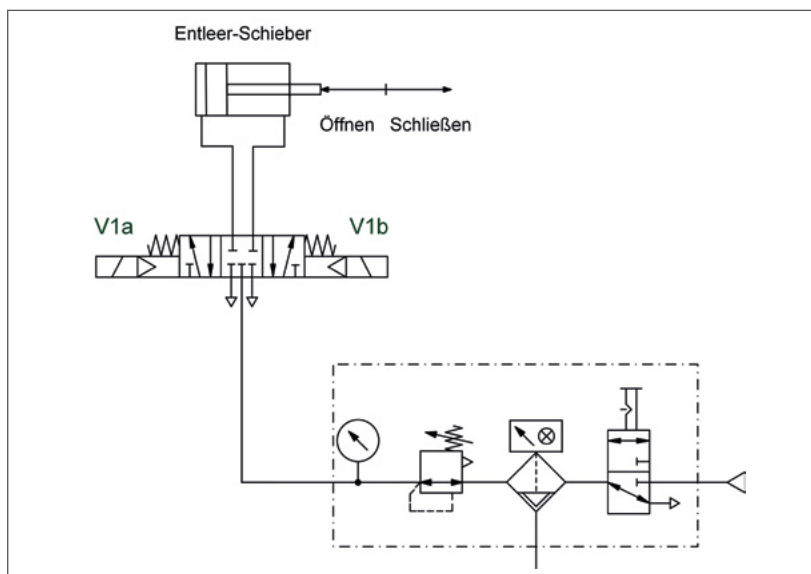


Abbildung 18: Prinzipschaltbild – Pneumatischer Teil der Steuerung

#### Funktionsbeschreibung:

Sollte das Abdeckgitter über dem Entleerschieber geöffnet werden, wird dies durch die Sicherheits-SPS K1 über einen Signalwechsel vom Näherungsschalter B1 erkannt. K1 schaltet in diesem Fall die Spannungsversorgung des Pneumatikventils V1 ab. Die speicherprogrammierbare Steuerung K2 dient in diesem Schaltungsbeispiel ausschließlich der Funktion der Maschine und übernimmt keine sicherheitsrelevanten Aufgaben.

Bei B1 handelt es sich in diesem Beispiel um einen bereits zertifizierten Näherungsschalter, der für den Einsatz in Sicherheitsfunktionen bis PL d ausgelegt ist. K1 ist eine Sicherheits-SPS, die für den Einsatz in Sicherheitsfunktionen bis PL d zertifiziert ist. Bei V1 handelt es sich um ein Wegeventil mit Sperr-Mittelstellung, ausreichender positiver Überdeckung, Federzentrierung und dauerfesten Federn. Die sicherheitsgerichtete Schaltstellung wird durch Wegnahme des Steuersignals erreicht. Die grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien sind eingehalten, des Weiteren handelt es sich um ein bewährtes Bauteil. Um für den pneumatischen Steuerungsteil der Sicherheitsfunktion den PL<sub>c</sub> zu erreichen, müssen die Anforderungen der Kategorie 1 nach DIN EN ISO 13849-1 erfüllt werden.

Durch Kombination der beiden elektrisch/elektronischen Subsysteme (PL d) und dem pneumatischen Subsystem (PL c) ergibt sich somit ein PL c für die gesamte Sicherheitsfunktion.

#### Achtung

Durch mechanische Verklemmung des Entleerschiebers (z. B. durch Anbackungen) kann Druckluft im Pneumatikzylinder eingesperrt werden. Bei Lösen der Verklemmung kann es dadurch zu schlagartigen, ungewollten Bewegungen kommen. Kann dies der Fall sein, sind weitere Maßnahmen zu treffen, um das System drucklos machen zu können. Beispielsweise sind Entlüftungseinrichtungen unmittelbar am Zylinder vorzusehen.

## 4.4 Vor-Ort-Steuerung (Betriebsart Reinigung)

### 4.4.1 Schrittbetrieb mit Zweihand- oder Einhandsteuerung

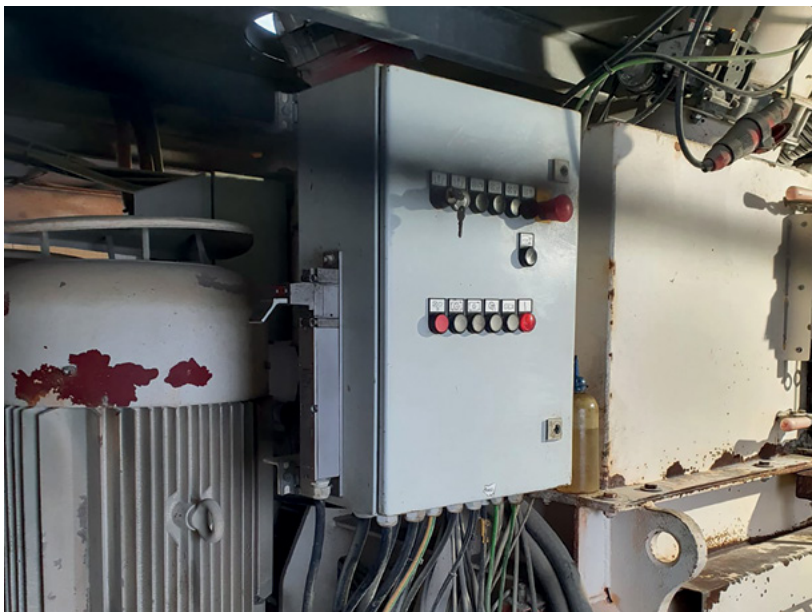


Abbildung 19: Vor-Ort-Steuerung

#### Zweihandsteuerung:

Die gefahrbringende Bewegung darf nur erfolgen, wenn beide Bestätigungselemente gleichzeitig betätigt werden. Beim Loslassen eines Betätigungselements müssen die gefahrbringenden Bewegungen zum Stillstand kommen; ein erneuter Start darf nur möglich sein, nachdem beide Betätigungselemente freigegeben wurden. Die Bedienung mit einer Hand und durch einfache Hilfsmittel muss verhindert sein. Die räumliche Trennung der Stellteile (lichtes Maß) muss mindestens 260 mm betragen<sup>53</sup>. Zur Verhinderung/Erschwerung der Bedienung mit einer Hand und durch einfache Hilfsmittel sollten die Stellteile verdeckt oder seitlich angeordnet werden. Um Manipulationen zu erschweren, sollten grundsätzlich nur Zweihandsteuerungen des Typ III eingesetzt werden, da diese die synchrone Betätigung beider Betätigungselemente innerhalb von 0,5 s erfordern.

