

. Ausfertigung

Straßenbauverwaltung: Hanse- und Universitätsstadt Rostock
Die Oberbürgermeisterin

Straßenklasse und Nr.: Radfernweg Berlin - Kopenhagen

Streckenbezeichnung: vom Stadthafen nach Gehlsdorf

Baumaßnahme / Bauwerk: Neubau der Warnowbrücke

Bau-km: 0+156,513 bis 0+757,653

Bauwerks-Nr. (ASB-ING):

Träger der Baumaßnahme: Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Bauwerksentwurf

- Risikobeurteilung -

Stand: 19.03.2025

Aufgestellt:

Geprüft:

Gilt nur für die Ausschreibung!

Gesehen:

Genehmigt:

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
2	Beschreibung der beweglichen Brücke	9
2.1	Allgemeine Beschreibung	9
2.2	Bedienung der Brücke	11
2.3	Geltende Normen	12
3	Risikobeurteilung und Risikominderung nach DIN EN ISO 12100:2011-03	13
3.1	Allgemeines	13
3.2	Matrix zur Risikoeinschätzung	15
3.3	Festlegung der Grenzen der Maschine	18
3.4	Tabelle zur Risikobeurteilung und Risikominderung	20
3.5	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (SRP/CS)	53
3.6	Verzeichnis der zitierten Normen und Dokumente	58
4	Zusammenfassung	61

Versionsübersicht

Version	Datum	Autor	Änderung
1.0	16.09.21	Brenzel	Ursprungsversion Entwurfsplanung
1.1	29.10.21	Brenzel	Einarbeitung der Ergebnisse der Beratung vom 23.09.2021
1.2	28.06.24	Brenzel	Deckblatt, Normenaktualisierung ZTV-ING 8.6
1.3	19.03.25	Brenzel	Präzisierung Sicherheitsfunktionen, Normenaktualisierung

Mitgeltende Unterlagen

Alle Unterlagen gemäß Entwurfsplanung

1 Einführung

Aufgrund der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ist der Hersteller einer Maschine dazu verpflichtet, eine Risikobeurteilung durchzuführen. Im Sinne der Maschinenrichtlinie ist eine Klappbrücke als Maschine zu betrachten, da sie eine Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Vorrichtungen darstellt, von denen mindestens eines beweglich ist. Aus diesem Grund beschränkt sich die nachfolgende Risikobeurteilung im Wesentlichen auch auf die Funktion der beweglichen Teile der Klappbrücke (Gefährdungen durch Bewegungsvorgänge, Sicherheitsbauteile und -funktionen).

Gefährdungen, die aufgrund der Funktion als Rad- und Fußweg oder Verkehrseinrichtung allgemein auftreten, wie z.B. Verlust der Standfestigkeit, rutschige Oberflächen o.ä., werden hier nicht betrachtet. Auch bauliche Anforderungen zur Vermeidung von Gefährdungen sind nicht Bestandteil der Risikobeurteilung.

Der Prozess der Risikobeurteilung und Risikominderung der Klappbrücke erfolgt für die Phase der Entwurfsplanung auf der Grundlage der Normen DIN EN ISO 12100:2011-03 (Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung) und DIN ISO/TR 14121-2:2013-02 (Sicherheit von Maschinen – Risikobeurteilung – Teil 2: Praktischer Leitfaden und Verfahrensbeispiele). Da die Brücke dem Betreiber als funktionstüchtige Anlage übergeben wird, beschränkt sich die Risikobeurteilung abweichend von der Norm auf die Lebensphasen *Betrieb* und *Wartung*. Gefährdungen, die innerhalb der Bauphase auftreten können, sind im SiGe-Plan aufzuzeigen und zu vermindern.

Die Risikobeurteilung und Risikominderung sind ein iterativer Prozess zum Erkennen von Gefahren und zur Minderung des Risikos der Gefahren durch geeignete Schutzmaßnahmen (siehe Bild 1-1). Entsprechend der Norm sind bei der Durchführung des Prozesses folgende Faktoren in ihrer Rangfolge zu berücksichtigen:

- Sicherheit der Maschine in sämtlichen Phasen ihrer Lebensdauer;
- Fähigkeit der Maschine, ihre Funktion auszuführen;
- Benutzerfreundlichkeit der Maschine;
- Herstellungs-, Betriebs- und Demontagekosten der Maschine.

Die Risikobeurteilung für die Warnowbrücke wird in folgenden Phasen erstellt:

- **Entwurfsplanung:** Erstellung der allgemeinen Beschreibung der Warnowbrücke, Beschreibung des Vorgehens der Risikoeinschätzung und Definition der Grenzen der Maschine als Grundlage für die Identifizierung der Gefährdungen im weiterführenden Prozess der Risikobeurteilung, Identifizierung der Gefährdungen, Risikoeinschätzung und -bewertung sowie Erarbeitung von Maßnahmen zur Risikominderung. Für die Gefahren, die eine Risikominderung mit Hilfe einer sicherheitsrelevanten Steuerung erforderlich machen, wird der erforderliche Performance Level (PL) nach DIN EN ISO 13849-1:2023-12 (Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen, Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze) ermittelt.
- **Ausführungsplanung:** Nachweisführung zum Erreichen des erforderlichen Performance Levels (siehe Bild 1-2) mit Identifizieren der notwendigen Sicherheitsfunktionen, Festlegung der Eigenschaften, Festlegung des erforderlichen Performance-Levels bzw. SIL für jede Sicherheitsfunktion, Gestaltung und technische Realisierung der Sicherheitsfunktion, Berechnung der

 ROSCHIG HYDRAULIK	RISIKOBEURTEILUNG Warnowbrücke Rostock - Entwurfsphase	Seite: 5 von 63
		Datum: 19.03.2025
		Autor: Peter Brenzel

Ausfallwahrscheinlichkeit für jede Sicherheitsfunktion, Angabe des erreichten Performance-Levels (SIL), Verifikation des erreichten Performance-Levels (SIL).

- **Realisierung:** Validierung der sicherheitsbezogenen Anforderungen durch den Hersteller.

Die vorliegende Risikobeurteilung ist nicht als abgeschlossenes Dokument zu betrachten. Sie ist in den weiteren Planungsphasen sowie in allen Lebensphasen der Brücke (Konstruktion, Herstellung, Betrieb) fortzuschreiben.

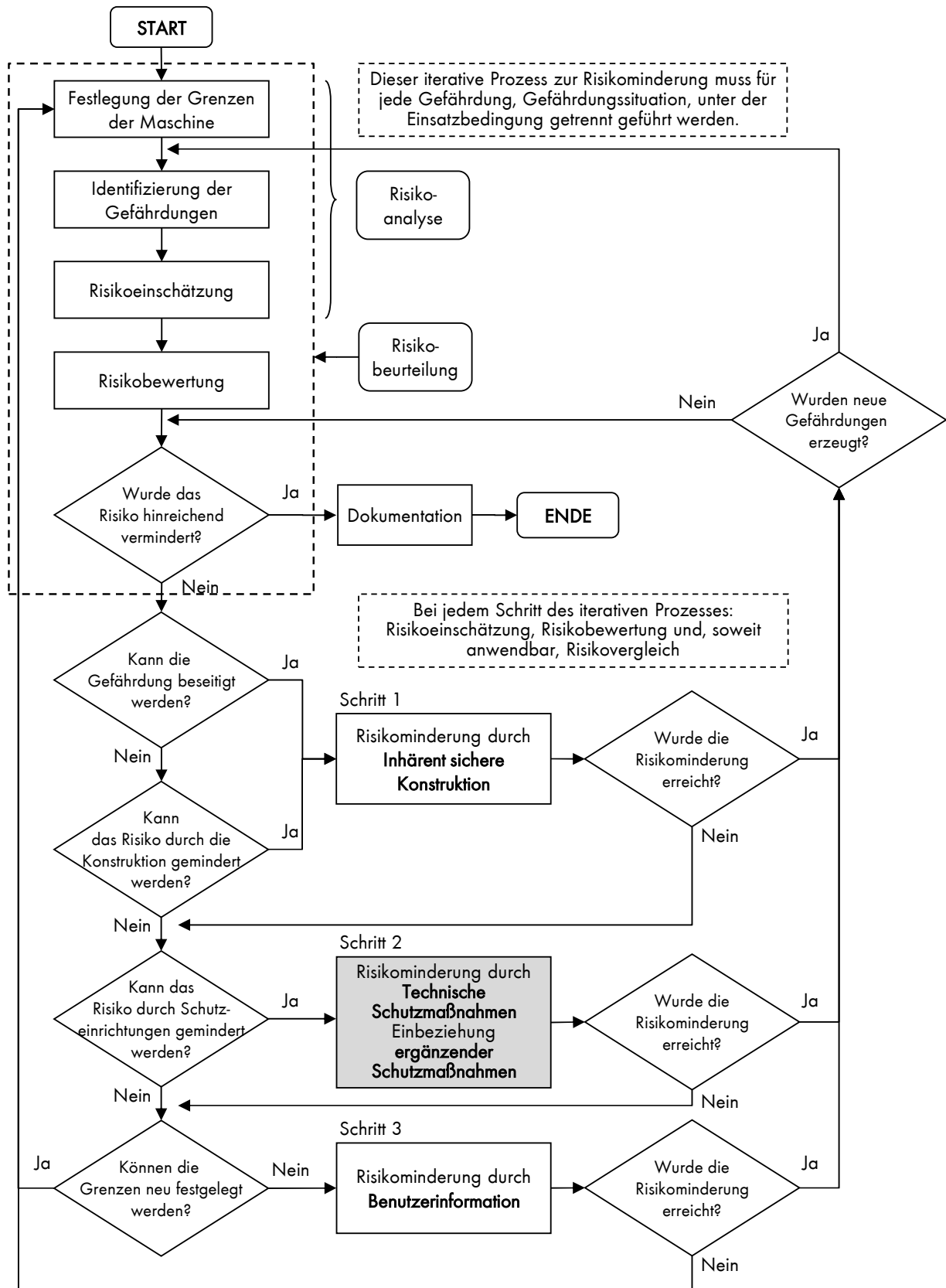


Bild 1-1: Iterativer Prozess der Risikobeurteilung und Risikominderung nach DIN EN ISO 12100

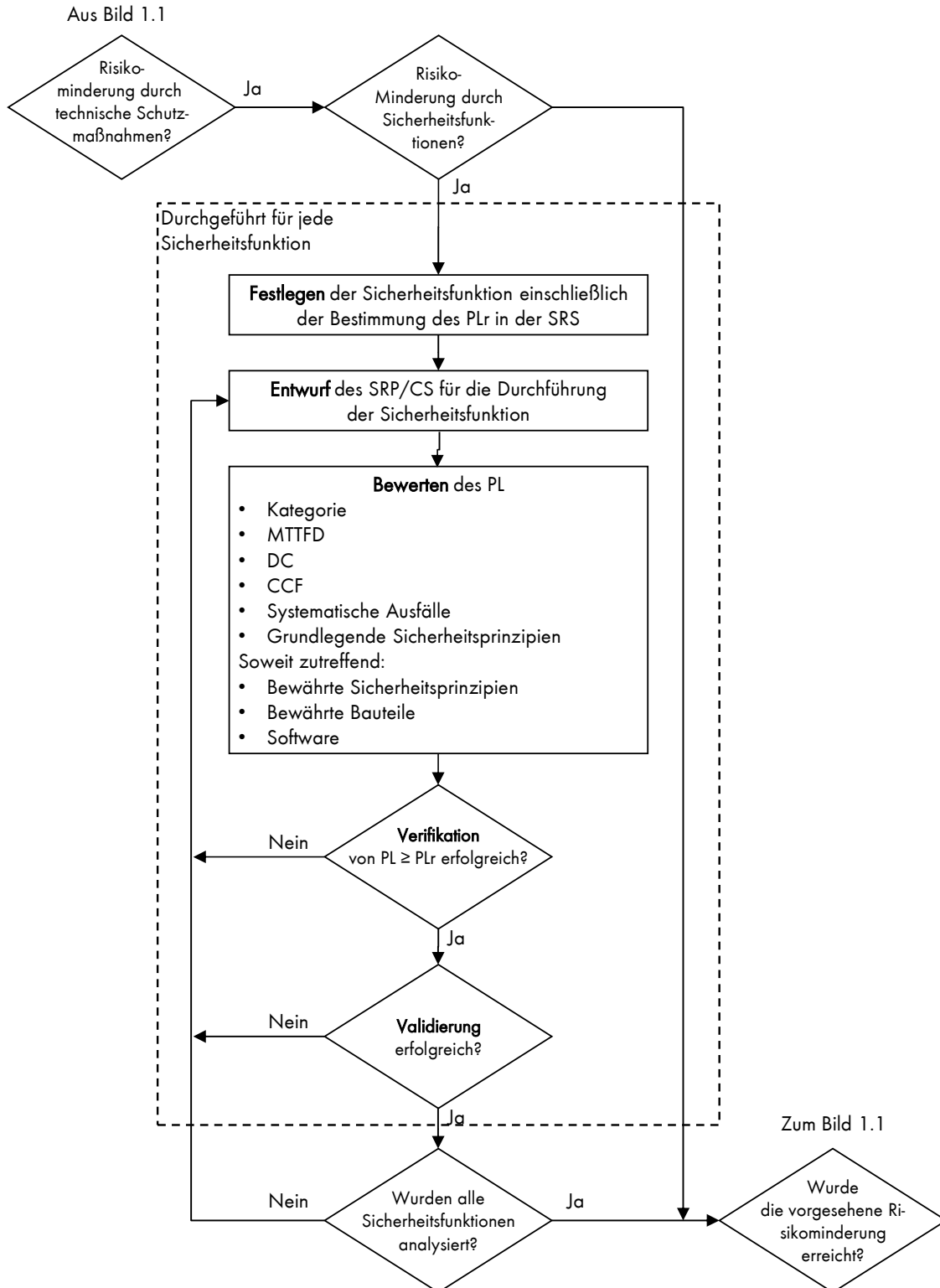


Bild 1-2: Iterativer Prozess für den Entwurf von sicherheitsbezogenen Teilen von Steuerungen (SRP/CS) nach DIN EN ISO 13849-1

 ROSCHIG HYDRAULIK	RISIKOBEURTEILUNG Warnowbrücke Rostock - Entwurfsphase	Seite: 8 von 63
		Datum: 19.03.2025
		Autor: Peter Brenzel

Begriffsdefinitionen (DIN EN ISO 12100:2011-03)

Für die Anwendung der o.g. Norm werden folgende relevante Begriffe erläutert:

Gefährdung (potentielle Schadensquelle): Der Begriff *Gefährdung* kann spezifiziert werden, um den Ursprung (z. B. mechanische Gefährdung, elektrische Gefährdung) oder die Art des erwarteten Schadens (z. B. Gefährdung durch elektrischen Schlag, Gefährdung durch Schneiden, Gefährdung durch Vergiftung, Gefährdung durch Feuer) näher zu bezeichnen.

Die Gefährdung im Sinne dieser Definition ist entweder:

- bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine dauerhaft vorhanden (z. B. Bewegung von gefährdenden beweglichen Teilen, Lichtbogen beim Schweißen, ungesunde Körperhaltung, Geräuschemission, hohe Temperatur), oder
- kann unerwartet auftreten (z. B. Explosion, Gefährdung durch Quetschen als Folge eines unbeabsichtigten/ unerwarteten Anlaufs, Herausschleudern als Folge eines Bruches, Stürzen als Folge von Beschleunigung/Abbremsen).

Inhärent sichere Konstruktion: Schutzmaßnahme, die entweder Gefährdungen beseitigt oder die mit den Gefährdungen verbundenen Risiken vermindert, indem ohne Anwendung von trennenden oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen die Konstruktions- oder Betriebseigenschaften der Maschine verändert werden.

Technische Schutzmaßnahmen: Schutzmaßnahmen, bei denen Schutzeinrichtungen zur Anwendung kommen, um Personen vor Gefährdungen zu schützen, die durch inhärent sichere Konstruktion nicht in angemessener Weise beseitigt werden können, oder vor Risiken zu schützen, die dadurch nicht ausreichend gemindert werden können.

Benutzerinformation: Schutzmaßnahmen, die aus Kommunikationselementen bestehen (z.B. Texte, Wörter, Signale, Symbole, Diagramme), die einzeln oder gemeinsam verwendet werden, um Informationen an den Benutzer weiterzugeben.

Hinreichende Risikominderung: Risikominderung, die unter Berücksichtigung des Standes der Technik zumindest den gesetzlichen Anforderungen entspricht.

Bestimmungsgemäße Verwendung: Verwendung einer Maschine in Übereinstimmung mit den in der Benutzerinformation bereitgestellten Informationen.

Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung: Verwendung einer Maschine in einer Weise, die vom Konstrukteur nicht vorgesehen ist, sich jedoch aus dem leicht vorhersehbaren menschlichen Verhalten ergeben kann.

ANMERKUNG: Bezüglich des vorhersehbaren Missbrauchs sollten folgende Verhaltensweisen bei der Risikoeinschätzung besonders berücksichtigt werden:

- Das vorhersehbare Fehlverhalten infolge normaler Unachtsamkeit, aber nicht infolge absichtlichen Missbrauchs der Maschine.
- Das reflexartige Verhalten einer Person im Falle einer Fehlfunktion, eines Zwischenfalls, eines Ausfalls usw. während des Gebrauchs der Maschine.
- Das Verhalten, das darauf zurückzuführen ist, dass man den „Weg des geringsten Widerstandes“ beim Ausführen einer Aufgabe wählt.

	RISIKOBEURTEILUNG Warnowbrücke Rostock - Entwurfsphase	Seite: 9 von 63
		Datum: 19.03.2025
		Autor: Peter Brenzel

2 Beschreibung der beweglichen Brücke

2.1 Allgemeine Beschreibung

Die Hanse- und Universitätsstadt Rostock beabsichtigt im Rahmen der innerstädtischen Entwicklung um die Unterwarnow im Bereich des sogenannten „Warnow-Runds“ den Neubau eine Geh- und Radwegbrücke über die Warnow im Stadtzentrum von Rostock. Die neue Verbindung soll sich vom Christinenkai im Rostocker Stadthafen über die Warnow in Richtung des nördlich gelegenen Stadtteil Gehlsdorf erstrecken.

