DGUV Test
Prüf- und Zertifizierungsstelle
Elektrotechnik
Fachbereich Energie Textil
Elektro Medienerzeugnisse

Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Schlüsseltransfersystemen

Stand: 2025-11

GS-ET-31

DGUV Test
Prüf- und Zertifizierungsstelle Elektrotechnik
Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln

Wir prüfen für Sie. Mit Sicherheit

Vorwort

Bei Einhaltung der Anforderungen dieses Prüfgrundsatzes, die im Wesentlichen auf die im Abschnitt 1.2 aufgeführten Technischen Regelwerke basieren, ist davon auszugehen, dass eine Übereinstimmung mit den wesentlichen Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG), der 1. Verordnung zum ProdSG (1. ProdSV – Verordnung über elektrische Betriebsmittel) und der 9. Verordnung zum ProdSG (9. ProdSV – Maschinenverordnung) sowie des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG) gegeben ist.

Dieser Prüfgrundsatz tritt mit Veröffentlichung in Kraft und ist ohne Übergangsfrist verbindlich anzuwenden.

Dieser Prüfgrundsatz wird, den neuesten Erkenntnissen auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und dem technischen Fortschritt folgend, von Zeit zu Zeit überarbeitet und ergänzt. Für die Prüfung durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle Elektrotechnik im Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse ist stets die neueste Ausgabe verbindlich.

Dieser Prüfgrundsatz enthält wesentliche Anforderungen und Prüfungen für den Nachweis, dass Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5 und Schlüsseltransfersysteme als Sicherheitsbauteile im Sinne der Maschinenverordnung in Verkehr gebracht werden können.

Änderungen der Ausgabe 2025-11 gegenüber der Ausgabe von 2024-06:

– Redaktionelle Anpassungen
– Normausgabe angepasst: DIN EN ISO 14119: 2025-09

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **2**
1 Allgemeines 4
1.1 Anwendungsbereich 4
1.2 Rechtliche Grundlagen und Technische Regelwerke 4

2 Begriffe **7**

3 Einzureichende Unterlagen **11**

4 Anforderungen und Prüfungen **11**
4.1 Allgemeine Prüfanforderungen 11
4.2 Aufschriften und Kennzeichnung 12
4.3 Betriebsanleitung 14
4.4 Verkaufsprospekte 16
4.5 Anforderungen an den Bau und das Verhalten des Schalters 16
4.6. Festlegung für die Gestaltung von Schlüsseltransfersystemen 16
4.7 Mechanische Festigkeit 21
4.7.1 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Schwingungen und Schocks 22
4.7.2 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Schläge 23
4.8 Umgebungseinflüsse 24
4.9 Beständigkeit gegen feuchte Wärme und Isolationsfähigkeit 24
4.10 Zuhaltekraft 25
4.11 Mechanische Lebensdauer 25
4.12 Glühdrahtprüfung 26
4.13 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 27
4.14 Elektrische Ausrüstung 27
4.15 Validierung nach DIN EN ISO 13849-2 29
4.16 Abzugskraft (Schlüssel) 32
4.17 Blockierkraft 32
4.18 Betätigungskraft am Schloss 33
4.19 Äußere Materialien und Beschaffenheit 33

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Prüfgrundsatz dient als Prüfgrundlage für die Prüfung und Zertifizierung von Schlüsseltransfersystemen.

Je nach Technologie und Funktionsumfang (z. B. in der Ausführung der Schlüssel oder in der Signalverarbeitung) können ggf. weitere Anforderungen zutreffend und Prüfungen erforderlich sein.

1.2 Rechtliche Grundlagen und Technische Regelwerke

Die Grundlagen dieses Prüfgrundsatzes bilden nachfolgend aufgeführte EU-Richtlinien, Verordnungen, Normen und Spezifikationen.