<sup>53</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 15

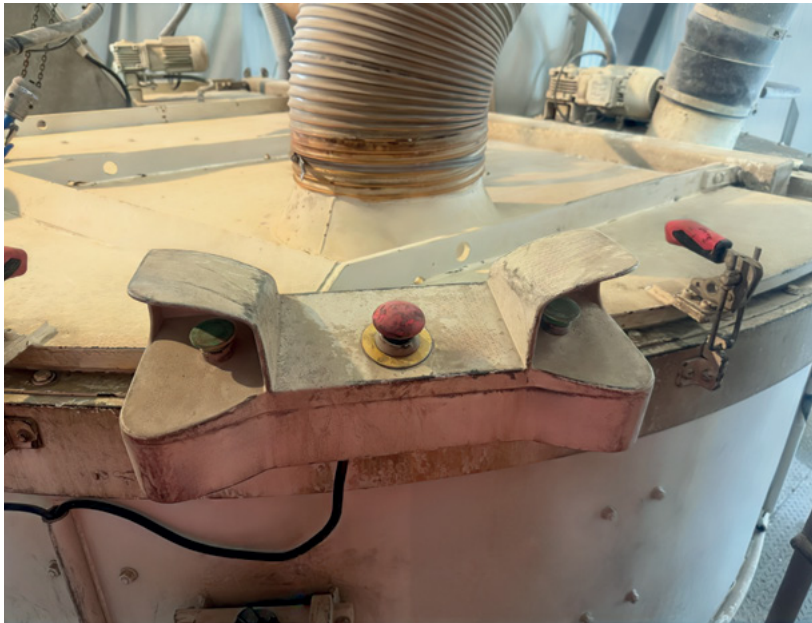


Abbildung 20: Zweihandsteuerung am Betonmischer

Praxistipp: Die Realisierung der Logikfunktionen einer Zweihandsteuerung kann mittels vorgefertigter Softwarebausteine einer Sicherheits-SPS erfolgen. Eine Sicherheits-SPS wird gegebenenfalls für die Realisierung weiterer Sicherheitsfunktionen wie Verriegelungen, Zuhaltungen oder Betriebsartenwahl eingesetzt.

Der IFA Report 1/2025<sup>54</sup> enthält in Abschnitt 11.2.27 eine beispielhafte Zweihandsteuerung mit ausführlicher Funktionsbeschreibung:

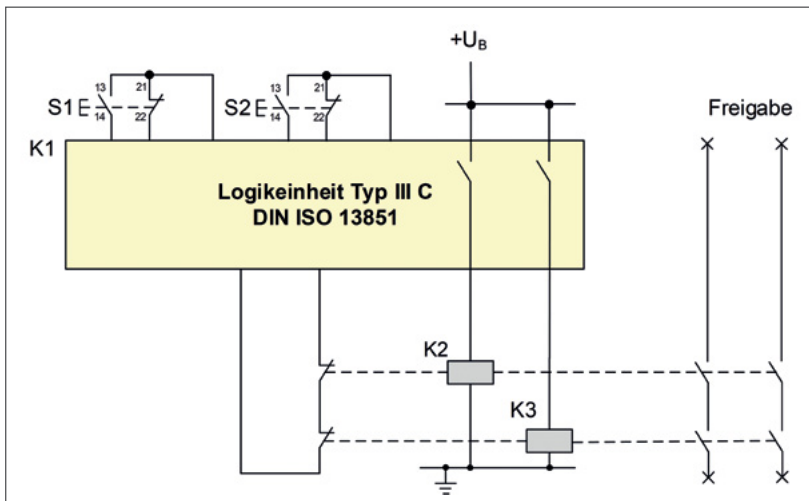


Abbildung 21: Prinzipschaltbild einer Zweihandsteuerung – PL e

<sup>54</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 26

Der Mindestabstand vom nächstgelegenen Stellteil zum Gefahrenbereich errechnet sich nach DIN EN ISO 13855<sup>55</sup> wie folgt:

$$S = (K \cdot T) + C$$

mit

S = Sicherheitsabstand

K = Annäherungsgeschwindigkeit 1 600 mm/s

T = Nachlaufzeit des gesamten Systems in s

C = maximal mögliche Eindringtiefe 250 mm

Für weitere Anforderungen zu Zweihandsteuerungen siehe Merkblatt T 008 „Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“<sup>56</sup>.

### Einhandsteuerung:

Voraussetzung für die Anwendung von ortsbindenden Befehlseinrichtungen ist die rechtzeitige Stillsetzung gefahrbringender Bewegungen. Hierbei ist, ähnlich wie bei Zweihandsteuerungen beschrieben, von einem Sicherheitsabstand auszugehen, der sich nach folgender Formel berechnet<sup>57</sup>:

$$S = (K \cdot T) + C$$

mit

S = Sicherheitsabstand

K = Annäherungsgeschwindigkeit 1 600 mm/s

T = Nachlaufzeit des gesamten Systems in s

C = 2 200 mm (Reichweite der ausgestreckten Arme)

#### Hinweis

Einhandsteuerungen sind deutlich einfacher zu manipulieren als Zweihandsteuerungen. Daher sollten bevorzugt Zweihandsteuerungen eingesetzt werden!

### Schrittbetrieb

Der Schrittbetrieb kann beispielsweise durch impulsgesteuerte Schütze realisiert werden, die nach Betätigen der Befehlseinrichtung für ein bestimmtes Zeitintervall den Motor einschalten. Das Zeitintervall darf nur so lang sein, dass eine Bewegung von näherungsweise, maximal 10° pro Betätigung bei Einhandsteuerung beziehungsweise 20° pro Betätigung bei Zweihandsteuerung erfolgt. Es muss ausgeschlossen sein, dass eine Gefahrenstelle erreicht werden kann. Der Wert für das Zeitintervall sollte für den konkreten Betonmischer experimentell bestimmt werden. Je nach Zustand (warmes oder kaltes Öl, Verschmutzungsgrad) kann sich der Drehwinkel ändern. Zwischen dem Auslösen der einzelnen Schritte durch die Befehlseinrichtung muss eine Sperrzeit liegen. Die Leitlinie für die Sperrzeit muss sein, dass sich der Nachlauf nicht aufschaukeln darf. Alternativ zu einer festen Sperrzeit kann die Freigabe für den nächsten Schritt durch einen Stillstandswächter (siehe Abschnitt 4.2.2 „Zuhaltungen“) erfolgen.