Die Warnowbrücke besteht bei einer Gesamtlänge von ca. 540 m aus einem südlichen (Länge ca. 45 m) und einem nördlichen (Länge ca. 470 m) festen Brückenabschnitt und einem dazwischen liegenden beweglichen Brückenfeld, welches als Klappbrücke ausgebildet ist. Die Klappbrücke hat eine Stützweite von ca. 25,7 m und eine Spannweite zwischen Drehlager und Klappenspitze von ca. 21 m. Sie kann für den Schiffsverkehr um ca. 86° gegenüber der Horizontalen geöffnet werden und gibt dabei die durch Leitwerke begrenzte, 14,5 m breite Schifffahrtsöffnung frei.

Der Antrieb des Klappteils erfolgt durch zwei Hydraulikzylinder bis Windstärke 8. Zur Reduzierung der Antriebsleistung ist das Klappfeld für den Gewichtsausgleich mit Gegengewichten ausgestattet. In der Verkehrslage werden die Hydraulikzylinder der Brückenklappe freigeschaltet (lastfrei). Eine Verriegelung der Brückenklappe für die Verkehrslage ist aufgrund der ausreichenden Spitzenauflast nicht erforderlich. In der geöffneten Stellung kann die Brückenklappe im Bedarfsfall (Instandsetzung o.ä.) manuell verriegelt werden.

Die Versorgung der Hydraulikzylinder erfolgt durch ein Hydraulikaggregat, das in einem beheizten Betriebsraum im südlichen Widerlager der Brücke aufgestellt wird. Innerhalb dieses Betriebsraumes sind auch die Steuerschränke der Brückenanlage untergebracht. Für die Bedienung der Brücke befindet sich auf der südlichen festen Brücke ein Bedienpult mit direkter Einsicht auf die Brückenanlage.

Für die Absperrung des Verkehrs auf der Brücke während des Öffnungsvorgangs befinden sich auf den festen Brückenteilen Lichtsignal- und Schrankenanlagen. Der Schiffsverkehr durch die Brücke wird über Lichtsignalanlagen geregelt. Bei Dunkelheit wird die Brücke beleuchtet.

Der größte Teil der Antriebsanlage ist vor unbefugtem Zugriff bzw. gefahrbringenden Kontakt durch Nutzer der Brückenanlage geschützt. Lediglich die Verkehrssicherungsanlagen (Schranken, Lichtsignalanlagen) befinden sich im frei zugänglichen Bereich. Aus diesem Grund ist die Gefahr von Vandalismus sowie die Gefahren, die sich aus direktem Kontakt mit der Antriebsanlage ergeben, stark gemindert.

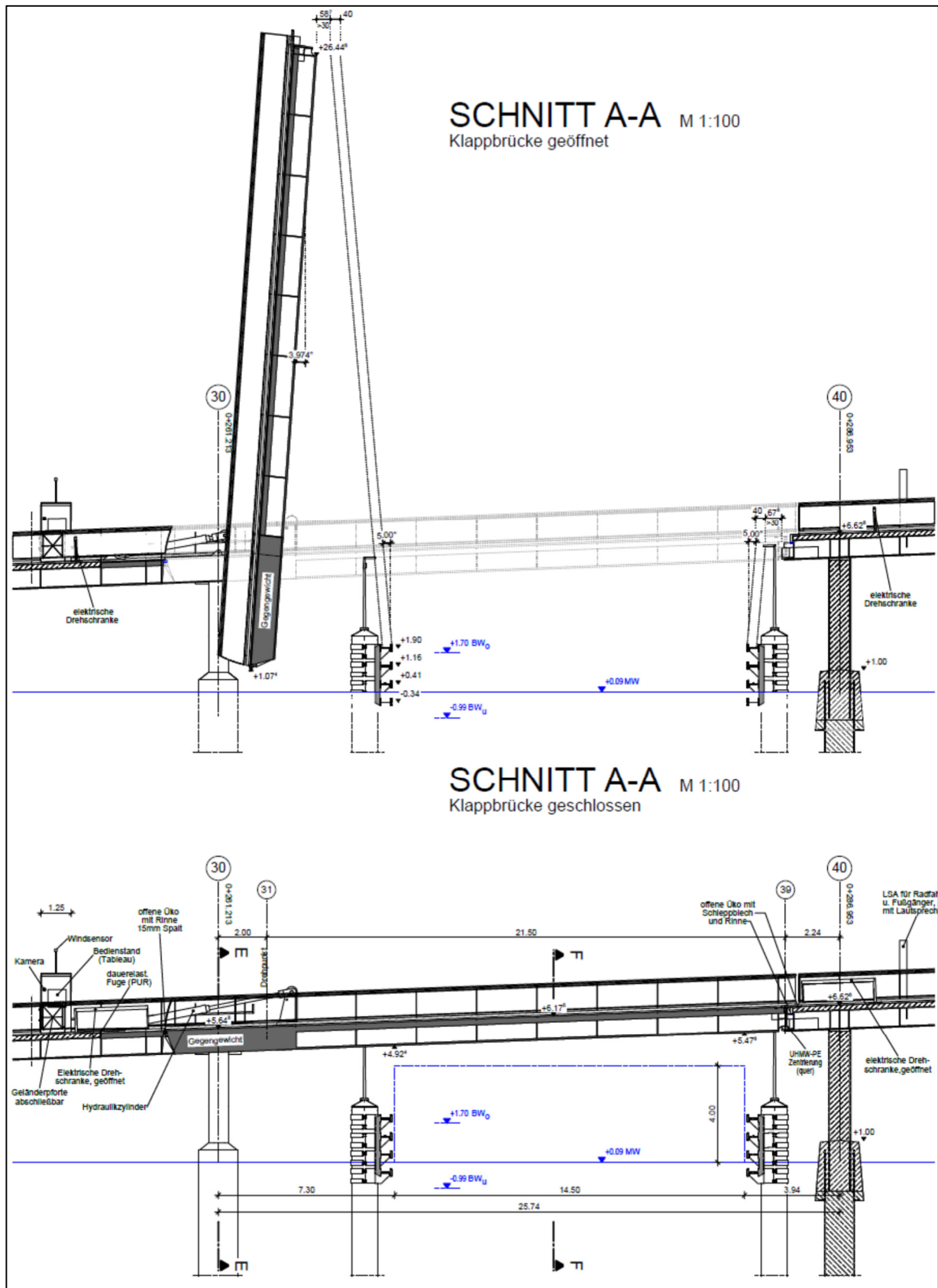


Bild 2-1: Klappbrücke im geöffneten und geschlossenen Zustand

	RISIKOBEURTEILUNG Warnowbrücke Rostock - Entwurfsphase	Seite: 11 von 63
		Datum: 19.03.2025
		Autor: Peter Brenzel

2.2 Bedienung der Brücke

Der Betrieb der Klappbrücke erfolgt planmäßig zu festen Öffnungszeiten, ausgenommen davon sind Sonderöffnungen zu bestimmten Events (Hanse-Sail o.ä.)

Die Bedienung der Brückenklappe sowie deren Sicherungsanlagen (Schranken, Lichtsignalanlagen Geh- und Radweg sowie Schifffahrt) ist in folgenden Bedienebenen möglich:

- Bedienung vom Bedienpult: Die Bedienung der Brückenanlage erfolgt vom Bedienpult (Tastenbedienfeld) der Brücke im Normal- und Wartungsbetrieb.
- Bedienung im Notbetrieb mit der Notpumpe, den Handnotbetätigungen der Hydraulikventile sowie mit der Handbetätigung der Schranken.

Für den Betrieb ist immer nur eine Bedienebene aktiv. Das Umschalten zwischen den Bedienebenen erfolgt folgendermaßen:

Zwischen dem Normalbetrieb und dem Wartungsbetrieb vom Bedienpult wird durch einen Schlüsselschalter auf dem Steuerschrank umgeschaltet (Zugriffsberechtigungen). Der Handnotbetrieb wird ebenfalls auf dem Steuerschrank im Betriebsraum eingeschaltet.

Die Betriebsarten der Brücke werden in Anlehnung an die ZTV-ING wie folgt definiert:

- *Normalbetrieb:* Der Normalbetrieb der Brücke ist der Normalfall für die Bedienung der Brücke. Er wird vom Bedienpult unter Beachtung sämtlicher Verriegelungsbedingungen ausgeführt. Bestimmte Funktionen werden dabei von der Steuerung automatisch abgearbeitet (z.B. Starten der Pumpen, Geschwindigkeitsprofil der Brückenbewegung usw.). Das Schließen der Schranken sowie alle Freigaben durch das Setzen grüner Lichtsignale für die Schifffahrt und des Verkehrs auf der Brücke werden durch den Bediener aktiviert. Die Klappenbewegung wird durch die Befehle „Brücke Öffnen“ und „Brücke Schließen“ gestartet.
- *Wartungsbetrieb:* Der Wartungsbetrieb ermöglicht die Bedienung jeder Funktion der Brücke einzeln und unabhängig von der Stellung aller anderen Antriebsglieder (z.B. Verfahren der Schranken bei grüner Ampel). Die Steuerung erfolgt über die SPS. Die Bedienung erfolgt vom Bedienpult im Tipp-Betrieb. Für die Hubzylinder müssen in dieser Betriebsart zunächst die Pumpen vom Steuerschrank gestartet werden. Diese Betriebsart ist nur für den Wartungsbetrieb oder in Havariefällen zulässig und muss über Schlüsselschalter freigegeben werden, da Sicherheitsketten unwirksam sind.
- *Handnotbetrieb:* Der Handnotbetrieb ermöglicht die Bedienung der Funktionen einzeln über die Handnotbetätigungen (Handnotbetätigung der Hydraulikventile, Handnotebene der Schranken) unabhängig von der Steuerung und der Stellung der Endschalter. Für die hydraulischen Antriebe kann bei Anliegen der Betriebsspannung die Notpumpe vom Steuerschrank gestartet werden. Ansonsten erfolgt der Betrieb über die Handpumpe oder durch das Öffnen der Ventile zum Notsenken am Zylinder. Diese Betriebsart ist nur für Havariefälle zulässig.

Neben diesen Betriebsarten gibt es noch den Betrieb der Brücke in Sonderfällen. Dazu gehören der Betrieb bei Stromausfall und der Betrieb bei Ausfall einzelner Hydraulikpumpen.

	RISIKOBEURTEILUNG Warnowbrücke Rostock - Entwurfsphase	Seite: 12 von 63
		Datum: 19.03.2025
		Autor: Peter Brenzel

Für die Bedienung der Brücke ist immer nur eine Betriebsart/Bedienebene aktiv. Ist eine Betriebsart z.B. über Schlüsselschalter aktiviert, ist die Anwahl und Ansteuerung aus einer anderen übergeordneten Betriebsart weder zulässig noch möglich.

2.3 Geltende Normen

Bezüglich der sicherheitstechnischen Festlegung steht für eine Klappbrücke keine Maschinensicherheitsnorm (Typ-C-Norm) zur Verfügung, so dass auf Sicherheitsgrundnormen (Typ-A-Normen) und Sicherheitsfachnormen (Typ-B-Normen) zurückgegriffen werden muss.

Die Typ-C-Norm DIN EN 12453:2017-11 (Tore - Nutzungssicherheit kraftbetätigter Tore - Anforderungen und Prüfverfahren) kann für die Schranken auf der Brücke verwendet werden. Diese Norm legt die Mindestanforderungen für Schutzmaßnahmen bzw. das Schutzniveau in Abhängigkeit von der Art der Schrankenbedienung fest.

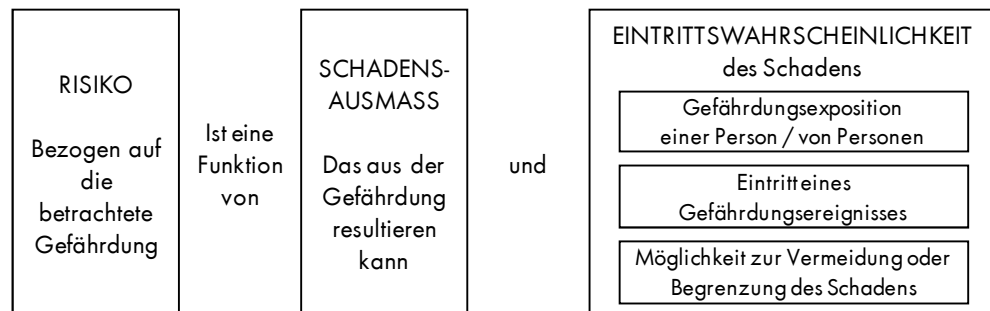
Eine detaillierte Auflistung der in der Risikobeurteilung zitierten Normen folgt unter Punkt 3.6.

3 Risikobeurteilung und Risikominderung nach DIN EN ISO 12100:2011-03

3.1 Allgemeines

Die Risikobeurteilung erfolgt nach den Normen DIN EN ISO 12100:2011-03 und DIN ISO/TR 14121-2:2013-02. Dementsprechend umfasst die Risikobeurteilung Folgendes (siehe auch Bild 1-1):

- **Risikoanalyse**, bestehend aus.
 - *Festlegung der Grenzen der Maschine*: Hierbei werden die Verwendungsgrenzen einschließlich der bestimmungsgemäßen Verwendung und der vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendungen unter Berücksichtigung der Betriebsarten, Einsatzbereiche, Qualifikation der Bediener und weiterer Personen, die mit der Nutzung der Maschine in Verbindung stehen, festgelegt.
 - *Identifizierung der Gefährdungen*: Die Gefährdungen der Anlage werden gemäß Anhang B, in Kombination aus Tabelle B.1 und Tabelle B4, der DIN EN ISO 12100 systematisch identifiziert, wobei mögliche Kombinationen aus Ursprüngen, möglichen Folgen, Gefährdungserignissen bzw. Schutzzielen individuell erarbeitet und behandelt werden. Die Auflistung der Gefahren erfolgt, genau wie die nachfolgenden Schritte der Risikobeurteilung, in der Tabelle unter Punkt 3.4 dieser Risikobeurteilung. Bei der Art der Gefährdungen wird jeweils auf die Tabelle B.1 der Norm Bezug genommen (z.B. Mechanische Gefährdungen – Verweis auf B1.1). Die Gefährdungen werden für die Lebensphasen Brücke im Ruhezustand, Betrieb (Normal-, Wartungs- und Handnotbetrieb) und Wartung (Instandhaltung) identifiziert.
 - *Risikoeinschätzung*: Für jede Gefährdung wird eine Risikoeinschätzung durchgeführt, indem die nachfolgenden Risikoelemente entsprechend DIN EN ISO 12100 bestimmt werden:



Die Einschätzung selbst erfolgt dann mit Hilfe einer Risikomatrix, auf die im weiteren Verlauf dieses Dokuments genauer eingegangen wird. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Schadens qualitativ eingestuft. Die Risikoeinschätzung wird vor und nach eventuell notwendiger Maßnahme zur Risikominderung vorgenommen.

- **Risikobewertung**: Nach der Risikoeinschätzung muss entschieden werden, ob das Risiko auf einem tolerierbaren Niveau ist (Risiko hinreichend gemindert). Es ist nicht festgelegt, ab wann Maßnahmen zur Gefahrenreduzierung getroffen werden müssen. Die Einschätzung ist eine subjektive Entscheidung, wobei die Verantwortung allein beim Hersteller liegt. Sollte eine Reduzierung des Risikos notwendig erscheinen, kommt es zur Phase der:
- **Risikominderung**: Ziel der Risikominderung ist eine Beseitigung der Gefährdung bzw. eine Minderung der Risikoelemente Schadensausmaß bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Maßnahmen zur Risikominderung sind in einer definierten Reihenfolge zu ergreifen:

- *Schritt 1: Inhärent sicher Konstruktion* – Es erfolgt eine Beseitigung von Gefährdungen oder eine Verminderung des Risikos durch eine geeignete Auswahl von Konstruktionsmerkmalen der Maschine selbst und/oder Wechselwirkungen zwischen gefährdete Personen und Maschine.
- *Schritt 2: Technische Schutzmaßnahmen und/oder ergänzende Schutzmaßnahmen* – Wenn Gefahren nicht durch Konstruktionsmaßnahmen beseitigt werden können, sollten technische Schutzmaßnahmen (Schutzmaßnahmen von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen) und/oder ergänzende Schutzmaßnahmen (z.B. Not-Halt) angewendet werden.
- *Schritt 3: Benutzerinformation* – Falls trotz inhärent sicherer Konstruktion und dem Einsatz technischer und ergänzender Schutzmaßnahmen Risiken verbleiben, muss über Benutzerinformation (Betriebsanleitung, Kennzeichnungen, Piktogramme, schriftliche Warnhinweise, Signale und Warneinrichtungen usw.) auf jegliche Restrisiken hingewiesen werden.

Sollten Maßnahmen zur Risikominderung durch eine Sicherheitsfunktion der Steuerung umgesetzt werden, wird diese Maßnahme durch ein Kreuz (X) in der letzten Spalte der Tabelle unter Punkt 3.4 gekennzeichnet. Unter Punkt 3.5 erfolgt dann eine Beschreibung dieser Sicherheitsfunktionen mit Festlegung des erforderlichen Performance-Levels gemäß DIN EN ISO 13849-1:2023-12.

3.2 Matrix zur Risikoeinschätzung

Die Einschätzung des Risikos wird gemäß DIN ISO/TR 14121-2:2013-02 durchgeführt, wobei dieses Verfahren eine Mischform aus numerischen Bewertungsverfahren und einer Risikomatrix darstellt. Dabei werden die Risikoelemente Schadenausmaß (Se), Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition (Fr), Eintrittswahrscheinlichkeit einer Gefährdung (Pr) sowie Möglichkeit zur Vermeidung oder Minderung des Schadens (Av) zunächst einzeln zahlenmäßig bewertet. Anschließend werden die Teilfaktoren Fr, Pr und Av, welche die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens beschreiben, zur Klasse Cl zusammengezählt. Aus Schadenausmaß (Se) und Klasse (Cl) erfolgt dann die Risikoeinschätzung mit Hilfe einer Matrix.

Die Risikoeinschätzung wird vor und nach der Risikominderung durchgeführt.