2006/42/EG	EG-Maschinenrichtlinie
(EU) 2023/1230	EU-Maschinenverordnung
DIN EN 894-3:2010-01	Sicherheit von Maschinen; Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Stellteilen; Teil 3: Stellteile
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 14119: 2025-09	Sicherheit von Maschinen; Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen; Leitsätze für Gestaltung und Auswahl
DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019-06	Sicherheit von Maschinen; Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2014-09	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10):2023-10	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-10: Prüfverfahren mit dem Glühdraht – Glühdrahtprüfeinrichtungen und allgemeines Prüfverfahren

DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11):2022-12	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfverfahren mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glühdraht zur Entflammbarkeit von Enderzeugnissen
DIN EN 60695-2-12 (VDE 0471-2-12):2022-11	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-12: Prüfverfahren mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glühdraht zur Entflammbarkeit (GWFI) von Werkstoffen
DIN EN 60695-2-13 (VDE 0471-2-13):2022-11	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-13: Prüfverfahren mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit (GWIT) von Werkstoffen
DIN EN IEC 60947-1 (VDE 0660-100):2022-03	Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen
DIN EN IEC 60947-3 (VDE 0660-107):2021-09	Niederspannungsschaltgeräte – Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten
DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200):2018-03	Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente, Elektromechanische Steuergeräte
DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01	Umgebungseinflüsse – Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte
DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05	Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme
DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10	Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)
DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27):2010-02	Umgebungseinflüsse – Teil 2-27: Prüfverfahren – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken
DIN EN 60068-2-75 (VDE 0468-2-75):2015-08	Umgebungseinflüsse – Teil 2-75: Prüfungen – Prüfung Eh: Hammerprüfungen
DIN EN 60068-2-78 (VDE 0468-2-78):2014-02	Umgebungseinflüsse – Teil 2-78: Prüfverfahren – Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant

DIN EN 61326-3-1 (VDE 0843-20-3-1):2018-04	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil 3-1: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) – Allgemeine industrielle Anwendungen
DIN EN 61000-6-7 (VDE0839-6-7):2015-12 [optional]	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-7: Fachgrundnormen – Störfestigkeitsanforderungen an Geräte und Einrichtungen, die zur Durchführung von Funktionen in sicherheitsbezogenen Systemen (funktionale Sicherheit) an industriellen Standorten vorgesehen sind
GS-ET-20:2020-04	Zusatzanforderungen für die Prüfung und Zertifizierung von Sicherheitsschaltgeräten
AfPS GS 2019:01 PAK 2020-04-10	Prüfung und Bewertung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei der Zuerkennung des GS-Zeichens

2 Begriffe

2.1 Schlüsseltransfersystem

System, das (eine) Sicherheitsfunktion(en) oder einen Teil der Sicherheitsfunktion(en) erfüllt und mindestens zwei verschiedene Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5 umfasst, die durch den Transfer eines Schlüssels zusammenarbeiten.

2.2 Verriegelungseinrichtung der Bauart 5 (Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfer)

Einrichtung, die durch Sperren oder Freigabe eines Schlüssels oder mehrerer Schlüssel in einem bestimmten Schlüsseltransfersystem eine Funktion erfüllt.

ANMERKUNG Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5 sind Komponenten des Schlüsseltransfersystems, z. B. Schlüsselschalter, Schlüsselwechselstationen.

2.3 Schlüsselschalter (Schlüsselschalter als Teil von Schlüsseltransfersystemen)

Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfer, die einen Schalter umfasst, der ausschließlich mittels eines Schlüssels betätigt werden kann.

2.4 Magnet-Schlüsselschalter (Magnet-Schlüsselschalter als Teil von Schlüsseltransfersystemen)

Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfer, die einen Schlüsselschalter umfasst, der durch die Betätigung eines Magneten mechanisch gesperrt werden kann.

2.5 Schlüssel

Der Schlüssel ist das Element, durch das gleichkodierte Schlösser betätigt werden können.

2.6 Schlüsselwechselstation

Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfer, bei der durch das Einstecken eines oder mehrerer Schlüssel(s) ein oder mehrere Schlüssel mit einer anderen Codierung freigegeben wird/werden und der (die) eingesteckte(n) Schlüssel gesperrt wird (werden).

2.7 Zugangssperre

Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfer, die dafür vorgesehen ist, eine trennende Schutzeinrichtung in Schlüsseltransfersystemen in der geschlossenen Stellung zu halten (im Englischen: to lock) und die über den Schlüsseltransfer mit der Steuerung verbunden ist.