Der Schrittbetrieb ist jedoch besonders herausfordernd für die eingesetzten Schütze. Im Automatikbetrieb wird in der Regel nur der Betriebsstrom des Motors geschaltet. Beim Schrittbetrieb wird das Schütz hingegen mit Impulsen von weniger als 0,1 Sekunden beaufschlagt und schaltet dabei den hohen Anlaufstrom des Elektromotors aus. Um auch den Schrittbetrieb zu meistern, ist für das Schütz daher die Gebrauchskategorie AC-4 erforderlich, während für den reinen Automatikbetrieb eine Gebrauchskategorie AC-3 genügt. Die Gebrauchskategorien legen die Einschalt- und Ausschaltbedingungen für Schütze fest. AC-3 ist für das einfache Ein- und Ausschalten von Käfigläufer-Elektromotoren während des Laufes vorgesehen. Schütze der Gebrauchskategorie AC-4 sind hingegen so bemessen, dass Gegenstrombremsen, Reversieren und häufiges, kurz aufeinander folgendes Ein- und Ausschalten möglich sind. Für das Verhältnis aus dem vom Schütz auszuschaltenden Strom  $I_c$  und dem von der Last normalerweise aufgenommenen Bemessungsbetriebsstrom  $I_e$  gilt:

- Gebrauchskategorie AC-3:  $I_c = I_e$
- Gebrauchskategorie AC-4:  $I_c = 6 \cdot I_e$

55 Siehe Anhang 2 Nr. 24

56 Siehe Anhang 2 Nr. 15

57 Siehe Anhang 2 Nr. 15

Sicherheitsfunktionen	Erforderlicher Performance Level (PL <sub>r</sub> ) nach DIN EN ISO 13849-1
<p>1 <b>Betriebsart Reinigung (bei geöffnetem Mischerdeckel)</b>                      Sicher begrenztes Schrittmaß (Safely Limited Increment, SLI<sup>58</sup>) der Mischwerkzeuge, sodass die Bewegung innerhalb von 10° pro Betätigung bei Einhandsteuerung oder 20° pro Betätigung bei Zweihandsteuerung stoppt.</p>	d
<p>2a <b>Betriebsart Reinigung (bei geöffnetem Mischerdeckel)</b>                      Verhindern eines unerwarteten Anlaufs mit Zweihandsteuerung:                      Beim Loslassen mindestens eines der beiden Taster der Zweihandsteuerung wird die Freigabe aufgehoben und solange blockiert, bis beide Taster entlastet und erneut synchron betätigt werden.</p>	d
<p>2b <b>Betriebsart Reinigung (bei geöffnetem Mischerdeckel)</b>                      Verhindern eines unerwarteten Anlaufs mit Einhandsteuerung:                      Beim Loslassen der Einhandsteuerung wird die Freigabe aufgehoben und solange blockiert, bis der Taster erneut betätigt wird.</p>	d

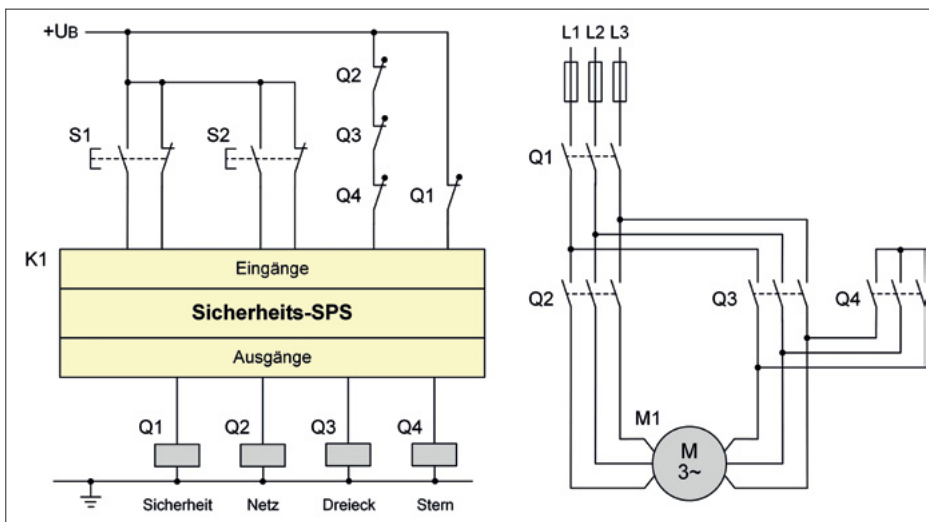


Abbildung 22: Prinzipschaltbild Schrittbetrieb mit Schützen – PL d

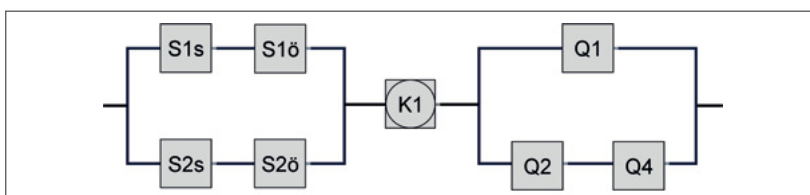


Abbildung 23: Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm / SF1: Schütze – Zweihand Start / Stopp

#### Funktionsbeschreibung:

In dieser Funktion ist der Schrittbetrieb der Mischwerkzeuge über eine Schützsteuerung in Sternschaltung realisiert.

Ausgelöst wird ein Schritt durch das zeitgleiche Betätigen der Taster S1 und S2, die in Verbindung mit der Sicherheits-SPS K1 eine Zweihandsteuerung vom Typ III bilden. Unabhängig davon, wie lange die Taster betätigt werden, wird durch K1 immer ein Schritt von einer zuvor parametrisierten Länge ausgelöst (Safely-Limited Increment, SLI<sup>59</sup>). Um einen erneuten Bewegungsschritt der Mischwerkzeuge zu starten, müssen die Taster S1 und S2 zunächst losgelassen und dann erneut betätigt werden. Die 3 Schütze in dieser Schrittsteuerung werden in einer definierten Reihenfolge angesteuert. Zuerst wird das Sicherheitsschütz Q1 eingeschaltet, um eine Ansteuerung des Motors grundsätzlich zu ermöglichen. Sowohl das Einschalten als auch das

58 Siehe Anhang 2 Nr. 27

59 Siehe Anhang 2 Nr. 27

Ausschalten der Leistungskontakte von Q1 erfolgt im stromlosen Zustand. Nach Q1 werden Sternschütz Q4 und Netzschütz Q2 eingeschaltet. Die Abschaltung der Schütze nach erfolgtem Schritt geschieht in umgekehrter Reihenfolge.