Die Punkteilung der einzelnen Risikoelemente ist wie folgt:

Schadenausmaß, Se:

Punkte	Schaden	Beschreibung
1	Reversibel, Erste Hilfe	Schrammen, Prellungen, die mit Erster Hilfe o.ä. versorgt werden
2	Reversibel, medizinische Versorgung	Schwerwiegende Schrammen, Prellungen, Stiche, für die eine ärztliche Behandlung notwendig ist
3	Dauerhaft, Verlust von Fingern	In der Regel irreversible Verletzung; nach der Heilung wird es unter Umständen schwierig sein, die Arbeit fortzusetzen
4	Tod, Verlust eines Auges oder Armes	Derart irreversible Verletzung, dass es, wenn überhaupt möglich, nach der Heilung sehr schwierig sein wird, die Arbeit fortzusetzen

Häufigkeit und/oder Dauer der Exposition, Fr:

Punkte	Häufigkeit	Beschreibung
2	1 Jahr < H	Zeitspanne zwischen der Gefährdungsexposition beträgt mehr als ein Jahr
3	2 Wochen < H < 1 Jahr	Zeitspanne zwischen der Gefährdungsexposition beträgt mehr als zwei Wochen aber höchstens ein Jahr
4	1 Tag < H < 2 Wochen	Zeitspanne zwischen der Gefährdungsexposition beträgt mehr als einen Tag aber höchstens zwei Wochen
5	1 h < H < 1 Tag	Zeitspanne zwischen der Gefährdungsexposition beträgt mehr als eine Stunde aber höchstens einen Tag
Wenn die Dauer der Exposition kürzer als 10 min. ist, dürfen die vorstehend genannten Werte auf die vorhergehende Stufe verringert werden.		
5	H < 1 h	Zeitspanne zwischen der Gefährdungsexposition beträgt höchstens eine Stunde

Eintrittswahrscheinlichkeit eines Gefährdungsereignisses, Pr:

Punkte	Wahrscheinlichkeit	Beschreibung
1	Vernachlässigbar	Die Bauteilart versagt nie, sodass kein Gefährdungsereignis eintritt. Es besteht keine Möglichkeit menschlichen Versagens.
2	Selten	Es ist unwahrscheinlich, dass die Bauteilart versagt, so dass kein Gefährdungsereignis eintritt. Menschliches Versagen ist unwahrscheinlich.
3	Möglich	Diese Bauteilart kann versagen, sodass ein Gefährdungsereignis eintritt. Menschliches Versagen ist möglich.
4	Wahrscheinlich	Diese Bauteilart wird wahrscheinlich versagen, sodass ein Gefährdungsereignis eintritt. Menschliches Versagen ist wahrscheinlich.
5	Sehr wahrscheinlich	Diese Bauteilart ist nicht für diese Anwendung gedacht. Sie wird versagen, sodass ein Gefährdungsereignis eintritt. Menschliches Versagen ist derart, dass die Wahrscheinlichkeit eines Versagens sehr hoch ist.

Möglichkeit zur Vermeidung oder zur Minderung des Schadens, Av:

Punkte	Vermeidung	Beschreibung
1	Wahrscheinlich	Fachkundiges bzw. eingewiesenes Personal, langsamer Eintritt einer Gefährdungssituation, Risikobewusstsein durch Benutzerinformation, direkte Beobachtung, Warnzeichen und Anzeigergeräte
3	Möglich	Langsamer Eintritt einer Gefährdungssituation, ausreichend Platz zur Gefährdungsvermeidung, direkte Beobachtung
5	Unmöglich	Unqualifiziertes Personen (Laien), plötzlicher Eintritt einer Gefährdung, nicht sichtbare Gefährdung (z.B. Spannungsführende Teile), unzureichende Platz zur Gefährdungsvermeidung, kein Risikobewusstsein (z.B. Kinder)

Matrix zur Risikoeinschätzung:

Ausmaß Se	Klasse CI = Fr + Pr + Av				
	3 - 4	5 - 7	8 - 10	11 - 13	14 - 15
4					
3					
2					
1					

Entsprechend dieser Matrix wird das Risiko in folgende Bereiche eingestuft:

Farbe	Risiko	Handlungsbedarf	Maßnahmen
	gering (G)	Risiko im allgemeinen tolerierbar → kein unmittelbarer Handlungsbedarf	Nutzung persönlicher Schutzausrüstung: Verhindern / Verringern der Einwirkungen der Gefahrenquelle auf den Menschen Verhaltensbezogene Maßnahmen: Forderungen an das sichere Verhalten durch Information, Schulung und Unterweisung
	mittel (M)	Risiko nicht tolerierbar → Handlungsbedarf	Sicherheitstechnische Maßnahmen: Ausschließen / Beseitigen des Wirksamwerdens der Gefahrenquelle durch Absicherung Organisatorische Maßnahmen: Räumliche und/oder zeitliche Trennung von Mensch und Gefahr Nutzung persönlicher Schutzausrüstung: Verhindern / Verringern der Einwirkungen der Gefahrenquelle auf den Menschen Verhaltensbezogene Maßnahmen: Forderungen an das sichere Verhalten durch Information, Schulung und Unterweisung
	hoch (H)	Risiko ist auszuschließen → akuter Handlungsbedarf	Gefahrenquelle vermeiden / beseitigen Sicherheitstechnische Maßnahmen: Ausschließen / Beseitigen des Wirksamwerdens der Gefahrenquelle durch Absicherung Organisatorische Maßnahmen: Räumliche und/oder zeitliche Trennung von Mensch und Gefahr Nutzung persönlicher Schutzausrüstung: Verhindern / Verringern der Einwirkungen der Gefahrenquelle auf den Menschen Verhaltensbezogene Maßnahmen: Forderungen an das sichere Verhalten durch Information, Schulung und Unterweisung

	RISIKOBEURTEILUNG Warnowbrücke Rostock - Entwurfsphase	Seite: 18 von 63
		Datum: 19.03.2025
		Autor: Peter Brenzel

3.3 Festlegung der Grenzen der Maschine

Verwendungsgrenzen

Die bestimmungsgemäße Verwendung der beweglichen Brücke besteht darin, dass im vollständig geöffneten Zustand Schiffe die Brücke durchfahren können.

Im geschlossenen Zustand können Schiffe entsprechend der zur Verfügung stehenden Durchfahrtshöhe die Brücke unterqueren. Auf der Brücke ist in diesem Zustand öffentlicher Verkehr (Fußgänger, Radfahrer) zulässig. Bezüglich des Personenkreises (Alter, Behinderung) gibt es keine Einschränkungen.

Die Brücke ist ausschließlich durch eingewiesenes Fachpersonal zu bedienen. Als Qualifikation wird von Facharbeitern (Erfahrung im Umgang mit hydraulischen und elektrischen Anlagen) ausgegangen, die anhand der Betriebsanleitung eingewiesen und damit über die möglichen Gefahren und Restrisiken an der Brücke belehrt wurden. Die Betriebsarten, bei denen von den Bedienebenen keine direkte Sicht in die Gefahrenbereiche möglich ist (z.B. Bedienhandlungen im Handbetrieb aus dem Betriebsraum), sind mit mindestens zwei Personen auszuführen.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch die Einhaltung der vom Hersteller vorgeschriebene Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungsbedingungen. Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie Softwareänderungen sind nur durch qualifiziertes Fachpersonal auszuführen.

Eine andere oder darüber hinaus gehende Benutzung gilt als Fehlanwendung und ist nicht bestimmungsgemäß.

Folgende Einschränkungen / Verwendungsgrenzen werden zusätzlich festgelegt:

- Öffnen der Brücke nur bis max. Windstärke 8,
- Kein öffentlicher Verkehr auf der Brücke während des Schließ- bzw. Öffnungsvorganges der Brückenklappe und der Schranken,
- Keine Schiffe im Bewegungsbereich der Brückenklappe (einschließlich der Gegengewichte) während des Schließ- bzw. Öffnungsvorganges,
- Kein Zugang von unbefugten Personen zu den Bedienmöglichkeiten und technischen Anlagen,
- Max. Betriebsdauer der Antriebs- und Maschinenbaukomponenten von 35 Jahren,
- Betrieb nur bei Einhaltung der Wartungsintervalle,
- Betrieb nur bei zulässigen Witterungsbedingungen (Windstärke 8, min. Außentemperatur -20 °C),
- Keine Brückenöffnung bei erhöhtem Wasserstand und zugefrorener Wasserfläche bzw. Eisgang, da dann die Gefahr durch das Aufschlagen des Gegengewichts auf die Eisfläche besteht,
- Keine Brückenöffnung bei starker Sichtbeeinträchtigung durch Nebel, Schneefall oder Regen – die Einschätzung obliegt dem Bediener: die Gefahrenbereiche müssen vollständig eingesehen werden können,
- Betrieb der Brückenanlage nur bei von Schnee und Eis geräumter Brückenklappe, Schneereste schränken den Betrieb nicht ein, da sie gemäß ZTV-ING 8.6 bei der Auslegung berücksichtigt wurden.

Folgender vorhersehbarer Fehlgebrauch wird bei der Risikobeurteilung berücksichtigt:

- Fehlbedienung durch Bediener,
- Bedienung durch nicht befugtes bzw. nicht geschultes Personal,
- Umgehung ungeeigneter Absperrungen,

	RISIKOBEURTEILUNG Warnowbrücke Rostock - Entwurfsphase	Seite: 19 von 63
		Datum: 19.03.2025
		Autor: Peter Brenzel

- reflexartiges Fehlverhalten im Falle einer Fehlfunktion,
- Betätigung frei zugänglicher Bedienelemente,
- Nichtbeachten roter Signalanlagen,
- Vandalismus.

Räumliche Grenzen

Die räumlichen Grenzen der maschinentechnischen Anlagen der beweglichen Brücke sind unter Punkt 2 beschrieben bzw. sind aus den mitgeltenden Zeichnungen ersichtlich.

Die Hydraulikanlage für den Brückenantrieb und die Steuerschränke für die Antriebstechnik sind im abgeschlossenen Betriebsraum installiert. Sämtliche Kabel und Rohrleitungen sind unter der Brücke oder in Kabelschutzrohren bzw. Rohrleitungskanälen verlegt und sind damit nicht frei zugänglich.

Die Bedienmöglichkeiten befinden sich im Bedienpult der Brücke, auf den Steuerschränken bzw. direkt an den Antrieben.

Zeitliche Grenzen

Das Hydrauliksystem und die Elektrotechnik sind für eine maximale Betriebszeit von 35 Jahren bei 1.460 Brückenöffnungen im Jahr ausgelegt. Zusätzlich sind die vorhersehbare Lebensdauer bzw. die zulässige Nutzungsdauer der Einzelkomponenten zu beachten, die aus den Betriebsbedingungen des Herstellers hervorgehen. Dort werden auch die notwendigen Wartungsintervalle definiert.

Weitere Grenzen

Die Komponenten der Antriebs- und Elektrotechnik werden entsprechend ihrem Einsatzort vor Witterung und Temperatur im Frostbereich geschützt. Eine Betauung, insbesondere der elektronischen Bauteile, ist zu vermeiden.

Die minimale Auslegungstemperatur für die Hydraulikanlage beträgt -20 °C.

Innerhalb der Antriebs- und Elektrotechnik werden folgende gefährliche Hilf- und Betriebsstoffe verwendet:

- Hydrauliköl (Panolin HLP Synth 15 oder gleichwertig),
- Schmierfett,
- Elektrolyt (USV).

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoerschätzung vor Risikominderung						Risikominderung						Risikoerschätzung nach Risikominderung						(X)						
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R							Se	Fr	Pr	Av	Cl	R							

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

3.4 Tabelle zur Risikobeurteilung und Risikominderung

Hinweis: Für den gefährdeten Personenkreis werden folgende Begriffe verwendet:

- Bediener - Bedienpersonal der Brücke, u.U. mehrere Personen
- Wartungspersonal - Personal für Wartungs-, Reinigungs- oder Instandhaltungsarbeiten an der Brücke
- Brückennutzer - Nutzer der Brücke als Verkehrsweg, wie Fußgänger, Radfahrer und Personen in Fahrzeugen
- Schiffsnutzer - Nutzer der Wasserstraße unter der Brücke, wie Schiffs- und Bootsführer, Besatzung, Fahrgäste

Lebensphase: Brücke im Ruhezustand (geschlossen und für den Verkehr freigegeben)																									
1.	Abstürzen von der Brücke (B1.1)	Ein Absturz kann zu Verletzungen bzw. zum Ertrinken führen.	4	5	3	3	11	H	- Anordnung geeigneter Geländer (Absturzsicherung) (ISO 12100; 6.3.3, ZTV-ING 6.7), - Angepasste örtliche Beleuchtung (ISO 12100; 6.2.8, DIN 13201-1).	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.									
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion und trennende Schutzeinrichtungen hinreichend gemindert.																									
2.	Ausrutschen, Stolpern, Stürzen durch rutschige Oberflächen und Absätze (B1.1)	Rutschige Materialien sowie Stolperkanten in den zugänglichen Bereichen sind zu vermeiden.	2	5	3	3	11	H	- Verwendung geeigneter Werkstoffe, Minimierung glatter Bereiche, die konstruktiv notwendig sind (ISO 12100; 6.2.3), - Vermeidung von Absätzen und Stolperkanten durch geeignete Übergangskonstruktionen (ISO 12100; 6.2.2.1), - Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens aufgrund der thermischen Einwirkung - Spaltmaße zwischen festen und beweglichen Teilen der Brücke (ISO 12100; 6.2.2.1) - Angepasste örtl. Beleuchtung (ISO 12100; 6.2.8, DIN 13201-1), - Hinweis in der Betriebsanleitung über Maßnahmen bei Eis- oder Schneeglätte (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.									
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.																									

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

3.	Schneiden, Abschürfen an scharfen Kanten (B1.1)	Raue, scharfkantige Oberflächen sowie vorstehende Teile sind zu vermeiden.	1	5	3	3	11	M	- Vermeidung scharfer Kanten der zugänglichen Metallteile, geeignete Korrosionsschutzmaßnahmen, Vermeidung von Absätzen an Übergängen (z.B. am Geländer) (ISO 12100; 6.2.2).	1	5	1	1	7	G	
----	---	--	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	--

leichte Verletzungen möglich, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung möglich.

keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

4.	Stoß durch herabfallende Gegenstände (B1.1)	Das Herabfallen von Bauteilen der Brückenklappe kann im Schifffahrtbereich zu Verletzungen führen.	2	3	2	3	8	M	- Auslegung der Konstruktion entsprechend dem Stand der Technik und den geltenden Normen (ISO 12100; 6.2.3, ZTV-ING 8.6, DIN 19704-1), - Sicherung aller Befestigungskomponenten durch Klebstoff, Kontern, Federringe, Splinte oder ausreichender Vorspannung (ISO 12100, 6.2.2).	1	3	1	1	7	G	
----	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	--

leichte bis schwere Verletzungen möglich, Schiffsnutzer betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung möglich.

keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrsch.

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

5.	Quetschen, Scheren, Stoß durch die Brückenklappe (B1.1)	Das Öffnen der Brückenklappe durch Systemfehler bei laufendem Verkehr ist zu verhindern.	4	5	3	5	13	H	- Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Brücke öffnen ist erst möglich, wenn Schranken geschlossen sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Start gefahrbringender Bewegungen durch Tastendruck (keine Automatik) (ISO 12100; 6.2.11).	1	5	1	1	7	G	X
----	---	--	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	---

schwere bis tödliche Verletzungen möglich, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung kaum möglich.

keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

6.	Berührung von Teilen, die im Fehlerfall spannungsführend geworden sind (B1.2)	Elektrischer Schlag kann zu Verletzungen bzw. zum Tod führen. Elektrische Gefährdungen sind zu vermeiden.	4	5	3	5	13	H	<ul style="list-style-type: none"> - Anschluss aller Metallteile an die Erdungsanlage (ISO 12100; 6.2.9, VDE 0100-410, VDE 0100-540, VDE 0185-305-3), - Ausrüstung aller elektrischen Verbraucher mit Schutzleiter (EN 60204-1), - Einsatz der elektrischen Verkabelung entsprechend den Umgebungsbedingungen (ISO 12100; 6.2.3, EN 60204-1), - Potentialausgleichs-/Erdungsanlage (VDE 0185), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Durchführung regelmäßiger Wartung und Messungen (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
----	---	---	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung der Wartungsintervalle.

7.	Quetschen, Scheren, Stoß durch Bersten von Rohrleitungen (B1.1), Herausspritzen von Flüssigkeit unter Druck (B1.1), Kontakt, Einatmen von gefährlichen Stoffen (B1.7)	Rohrleitungen der Hydraulik können bersten oder undicht werden. Es kann zu unkontrollierten Bewegungen kommen, Hydraulikflüssigkeit kann unter hohem Druck austreten.	3	3	2	5	10	H	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Ausrüstung der Antriebe mit Halteventilen, welche die Zylinder bei Halt, Stromausfall und Rohrbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Entlastung des Hydrauliksystems in der Verkehrslage durch Schwimmstellungsventile mit Überwachung der geschalteten Stellung (ISO 12100; 6.2.2), - Automatische Einschaltung der Schwimmstellung nach Beendigung des Senkvorgangs (ISO 12100; 6.2.11), - Begrenzung des Betriebsdrucks im System durch Druckbegrenzungsventile (ISO 12100; 6.2.2.2, DIN 19704, ISO 4413), - Auslegung des Rohrleitungssystems für den anliegenden Betriebsdruck (ISO 12100; 6.2.3, DIN 19704), - Lieferung der Rohrleitungen mit Abnahmeprüfzeugnis (EN 10204), - Ausschließlich Verwendung von Edelstahlrohrleitungen und -verschraubungen in geschweißter Ausführung mit Röntgenprüfung der Schweißnähte oder in gebördelter Ausführung (ISO 12100; 6.2.3, 6.2.4, ISO 4413, DIN 19704, ZTV-W LB 216/2), 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Personenverkehr, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
----	---	---	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	---

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

									<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von umweltfreundlichen Hydraulikflüssigkeiten (ISO 12100; 6.2.3), - Vorhalten einer Ölwanne unter dem Hydraulikaggregat mit Leckageüberwachung durch die Steuerung (ISO 12100; 6.2.3), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung des Wartungsplanes zur Vermeidung loser Schraubverbindungen an Rohrleitungen und Ventilblöcken.