ANMERKUNG Zugangssperren können auch dafür verwendet werden, andere Objekte als trennende Schutzeinrichtungen in der geschlossenen Position zu halten, z. B. Trennschalter, Ventile oder Schranken.

2.8 Betätiger

Separates Teil einer Verriegelungseinrichtung, das den Zustand der trennenden Schutzeinrichtung (geschlossen oder nicht geschlossen) an das Betätigungssystem überträgt.

Beispiel:
Ein an der trennenden Schutzeinrichtung befestigter Nocken, eine geformte Zunge, ein Reflektor, ein Magnet, ein RFID-Transponder.

ANMERKUNG Ein in einem Schlüsseltransfersystem verwendeter Schlüssel wird nicht von dieser Definition abgedeckt.

2.9 Blockiereinrichtung

Die Blockiereinrichtung ist das Teil der Zugangssperre, welches den Betätiger in Schutzstellung hält und nur durch die Betätigung des Schlosses freigegeben werden kann.

2.10 Riegel (Sperrmittel)

Der Riegel ist das Teil des Magnet-Schlüsselschalters, welches ein Betätigen des Schlosses zur Freigabe des Schlüssels verhindert.

2.11 Hilfsstromschalter mit Zwangsöffnung

Hilfsstromschalter mit einem oder mehreren Öffnern, die mit dem Bedienteil des Schalters über nicht federnde Teile so verbunden sind, dass die vollständige Kontaktöffnung der (des) Öffner(s) erreicht ist, wenn das Bedienteil den Zwangsöffnungsweg mit der vom Hersteller angegebenen Kraft zurückgelegt hat.

2.12 Lasttrennschalter

Lastschalter, der in der offenen Stellung die für einen Trennschalter festgelegten Anforderungen erfüllt.

2.13 Zwangsöffnung (eines Schaltgliedes)

Sicherstellung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Bedienteils des Schalters über nicht federnde Teile (z. B. nicht abhängig von einer Feder).

2.14 Verriegelungseinrichtung

Mechanische, elektrische oder sonstige Art einer Einrichtung, die den Zweck hat, die Ausführung von gefahrbringenden Maschinenfunktionen unter festgelegten Bedingungen zu verhindern (im Allgemeinen so lange, wie die trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist).

2.15 Bolzenschloss

Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfer, welche einen Bolzen ausfährt, um ein Objekt zu sperren.

Beispiel:
Bolzenschlösser können verwendet werden, um z. B. Lasttrennschalter, Ventile oder Schiebetüren zu sperren.

2.16 Zeitverzögerte Schlüsselfreigabe

Verriegelungseinrichtung mit Schlüsseltransfer, die einen Schlüssel freigibt, nachdem eine vorher festgelegte Zeitspanne verstrichen ist.

2.17 Umgehen (Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art)

Vernünftigerweise vorhersehbare, entweder von Hand oder durch Benutzung leicht verfügbarer Gegenstände, vorgenommene Handlung, durch die Verriegelungseinrichtungen außer Betrieb gesetzt oder umgangen werden, so dass eine Maschine nicht wie vom Konstrukteur vorgesehen oder nur ohne die notwendigen Schutzmaßnahmen verwendet wird.

2.18 Mechanische Lebensdauer

Sie kennzeichnet die Verschleißfestigkeit einer Komponente. Sie ist durch die Anzahl der Schaltspiele ohne elektrische Last bestimmt, für die die Komponente ausgelegt ist.

2.19 Elektrische Lebensdauer

Die elektrische Lebensdauer von Geräten wird ausgedrückt durch die Anzahl von Schaltspielen unter Last nach den in der DIN EN 60947-5-1 angegebenen Betriebsbedingungen, die ohne Reparatur oder Ersatz von Teilen durchgeführt werden können.

2.20 Kodierungsstufen

2.20.1 Kodierter Betätiger mit geringer Kodierungsstufe

Kodierter Betätiger, für den 1 bis 9 Kodierungsmöglichkeiten verfügbar sind.

2.20.2 Kodierter Betätiger mit mittlerer Kodierungsstufe

Kodierter Betätiger, für den 10 bis 1.000 Kodierungsmöglichkeiten verfügbar sind.