Fehler in den Schützen Q2 und Q4 (Klebenbleiben) werden über das Zurücklesen der Spiegelkontakte in K1 aufgedeckt. Im Fehlerfall kann dann über das Sicherheitsschütz Q1 eine Bewegung gestoppt beziehungsweise verhindert werden. In gleichem Maße könnte bei einem Klebenbleiben des Sicherheitsschützes Q1 eine Bewegung des Mischermotors über das Netzschütz Q2 verhindert werden.

Auch wenn das Dreieckschütz Q3 nicht am Schrittbetrieb beteiligt ist, muss sichergestellt werden, dass alle Schütze des Mischermotors vor einem neuen Start abgefallen sind. Aus diesem Grund ist auch Q3 in den Rückführkreis eingebunden.

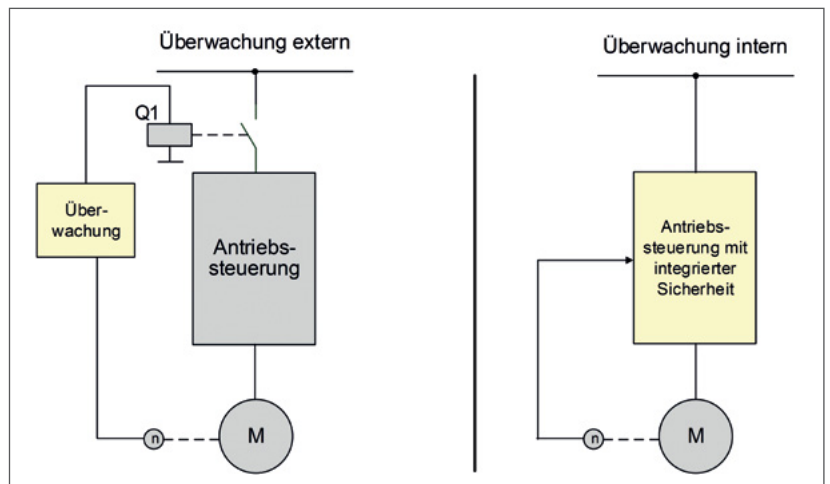
#### 4.4.2 Zweihandsteuerung mit reduzierter Geschwindigkeit

Es gelten zum einen die gleichen Anforderungen an Zweihandsteuerungen wie beim Schrittbetrieb (siehe Abschnitt 4.4.1 dieser Schrift). Darüber hinaus kann zur Realisierung der reduzierten Geschwindigkeit beispielsweise ein Frequenzumrichter oder ein Sanftanlaufgerät eingesetzt werden. Alternativ ist auch ein kraftreduzierter Hilfsantrieb möglich, bei dem die Bewegungskraft 0,25 kN nicht übersteigt.

Sicherheitsfunktionen	Erforderlicher Performance Level (PL <sub>r</sub> ) nach DIN EN ISO 13849-1
1 <b>Betriebsart Reinigung (bei geöffnetem Mischerdeckel)</b> Sicher reduzierte Geschwindigkeit (Safely Limited Speed, SLS <sup>60</sup> ) der Mischwerkzeuge, sodass die Bewegungsgeschwindigkeit der Mischwerkzeuge 250 mm/s nicht überschreitet.	d
2 <b>Betriebsart Reinigung (bei geöffnetem Mischerdeckel)</b> Loslassen der Zweihandsteuerung führt zum Stoppen (Safe Torque Off, STO <sup>61</sup> ) der Bewegung der Mischwerkzeuge: Beim Loslassen mindestens eines der beiden Taster der Zweihandsteuerung wird die Freigabe aufgehoben und solange blockiert, bis beide Taster entlastet und erneut synchron betätigt werden.	d

Abbildung 24 zeigt beispielhaft die beiden Lösungskonzepte für die Sicherheits-Teilfunktion „Sicher reduzierte Geschwindigkeit“ (auch: „sicher begrenzte Drehzahl“, engl.: Safely Limited Speed, Abkürzung: SLS<sup>62</sup>). Die Motordrehzahl wird auf einen bestimmten Grenzwert hin überwacht. Bei Überschreitung dieser Drehzahl, also im Fehlerfall, wird die Sicherheits-Teilfunktion „Sicher abgeschaltetes Drehmoment“ (engl.: Safe Torque Off, STO<sup>63</sup>) aktiviert.

Grundsätzlich ist es möglich, Sicherheitsfunktionen bei Verwendung rein funktionaler Antriebssteuerungen durch das Hinzufügen zusätzlicher externer Komponenten zu realisieren. Der zweite Weg ist eine Lösung mit einer Antriebssteuerung, die die benötigten Sicherheitsfunktionen vorzertifiziert mitbringt.



60 Siehe Anhang 2 Nr. 27  
 61 Siehe Anhang 2 Nr. 27  
 62 Siehe Anhang 2 Nr. 27  
 63 Siehe Anhang 2 Nr. 27

Abbildung 24: Lösungskonzepte für die Sicherheits-Teilfunktion „Sicher reduzierte Geschwindigkeit“ (SLS)

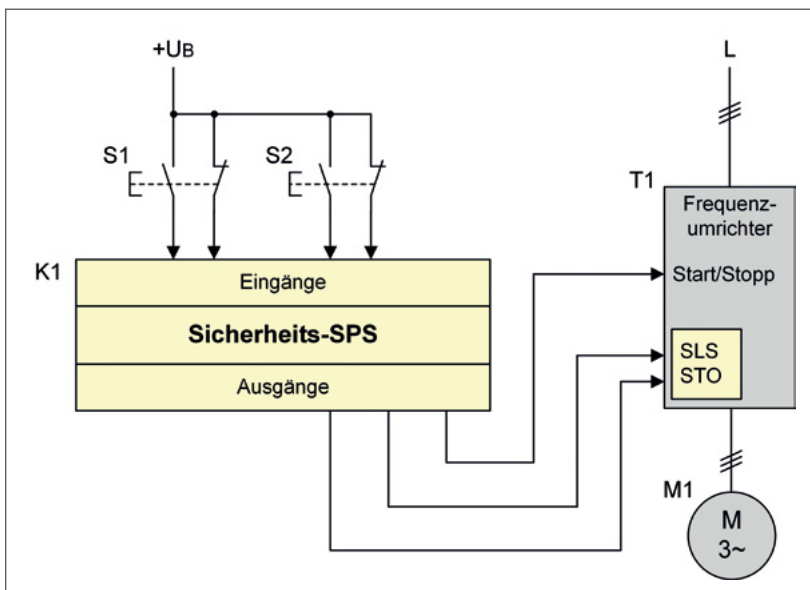


Abbildung 25: Prinzipschaltbild Zweihandsteuerung mit reduzierter Geschwindigkeit – PL d – Variante 1: Frequenzumrichter mit sicher reduzierter Geschwindigkeit (SLS)