8.	<p>Quetschen, Scheren, Stoß durch Bersten von Schlauchleitungen (B1.1), Herausspritzen von Flüssigkeit unter Druck (B1.1), Kontakt, Einatmen von gefährlichen Stoffen (B1.7)</p>	<p>Defekte oder überalterte Schlauchleitungen der Hydraulik können bersten oder undicht werden. Es kann zu unkontrollierten Bewegungen der Antriebe bzw. zum Peitschen von Schlauchleitungen kommen, Hydraulikflüssigkeit kann unter hohem Druck austreten.</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">3</td> <td style="width: 5%;">3</td> <td style="width: 5%;">2</td> <td style="width: 5%;">5</td> <td style="width: 5%;">10</td> <td style="width: 5%; background-color: red;">H</td> </tr> </table> <p>schwere Verletzungen möglich, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung kaum möglich.</p>						3	3	2	5	10	H	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Entlastung des Hydrauliksystems in der Verkehrslage durch Schwimmstellungsventile mit Überwachung der geschalteten Stellung (ISO 12100; 6.2.2), - Automatische Einschaltung der Schwimmstellung nach Beendigung des Senkvorgangs (ISO 12100; 6.2.11), - Reduzierung der Anzahl der Schlauchleitungen (ISO 12100; 6.2.4), - Ausrüstung der Antriebe mit Halteventilen, welche die Zylinder bei Halt, Stromausfall und Schlauchbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Begrenzung des Betriebsdrucks im System durch Druckbegrenzungsventile (ISO 12100; 6.2.2.2, DIN 19704, ISO 4413), - Auslegung der Schlauchleitungen für den anliegenden Betriebsdruck (ISO 12100; 6.2.3, DIN 19704), - Verwendung von Höchstdruckschlauchleitungen mit Werkzeugnis (ISO 4413, DGUV Regel 113-020), - Fachgerechter Einbau und regelmäßiger Austausch der Schlauchleitungen (DGUV Regel 113-020), - Einsatz von Befestigungen, Fangvorrichtungen oder Abschirmungen bzw. Einbau von Schlauchleitungen mit ausreißsicheren Armaturen (ISO 12100; 6.2.13), 	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td> <td style="width: 5%;">3</td> <td style="width: 5%;">7</td> <td style="width: 5%;">7</td> <td style="width: 5%;">5</td> <td style="width: 5%; background-color: green;">G</td> </tr> </table> <p>keine bis leichte Personenschäden, Personenverkehr, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.</p>						1	3	7	7	5	G	
3	3	2	5	10	H																							
1	3	7	7	5	G																							

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereignis vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereignis nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

								<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von umweltfreundlichen Hydraulikflüssigkeiten (ISO 12100; 6.2.3), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan einhalten, Prüf- und Austauschintervalle für Schlauchleitungen einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung des Wartungsplanes zur Vermeidung loser Schraubverbindungen verbunden mit dem regelmäßigen Austausch der Schlauchleitungen.

9.	Atembeschwerden durch Brand (B1.3), Einatmen von gefährlichen Stoffen (B1.7)	Brandgase in den Betriebsräumen können zu Vergiftungen sowie Explosion führen.	3	3	2	1	6	M	<ul style="list-style-type: none"> - Vorhalten eines Rauchmelders im Betriebsraum (ISO 19353), - Verwendung geeigneter Materialien für Kabel und Verlegesysteme (ISO 12100; 6.2.3), - Vorhalten von Feuerlöschern in ausreichender Anzahl (ASR A2.2), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Zutritt nur für eingewiesenes Personal, persönliche Schutzausrüstung tragen, Wartungsplan einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
----	--	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

10.	Unangepasste örtliche Beleuchtung (B1.8)	Alle Gefahrenbereiche sind bei Dunkelheit ausreichend zu beleuchten.	2	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Angepasste örtliche Beleuchtung (ISO 12100; 6.2.8, EN 12464, DIN 13201-1), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für Beleuchtung einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Personenverkehr, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
-----	--	--	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung der Wartungsintervalle. Bei Ausfall von Leuchtmitteln sind diese sofort zu ersetzen.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

11.	Überlastung der Antriebe (B1.9) durch äußere Einwirkungen (z.B. Verkehr, Wind, Schnee)	Durch die Überlastung der Antriebe kann es bei der Brückenöffnung zu unkontrollierten Bewegungen kommen.	2	3	2	3	8	M	<ul style="list-style-type: none"> - Auslegung der Konstruktion entsprechend dem Stand der Technik und den vorherrschenden Witterungsverhältnissen (ISO 12100; 6.2.3), - Lieferung der tragenden Bauteile mit Prüfzeugnis (EN 10204), - Entlastung der Hydraulikzylinder in der Verkehrslage durch Schwimmstellungsventile mit Überwachung der geschalteten Stellung, mit USV-Pufferung (ISO 12100; 6.2.2), - Automatische Einschaltung der Schwimmstellung nach Beendigung des Senkvorgangs (ISO 12100; 6.2.11), - Begrenzung des Betriebsdrucks im Hydraulikzylinder durch Druckventile (ISO 12100; 6.2.2.2, DIN 19704). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	
-----	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Lebensphase: Betrieb, Allgemein																
siehe Phase „Brücke im Ruhezustand“, zusätzlich:																
12.	Aktivierung mehrerer Bedienebenen, Betriebsarten (B1.1; B1.2)	Die Aktivierung mehrerer Betriebsarten kann zu Verletzungen von Personen führen. Es muss verhindert werden, dass mehrere Bedienebenen bzw. Betriebsarten gleichzeitig aktiviert werden können.	3	3	2	3	8	H	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung abschließbarer Betriebsartenschalter für die Aktivierung der Bedienebenen/Betriebsarten (ISO 12100; 6.2.11.10), - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Klare Anweisungen über die Bedienabläufe in der Betriebsanleitung (ISO 12100; 6.4.5), - Festlegung von Zugriffsberechtigungen für die Betriebsarten (ISO 12100; 6.4.5), - Abschließbare, überwachte Reparaturschalter für die Antriebe (ISO 12100; 6.3.5.4), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850). 	1	3	1	1	5	G	X
									keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.					X		
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Die Zugriffsberechtigungen für die Betriebsarten sind festzulegen.																
13.	Quetschen, Scheren, Stoß durch Bersten von Rohrleitungen (B1.1), Herausspritzen von Flüssigkeit unter Druck (B1.1), Kontakt, Einatmen von gefährlichen Stoffen (B1.7)	Rohrleitungen der Hydraulik können bersten oder undicht werden. Es kann zu unkontrollierten Bewegungen kommen, Hydraulikflüssigkeit kann unter hohem Druck austreten.	3	3	2	5	10	H	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Ausrüstung des Hubzylinders mit Halteventilen, die den Zylinder bei Halt, Stromausfall und Rohrbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Begrenzung des Betriebsdrucks im System durch Druckbegrenzungsventile (ISO 12100; 6.2.2.2, DIN 19704, ISO 4413), - Auslegung des Rohrleitungssystems für den anliegenden Betriebsdruck (ISO 12100; 6.2.3, DIN 19704), - Elektrische Rohrbruchüberwachung mit Abschaltung der Antriebe (ISO 12100; 6.2.11.6, DIN 19704), - Lieferung der Rohrleitungen mit Prüfzeugnis (EN 10204), - Ausschließlich Verwendung von Edelstahlrohrleitungen und -verschraubungen in geschweißter Ausführung mit Röntgenprüfung 	1	3	1	1	5	G	X
									keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.					X		

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoerschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoerschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

									der Schweißnähte oder in gebördelter Ausführung (ISO 12100; 6.2.3, 6.2.4, ISO 4413, DIN 19704, ZTV-W LB 216/2), - Verwendung von umweltfreundlichen Hydraulikflüssigkeiten (ISO 12100; 6.2.3), - Vorhalten einer Ölwanne unter dem Hydraulikaggregat mit Leckageüberwachung durch die Steuerung (ISO 12100; 6.2.3), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan einhalten (ISO 12100; 6.4.5).							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung des Wartungsplanes zur Vermeidung loser Schraubverbindungen an Rohrleitungen und Ventilblöcken.

14.	Quetschen, Scheren, Stoß durch Bersten von Schlauchleitungen (B1.1), Herausspritzen von Flüssigkeit unter Druck (B1.1), Kontakt, Einatmen von gefährlichen Stoffen (B1.7)	Defekte oder überalterte Schlauchleitungen der Hydraulik können bersten oder undicht werden. Es kann zu unkontrollierten Bewegungen der Antriebe bzw. zum Peitschen von Schlauchleitungen kommen, Hydraulikflüssigkeit kann unter hohem Druck austreten.	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">3</td> <td style="width: 5%;">3</td> <td style="width: 5%;">2</td> <td style="width: 5%;">5</td> <td style="width: 5%;">10</td> <td style="width: 5%; background-color: red;">H</td> </tr> </table> schwere Verletzungen möglich, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung unmöglich.						3	3	2	5	10	H	- Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Reduzierung der Anzahl der Schlauchleitungen (ISO 12100; 6.2.4), - Ausrüstung des Hubzylinders mit Halteventilen, die den Zylinder bei Halt, Stromausfall und Rohrbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Begrenzung des Betriebsdrucks im System durch Druckbegrenzungsventile (ISO 12100; 6.2.2.2, DIN 19704, ISO 4413), - Auslegung der Schlauchleitungen für den anliegenden Betriebsdruck (ISO 12100; 6.2.3, DIN 19704), - Verwendung von Höchstdruckschlauchleitungen mit Werkzeugzeugnis (ISO 4413, DGUV Regel 113-020), - Fachgerechter Einbau und regelmäßiger Austausch der Schlauchleitungen (DGUV Regel 113-020), - Einsatz von Befestigungen, Fangvorrichtungen oder Abschirmungen bzw. Einbau von Schlauchleitungen mit ausreißsicheren Armaturen (ISO 12100; 6.2.13), - Elektrische Rohrbruchüberwachung mit Abschaltung der Antriebe (ISO 12100; 6.2.11.6, DIN 19704), - Verwendung von umweltfreundlichen Hydraulikflüssigkeiten (ISO 12100; 6.2.3),	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td> <td style="width: 5%;">3</td> <td style="width: 5%;">7</td> <td style="width: 5%;">7</td> <td style="width: 5%;">5</td> <td style="width: 5%; background-color: green;">G</td> </tr> </table> keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.						1	3	7	7	5	G	
3	3	2	5	10	H																							
1	3	7	7	5	G																							

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

								- Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan einhalten, Prüf- und Austauschintervalle für Schlauchleitungen einhalten (ISO 12100; 6.4.5).							
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung des Wartungsplanes zur Vermeidung loser Schraubverbindungen verbunden mit dem regelmäßigen Austausch der Schlauchleitungen.

15.	Direkte Berührung unter Spannung stehender Teile (B1.2)	Elektrischer Schlag kann zu Verletzungen bzw. zum Tod führen. Elektrische Gefährdungen sind zu vermeiden.	4	3	3	5	11	H	- Verwendung von Schaltschränken, Abdeckungen, Isolationen entsprechend den einschlägigen Normen und Vorschriften (ISO 12100; 6.2.9, EN 60204-1, VDE 0100-410, DIN 19704-3, ZTV-W LB216/2), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Zugang zu den Schaltschränken und elektrischen Anlagen nur für qualifiziertes Personal, Hinweisschild (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607).	1	3	7	7	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
-----	---	---	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

16.	Atembeschwerden durch Brand (B1.3), Einatmen von gefährlichen Stoffen (B1.7)	Brandgase im Betriebsraum können zu Vergiftungen sowie Explosion führen.	3	3	2	7	6	M	- Vorhalten eines Rauchmelders im Betriebsraum (EN ISO 19353), - Verwendung geeigneter Materialien für Rohre, Kabel und Verlegesysteme (ISO 12100; 6.2.3), - Verwendung von Leitungs- und Motorschutz- sowie Temperaturüberwachungsgeräten (ISO 12100; 6.3.2.7), - Vorhalten von Feuerlöschern in ausreichender Anzahl (ASR A2.2), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Zutritt nur für eingewiesenes Personal, persönliche Schutzausrüstung tragen, Wartungsplan einhalten (ISO 12100; 6.4.5).	1	3	7	7	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
-----	--	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

17.	Verbrennungen durch heiße Oberflächen (B1.3)	Heiße Oberflächen an den Antriebs-, Notstrom- und Elektrokomponenten können zu Verbrennungen führen.	2	3	2	7	6	G	- Dimensionierung und Montage der Ausrüstung nach einschlägigen Normen und Vorschriften (ISO 12100; 6.2.3, EN 60204-1, DIN 19704, ISO 13732-1),	1	3	7	7	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal
-----	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereignis vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereignis nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

			Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung wahrscheinlich.						- Unterbringung der Maschinenteknik im abgeschlossenen Betriebsraum (ISO 12100; 6.2.2), - Verwendung von Leitungs- und Motorschutz- sowie Temperaturüberwachungsgeräten (ISO 12100; 6.3.2.7), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Im Betriebsraum ist Schutzausrüstung zu tragen. Hinweisschild (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607).							betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	
--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion und Schutzeinrichtungen hinreichend gemindert.

18.	Gehörschädigungen bzw. Stress durch Lärm (B1.4)	Übermäßiger Lärm führt zu Stress am Bedienplatz bzw. Hörschädigung.	2	3	2	1	6	G	- Unterbringung der Maschinenteknik im abgeschlossenen Betriebsraum entfernt vom Bedienstand (ISO 12100; 6.2.2), - Verringerung der Geräuschemission der Antriebstechnik durch elastische Lagerung der Motor-Pumpen-Kombination (ISO 12100; 6.2.2, ISO 11688), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Im Betriebsraum ist bei laufenden Antrieben Gehörschutz zu tragen. Hinweisschild (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607).	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

19.	Unbefugte, unbeabsichtigte Bedienung (B1.8)	Fehlbedienung kann zur Verletzung von Personen führen. Die unbefugte Bedienung ist zu verhindern. Die Möglichkeiten unbefugter Bedienungen sind zu begrenzen.	4	5	3	3	11	H	- Gestaltung und eindeutige Kennzeichnung der Bedienelemente (ISO 12100; 6.2.8), - Aktivierung der Bedienebenen über Schlüsselschalter bzw. Zugriffsberechtigungen (ISO 12100; 6.2.11.10), - Verhinderung des Zugangs zu den Bedienelementen durch verschlossene Türen (ISO 12100; 6.3.2), - Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Brücke öffnen ist erst möglich, wenn Schranken geschlossen sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Klare Anweisungen über die Bedienabläufe in der Betriebsanleitung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener, Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
-----	---	---	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion und verschlossenen Betriebsraum bzw. Bedienpult hinreichend gemindert.																	
20.	Fehlbedienung durch unangepasste Gestaltung, Anordnung oder Erkennung von Steuerungseinrichtungen bzw. durch Überforderung(B1.8)	Fehlbedienung kann zur Verletzung von Personen führen. Die Möglichkeiten unbeabsichtigter Bedienungen sind zu begrenzen.	4	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung und eindeutige Kennzeichnung der Bedienelemente (ISO 12100; 6.2.8, EN 894), - Aktivierung der Bedienebenen über Schlüsselschalter (ISO 12100; 6.2.11.10), - Start gefahrbringender Bewegungen durch Tastendruck (keine Automatik) (ISO 12100; 6.2.11), - Angepasste örtliche Beleuchtung (ISO 12100; 6.2.8, EN 12464), - Auslegung und Ausstattung der Schranken dem Stand der Technik und geltender Normen (EN 12453, ZTV-ING 8.6), - Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Brücke öffnen ist erst möglich, wenn Schranken geschlossen sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Klare Anweisungen über die Bedienabläufe in der Betriebsanleitung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener, Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
															X		
															X		

Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.																	
21.	Fehlende Einsicht in die Gefahrenbereiche (B1.8)	Fehlende Einsicht kann durch die Bewegungsvorgänge zu Verletzung von Personen und/oder Sachschäden führen. Der Gefahrenbereich muss lückenlos eingesehen werden können.	4	5	3	1	9	H	<ul style="list-style-type: none"> - Aufstellen der Vor-Ort-Bedienung im Bereich der optimalen Einsicht in die Bewegungsbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Angepasste örtliche Beleuchtung an den Bedienstellen und Gefahrenbereichen (ISO 12100; 6.2.8, EN 12464, DIN 13201-1), - Überwachung der Bewegungsbereiche der Schranken entsprechend der Normen (ISO 12100; 6.3.2.5, EN 12453), - Akustische Signalisierung vor Start der Schrankenbewegung (ISO 12100; 6.4.3, EN 981), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Betrieb nur bei ausreichender Sicht (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener, Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoerschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoerschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Der Schwenkbereich des Gegengewichts unter der geschlossenen Brücke ist vom Bedienpult nicht direkt einsehbar. Daher hat sich der Bediener vor dem Betreten der Brücke vom südlichen Widerlager aus davon zu überzeugen, dass in diesem Bereich keine Schiffe/Boote festgemacht haben. Beim Schließen der Brücke ist die Einsichtnahme der nördlichen Schrankenanlage vom Bedienpult aus nicht möglich. Hier muss der Bediener vor dem Schließen der Schranken seitlich am Antriebszylinder vor zur Brückenöffnung gehen und zu Prüfen ob der Bereich der nördlichen Schranke frei ist. Es bleibt ein branchenübliches Restrisiko bestehen.																
22.	Ermüdung und Stress durch unangepasste örtliche Beleuchtung, Flackern, Blenden, Schattenbildung (B1.8)	Alle Bedienstellen und Gefahrenbereiche sind normgerecht auszuleuchten.	3	5	3	1	9	H	<ul style="list-style-type: none"> - Angepasste örtliche Beleuchtung am Bedienpult, im Betriebsraum und in den Gefahrenbereichen (ISO 12100; 6.2.8, EN 12464, ASR A3.4), - Vorhalten einer Notbeleuchtung (ZTV-ING 8.6, Anhang B2.2), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für Beleuchtung einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener, Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung der Wartungsintervalle. Bei Ausfall von Leuchtmitteln sind diese sofort zu ersetzen.																
23.	Orientierungslosigkeit, Panik durch Ausfall der Beleuchtung durch Energieausfall (B1.8)	Alle Bedienstellen, Gefahrenbereiche und Rettungswege sind auch bei Stromausfall ausreichend zu beleuchten.	2	3	3	1	7	G	<ul style="list-style-type: none"> - Vorhalten einer Notbeleuchtung im Betriebsraum und am Bedienpult (ZTV-ING 8.6, Anhang B2.2), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für Beleuchtung einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist die Einhaltung der Wartungsintervalle. Bei Ausfall von Leuchtmitteln sind diese sofort zu ersetzen.																