2.20.3 Kodierter Betätiger mit hoher Kodierungsstufe

Kodierter Betätiger, für den mehr als 1.000 Kodierungsmöglichkeiten verfügbar sind.

2.21 Sicherheitsbezogenes Teil einer Steuerung (SRP/CS)

Teil einer Steuerung, das auf sicherheitsbezogene Eingangssignale reagiert und sicherheitsbezogene Ausgangssignale erzeugt.

2.22 Schlüssellaufplan

Zeichnung, Schema oder Diagramm, die/das das Schlüsseltransfersystem zusammen mit dessen einzelnen Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5 und die Abfolge(n), in der/denen diese zu betätigen sind, darstellt.

3 Einzureichende Unterlagen

Für die technische Prüfung müssen mindestens die nachfolgenden Unterlagen eingereicht werden:

- alle Informationen, die mit dem Schlüsseltransfersystem ausgeliefert werden (z. B. Betriebsanleitung, Montageanleitung, Wartungsanleitung usw.)
- Verkaufsprospekt
- Blockschaltplan
- Stromlaufplan (falls notwendig)
- Technische Zeichnungen
- Stückliste
- Festigkeitsberechnungen
- Technische Dokumentation nach DIN EN ISO 13849-1, Abschnitt 12
- Datenblätter verwendeter Bauteile
- Schlüssellaufplan.

Die Prüfstelle kann bei Bedarf weitere Unterlagen anfordern.

4 Prüfungen

4.1 Allgemeine Prüfanforderungen

Schlüsseltransfersysteme müssen, soweit zutreffend, allen nachfolgenden Anforderungen genügen. Bei keiner der Prüfung darf ein Prüfling ausfallen.

Über die nachfolgenden Mindestanforderungen hinausgehende Herstellerangaben müssen getrennt nachgewiesen werden.

Die Prüfungen werden an vollständigen Schlüsseltransfersystemen entsprechend den vom Hersteller genannten Bemessungsdaten durchgeführt. Die Prüfgrößen an elektrischen Komponenten dürfen von den Bemessungswerten wie folgt abweichen:

Grenzabweichungen der elektrischen Prüfgrößen:	DIN EN IEC 60947-1, Tabelle 18
Grenzabweichung der mechanischen Prüfgrößen:	± 10 %

Wenn in den einzelnen Prüfanweisungen nichts Weiteres angegeben ist, ist die ordnungsgemäße Funktion des Schlüsseltransfersystems vor der ersten und nach jeder Einzelprüfung festzustellen.

4.2 Aufschriften und Kennzeichnung

Jedes Schlüsseltransfersystem muss mindestens mit folgenden Aufschriften erkennbar, deutlich lesbar (z. B. Schrifthöhe = 2 mm, guter Kontrast) und dauerhaft versehen sein:

Für die Abschnitte 4.2.1 bis 4.2.7 gilt:

Prüfung: Besichtigen, Prüfen auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit der Angaben, Messen der Schrifthöhe, Reibetest (Reiben jeweils 15 s mit einem wasser- und einem mit Testflüssigkeit*) getränkten Baumwolltuch).

Nach den Prüfungen müssen die Aufschriften gut lesbar sein. Es darf nicht möglich sein, Aufschriftenschilder leicht von Hand zu entfernen, auch dürfen sie sich nicht gewellt oder gekräuselt haben.

*) Als Testflüssigkeit ist das chemische Produkt mit der Handelsbezeichnung "n-Hexan zur Analyse", welches die Anforderungen der in DIN EN 60335-1 und DIN EN 62368-1 definierten Testflüssigkeit erfüllt, zu verwenden.