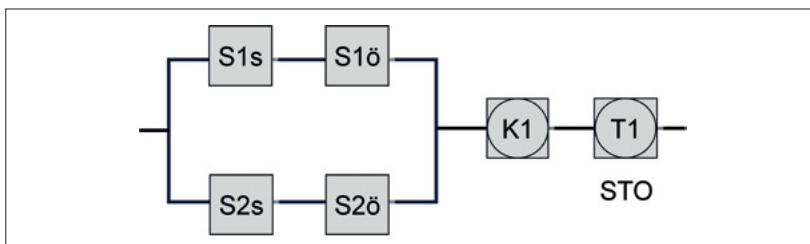


Abbildung 26: Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm / SF2a: FU – Zweihand Start / Stopp (STO)

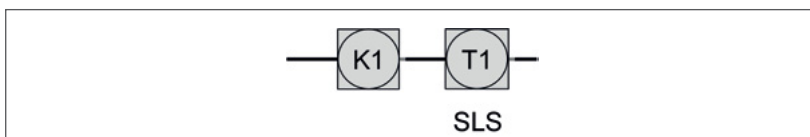


Abbildung 27: Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm / SF2b: FU – Sicher reduzierte Geschwindigkeit (SLS)

#### Funktionsbeschreibung:

In Variante 1 wird die Bewegung der Mischwerkzeuge mit sicher reduzierter Geschwindigkeit über einen Frequenzumrichter T1 gesteuert, der über die integrierte Sicherheits-Teilfunktion SLS (Safely Limited Speed<sup>64</sup>) verfügt. Die benötigten Drehzahlinformationen ermittelt der Frequenzumrichter T1 im dargestellten Schaltungsbeispiel intern im Gerät, überwacht zweikanalig die Geschwindigkeit und schaltet im Fehlerfall eigenständig über den internen STO (Safe Torque Off<sup>65</sup>) ab.

Bei Frequenzumrichtern, die die Drehzahlinformationen über externe Signale benötigen, ist aufgrund der Begebenheiten vor Ort eine sensorlose Variante für die Geber zu bevorzugen. Gestartet wird die Bewegung durch das zeitgleiche Betätigen der Taster S1 und S2, die in Verbindung mit der Sicherheits-SPS K1 eine Zweihandsteuerung vom Typ III bilden.

<sup>64</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 27

<sup>65</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 27

Gestoppt wird die Bewegung, sobald mindestens einer der beiden Taster der Zweihandsteuerung losgelassen wird, durch gesteuertes Stillsetzen nach Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1). Im Frequenzumrichter wird anschließend die Sicherheits-Teilfunktion STO aktiviert. STO dient auch dem Schutz vor unerwartetem Anlauf.

In diesem Beispiel sind die Sicherheits-SPS K1 und der Frequenzumrichter T1 zertifizierte Produkte. Die Sicherheits-SPS K1 erfüllt die Anforderungen an PL e, der Frequenzumrichter T1 die Anforderungen an PL d.

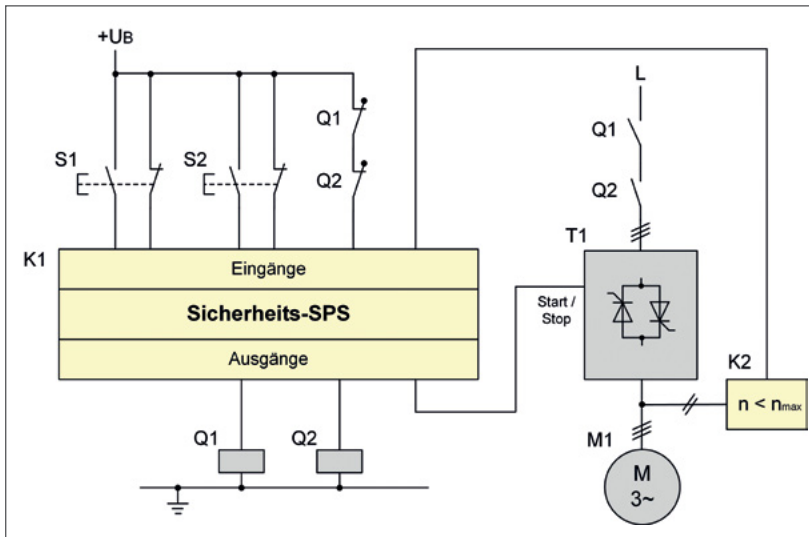


Abbildung 28: Prinzipschaltbild Zweihandsteuerung mit reduzierter Geschwindigkeit – PL d – Variante 2: Sanftanlaufgerät mit Drehzahlwächter

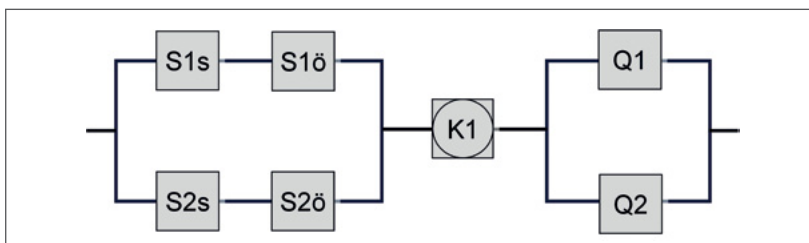


Abbildung 29: Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm / SF3a1: Sanftanlaufgerät – Zweihand Start / Stopp – Schütze

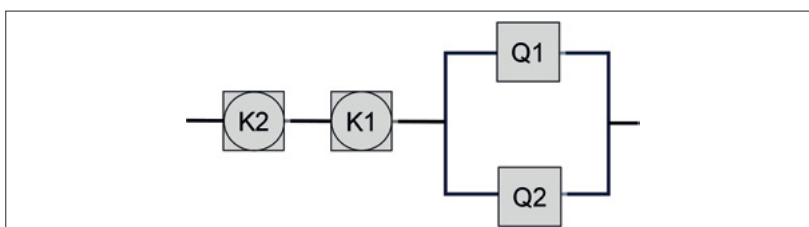


Abbildung 30: Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm / SF3b1: Sanftanlaufgerät – Drehzahlwächter – Schütze