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

24.	Komponentenausfall durch Umgebungseinflüsse (B1.9), Vandalismus	Fehlfunktion infolge äußerer Einflüsse (Temperatur, Feuchtigkeit, Schwingungen, elektromagnetische Strahlung, Überflutung usw.) oder Vandalismus kann zur Gefährdung von Personen führen.	3	5	3	1	9	H	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von Komponenten mit ausreichendem Schutzgrad und mit Eignung für die klimatischen Bedingungen (EN 60204-1, DIN 19704-3), - Verwendung geeigneter Materialien, Einsatz geeigneter Korrosionsschutzsysteme, Verwendung von Einhausungen bzw. Abdeckungen (ISO 12100; 6.2.3), - Ausreichende Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störungen - EMV (EN 60204-1, EMV-Richtlinie, EN 61000-6-2), - Sicherung aller Befestigungskomponenten durch Klebstoff, Kontern, Federringe, Splinte oder ausreichender Vorspannung (ISO 12100; 6.2.2), - Anordnung der Antriebs- und Steuerungstechnik in nicht zugänglichen Bereichen (ISO 12100; 6.2.3), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan einhalten, regelmäßiger Rundgang (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener, Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	(X)
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	-----

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion verbunden mit entsprechenden Schutzeinrichtungen hinreichend gemindert. Vandalismus kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, daher ist in der Betriebsanleitung ein regelmäßiger Inspektionsgang vorzuschreiben.

25.	Überlastung der Antriebe und der Mechanik (B1.10) durch Not-Halt bzw. Stromausfall	Durch die Überlastung der Antriebe kann es zu unkontrollierten Bewegungen und zum Herausschleudern von Teilen kommen.	2	5	2	3	10	M	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Kraftbegrenzung (es wirken zusätzlich Massenkräfte) durch Druckbegrenzungsventile mit entsprechender Dimensionierung der Antriebstechnik und Mechanik für diese Belastung (ISO 12100, 6.2.2.2, 6.2.3, DIN 19704-1), - Begrenzung der Geschwindigkeit der Bewegungen, daraus resultiert Begrenzung der Massenkräfte (ISO 12100; 6.2.2.2), - Lieferung der tragenden Teile der Antriebe und der Mechanik mit Abnahmeprüfzeugnis (EN 10204), - Verwendung von Senkbremssventilen mit definiertem Schließverhalten (ISO 12100; 6.2.4), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	(X)
-----	--	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	--	-----

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

26.	Unerwartete Bewegungen durch Ausfall der Energieversorgung (B1.10)	Der Ausfall der Energieversorgung darf zu keiner gefahrbringenden Bewegung von Anlagenkomponenten führen.	2	5	2	3	10	M	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von bewährten Ventilen mit definierter Schaltstellung (federzentriert) (ISO 12100; 6.2.12.2), - Ausrüstung der Hubzylinder mit Halteventilen, die den Zylinder bei Halt, Stromausfall und Rohrbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Pufferung des Steuerungssystems durch USV-Anlage (ISO 12100; 6.2.12.4), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan der USV einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	
-----	--	---	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

27.	Unerwartete Bewegungen durch Wiederkehr der Spannungsversorgung nach Ausfall (B1.10)	Der Wiederanlauf nach dem Ausfall der Energieversorgung ist zu verhindern.	3	5	2	1	8	H	<ul style="list-style-type: none"> - Steuerungstechnische Verhinderung des Wiederanlaufs (ISO 12100; 6.2.11.4, ISO 14118). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
-----	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

28.	Unerwartete Bewegungen durch Ausfall/Störung des Steuerungssystems (B1.10)	Unkontrollierte Bewegungen können zu Verletzungen führen und sind zu verhindern.	4	5	2	3	10	H	<ul style="list-style-type: none"> - Start gefahrbringender Bewegungen durch Tastendruck (keine Automatik) (ISO 12100; 6.2.11), - Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Brücke öffnen ist erst möglich, wenn Schranken geschlossen sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener, Wartungspersonal und Schiffsverkehr betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
-----	--	--	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Lebensphase: Betrieb – Normalbetrieb																	
siehe Phase „Brücke im Ruhezustand“ und „Betrieb, Allgemein“, zusätzlich:																	
Sperrung des Schiffsverkehrs durch Lichtsignalanlagen																	
29.	Überfahren der Signale der LSA für die Schifffahrt wegen unzureichender Sichtbarkeit, ungeeigneter Anordnung (Überforderung) (B1.8)	Durch Unübersichtlichkeit bzw. Stress kann es zum Überfahren „roter“ Lichtsignale kommen.	4	4	2	3	9	H	<ul style="list-style-type: none"> - Begrenzung der Geschwindigkeit der Klappenbewegung durch Pumpenauswahl (ISO 12100; 6.2.2.2), - Verdopplung der Signalgeber (ISO 12100; 6.2.12.4), - Einsatz einer LSA mit LED-Technologie, die auch bei schlechter Sicht erkennbar ist (ISO 12100; 6.2.4), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck – keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Einsehbarkeit der LSA gewährleisten (ISO 12100; 6.4.3), - Einsatz einer Lautsprecheranlage (ISO 12100; 6.4.3). 	1	4	1	1	6	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Die Standorte der Signalanlagen müssen so gewählt werden, dass eine ausreichende Sicht vom Wasserweg gewährleistet ist. Das absichtliche Missachten der LSA und das Begeben in den Gefahrenbereich können nicht ausgeschlossen werden und stellen ein branchenübliches Restrisiko dar.																	
30.	Überfahren der Signale der LSA für die Schifffahrt infolge Fehlfunktion oder Ausfall (B1.10)	Ausfall oder Fehlfunktion sind zu verhindern.	4	4	2	3	9	H	<ul style="list-style-type: none"> - Begrenzung der Geschwindigkeit der Klappenbewegung durch Pumpenauswahl (ISO 12100; 6.2.2.2), - Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Brücke schließen erst möglich, wenn LSA ausreichend lange „rot“ zeigen) (ISO 12100; 6.2.11), - Verdopplung der Signalgeber, da bei Sperrsignalen in der Regel zwei rote Signale leuchten (ISO 12100; 6.2.12.4), - Einsatz von LED-Signalgeber mit großer Lebensdauer (ISO 12100; 6.2.12), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck – keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Überwachung der Signalfunktion mit Rückmeldung an die Steuerung, Alarmierung bei Ausfall (ISO 12100; 6.2.11), 	1	4	1	1	6	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

								- Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für LSA einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).							
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.															
31.	Überfahren der Signale der LSA für die Schifffahrt infolge Ausfall der Energieversorgung (B1.10)	Der Ausfall der Energieversorgung darf nicht zu Gefahrensituationen führen	4	4	2	3	9	H	- Pufferung der Signalanlagen und des Steuerungssystems durch USV-Anlage (ISO 12100; 6.2.12.4), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für USV und LSA einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).	1	4	1	1	6	G
keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.															

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Sperrung des Rad- und Fußgängerverkehrs durch Lichtsignalanlagen

32.	Überfahren der Signale der LSA für den Rad- und Fußweg wegen unzureichender Sichtbarkeit, ungeeigneter Anordnung (Überforderung) (B1.8)	Durch Unübersichtlichkeit bzw. Stress kann es zum Überfahren „roter“ Lichtsignale kommen.	2	5	2	1	8	M	- Einsatz einer LSA mit LED-Technologie, die auch bei schlechter Sicht erkennbar ist (ISO 12100; 6.2.4), - Einsehbarkeit der LSA gewährleisten (ISO 12100; 6.4.3), - Einsatz einer akustischen Signalanlage (ISO 12100; 6.4.3).	1	5	1	1	7	G
keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.															

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das absichtliche Missachten der LSA und das Begeben in den Gefahrenbereich können nicht ausgeschlossen werden und stellen ein branchenübliches Restrisiko dar.

33.	Überfahren der Signale der LSA für den Rad- und Fußweg infolge Fehlfunktion oder Ausfall (B1.10)	Ausfall oder Fehlfunktion sind zu verhindern.	2	5	2	1	8	M	- Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Schranke schließen erst möglich, wenn LSA „rot“ zeigen) (ISO 12100; 6.2.11), - Einsatz von LED-Signalgeber mit großer Lebensdauer (ISO 12100; 6.2.12), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck - keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9),	1	5	1	1	7	G	X
keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.																

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

									<ul style="list-style-type: none"> - Überwachung der Signalfunktion mit Rückmeldung an die Steuerung, Alarmierung bei Ausfall (ISO 12100; 6.2.11), - Einsatz einer akustischen Signalanlage (ISO 12100; 6.4.3), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für LSA einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

34.	Überfahren der Signale der LSA für den Rad- und Fußweg infolge Ausfalls der Energieversorgung (B1.10)	Der Ausfall der Energieversorgung darf nicht zu Gefahrensituationen führen	2	5	2	1	8	M	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Ausfall der Energieversorgung sind gefahrbringende Bewegungen ausgeschlossen, sollte sich die Brücke gerade bewegen, ist der Zugang durch Schranken gesperrt (ISO 12100; 6.2.2), - Pufferung der Signalanlagen und des Steuerungssystems durch USV-Anlage (ISO 12100; 6.2.12.4), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für USV und LSA einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	
-----	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Schließen der Schranken

35.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile der Schranke (B1.1), Menschliches Fehlverhalten (B1.8)	Der Aufenthalt im Bewegungsbereich der Schranken kann zu Verletzungen führen. Der Aufenthalt von Personen in diesem Bereich ist zu verhindern bzw. zu überwachen.	3	5	3	1	9	H	<ul style="list-style-type: none"> - Auslegung und Ausstattung der Schranken entsprechend dem Stand der Technik und geltenden Normen (EN 12453, ZTV-ING 8.6), - Steuerungstechnische Verriegelung gefährlicher Bewegungen (z.B. Schranken schließen ist erst möglich, wenn Ampeln „rot“ sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Akustische Signalisierung vor Start der Schrankenbewegung (ISO 12100; 6.4.3, DIN 32974), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck - keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Lautsprecher zum Ansprechen des Verkehrs (ISO 12100; 6.4.3, ZTV-ING 8.6), 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
-----	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereignis vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereignis nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

								- Hinweis in der Betriebsanleitung über die möglichen Gefährdungen (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).									
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Auslösen der Schrankenbewegung hat für jede Schranke einzeln zu erfolgen.																	
36.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile der Brückenklaappe (B1.1) eingeschlossener Personen durch frühzeitiges Schließen der Schranken (B1.10)	Der Aufenthalt im Bewegungsbereich der Brückenklaappe kann zu Verletzungen führen. Der Aufenthalt von Personen in diesem Bereich ist zu verhindern bzw. zu überwachen.	4	5	3	1	9	H	- Akustische Signalisierung vor Start der Schrankenbewegung (ISO 12100; 6.4.3, DIN 32974), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck - keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Lautsprecher zum Ansprechen des Verkehrs (ISO 12100; 6.4.3, ZTV-ING 8.6), - Hinweis in der Betriebsanleitung über die möglichen Gefährdungen (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Es ist erforderlich, das Schließen der einzelnen Schranken durch Tastendruck (keine Automatik) des Bedieners nach ausreichend langer Signalisierung einzuleiten. Die Verantwortung für die vollständige Räumung der Brücke liegt beim Bediener.																	
37.	Quetschen, Scheren, Stoß durch Fehlfunktion oder Überlastung der Schranke (B1.1)	Unkontrollierte Schrankenbewegungen infolge äußerer Einwirkungen oder Fehlfunktion sind zu verhindern.	3	5	2	1	8	H	- Auslegung und Konstruktion der Schranken entsprechend den Witterungsverhältnissen, dem Stand der Technik und geltenden Normen (EN 12453, ZTV-ING 8.6), - Steuerungstechnische Verriegelung gefährlicher Bewegungen (z.B. Schranken schließen ist erst möglich, wenn Ampeln „rot“ sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850).	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X X
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Durch eine inhärent sichere Konstruktion der Schrankenanlage und eine steuerungstechnische Verriegelung unkontrollierter Schrankenbewegungen mit der übergeordneten Steuerung ist die Gefahr hinreichend gemindert.																	
38.	Unangepasste örtliche Beleuchtung (B1.8)	Das Nichterkennen geschlossener oder sich schließender Schranken kann zu Verletzungen führen.	2	5	2	1	8	M	- Angepasste örtliche Beleuchtung an den Schranken (ISO 12100; 6.2.8, DIN 13201-1), - Bestückung der Schrankenbäume mit Reflexfolien und roter Baumbeleuchtung (ISO 12100; 6.4.3, ZTV-ING 8.6 C1).	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer und Wartungspersonal be-	

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

			betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung wahrscheinlich.		betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	
--	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

39.	Ausfall der Energieversorgung (B1.10)	Der Ausfall der Energieversorgung darf zu keiner Bewegung von Anlagenkomponenten führen. Die Signalleuchten müssen aktiv bleiben.	2 5 2 1 8 M	<ul style="list-style-type: none"> - Auslegung und Konstruktion der Schranken entsprechend dem Stand der Technik und geltenden Normen (selbsthemmende Antriebseinheit bzw. Haltebremse) (EN 12453, ZTV-ING 8.6), - Pufferung der Signalanlagen, des Steuerungssystems und der Schrankenantriebe durch USV-Anlage (ISO 12100; 6.2.12.4), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Wartungsplan für USV einhalten (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1 5 1 1 7 G	
-----	---------------------------------------	---	-----------------------	--	-----------------------	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Öffnen und Schließen der Brückenklappe

40.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile der Brückenklappe (B1.1), Herabfallen von Gegenständen (B1.1)	<p>Rad- und Fußweg:</p> <p>Der Aufenthalt auf dem beweglichen Teil der Brücke bzw. in dessen Bewegungsbereich kann zu Verletzungen führen. Der Aufenthalt von Personen/Fahrzeugen in diesem Bereich ist zu verhindern bzw. zu überwachen.</p>	4 5 3 3 11 H	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Brücke öffnen ist erst möglich, wenn Schranken geschlossen sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Angepasste örtliche Beleuchtung an den Bedienstellen und Gefahrenbereichen (ISO 12100; 6.2.8, EN 12464), - Begrenzung der Geschwindigkeit der Klappenbewegung durch Pumpenauswahl (ISO 12100; 6.2.2.2), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck - keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Verhinderung des Zugangs zur Gefahrenstelle durch LSA und Schranken mit Überwachung der geschlossenen Stellung (ISO 12100; 6.3.2, 6.2.12, ZTV-ING 8.6), 	1 3 2 1 6 G	X
-----	---	--	------------------------	---	-----------------------	---

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

								<ul style="list-style-type: none"> - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 								X
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das absichtliche Überwinden der Absperrungen und das Begeben in den Gefahrenbereich können nicht ausgeschlossen werden und stellen ein branchenübliches **Restrisiko** dar.

41.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile der Brückenklaappe (B1.1), Herabfallen von Gegenständen (B1.1)	Schiffahrt: Der Aufenthalt unter der Brückenklaappe bzw. in deren Bewegungsbereich kann zu Verletzungen führen. Der Aufenthalt von Personen/Schiffen in diesem Bereich ist zu verhindern bzw. zu überwachen.	4	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Steuerungstechnische Verriegelung gefahrbringender Bewegungen (Brücke schließen erst, wenn die Durchfahrt durch LSA ausreichend lange gesperrt ist) (ISO 12100; 6.2.11), - Angepasste örtliche Beleuchtung an den Bedienstellen und Gefahrenbereichen (ISO 12100; 6.2.8, EN 12464), - Begrenzung der Geschwindigkeit der Klappenbewegung durch Pumpenauswahl (ISO 12100; 6.2.2.2), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck - keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	3	3	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung wahrscheinlich.	X
-----	--	--	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das absichtliche Missachten der „roten“ LSA und das Begeben in den Gefahrenbereich kann nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund obliegt dem Bediener beim Öffnen und Schließen der Brücke eine hohe Verantwortung, da nur er den Annäherungsbereich und den Bereich des Gegengewichts auf die Anwesenheit von Schiffen überwacht. Es bleibt daher ein branchenübliches **Restrisiko** bestehen. Während der Brückenbewegung ist der Bereich unter der Klappe gesperrt, so dass die Gefahr herabfallender Gegenstände reduziert wird.

42.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile der Brückenklaappe infolge Überlastung durch äußere Einwirkungen (z.B. Eis,	Durch die Überlastung des Antriebs kann es zu unkontrollierten Bewegungen mit den entsprechenden Folgen kommen.	4	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Kraftbegrenzung durch Druckbegrenzungsventile mit entsprechender Dimensionierung der Anschlusskonstruktion (ISO 12100, 6.2.2.2, ZTV-ING, 8.6, DIN 19704-1), - Elektrische Überwachung der maximalen Betriebsdrücke im Zylinder durch Drucksensoren mit Alarmierung an die Steuerung bevor 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Brückennutzer, Bediener und	X
-----	---	---	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

	Fremdkörper, Wind und Schnee (B1.9)		und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung möglich.						es zu unkontrollierten Bewegungen durch das Ansprechen der Druckventile kommt (ISO 12100, 6.2.11.6, DIN 19704-1), - Überwachung der Gefahrenbereiche während der Bewegung durch den Bediener (ISO 12100; 6.2.2), - Überwachung der max. Windstärke mit Alarmierung bei Überschreitung (ISO 12100; 6.2.11.6), - Laufzeitüberwachung des Antriebs (ISO 12100; 6.2.3), - Verhinderung des Zugangs zur Gefahrenstelle durch LSA und Schranken (ISO 12100; 6.3.2, 6.2.12, ZTV-ING 8.6), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).	Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.						
--	-------------------------------------	--	---	--	--	--	--	--	---	---	--	--	--	--	--	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Durch die Begrenzung der Antriebskräfte durch Druckventile mit zusätzlicher, elektrischer Überwachung sowie der Überwachung der Windgeschwindigkeit ist das Risiko hinreichend gemindert. Der Bediener ist optisch-akustisch auf die drohende Gefahr von zu starkem Wind aufmerksam zu machen.