4.2.1 An jeder Verriegelungseinrichtung der Bauart 5 des Systems:

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers/Bevollmächtigten
- Bezeichnung des Sicherheitsbauteils (z. B. Schlüsselschalter)
- CE-Kennzeichnung
- Baureihe oder Typbezeichnung
- ggf. Seriennummer
- Baujahr
- IP-Schutzart (bei elektrischen/elektronischen Komponenten)

4.2.2 An einer beliebigen Verriegelungseinrichtung der Bauart 5 des Systems:

- Bezeichnung des Systems (z. B. Schlüsseltransfersystem)

4.2.3 Zwangsöffnender Hilfsstromschalter

- Kennzeichnung nach DIN EN 60947-5-1

4.2.4 Lasttrennschalter

- Kennzeichnung nach DIN EN IEC 60947-3

4.2.5 Schlüssel

- Firmenname oder Ursprungszeichen
- Kennzeichnung zur Zuordnung der Schlüssel (z. B. Beschriftung)

4.2.6 Zugangssperre

Zusätzlich zu Abschnitt 4.2.1, wenn zutreffend:

- Symbol Zwangsöffnung [IEC 60617-S00226(2001-07)]
- Symbol für die Überwachung der Zugangssperre (Kennzeichnung der zwangsöffnenden Kontakte für die Sperrmittelüberwachung)
  ANMERKUNG Alternativ kann das Symbol in der Betriebsanleitung eingefügt werden (DIN EN ISO 14119, Bild 13).
- Zeichen für Schutzklasse II oder III, falls zutreffend
- IEC 60947-5-1 oder DIN EN 60947-5-1, falls der Hersteller die Übereinstimmung mit dieser Norm in Anspruch nimmt, sowie zutreffende Kennzeichnung nach DIN EN 60947-5-1
- Zuhaltekraft F (Vorzugswert: ≥ 1000 N)
  Die angegebene Zuhaltekraft F muss ≤ der durch Prüfung ermittelten Kraft F_{ZH} sein! (siehe hierzu auch Punkt 4.10)
  ANMERKUNG Angabe kann auch ausschließlich in der Betriebsanleitung erfolgen
- Schaltglieder von Wechslern müssen mit dem zutreffenden Zeichen für die Form Za oder Zb entsprechend DIN EN 60947-5-1, Bild 4 gekennzeichnet sein
- bei Zugangssperren mit Notentsperrung: Hinweis, dass die Notentsperrung nur im Notfall zu benutzen ist
  ANMERKUNG Alternativ kann dieser Hinweis durch den Anwender erfolgen (siehe Abschnitt 4.3).

4.2.7 Sonstige elektrische/elektronische Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5 (z. B. Zeitverzögerung, Bolzenschloss mit Überwachung, Magnet-Schlüsselschalter)

Zusätzlich zu Abschnitt 4.2.1, wenn zutreffend:

- Zeichen für Schutzklasse II oder III, falls zutreffend
- Symbol für die Überwachung des Sperrmittels (Kennzeichnung der zwangsöffnenden Kontakte für die Sperrmittelüberwachung)
  ANMERKUNG Alternativ kann das Symbol in der Benutzerinformation eingefügt werden (DIN EN ISO 14119, Bild 13).
- Symbol Zwangsöffnung [IEC 60617-S00226(2001-07)]
- IEC 60947-5-1 oder DIN EN 60947-5-1, falls der Hersteller die Übereinstimung mit dieser Norm in Anspruch nimmt, sowie zutreffende Kennzeichnung nach DIN EN 60947-5-1
- Schaltglieder von Wechslern müssen mit dem zutreffenden Zeichen für die Form Za oder Zb entsprechend DIN EN 60947-5-1, Bild 4 gekennzeichnet sein

4.3 Betriebsanleitung

Dem Schlüsseltransfersystem sind die Informationen beizulegen, die einen ordnungsgemäßen Anschluss und die Inbetriebnahme ermöglichen.

Hinweise, die die Sicherheit betreffen, müssen in einer Sprache abgefasst sein, die in dem Land akzeptiert wird, in dem das Schlüsseltransfersystem installiert werden soll.

Ist die Betriebsanleitung nicht in deutscher Sprache abgefasst, ist eine deutsche Übersetzung vorzulegen. Die Prüfung erfolgt dann anhand der deutschen Übersetzung.