### Funktionsbeschreibung:

In Variante 2 wird die Bewegung des Mischwerkzeuges mit reduzierter Geschwindigkeit über ein Sanftanlaufgerät (Softstarter) T1 gesteuert. Das Gerät wird so betrieben, dass eine fest definierte Drehzahl nicht überschritten wird. Gestartet wird die Bewegung durch das zeitgleiche Betätigen der Taster S1 und S2, die in Verbindung mit der Sicherheits-SPS K1 eine Zweihandsteuerung vom Typ III bilden. Gestoppt wird die Bewegung, sobald mindestens einer der beiden Taster der

Zweihandsteuerung losgelassen wird. Das Sanftanlaufgerät T1 wird daraufhin gestoppt und die Hauptschütze Q1 und Q2 werden abgeschaltet. Dadurch wird auch der Schutz vor unerwartetem Anlauf zweikanalig gewährleistet.

Da es sich bei dem Sanftanlaufgerät T1 um eine Standard-Komponente handelt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die eingestellte Drehzahl durch einen internen Fehler überschritten wird. Aus diesem Grund wird ein separater Drehzahlwächter K2 eingesetzt, der im Fehlerfall über die Sicherheits-SPS K1 und die Leistungsschütze Q1 und Q2 den Antrieb sicher stillsetzt.

In diesem Beispiel sind die Sicherheits-SPS K1 und der Drehzahlwächter K2 zertifizierte Produkte, die in sicherheitsrelevanten Anwendungen bis PL d eingesetzt werden können.

Für die Drehzahlerfassung ist aufgrund der Begebenheiten vor Ort eine sensorlose Variante zu bevorzugen.

Alternativ zu den hier beschriebenen Abschaltpfaden mit Hauptschützen besteht auch die Möglichkeit, ein zertifiziertes Sanftanlaufgerät einzusetzen, das über eine implementierte Sicherheits-Teilfunktion STO verfügt.

Eine solche Anwendung ist im nachfolgenden Prinzipschaltbild als Variante 3 dargestellt. Um das Sanftanlaufgerät sicher stillzusetzen und den Schutz vor unerwartetem Anlauf in PL d zu gewährleisten, sind keine Leistungsschütze erforderlich.

Ausführliche Informationen zu sicheren Antriebssteuerungen mit Frequenzumrichtern enthält der IFA Report 4/2018<sup>66</sup>.

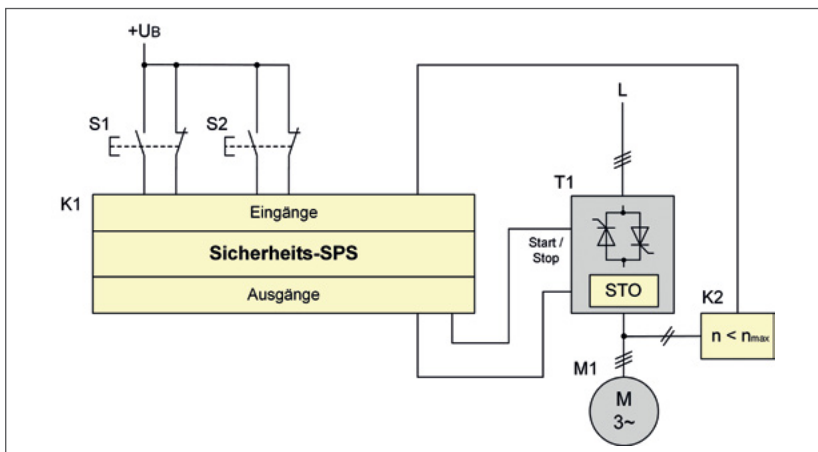


Abbildung 31: Prinzipschaltbild Zweihandsteuerung mit reduzierter Geschwindigkeit – PL d – Variante 3: Sanftanlaufgerät mit Drehzahlwächter und integriertem STO

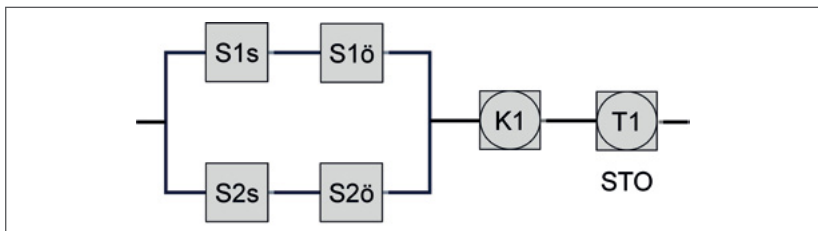


Abbildung 32: Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm / SF3a2: Sanftanlaufgerät – Zweihand Start / Stopp – STO

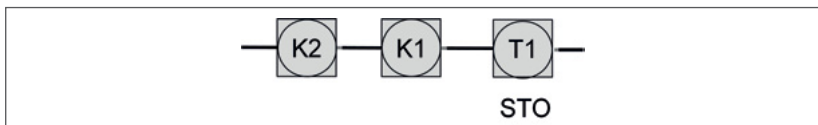


Abbildung 33: Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm / SF3b2: Sanftanlaufgerät – Drehzahlwächter – STO

66 Siehe Anhang 2 Nr. 27

## 4.5 Hochdruckreinigungsanlage

Wenn eine Hochdruckreinigungsanlage nachgerüstet wird, muss gewährleistet sein, dass die Steuerungen aufeinander abgestimmt werden, um Risiken durch den Hochdruckstrahl beim Öffnen von Klappen und Deckeln zu vermeiden. In einigen Fällen können sicherheitsgerichtete Signale aus der bestehenden Steuerung der Betonmischanlage verwendet werden. In anderen Fällen sind zusätzliche Positionsschalter und eine eigene Sicherheitssteuerung erforderlich.

Sicherheitsfunktionen	Erforderlicher Performance Level (PL <sub>r</sub> ) nach DIN EN ISO 13849-1
1 <b>Betriebsarten Automatik und Reinigung</b> Das Öffnen des Mischerdeckels/der Klappe führt zum Stoppen (Safe Torque Off, STO <sup>67</sup> ) der Hochdruckreinigungsanlage.	d

Umsetzungshinweise und Prinzipschaltbild können aus Abschnitt 4.2.1 dieser Schrift auf die Hochdruckreinigungsanlage übertragen werden und werden daher nicht gesondert aufgeführt.