43.	Überlastung der Antriebe und der Mechanik (B1.10) durch Not-Halt bzw. Stromausfall	Durch die Überlastung der Antriebe bzw. der Mechanik kann es zu unkontrollierten Bewegungen und zum Herausschleudern von Teilen kommen.	4	5	3	3	11	H	- Kraftbegrenzung (es wirken zusätzlich Massenkräfte) durch Druckbegrenzungsventile mit entsprechender Dimensionierung der Antriebstechnik und Mechanik für diese Belastung (ISO 12100, 6.2.2.2, 6.2.3, ZTV-ING 8.6, DIN 19704-1), - Begrenzung der Geschwindigkeit der Bewegungen, daraus resultiert Begrenzung der Massenkräfte (ISO 12100; 6.2.2.2), - Bremsenrichtung für Not-Halt muss ein gesteuertes Stillsetzen der Brücke in kürzester Zeit ermöglichen (ISO 12100; 6.2.11.3), - Lieferung der tragenden Teile der Antriebe und der Mechanik mit Abnahmeprüfzeugnis (EN 10204), - Verwendung von Senkbremsventilen mit definiertem Schließverhalten (ISO 12100; 6.2.4), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607).	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
-----	--	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Die Betätigung eines Not-Halt-Tasters leitet einen Halt der Brückenklappe der Stopp-Kategorie 1 ein. Der stromausfallbedingte Halt entspricht der Stopp-Kategorie 0.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

44.	Überfahren der Endlagen des Klappenantriebs (B1.1)	Die Überschreitung der Arbeitsbereiche kann zur Beschädigung der Klappenkonstruktion und zum Herausschleudern von Teilen führen.	2	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Kraftbegrenzung durch Einstellung der Druckbegrenzungsventile mit entsprechender Dimensionierung der Anschlusskonstruktion (ISO 12100; 6.2.3, DIN 19704-1), - Laufzeitüberwachung der Antriebe (ISO 12100; 12100; 6.2.3), - Abschaltung der Endlagen durch Sensoren mit antivalentem Schaltverhalten mit Überwachung auf Sensorfehler und Kabelbruch (DIN 19704-3), - Elektrische Überwachung der maximalen Betriebsdrücke (ISO 12100, 6.2.11.6, DIN 19704-1). 	1	5	1	1	7	G	X
			schwere Verletzungen als Folgewirkung möglich, Schiffsnutzer, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung möglich.						keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.							

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

45.	Unkontrollierte Bewegungsgeschwindigkeiten der Brückenklaappe (B1.1)	Zu hohe oder unkontrollierte Bewegungsgeschwindigkeiten sind zu verhindern. Die Konstruktion könnte beschädigt und Gegenstände herausgeschleudert werden.	2	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Verhinderung des Zugangs zur Gefahrenstelle durch LSA und Schranken mit Überwachung der geschlossenen Stellung (ISO 12100; 6.3.2, 6.2.12, ZTV-ING 8.6), - Begrenzung der Geschwindigkeit der Klappenbewegung durch förderstromgeregelte Pumpen bzw. Baugröße der Pumpen, Rückführung des Schwenkwinkelsignals auf die Steuerung (ISO 12100; 6.2.2.2), - Einleitung des Bremsvorgangs über Vorendschalter und Überwachung des Bremsvorgangs durch Kontrollschalter - Sensoren mit antivalentem Schaltverhalten mit Überwachung auf Sensorfehler und Kabelbruch (DIN 19704-3), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung. Nach Störfall Kontrolle der Mechanik und Hydraulik (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	X
			schwere Verletzungen als Folgewirkung möglich, Schiffsnutzer, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung möglich.						keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.						X	

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

46.	Quetschen, Scheren, Stoß durch Fehlfunktion (B1.1)	Unkontrollierte Bewegungen der Brücke sind zu verhindern.	3	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Steuerungstechnische Verriegelung gefährlicher Bewegungen (Brücke bewegen ist erst möglich, wenn LSA rot und Schranken zu sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Verwendung von bewährten Ventilen mit definierter Schaltstellung (federzentriert) (ISO 12100; 6.2.12.2), - Ausrüstung der Antriebszylinder mit Halteventilen, die den Zylinder bei Halt, Stromausfall und Rohrbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Überwachung der Endlagen durch Sensoren mit antivalentem Schaltverhalten mit Überwachung auf Sensorfehler und Kabelbruch (DIN 19704-3), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850). 	1	3	1	1	5	G	X
			schwere Verletzungen möglich, Schiffsnutzer, Brückennutzer, Bediener und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung möglich.							keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.						X
																X

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Schiffsdurchfahrt

47.	Fehler im Steuerungssystem (B1.1)	Die Freigabe des Schifffahrtsweges bei nicht vollständig geöffneter Brücke und laufender Hydraulik ist zu verhindern. Die gleichzeitige Freigabe für beide Fahrtrichtungen ist zu verhindern.	3	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Steuerungstechnische Verriegelung gefährlicher Bewegungen (Freigabe der Schifffahrtsöffnung nur in der oberen Endlage der Klappe) (ISO 12100; 6.2.11), - Überwachung der Endlagen durch Sensoren mit Überwachung auf Sensorfehler und Kabelbruch (ISO 12100, 6.2.11.6), - Freigabe des Schifffahrtsweges durch Tastendruck – keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850). 	1	5	1	1	5	G	X
			schwere Verletzungen möglich, Schiffsnutzer, betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung möglich.							keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.						X
																X

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

48.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile der Brückenklappe (B1.1), Zerstörung von Schiffen	Die Bewegung der Brücke während der Schiffsdurchfahrt ist zu verhindern.	3	5	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von bewährten Ventilen mit definierter Schaltstellung (federzentriert) (ISO 12100; 6.2.12.2), - Ausrüstung der Hubzylinder mit Halteventilen, die den Zylinder bei Halt, Stromausfall und Rohrbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Steuerungstechnische Verriegelung gefährlicher Bewegungen (Brücke schließen erst, wenn die Durchfahrt durch LSA ausreichend lange gesperrt ist, Freigabe der Schiffsfahrtsöffnung nur in der oberen Endlage der Klappe) (ISO 12100; 6.2.11), - Elektrische Überwachung der maximalen Betriebsdrücke im Zylinder durch Drucksensoren mit Alarmierung an die Steuerung bevor es zu unkontrollierten Bewegungen durch das Ansprechen der Druckventile kommt (ISO 12100, 6.2.11.6, DIN 19704-1), - Überwachung der Endlagen durch Sensoren mit Überwachung auf Sensorfehler und Kabelbruch (ISO 12100, 6.2.11.6), - Ausführung der Zylinder entsprechend den Vorschriften (z.B. mehrlippige Dichtsysteme) (DIN 19704), - Dimensionierung der Antriebstechnik und Mechanik für diese Belastung (ISO 12100, 6.2.2.2, 6.2.3, ZTV-ING 8.6, DIN 19704-1), - Lieferung der tragenden Teile der Antriebe und der Mechanik mit Abnahmeprüfzeugnis (EN 10204), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Schiffsnutzer, betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X	X	X	X
-----	---	--	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Öffnen der Schranken

(zusätzlich zum Schließen der Schranken)

49.	Quetschen, Scheren, Stoß durch Fehlfunktion der Schrankensteuerung (B1.1)	Unkontrollierte Schrankenbewegungen infolge Fehlfunktion sind zu verhindern.	3	5	2	1	8	H	<ul style="list-style-type: none"> - Steuerungstechnische Verriegelung gefährlicher Bewegungen (z.B. Schranken öffnen ist erst möglich, wenn Brücke geschlossen ist) (ISO 12100; 6.2.11), - Start der Bewegungsvorgänge durch Tastendruck - keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850). 	1	5	1	1	7	G	X
			schwere Verletzungen möglich, Brückennutzer und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung wahrscheinlich.							keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.						X

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Durch eine inhärent sichere Konstruktion ist das Risiko hinreichend gemindert.

Freigabe des Geh- und Radweges durch Lichtsignalanlagen

50.	Fehlfunktion des Steuerungssystems (B1.1)	Das unkontrollierte Abschalten bzw. Schalten der Lichtsignalanlagen auf „Grün“ ist zu verhindern.	2	5	2	1	8	M	<ul style="list-style-type: none"> - Steuerungstechnische Verriegelung gefährlicher Bewegungen (z.B. Schalten auf Grün ist erst möglich, wenn die Schranken geöffnet sind) (ISO 12100; 6.2.11), - Freigabe der Verkehrswege durch Tastendruck - keine automatischen Bewegungsabläufe (ISO 12100; 6.2.11.8/9). 	1	5	1	1	7	G	X
			schwere Verletzungen möglich, Brückennutzer und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung wahrscheinlich.							keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer und Wartungspersonal betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.						X

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Durch eine inhärent sichere Konstruktion ist das Risiko hinreichend gemindert.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Lebensphase: Notbetrieb (Wartungs- und Handnotbetrieb)

siehe Phase „Brücke im Ruhezustand“, „Betrieb, Allgemein“, „Betrieb - Normalbetrieb“, zusätzlich:

51.	Fehlbedienung durch unangepasste Gestaltung, Anordnung oder Erkennung von Steuerungseinrichtungen bzw. durch Überforderung (B1.8)	Fehlbedienung kann zur Verletzung von Personen führen. Die Möglichkeiten unbeabsichtigter Bedienungen sind zu begrenzen.	4	5	2	3	10	H	<ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung und eindeutige Kennzeichnung der Bedienelemente (ISO 12100; 6.2.8, EN 894), - Eingeschränkter Zugriff zu den Bedienelementen (Sicherung der Betätigungselemente durch Schlösser, Abdeckungen o.ä.) (ISO 12100; 6.3.2), - Aktivierung der Bedienebenen über Schlüsselschalter (ISO 12100; 6.2.11.10), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Klare Anweisungen über die Bedienabläufe in der Betriebsanleitung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	5	1	1	7	G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener betroffen, häufiger Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Im Notbetrieb liegt die Verantwortung bei dem Bediener, da keine steuerungstechnischen Verriegelungen aktiv sind. Es bleibt ein Restrisiko , welches nur durch genaue Befolgung der Betriebshinweise reduziert werden kann.																	
52.	Fehlender Zugang zu den Bedienstellen (B1.1; B1.8)	Zu den Bedienstellen des Notbetriebs muss ein sicherer Zugang ermöglicht werden.	2	3	3	1	7	G	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung sämtlicher Bedienelemente in gut zugänglichen Bereichen des Betriebsraumes bzw. an den Antriebszylinder (ISO 12100; 6.2.7, 6.2.15, ISO 14122), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Schutzausrüstung tragen (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.																	
53.	Ungesunde Körperhaltung bzw. besondere Anstrengung (B1.8)	Durch ungesunde Körperhaltung bzw. besondere Anstrengung kann es zu Störungen des Bewegungsapparates kommen.	2	3	2	1	6	G	<ul style="list-style-type: none"> - Begrenzung der Betätigungskraft für den Handantrieb entsprechend den Normen (ISO12100; 6.2.2.2, DIN 19704-1, EN 1005), - Ergonomischer Anordnung der Bedienelemente (ISO 12100; 6.2.7, 6.2.8, EN 614). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar,	

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

			Eintritt selten, Vermeidung wahrscheinlich.		Vermeidung wahrscheinlich.			
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert.								
54.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile der Brückenklappe (B1.1)	Während des Aufenthalts im Bereich der Brückenklappe muss das Fahren der Hydraulik von anderen Bedienstellen ausgeschlossen werden.	4 3 3 1 7 H	schwere bis tödliche Verletzungen möglich, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung wahrscheinlich. Aufenthalt außerhalb des Sichtbereichs des Bedieners möglich.	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Festlegung von Zugriffsberechtigungen für die Betriebsarten, Aktivierung der Bedienebenen über Schüsselschalter (ISO 12100; 6.4.5), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Möglichkeit der Trennung des Antriebs von der Energiequelle mit Verriegelung in dieser Stellung (Reparaturschalter mit Schloss) (ISO 12100; 6.3.5.4; EN 60204-1), - Klare Anweisungen über die Bedienabläufe in der Betriebsanleitung (ISO 12100; 6.4.5), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Erst Antriebe freischalten, dann Gefahrenbereich betreten. Während gefahrbringender Bewegungen ist der Aufenthalt im Gefahrenbereich verboten. (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1 3 1 1 5 G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.	X X

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist, dass der Bewegungsbereich der Klappe durch zusätzliches Personal abgesperrt und überwacht wird. Für die Kommunikation der Bediener sind geeignete Mittel vorzuhalten. Es bleibt ein **Restrisiko** durch menschliches Fehlverhalten.

55.	Fehlende Einsicht in die Gefahrenbereiche (B1.8)	Fehlende Einsicht kann durch die Bewegungsvorgänge zu Verletzung von Personen und/oder Sachschäden führen. Der Gefahrenbereich muss lückenlos eingesehen werden können.	4 3 3 1 7 H	schwere bis tödliche Verletzungen möglich, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich,	<ul style="list-style-type: none"> - Aufstellen der Vor-Ort-Bedienung im Bereich der optimalen Einsicht in die Bewegungsbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Angepasste örtliche Beleuchtung an den Bedienstellen und Gefahrenbereichen (ISO 12100; 6.2.8, EN 12464, DIN 13201-1), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung, Betrieb nur bei ausreichender Sicht (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1 3 1 1 7 G	keine bis leichte Personenschäden, Brückennutzer, Schiffsnutzer, Bediener, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar,	X
-----	--	---	-------------	--	--	-------------	---	---

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

			Vermeidung wahrschein- lich. Aufenthalt außer- halb des Sichtbereichs des Bedieners möglich.		Vermeidung wahrschein- lich.	
--	--	--	---	--	---------------------------------	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Bei allen Bedienhandlungen ohne direkte Sicht auf die Gefahrenbereiche (Bedienung aus dem Betriebsraum usw.) muss der Betrieb mit einer zweiten Bedienperson fortgesetzt werden. Es bleibt ein **Restrisiko** durch menschliches Fehlverhalten.

56.	Unkontrollierte Bewegungsgeschwindigkeiten der Brückenklappe (B1.1)	Zu hohe oder unkontrollierte Bewegungsgeschwindigkeiten während des Notbetriebs der Klappe sind zu verhindern.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">8</td> <td style="width: 20%; background-color: yellow;">M</td> </tr> </table>	2	3	2	3	8	M	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Begrenzung der Geschwindigkeit der Klappenbewegung durch förderstromgeregelte Pumpen bzw. Baugröße der Pumpen - Im Handnotbetrieb darf zur Begrenzung der Geschwindigkeit nur die Notpumpe eingeschaltet werden (ISO 12100; 6.2.2.2), - Start gefahrbringender Bewegungen durch Tastendruck ohne Selbsthaltung (keine Automatik) (ISO 12100; 6.2.11), - Begrenzung der Geschwindigkeit der Klappenbewegung beim Notschließen durch Auswahl des Stromventils (ISO 12100; 6.2.2.2), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv sind und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Klare Anweisungen über die Bedienabläufe und Risiken in der Betriebsanleitung (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607), - Festlegung von Zugriffsberechtigungen für die Betriebsarten (ISO 12100; 6.4.5). 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">5</td> <td style="width: 20%; background-color: green;">G</td> </tr> </table>	1	3	1	1	5	G	X
2	3	2	3	8	M													
1	3	1	1	5	G													

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Voraussetzung ist, dass der Bediener die Anweisungen der Betriebsabläufe befolgt, da er die Geschwindigkeit beim Notschließen durch das Öffnen des Notsenkventils bestimmt.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Lebensphase: Wartung und Instandhaltung																
siehe Phase „Brücke im Ruhezustand“, „Betrieb, Allgemein“, „Betrieb - Normalbetrieb“, „Betrieb - Notbetrieb“, zusätzlich:																
57.	Fehlender Zugang (B1.1; B1.8)	Zu den Konstruktionsteilen, die einer Einstellung oder laufenden Wartung bedürfen, muss ein sicherer Zugang ermöglicht werden.	2	3	3	1	7	G	- Schaffung von Zugangsmöglichkeiten zu Wartungspunkten und Sensoren (ISO 12100; 6.2.7, 6.2.15, 6.3.5.6, DIN 19704-2, ISO 14122), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Schutzausrüstung tragen (ISO 12100, 6.4.5; ISO 20607).	1	3	1	1	5	G	
			leichte bis schwere Verletzungen möglich, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung wahrscheinlich.						keine bis leichte Personenschäden, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.							
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. Für bestimmte Wartungspunkte (z.B. Kameraanlage, Beleuchtung, Windmessanlage) ist durch die großen Wartungsintervalle die Schaffung temporärer Zugangsmöglichkeiten zumutbar. Neben Hängerüstungen kommen hier Hubsteiger in Frage.																
58.	Ungesunde Körperhaltung bzw. besondere Anstrengung (B1.8)	Durch ungesunde Körperhaltung bzw. besondere Anstrengung kann es zu Störungen des Bewegungsapparates kommen.	2	3	3	1	7	G	- Ausrüstung schwerer Komponenten mit Anschlagösen (ISO 12100; 6.3.5.5, ZTV-W LB216/1, EN 1005), - Kennzeichnung von Anschlagpunkten und Angabe von Massen (ISO 12100; 6.4.4, 6.4.5).	1	3	1	1	5	G	
			leichte bis schwere Verletzungen möglich, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt möglich, Vermeidung wahrscheinlich.						keine bis leichte Personenschäden, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.							
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch ergänzende Schutzmaßnahmen und Benutzerinformation hinreichend gemindert.																
59.	Stoß durch herabfallende Gegenstände (B1.1)	Das Herabfallen von Bauteilen kann zu Verletzungen führen. Bei gleichzeitigen Arbeiten auf und unter der Brücke müssen Personen vor herabfallenden Gegenständen geschützt werden.	2	3	2	3	8	M	- Hinweis in der Betriebsanleitung: Das Arbeiten an der Brücke ist nur mit persönlicher Schutzausrüstung (Helm, Rettungskragen) zulässig. Hinweisschild (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607).	1	3	1	1	5	G	
			leichte bis schwere Verletzungen möglich, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt selten, Vermeidung möglich.						keine bis leichte Personenschäden, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.							

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Das Risiko ist durch Benutzerinformation hinreichend gemindert.																
60.	Quetschen, Scheren, Stoß durch bewegliche Teile, mechanische Gefährdung durch Bewegung der Brückenklappe (B1.1)	Der Aufenthalt im Bewegungsbereich der Klappe kann zu Verletzungen führen. Während der Wartungsarbeiten in diesem Bereich ist der Antrieb abzuschalten. Bei länger andauernden Arbeiten unter der geöffneten Brücke kann es zum Überschreiten der Einsatzgrenzen (Windstärke 8) bzw. zum Abschalten der Überwachungsfunktion der Steuerung kommen.	3	3	3	1	7	M	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung eines Schlüsselschalters für die Aktivierung des Bedienebenen/Betriebsarten (ISO 12100; 6.2.11.10), - Verwendung von bewährten Hydraulikventilen mit definierter Schaltstellung (federzentriert) (ISO 12100; 6.2.12), - Ausrüstung der Antriebe mit Halteventilen, welche die Zylinder bei Halt, Stromausfall und Rohrbruch leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Möglichkeit der Trennung des Antriebs von der Energiequelle mit Verriegelung in dieser Stellung (Reparaturschalter mit Schloss) (ISO 12100; 6.3.5.4; EN 60204-1), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Kein Aufenthalt im Klappenbereich während der Bewegung, Schutzausrüstung tragen (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607). 	1	3	1	1	5	G	X
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Bei Gefahr höherer Windstärken ist die Brücke umgehend zu schließen bzw. die manuelle Hochlagenverriegelung zu verwenden.																
61.	Aktivierung mehrerer Betriebsarten (B1.1)	Die Aktivierung mehrerer Betriebsarten kann zu Verletzungen von Personen führen. Es muss verhindert werden, dass mehrere Bedienebenen bzw. Betriebsarten gleichzeitig aktiviert werden können.	3	3	3	3	11	H	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von abschließbaren Betriebsartenschaltern für Bedienebenen / Betriebsarten mit gegenseitiger Verriegelung der Bedienebenen / Betriebsarten (ISO 12100; 6.2.11.10), - Not-Halt-Taster an allen Bedienstellen, die in allen Betriebsarten aktiv und allen Befehlen übergeordnet sind (ISO 12100; 6.3.5.2, ISO 13850), - Klare Anweisungen über die Bedienabläufe in der Betriebsanleitung (ISO 12100; 6.4.5). 	1	3	1	1	5	G	X
Risiko hinreichend gemindert: <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein. Die Anwahl der Betriebsarten erfolgt über einen abschließbaren Betriebsartenschalter. Bei Aktivierung einer Betriebsart ist die Anwahl und Ansteuerung aus einer anderen übergeordneten Betriebsart weder zulässig noch möglich. Die gleichzeitige Bedienung von mehreren Bedienebenen wird ebenfalls durch Umschalten zwischen den Bedienebenen mittels abschließbaren Betriebsartenschalters verhindert.																

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoereinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoereinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

62.	Herausspritzen von Flüssigkeiten unter Druck (B1.1)	Hydrauliköl kann unter hohem Druck austreten, gehobene Lasten können sich unkontrolliert bewegen, wenn die Hydraulikanlage vor Ventil-, Öl-, Schlauch- oder Filterwechsel nicht ausgeschaltet bzw. drucklos gemacht wird.	3	3	3	1	7	M	<ul style="list-style-type: none"> - Ausrüstung der Anlage mit einer ausreichenden Anzahl Druckanzeigen (Manometer) und Druckmessstellen (ISO 12100; 6.2.7, ISO 4413, DIN 19704-2, ZTV-W LB 126/1), - Möglichkeit zum manuellen Absenken der Brückenklappe (ISO 12100; 6.2.2.1, 6.2.7), - Ausrüstung der Antriebe mit Halteventilen, welche die Zylinder bei Halt, Stromausfall bzw. Öl-, Schlauch- und Filterwechsel leckfrei absperren (ISO 12100, 6.2.12.2, DIN 19704, ISO 4413), - Ausrüstung der Anlage mit Absperrventilen zur Teilabschaltungen und im Bereich von Schlauchleitungen (DIN 19704-2), - Möglichkeit der Trennung von der Energiequelle mit Verriegelung in dieser Stellung (Reparaturschalter mit Schloss) (ISO 12100; 6.3.5.4; EN 60204-1), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Vor Arbeiten an der Hydraulik sind angehobene Lasten abzusenken, die Anlage abzuschalten und drucklos zu machen. Bei Wartungsarbeiten ist persönliche Schutzausrüstung zu tragen. (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch inhärent sichere Konstruktion und ergänzende Schutzmaßnahmen hinreichend gemindert. Voraussetzung ist das Beachten der Betriebsanleitung.

63.	Unkontrollierte Bewegungen der Antriebe (B1.1)	Durch Luft im Hydrauliksystem kann es zu unkontrollierte Bewegungen kommen. Die Konstruktion könnte beschädigt und Gegenstände herausgeschleudert werden.	2	3	2	3	8	M	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bedienelemente außerhalb der Gefahrenbereiche (ISO 12100; 6.2.2), - Ausrüstung der Anlage mit einer ausreichenden Anzahl Druckmessstellen zur Entlüftung der Anlage (ISO 12100; 6.2.7, ISO 4413, DIN 19704-2, ZTV-W LB 126/1), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Die Anlage ist fachgerecht zu entlüften. Bei Wartungsarbeiten ist persönliche Schutzausrüstung zu tragen. (ISO 12100; 6.4.5; ISO 20607). 	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Bediener und Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
-----	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion hinreichend gemindert. . Voraussetzung ist das Beachten der Betriebsanleitung.

Lfd. Nr.	Gefährdung (ISO 12100, Tabelle B1)	Ereignis oder Schutzziel	Risikoeinschätzung vor Risikominderung						Risikominderung	Risikoeinschätzung nach Risikominderung						(X)
			Se	Fr	Pr	Av	Cl	R		Se	Fr	Pr	Av	Cl	R	

(X) Sicherheitsrelevante Steuerung notwendig

64.	Direkte Berührung unter Spannung stehender Teile (B1.2)	Bei Arbeiten an geöffneten Schaltschränken, Gehäusen u.ä. kann es zu Elektroschocks bzw. Verbrennungen durch hohe Kurzschlussströme kommen.	4	3	3	5	11	H	- Verwendung von Schaltschränken, Abdeckungen, Isolationen entsprechend den Normen und Vorschriften, Schutzmaßnahmen gegen direktes und indirektes Berühren (ISO 12100; 6.2.9, EN 60204-1, VDE 0100-410, DIN 19704-3, ZTV-W LB216/2), - Möglichkeit der Trennung von der Energiequelle mit Verriegelung in dieser Stellung (Reparaturschalter mit Schloss, Bypass-Schalter der USV) (ISO 12100; 6.3.5.4; EN 60204-1), - Ausrüstung der Verbraucher im Außenbereich mit FI-Schutzschalter (IEC 60204-1), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Zugang zu den Schaltschränken und elektrischen Anlagen nur für qualifiziertes Personal. Vor dem Öffnen von Schaltschränken sind diese Freizuschalten. Tragen von persönlicher Schutzausrüstung. Hinweisschild. Regelmäßige E-Revision (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607).	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
-----	---	---	---	---	---	---	----	---	--	---	---	---	---	---	---	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch eine inhärent sichere Konstruktion und ergänzende Schutzmaßnahmen hinreichend gemindert.

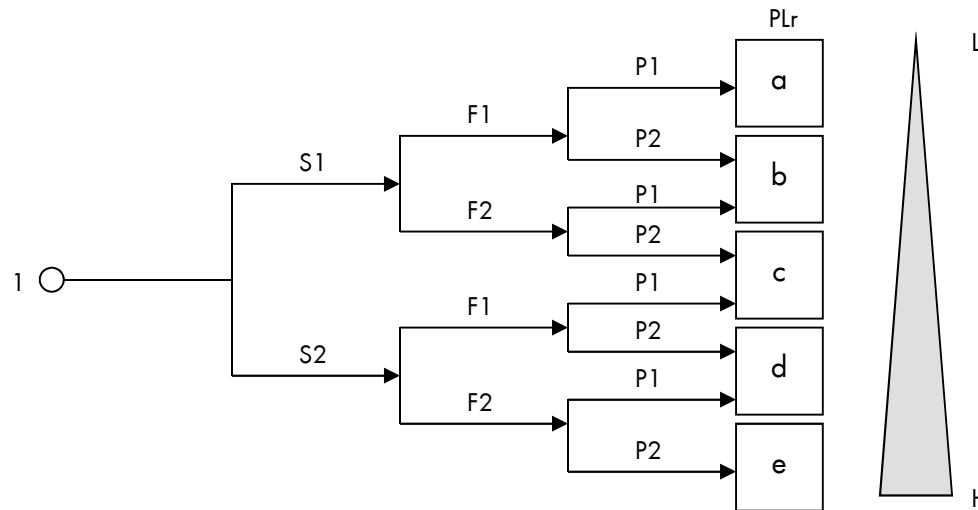
65.	Verbrennungen durch heißen Oberflächen (B1.3)	Heiße Oberflächen an den Antriebs- und Elektrokomponenten können zu Verbrennungen führen.	2	3	2	1	6	G	- Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren (ISO 14120), - Hinweis in der Betriebsanleitung: Bei Wartungsarbeiten ist persönliche Schutzausrüstung zu tragen. Hinweisschild - Piktogramm (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607).	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt vernachlässigbar, Vermeidung wahrscheinlich.
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Risiko hinreichend gemindert: Ja Nein. Das Risiko ist durch Benutzerinformation hinreichend gemindert.

66.	Kontakt mit gefährlichen Stoffen (B1.7)	Schmiermittel und Hydrauliköl können bei Kontakt Haut- und Augenreizungen verursachen.	1	3	2	1	6	G	- Hinweis in der Betriebsanleitung: Bei Wartungsarbeiten ist persönliche Schutzausrüstung zu tragen. Hinweisschild (ISO 12100; 6.4.5, 6.4.4; ISO 20607).	1	3	1	1	5	G	keine bis leichte Personenschäden, Wartungspersonal betroffen, seltener Aufenthalt von Personen, Eintritt
-----	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---

3.5 Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (SRP/CS)

Die Gestaltung der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen (SRP/CS) erfolgt entsprechend Bild 1-2 nach DIN EN ISO 13849-1:2023-12. Innerhalb der Entwurfsphase der Risikobeurteilung wird lediglich die Festlegung des erforderlichen Performance Levels PLr nach DIN EN ISO 13849-1:2016-06 entsprechend nachfolgendem Risikographen vorgenommen. Die eigentliche Gestaltung, Verifizierung und Validierung der Sicherheitsfunktion muss innerhalb der Ausführungsplanung bzw. innerhalb der Realisierung durch den AN durchgeführt werden.



Legende

- 1 Startpunkt zur Bewertung des Beitrags der Risikominderung
- L niedriger Beitrag zur Risikoreduzierung
- H hoher Beitrag zur Risikominderung
- PLr erforderlicher Performance Level

Risikoparameter: S

- S Schwere der Verletzung
- S1 leichte (üblicherweise reversible Verletzung)
- S2 ernste (üblicherweise irreversible Verletzung einschließlich Tod)
- F Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition
- F1 selten bis weniger häufig und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist kurz
- F2 häufig bis dauernd und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist lang
- P Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens
- P1 möglich unter bestimmten Bedingungen
- P2 kaum möglich

Gef. -Nr.	Gefährdung	S	F	P	PLr	Begründung der Einstufung	Sicherheitsmaßnahmen
-----------	------------	---	---	---	-----	---------------------------	----------------------

Steuerung der Brückenklappe							
30, 41, 46, 47, 48	Gefahr durch Schließen der Brücke während LSA der Schifffahrt „grün“ zeigt (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	2	1	1	c	(S2): bedeutende, irreversible Verletzungen durch Quetschstellen sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): langsame Bewegung der Brücke mit guter Einsicht auf das gefährdende Ereignis. Während des Schiffsdurchfahrt ist die Reaktion durch Bediener und Schiffsführer möglich.	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Sicherheitsfunktion 1:</i> Einschalten der Schifffahrtssignale auf „Grün“ (2xgrün nebeneinander) nur in der geöffneten Endlage. Bei Verlassen der geöffneten Stellung erfolgt Abschalten der „Grün“-Signale. (Zusätzlich sind die „Rot“-Signale einzuschalten.) – <i>Sicherheitsfunktion 2:</i> Schließen der Brücke nur bei abgeschalteten „Grün“ - und eingeschalteten „Rot“-Signalen für die Schifffahrt.
5, 19, 20, 28, 40, 46	Gefahr durch Bewegen der Brücke während sich Personen / Gegenstände im Gefahrenbereich befinden (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	2	2	1	d	(S2): bedeutende, irreversible Verletzungen durch Quetschstellen, Stoß an geöffneter Brückenklappe, Absturz von der Brücke sind möglich, (F2): ständiger Verkehr auf der Brücke im Ruhezustand, (P1): langsame Bewegung der Brücke mit guter Einsicht auf das gefährdende Ereignis. Reaktion durch Brückennutzer möglich.	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Sicherheitsfunktion 3:</i> Einschalten der Hydraulik für das Bewegen der Klappe nur bei geschlossenen Schranken.
46, 47, 48, 60	Gefahr durch selbsttätiges Absenken der Brückenklappe (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	2	1	1	c	(S2): bedeutende, irreversible Verletzungen durch Stoß- und Quetschstellen sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): Reaktion durch Schiffsführer bzw. Wartungspersonal möglich.	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Sicherheitsfunktion 1:</i> Einschalten der Schifffahrtssignale auf „Grün“ (2xgrün nebeneinander) nur in der geöffneten Endlage. Bei Verlassen der geöffneten Stellung erfolgt Abschalten der „Grün“-Signale. (Zusätzlich sind die „Rot“-Signale einzuschalten.) – <i>Sicherheitsfunktion 4:</i> Haltefunktion der hydraulischen Steuerung an den Zylindern.
42, 48	Überlastung der Antriebe (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	2	1	1	c	(S2): bedeutende, irreversible Verletzungen durch Quetschstellen sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): langsame Bewegung der Brücke mit guter Einsicht auf das gefährdende Ereignis. Während der Schiffsdurchfahrt ist die Reaktion durch Bediener und Schiffsführer möglich.	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Sicherheitsfunktion 5:</i> Elektrische Überwachung der Belastung durch Drucksensoren mit Stopp beim Bewegungsvorgang. – <i>Sicherheitsfunktion 6:</i> Elektrische Überwachung der Belastung durch Drucksensoren mit Verkehrssperrung beim Haltevorgang.

Gef. -Nr.	Gefährdung	S	F	P	PLr	Begründung der Einstufung	Sicherheitsmaßnahmen
44, 46, 47, 48	Gefahr durch Überfahren der Endlagenschalter der Brückenklappe (alle Betriebsarten)				b	– Die Anforderungen ergeben sich aus der DIN 19704-3, Pkt. 5.1.	– <i>Sicherheitsfunktion 7:</i> Sicheres Abschalten des Klappantriebs in den Endlagen.
45	Unkontrollierte Bewegungsgeschwindigkeit der Brückenklappe (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)				b	– Die Anforderungen ergeben sich aus der DIN 19704-3, Pkt. 5.1. (S1): reversible Verletzungen durch Herausschleudern von Teilen möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, Aufenthalt im Gefahrenbereich nur bei Wartung, (P1): Reaktion durch Bedien- und Wartungspersonal möglich.	– <i>Sicherheitsfunktion 8:</i> Sichere Überwachung der Vorendlagen und der Einleitung des Bremsvorgangs über Kontrollschalter.

Steuerung der Schranken							
Gef. -Nr.	Gefährdung	S	F	P	PLr	Begründung der Einstufung	Sicherheitsmaßnahmen
20, 33, 35, 37	Gefahr durch Schließen der Schranken während sich Personen im Gefahrenbereich befinden (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	2	1	1	c	(S2): bedeutende, irreversible Verletzungen möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): langsame Bewegung der Schranken mit guter Einsicht auf das gefährdende Ereignis.	– <i>Sicherheitsfunktion 9:</i> Ausführung der Ansteuerung der Schranken ohne Selbsthaltung (Totmannschaltung) gemäß der Typ-C-Norm EN 12453.
37, 49	Gefahr durch Öffnen der Schranken bei nicht geschlossener Brücke (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	2	1	1	c	(S2): bedeutende, irreversible Verletzungen möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): eintretendes Ereignis möglich, gemindert durch rote LSA und übersichtlichen Brückenverlauf. Reaktion durch Brückennutzer möglich.	– <i>Sicherheitsfunktion 10:</i> Öffnen der Schranken nur bei geschlossener Brücke.

Gef. -Nr.	Gefährdung	S	F	P	PLr	Begründung der Einstufung	Sicherheitsmaßnahmen
-----------	------------	---	---	---	-----	---------------------------	----------------------

Steuerung der Lichtsignalanlage (LSA) für den Rad- und Gehweg

33, 35, 37, 50	Gefahr durch defekte LSA (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	1	1	1	a	(S1): reversible Verletzungen durch Schrankenbewegung sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): langsame Bewegung der Schranken - Reaktion durch Bediener und Brückennutzer ist möglich. Akustische Signalisierung der gefahrbringenden Bewegung	– <i>Sicherheitsfunktion 11:</i> Schließen der Schranken nur bei „roter“ LSA. (Zusätzliche Verriegelung ohne Sicherheitsfunktion: Grün“-Schalten der LSA nur bei geöffneten Schranken.)
----------------	---	---	---	---	----------	---	---

Steuerung der Lichtsignalanlage (LSA) für Schifffahrtsverkehr

30, 41, 48	Gefahr durch defekte LSA (Ausfall/ Anzeige falscher Signalbilder) (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	2	1	1	c	(S2): bedeutende, irreversible Verletzungen durch Stoß- und Quetschstellen sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): langsame Bewegung der Brücke mit guter Einsicht auf das gefährdende Ereignis. Während der Schiffsdurchfahrt ist die Reaktion durch Bediener und Schiffsführer möglich.	– <i>Sicherheitsfunktion 2:</i> Schließen der Brücke nur bei abgeschalteten „Grün“ (2xgrün nebeneinander) - und eingeschalteten „Rot“-Signalen für die Schifffahrt.
46, 47, 48	Gefahr durch defekte LSA (Ausfall/ Anzeige falscher Signalbilder) (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	1	1	1	a	(S1): reversible Verletzungen durch Kollision sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): langsame Bewegung der Brücke mit guter Einsicht auf das gefährdende Ereignis. Während der Schiffsdurchfahrt ist die Reaktion durch Bediener und Schiffsführer möglich.	– <i>Sicherheitsfunktion 12:</i> Öffnen der Brücke nur bei abgeschalteten „Grün“ - und eingeschalteten „Rot“-Signalen für die Schifffahrt.
47, 48	Gefahr durch Freigabe der uneingeschränkten Durchfahrt bei nicht vollständig geöffneter Klappe (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	1	1	1	a	(S1): reversible Verletzungen durch Kollision sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): Während der Schiffsdurchfahrt ist die Reaktion durch Bediener und Schiffsführer möglich. Übersichtliche Schiffsdurchfahrt.	– <i>Sicherheitsfunktion 1:</i> Einschalten der Schifffahrtssignale auf „Grün“ (2xgrün nebeneinander) nur in der geöffneten Endlage. Bei Verlassen der geöffneten Stellung erfolgt Abschalten der „Grün“-Signale. (Zusätzlich sind die „Rot“-Signale einzuschalten.)
47	Gefahr durch gleichzeitige Freigabe für beide Fahrtrichtungen (alle Betriebsarten mit aktiver SPS)	1	1	1	a	(S1): reversible Verletzungen durch Kollision sind möglich, (F1): Zeit der Gefährdungsexposition kurz, (P1): Während der Schiffsdurchfahrt ist die Reaktion durch Bediener und Schiffsführer möglich. Übersichtliche Schiffsdurchfahrt.	– <i>Sicherheitsfunktion 13:</i> Kein gleichzeitiges „Grün“-Schalten (2xgrün nebeneinander) für beide Fahrtrichtungen.