Abbildung 34: Hochdruckreinigungsdüsen im Inneren des Betonmischers

67 Siehe Anhang 2 Nr. 27

# Anhang 1: Begriffsdefinitionen

## **Betriebsart**

Betriebsweise einer Maschine (z. B. Automatikbetrieb, manueller Betrieb, Instandhaltungsbetrieb) zur Auswahl vordefinierter Maschinenfunktionen und mit ihnen verbundener Sicherheitsmaßnahmen.

## **Schaltelement (für Schlüsseltransfersysteme)<sup>68</sup>**

Das Schaltelement besteht aus Schloss und Schalter, die eine formschlüssige Einheit bilden. Das Schaltelement dient der Erzeugung eines sicheren Zustandes (z. B. Unterbrechen der Energiezufuhr, Stillsetzen gefahrbringender Bewegungen).

## **Schaltelement mit Sperreinrichtung (für Schlüsseltransfersysteme)<sup>69</sup>**

Das Schaltelement mit Sperreinrichtung besteht aus Schloss und Schalter, die eine formschlüssige Einheit bilden, und einer Sperreinrichtung, die eine Schlüsselentnahme so lange verhindert, bis der sichere Zustand erreicht ist.

## **Schlüsseltransfersystem<sup>70</sup>**

Ein Schlüsseltransfersystem ist ein System, bestehend aus verschiedenen Komponenten, wobei der zwangsläufige Schlüsseltransfer zwischen den Komponenten die Sicherheitsfunktion realisiert.

## **Schutzeinrichtung, bewegliche trennende**

Trennende Schutzeinrichtung, die ohne Verwendung von Werkzeugen geöffnet werden kann. Diese Schutzeinrichtung ist nur in Verbindung mit einer Verriegelungseinrichtung zulässig.

## **Schutzeinrichtung, feststehende trennende<sup>71</sup>**

Trennende Schutzeinrichtung, die durch Verschrauben oder Verschweißen so befestigt ist, dass sie nur mit Hilfe von Werkzeugen oder durch Zerstörung der Befestigungsmittel geöffnet oder entfernt werden kann (z. B. Umzäunung, Schutzgitter, Schutzblech).

## **Schutzeinrichtung, trennende<sup>72</sup>**

Schutzeinrichtung, die den Zugang des gesamten Körpers oder von Körperteilen zu gefährdenden Maschinenfunktionen verhindert.

## **Schutzeinrichtung, verriegelte trennende<sup>73</sup>**

Trennende Schutzeinrichtung mit einer Verriegelungseinrichtung, die über das Steuersystem der Maschine verschiedene Funktionen gewährleistet:

- Die gefährdenden Maschinenfunktionen können nur ausgeführt werden, wenn die trennende Schutzeinrichtung geschlossen ist.
- Wird die trennende Schutzeinrichtung während gefährdender Maschinenfunktionen geöffnet, wird ein Stopp-Befehl ausgelöst. Dabei dürfen keine gefahrbringenden Bewegungen durch Nachlauf möglich sein.
- Das Schließen der trennenden Schutzeinrichtung löst nicht selbsttätig die gefährdenden Maschinenfunktionen aus.

## **Schutzeinrichtung, verriegelte trennende mit Zuhaltung**

Zusätzlich zur verriegelten trennenden Schutzeinrichtung verhindert eine Zuhaltung das Öffnen der Schutzeinrichtung, so lange noch gefährliche Maschinenzustände bestehen.

## **Sicherheits-SPS**

Eine speicherprogrammierbare Steuerung, die hinsichtlich der Eingänge, der Verarbeitung und der Ausgänge so konstruiert ist, dass sie beim Einsatz in sicherheitskritischen Systemen den erforderlichen Performance Level (siehe Abschnitt 4.1

---

68 Siehe Anhang 2 Nr. 12

69 Siehe Anhang 2 Nr. 12

70 Siehe Anhang 2 Nr. 12

71 Siehe Anhang 2 Nr. 15

72 Siehe Anhang 2 Nr. 15

73 Siehe Anhang 2 Nr. 15

dieser Schrift) gewährleisten kann. In dieser Schrift wird der Begriff Sicherheits-SPS auch synonym für zertifizierte Sicherheitsschaltgeräte verwendet.

### **Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)**

Elektronische Steuerung für Maschinen mit einer programmierbaren Logik für Ein- und Ausgänge der Steuersignale.

### **Verriegelungseinrichtung (Verriegelung)<sup>74</sup>**

Eine mechanische, elektrische oder sonstige Einrichtung, die den Zweck hat, die Ausführung von gefährdenden Maschinenfunktionen unter festgelegten Bedingungen zu verhindern (im Allgemeinen so lange, wie die bewegliche trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist).

### **Zuhaltung<sup>75</sup>**

Teil einer Verriegelungseinrichtung, deren Zweck es ist, eine bewegliche trennende Schutzeinrichtung in der geschlossenen Position zu halten und die mit der Steuerung so verbunden ist, dass:

- die gefährdenden Maschinenfunktionen nicht ausgeführt werden können, wenn die Schutzeinrichtung nicht geschlossen und zugehalten ist;
- die bewegliche trennende Schutzeinrichtung so lange zugehalten bleibt, bis das Risiko durch die gefährdenden Maschinenfunktionen nicht mehr besteht.

Weitere Begriffsdefinitionen zu Sicherheitseinrichtungen und Schutzeinrichtungen finden Sie in den Merkblättern T 008 „Maschinen, Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen“ und T 008-0 „Maschinen – Herstellung, Beschaffung und Zurverfügung-Stellen“.

---

<sup>74</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 11

<sup>75</sup> Siehe Anhang 2 Nr. 11

## Anhang 2: Literaturverzeichnis

**Verbindliche Rechtsnormen** sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Von Technischen Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften) und DGUV Regeln kann abgewichen werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert ist, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

**Keine verbindlichen Rechtsnormen** sind DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

### Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter [www.kompendium-as.de](http://www.kompendium-as.de).

Zahlreiche aktuelle Informationen bietet die Homepage der BG RCI unter [www.bgrci.de/praevention](http://www.bgrci.de/praevention) und [fachwissen.bgrci.de](http://www.bgrci.de/fachwissen).

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI und Downloads von Schriften und Arbeitshilfen enthält das Mediencenter der BG RCI unter [mediencenter.bgrci.de](http://www.mediencenter.bgrci.de). Dort können auch Schriften bestellt werden.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter [publikationen.dguv.de](http://www.publikationen.dguv.de) zu finden.

## 1 Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

**Bezugsquelle:** Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln,  
**Freier Download unter** [eur-lex.europa.eu/de/index.htm](http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm)

- 1 Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- 2 EU-Maschinenverordnung: Verordnung (EU) 2023/1230 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2023 über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 73/361/EWG des Rates

## 2 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

**Bezugsquelle:** Buchhandel

**Freier Download unter** [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de) (Gesetze und Verordnungen) beziehungsweise [www.baua.de](http://www.baua.de) (Technische Regeln und Bekanntmachungen)

- 3 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Empfehlungen zur Betriebssicherheit (EmpfBS) und Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere
- 4 EmpfBS 1114: Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln
- 5 TRBS 1115: Sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen
- 6 TRBS 1151: Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel – physische und psychische Faktoren
- 7 TRBS 1201: Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
- 8 TRBS 2111: Technische Regeln für Betriebssicherheit „Mechanische Gefährdungen – Allgemeine Anforderungen“

## 3 Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

**Bezugsquelle:** Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin, [www.dguv.de](http://www.dguv.de)  
**Freier Download unter** [publikationen.dguv.de](http://publikationen.dguv.de)

- 9 DGUV Regel 113-004: Behälter, Silos und enge Räume, Teil 1: Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen
- 10 DGUV Regel 113-603: Branche Betonindustrie, Teil 2: Herstellung und Transport von Frischbeton
- 11 DGUV Information 203-079: Auswahl und Anbringung von Verriegelungseinrichtungen
- 12 DGUV Information 203-087: Auswahl und Anbringung von Schlüsseltransfersystemen
- 13 DGUV Information 209-092: Risikobeurteilung von Maschinen und Anlagen – Maßnahmen gegen Manipulation von Schutzeinrichtungen
- 14 Fachbereich AKTUELL FBHM-022: Manipulation von Schutzeinrichtungen – Verhindern, Erschweren, Erkennen

**Bezugsquellen:** Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, [mediocenter.bgrci.de](http://mediocenter.bgrci.de) oder Jedermann-Verlag GmbH, Mittelgewannweg 15, 69123 Heidelberg, [www.jedermann.de](http://www.jedermann.de), [verkauf@jedermann.de](mailto:verkauf@jedermann.de)

*Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.*

- 15 Merkblatt T 008: Maschinen – Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen
- 16 Merkblatt T 008-0: Maschinen – Herstellung, Beschaffung und Zur-Verfügung-Stellen
- 17 kurz & bündig KB 019: Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten an Betonmischanlagen

## 4 Normen

**Bezugsquelle:** DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, [dinmedia.de](http://dinmedia.de)

- 18 DIN EN 12151:2008-05, Maschinen und Anlagen zur Bereitung von Beton und Mörtel – Sicherheitsanforderungen; Deutsche Fassung EN 12151:2007 **historisches Dokument**
- 19 DIN EN 60204-1:2019-06 (VDE 113-1:2019-06), Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2018
- 20 DIN EN ISO 11161:2010-10, Sicherheit von Maschinen – Integrierte Fertigungssysteme – Grundlegende Anforderungen
- 21 DIN EN ISO 12100:2011-03, Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
- 22 DIN EN ISO 13849-1:2023-12, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
- 23 DIN EN ISO 13849-2:2013-02, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
- 24 DIN EN ISO 13855:2010-10, Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (ISO 13855:2010); Deutsche Fassung EN ISO 13855:2010

- 25 DIN EN ISO 13857:2020-04, Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2019); Deutsche Fassung EN ISO 13857:2019

## 5 Andere Schriften und Medien

**Bezugsquelle:** Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, [www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/publikationen/reports-download/index.jsp)

26 IFA Report 1/2025: Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen – Anwendung der DIN EN ISO 13849

27 IFA Report 4/2018: Sichere Antriebssteuerungen mit Frequenzumrichtern

**Bezugsquellen:** Jedermann-Verlag GmbH, Mittelgewannweg 15, 69123 Heidelberg, [www.jedermann.de](http://www.jedermann.de) und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 101480, 69004 Heidelberg, [mediencenter.bgrci.de](http://mediencenter.bgrci.de)

28 Kompendium Arbeitsschutz als online-Datenbank oder DVD-ROM (beides kostenpflichtig): Vorschriften- und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programme zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok 32, GefDok Pro-Demoversion, GefDok KMU und GefDok light). Information und kostenloser, zeitlich begrenzter Testzugang unter [www.kompendium-as.de](http://www.kompendium-as.de)

## Anhang 3: Bildnachweis

Die in dieser Schrift verwendeten Bilder dienen nur der Veranschaulichung. Eine Produktempfehlung seitens der BG RCI wird damit ausdrücklich nicht beabsichtigt.

Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Titelbild und Abbildung 34  
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie  
Kurfürsten-Anlage 62  
69115 Heidelberg  
[www.bgrci.de](http://www.bgrci.de)

Abbildungen 3, 11–14  
Dyckerhoff Beton  
Biebricher Straße 68  
65203 Wiesbaden  
[www.Dyckerhoff.com](http://www.Dyckerhoff.com)

Abbildungen 4, 5, 8–10, 17, 18, 21–33  
Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)  
Alte Heerstr. 111  
53757 Sankt Augustin  
[www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa)

Abbildungen 6 und 7  
GEDIS mbH & Co. KG  
Karrystraße 1  
36041 Fulda  
[www.gedis.org](http://www.gedis.org)

Abbildung 20  
SCHWENK Transportbeton GmbH & Co. KG  
Hindenburgring 15  
89077 Ulm  
[www.schwenk.de](http://www.schwenk.de)

## Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

Postfach 10 14 80  
69004 Heidelberg  
Kurfürsten-Anlage 62  
69115 Heidelberg  
[www.bgrci.de](http://www.bgrci.de)



### Ausgabe 12/2025

Diese Schrift können Sie über das Mediacenter unter [mediacenter.bgrci.de](http://mediacenter.bgrci.de) beziehen.

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?  
Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie,  
Prävention, Grundsatzfragen und Information, Medien  
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg
- E-Mail: [medien@bgrci.de](mailto:medien@bgrci.de)
- **Kennen Sie unsere Medien-Hotline?**  
Sie erreichen uns unter 06221 5108-44444 (Mo.–Fr. 8:00–14:00 Uhr)  
oder unter [medienhotline@bgrci.de](mailto:medienhotline@bgrci.de)



Jedermann-Verlag GmbH  
Mittelgewannweg 15  
69123 Heidelberg  
Telefon 06221 1451-0  
[info@jedermann.de](mailto:info@jedermann.de)  
[www.jedermann.de](http://www.jedermann.de)