Gef. -Nr.	Gefährdung	S	F	P	PLr	Begründung der Einstufung	Sicherheitsmaßnahmen
-----------	------------	---	---	---	-----	---------------------------	----------------------

Weitere sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen							
27	Gefahr durch Wiederanlauf der Antriebe nach dem Energieausfall (alle Betriebsarten)	2	1	1	c	(S2): schwere, irreversible Verletzungen sind möglich, (F1): seltenes Ereignis Energieausfall, (P1): Vermeidung durch langsame Bewegung der Brücke bzw. der Riegel ist möglich	– <i>Sicherheitsfunktion 14:</i> Verhinderung des Wiederanlaufs nach Stromausfall.
12, 54, 60, 61	Gefahr durch defekten Betriebsartenschalter (alle Betriebsarten)	2	1	1	(c) d	(S2): schwere, irreversible Verletzungen sind möglich, (F1): seltener Vorgang bedingt durch die Wartungsintervalle, (P1): Vermeidung durch langsame Bewegung der Brücke ist möglich. Hinweis: Da durch die Betriebsarten „Wartungsbetrieb“ und „Notbetrieb“ Sicherheitsverriegelungen aufgehoben werden, u.a. auch die Sicherheitsfunktion 3, wird der Performance-Level abweichend von der Einstufung mit Plr = d festgelegt.	– <i>Sicherheitsfunktion 15:</i> Sichere Umschaltung zwischen den Bedienebenen bzw. Betriebsarten. – <i>Sicherheitsfunktion 16:</i> Sicheres Einschalten des Notbetriebs.
12, 19, 20, 28, 29, 35, 36, 37, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 54, 56, 61	Defekt der Not-Halt-Einrichtung				e	– Da die Not-Halt-Einrichtung als ergänzende Schutzmaßnahme anzusehen ist und durch einen Defekt keine direkte Gefahr ausgeht, erfolgt keine Einstufung wie bei den anderen Gefährdungen. Das Plr wird nach der höchsten eingestufteten Gefährdung bzw. gemäß ZTV-ING 8.6 festgelegt.	– <i>Sicherheitsfunktion 17:</i> Sicheres Stillsetzen der Hydraulik-Antriebe bei Not-Halt. – <i>Sicherheitsfunktion 18:</i> Sicheres Stillsetzen der Schranken-Antriebe bei Not-Halt.

3.6 Verzeichnis der zitierten Normen und Dokumente

2006/42/EG	Maschinenrichtlinie
2014/35/EU	Niederspannungsrichtlinie
2014/30/EU	EMV-Richtlinie
DIN EN ISO 12100:2011-03	Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
DIN ISO/TR 14121-2:2013-02	Sicherheit von Maschinen – Risikobeurteilung – Teil 2: Praktischer Leitfaden und Verfahrensbeispiele
DIN EN ISO 13849-1:2023-12	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
DIN EN ISO 13849-2:2013-02	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
DIN EN ISO 13850:2016-05	Sicherheit von Maschinen – NOT-HALT – Gestaltungsleitsätze
DIN EN ISO 4413:2011-04	Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile
DIN EN ISO 11688-1:2009-11	Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen Maschinen und Geräte – Teil 1: Planung
DIN EN ISO 13732-1:2008-12	Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsmethoden für Reaktionen des Menschen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 1: Heiße Oberflächen
DIN EN ISO 13854:2020-01	Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
DIN EN ISO 14118:2018-07	Sicherheit von Maschinen – Vermeidung von unerwartetem Anlauf
DIN EN ISO 14120:2016-05	Sicherheit von Maschinen - Trennende Schutzeinrichtungen - Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen
DIN EN ISO 14122-1:2016-10	Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen
DIN EN ISO 14122-2:2016-10	Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege
DIN EN ISO 14122-3:2016-10	Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer
DIN EN ISO 14122-4:2016-10	Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 4: ortsfeste Steigleitern
DIN EN ISO 19353:2019-06	Sicherheit von Maschinen – Brandschutz
DIN EN ISO 20607:2019-10	Sicherheit von Maschinen - Betriebsanleitung - Allgemeine Gestaltungsgrundsätze

DIN EN 614-1:2009-06	Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze
DIN EN 894-1:2009-01	Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen
DIN EN 894-2:2009-02	Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 2: Anzeigen
DIN EN 894-3:2010-01	Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 3: Stellteile
DIN EN 981:2009-01	Sicherheit von Maschinen – System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale
DIN EN 1005-1:2009-04	Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe
DIN EN 1005-2:2009-05	Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen
DIN EN 1005-3:2009-01	Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen für Maschinenbetätigung
DIN EN 10204:2005-01	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
DIN EN 12464-1:2011-08	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen
DIN EN 12464-2:2014-05	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien
DIN EN 12453:2017-11	Tore – Nutzungssicherheit kraftbetätigter Tore – Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN 60204-1:2019-06	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 61000-6-2:2019-11	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche
E DIN 13201-1:2020-01	Straßenbeleuchtung - Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen
DIN 19704-1:2014-01	Stahlwasserbauten – Teil 1: Berechnungsgrundlagen
DIN 19704-2:2014-01	Stahlwasserbauten – Teil 2: Bauliche Durchbildung und Herstellung
DIN 19704-3:2014-01	Stahlwasserbauten – Teil 3: Elektrische Ausrüstung
DIN VDE 0100-410:2018-10	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag

ZTV-ING 8.6:2022-01	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten – Teil 9: Bauwerke – Abschnitt 2: Bewegliche Brücken
ZTV-W LB 216/1:2015 1. Änderung: 2018/12 2. Änderung: 2019/04	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau für Stahlwasserbau
ZTV-W LB 216/2:2014	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau für die elektrische Ausrüstung von Stahlwasserbauten
ASR A3.4:2014-04	Technische Regeln für Arbeitsstätten – Beleuchtung
ASR A3.4/7:2017-06	Technische Regeln für Arbeitsstätten – Sicherheitsbeleuchtung
ASR A2.2:2018-05	Technische Regeln für Arbeitsstätten – Maßnahmen gegen Brände
DGUV-Regel 113-020:2017-10	Hydraulik-Schlauchleitungen - Regeln für den sicheren Einsatz

4 Zusammenfassung

Die Risikobewertung hat gezeigt, dass die während dieser Phase erkannten Gefahren durch eine entsprechende Konstruktion, durch technische Schutzmaßnahmen und durch Benutzerinformationen hinreichend gemindert werden.

Für bestimmte Gefahren ist zur Risikominderung der Einsatz sicherheitsbezogener Steuerungen notwendig. Diese Sicherheitsfunktionen wurden mit erforderlichen Performance Levels PLr bewertet und sind in der Phase der Ausführungsplanung zu gestalten und durch quantitative Berechnungen mit dem erreichten Performance Level PL nachzuweisen.

Da die Brücke in geöffneter Stellung nicht verriegelt, sondern nur steuerungstechnisch überwacht wird, kommt der hydraulischen Steuerung eine Sicherheitsfunktion zu. Die Brücke muss sicher gehalten und ein Absenken verhindert werden. Dementsprechend haben die Ausführung der Zylinder und deren Ventiltechnik zu erfolgen. Durch eine entsprechend mechanische Auslegung des Zylinders mit mehreren Dichtungsebenen, redundant angeordneten bewährten Halteventilen mit federunabhängigem Schließverhalten durch den Lastdruck, schaltstellungsüberwachten Schwimmstellungsventilen mit vorgeschalteten Düsen zur Begrenzung der Senkgeschwindigkeit im Fehlerfall und bewährten, federbelasteten Druckventilen ist das Risiko hinreichend gemindert. Voraussetzung ist das sichere Erkennen eines Fehlers in der Haltefunktion durch fehlersichere Überwachung der oberen Endstellung mit Alarmierung des Bedieners und automatischer Sperrung des Schifffahrtsweges.

Beim Einleiten eines Stopp-Befehls während der Klappenbewegung wirken aufgrund des hohen Massenträgheitsmomentes große Massenkräfte. Diese werden über die Druckventile der Hydraulikantriebe abgebaut, um die Konstruktion vor Überlastung zu schützen. Demzufolge stoppt die Brückenklappe nicht ruckartig, sondern wird bis zum Stillstand abgebremst. D.h. vom Auslösen des Halt-Befehls bis zum Stillstand der Brücke kann im ungünstigsten Fall (Brücke schließen mit „Rückenwind“) einige Zeit vergehen. Um diese Zeit fest zu definieren, ist es vorgesehen, bei NOT-HALT die Brücke gezielt durch die Regelung der Hydraulik und zeitverzögertem NOT-HALT sicher abzubremesen. Diese Funktion (Safe Stop 1) entspricht einem gesteuerten Bremsen nach IEC 60204-1, Kategorie 1.

Um die Gefahr durch Fehlbedienungen (aus Unaufmerksamkeit, Überforderung o.ä.) und die damit verbundene Gefahr der Verletzungen von Personen auf ein Minimum zu reduzieren, sind durch die Steuerung (hard- und/oder softwareseitig) u.a. folgende Verriegelungsfunktionen sicherzustellen:

- Das Schließen der Schranken ist nur bei Rotsignal der Lichtsignalanlage für den Geh- und Radweg möglich.
- Die sicherheitstechnische Ausstattung der Schrankenanlagen hat entsprechend der geltenden Typ-C-Norm zu erfolgen.
- Das Öffnen und Schließen der Brückenklappe ist nur bei geschlossenen Schranken und gesperrter Wasserstraße möglich.
- Bei Fehler in der Hydraulik (Mindest- oder Maximaldrucküberwachung) ist die Brückenbewegung sofort zu stoppen.
- Bei Fehler im Bremsvorgang (Überwachung der Kontrollschalter) ist die Brückenbewegung sofort zu stoppen (Not-Halt-Vorgang).
- Eine Freigabe der schaltstellungsüberwachten Schwimmstellungsventile der Hubzylinder ist nur über die geschlossene Endlage der Brückenklappe möglich.

- Die Freigabe des Schifffahrtsweges ist nur in der geöffneten Brückenstellung möglich. Ein Verlassen der Endlage führt zur automatischen Sperrung des Schifffahrtsweges. Die gleichzeitige Freigabe in beide Fahrtrichtungen ist zu verhindern.
- Eine frühzeitige Freigabe der Brückenbewegung nach Wechsel auf „roter“ LSA für die Schifffahrt ist zu verhindern (Zeitverzögerung).
- Das Öffnen der Schranken ist nur bei geschlossener Brücke möglich.
- Die Freigabe der Verkehrswege ist nur bei geschlossener Brücke (Schifffahrt: Signal „1xweiß über 2xrot nebeneinander“) und geöffneten Schranken (Geh- und Radweg) möglich.

Die Ausführung der NOT-HALT-Einrichtung und der steuerungstechnischen Verhinderung des Wiederanlaufs hat mit dem geforderten Sicherheitsniveau zu erfolgen. Das Gleiche gilt für den Betriebsartenschalter.

Daneben sind durch die Steuerung weitere interne Überwachungsfunktionen zu realisieren, wie z.B. die Funktions- und Plausibilitätsprüfung der Sensoren (antivalentes Schaltverhalten, Überwachung von analogen Signalen usw.), die Überprüfung der Busverbindung oder das Vorhandensein der Signale der Lichtsignalanlagen.

Einige Gefahrensituationen sind unwahrscheinlich, können aber nicht vollständig ausgeschlossen werden. Dazu gehören:

- Schiffsführer eines Wasserfahrzeugs mit unzulässiger Durchfahrtshöhe missachtet die „rote“ LSA,
- Nichterkannter Aufenthalt von Schiffen im Bereich der Gegengewichte,
- Nichterkannte eingeschlossene Personen/Gegenstände auf der Brückenklappe,
- Öffnen der Brückenklappe bei zugefrorenen Wasserflächen, Eisgang, oder Fremdkörper unter den Gegengewichten.

Da die Schiffsdurchfahrt auch nach einer Totzeit nicht vollständig beendet sein muss bzw. Schiffsführer das „rote“ Lichtsignal ignoriert haben oder Schiffe sich im Bereich der Gegengewichte aufhalten können, bleibt somit ein Restrisiko beim Bewegen der Brückenklappe ohne ausreichende Einsichtnahme in die Gefahrenbereiche auch bei „roter“ Lichtsignalanlage erhalten. Diese Gefahr kann mithilfe einer manuellen Tastenbetätigung zum Starten der Klappenbewegung sowie durch NOT-HALT-Taster an allen Bedienstellen zwar reduziert aber nicht ausgeschlossen werden. Es bleibt ein branchenübliches Restrisiko.

Das Öffnen der Brücke bei zugefrorenen Wasserflächen, Eisgang oder Fremdkörpern unter den Gegengewichten obliegt allein der Beobachtung des Bedienpersonals. Für diese Gefahr ist keine steuerungstechnische Verriegelung möglich. Das Risiko wird durch die Ausführung der Zylinder und deren Ventiltechnik minimiert. Das Überlasten der Antriebe ist ausgeschlossen. Die Brücke kann jedoch nicht vollständig geöffnet werden.

Während zu viel Schnee/Eis auf der Klappe das Anheben verhindert (durch die Einstellung der Druckventile) und damit unkontrollierte Bewegungen ausschließt, könnte zu viel Wind bei geöffneter Klappe zur Überlastung der Antriebe führen. Demnach ist die Windmessanlage als sicherheitsrelevante Komponente (aber ohne Sicherheitseinstufung) zu sehen. Durch diese wird der Bediener auf die drohende Überschreitung der max. zulässige Windstärke hingewiesen. Aus diesem Grund ist für die Windmessanlage ein Ultraschall-Anemometer vorzusehen, das auch Windböen zuverlässig erkennt. Der Standort des Anemometers muss so gewählt werden, dass bei jeder Windrichtung der wahre Wind an der Brückenklappe widergespiegelt wird. Windschatten von umliegenden Gebäuden sind zu berücksichtigen. Ab Windstärke 7 sollte der Bediener auf die drohende Gefahr aufmerksam gemacht werden.

Bei Zweifel an der Funktion bzw. bei Ausfall der Anlage sind bei offensichtlich starkem Wind anderweitig Erkundigungen über Windstärke, Sturm- oder Wetterwarnungen (z.B. DWD) einzuholen. Zusätzlich wird die Kraft auf die Antriebszylinder permanent durch Drucksensoren überwacht, um vor dem Ansprechen der Druckventile und der damit verbundenen Gefahr der Bewegung der Brückenklaappe Alarm auszulösen und den Verkehrsweg (Schifffahrt) zu sperren.

Einige Maßnahmen, die die Sicherheit der Antriebsanlage erhöht haben, wurden primär zur Erhöhung der Verfügbarkeit vorgesehen. Dazu gehören die redundant ausgelegten Endschalter für die Brückenstellungen. D.h. das Bedienen der Anlage ist auch beim Ausfall eines Endschalters möglich, nachdem die Störmeldung und der Hinweis auf einen unverzüglichen Wechsel des Endschalters durch den Bediener quittiert wurden. Um den unverzüglichen Wechsel des defekten Endschalters sicherzustellen und das Risiko des Ausfalls beider Sensoren zu reduzieren, ist die Anzahl der Brückenzüge mit diesem Fehler durch die Steuerung zu begrenzen (z.B. 5 Stück).

Neben der Tolerierung des Sensorausfalls können weitere Funktionsstörungen und die damit verbundenen Verriegelungen durch Betätigung von Schlüsselschaltern überbrückt werden (Bagatellstörungen zur Erhöhung der Verfügbarkeit, entsprechend ZTV-ING 8.6, Abschnitt B2.6, Absatz (10) bis (12)):

- Störungen der Druckschalter und Drucksensoren der Hydraulik (z.B. permanente Druckanzeige auch bei ausgeschalteter Pumpe),
- Störungen der Radwegsignale (z.B. Ausfall eines Signalgebers),
- Störung der Schranken,
- Störung der Signale für Geh- und Radweg,
- Störung der Schifffahrtssignalanlage.

Das Umgehen dieser Fehler ist nur nach eingehender Überprüfung der Störungsursache und dem Ausschluss eines gefährlichen Zustandes zulässig. Gegebenenfalls sind gleichwertige Sicherungsmaßnahmen zu treffen (z.B. Aufstellen einer temporären Absperrung bei Schrankenausfall verbunden mit zusätzlichem Vor-Ort-Personal, Notbetrieb der Schranken).

Die Zugriffsberechtigung und die Qualifikation für die Betätigung der Schlüsselschalter zur Überbrückung der Verriegelungen sind im weiteren Verlauf der Planungen und der Realisierung mit dem Betreiber der Brückenanlage abzustimmen.

Die gleiche Problematik trifft auf die verfügbaren Notbetriebsarten (Wartungs- und Reparaturbetrieb) und Sonderbetriebsarten zu, wie z.B. den Betrieb bei Stromausfall. Eine einmalige Einweisung bzw. Schulung des Bedienpersonals für diese Sonderfälle ist nicht ausreichend, da diese zu selten auftreten. Eine Überforderung (Hektik, Stress) des Bedieners kann dann zu Fehlhandlungen führen. Es ist ein Havarie-Training nach starrem Zyklus vorzuschreiben. Mögliche Gefährdungen innerhalb der Notbetriebsarten wurden durch das Bewegen der Klappe mit reduzierter Geschwindigkeit und im Tippbetrieb (Totmannschaltung) gemindert.

Die Zuverlässigkeit der einzelnen Bauteile, insbesondere der sicherheitsbezogenen elektrischen und elektronischen Bauteile, ist nicht für die vorhergesehene Lebensdauer der Brücke gegeben. Die Austauschintervalle der jeweiligen Komponenten müssen in der Betriebsanleitung berücksichtigt werden.

Informationen und Warnhinweise, welche für den sicheren Betrieb an der Brücke angebracht werden, sind vorzugsweise als Piktogramm oder ansonsten mehrsprachig auszuführen.

Die Betriebsanleitung muss neben dem allgemeinen Inhalt (DIN EN ISO 12100, Absatz 6.4.5) weitere aus der Risikobewertung hervorgehende spezifische Hinweise enthalten.