In der mit dem Schlüsseltransfersystem mitgelieferten Betriebsanleitung müssen, soweit zutreffend, folgende kennzeichnende Merkmale des Schlüsseltransfersystems angegeben werden:

- Vermerk „Originalbetriebsanleitung“ oder „Übersetzung“
- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers/Bevollmächtigten
- Baureihen- oder Typbezeichnung
- Bezeichnung des Sicherheitsbauteils
- Konformitätserklärung oder inhaltliche Wiedergabe der Konformitätserklärung (bis auf Seriennummer und Unterschrift)
- allgemeine Beschreibung und bestimmungsgemäße Verwendung, Anleitung(en) zur Montage, zur Installation
- Wartungsanleitung und Einstellanweisungen (falls notwendig)
- Beschreibung des Verhaltens bei Störungen (falls notwendig)
- Angabe der Leiterart sowie des größten und kleinsten Leiterquerschnitts, für den die Anschlussklemmen geeignet sind
- Erfassungsbereich des Betätigungssystems. Z.B. minimaler Betätigungsradius, bei gebogenem oder vorgespanntem Betätiger ggf. auch der max. Betätigungsradius
- bei Verzögerungseinrichtungen: Angabe der Verzögerungszeit
- Zuhaltekraft F (Vorzugswert: ≥ 1000 N; siehe hierzu auch Abschnitt 4.10), ggf. auch für weitere Bewegungsrichtungen
- die Kodierungsstufe (gering, mittel, hoch gemäß DIN EN ISO 14119) für individuell kodierte Betätiger
- Angabe des B_{10D}-Wertes
- folgende Angaben gemäß DIN EN ISO 13849-1:
  – Kategorie
  – PL
  – $MTTF_D$ oder PFH oder PFH_D
- Anschlussplan/Stromlaufplan
- Applikationsbeispiele
- Schlüssellaufplan, ggf. zusätzlich Funktionsbeschreibung
- Warnhinweis in Bezug auf die vorhersehbare Fehlanwendung
- Warnhinweis bezüglich Kodiervergabe, wenn erforderlich (siehe Abschnitt 4.6.6.1)
- Spezifikation der Sicherheitsfunktion(en)
- Hinweis zur Einbindung von Verzögerungseinrichtungen in Bezug auf das Zeitverhalten
- Angaben zu Restrisiken

- IP-Schutzart
- Hinweis an den Anwender, dass das Gesamtkonzept, in welches das Schlüsseltransfersystem eingebunden wird, nach DIN EN ISO 13849-2 zu validieren ist, sowie eine Beispielrechnung zur Bestimmung des PL für ein Gesamtkonzept
- Angabe, unter welchen Rahmenbedingungen der PL ermittelt wurde (inkl. Erläuterungen zu Fehlerausschlüssen); siehe Hinweis im Abschnitt 4.15 dieses Prüfgrundsatzes
- Angabe der Umgebungsbedingungen, unter denen das Schlüsseltransfersystem eingesetzt werden darf
- Hinweis, wenn auf Grund der Risikobewertung nicht ausgeschlossen werden kann, dass Personen im Gefahrbereich eingeschlossen werden können, Zugangssperren mit zusätzlich zu entnehmendem Schlüssel (persönlicher Schlüssel) oder gleichwertige Maßnahmen zu verwenden sind
- die in DIN EN 60947-5-1, Abschnitte 5.1 und K.5.4 oder DIN EN IEC 60947-3, Abschnitt 6.1 aufgeführten Informationen können auch in Begleitdokumenten zur Betriebsanleitung dem Produkt beigefügt werden
- Hinweis bzgl. Reparatur
- Hinweise auf Funktionsprüfungen vor der ersten Inbetriebnahme und Wiederholungsprüfungen
- Hinweis darauf, dass bei Montage und Betrieb die Anforderungen der DIN EN ISO 14119, insbesondere der Abschnitt 8 „Konstruktion zur Verringerung des Anreizes zum Umgehen auf ein Minimum“, zu berücksichtigen sind
- Hinweis auf mögliche Einschränkungen der Gebrauchslage, insbesondere hinsichtlich zu erwartender Funktionsstörungen beim Einsatz in stark verschmutzter Umgebung
- Hinweis auf mögliche Einschränkung des Anwendungsbereiches, insbesondere hinsichtlich der Einflüsse durch Verschmutzung (z. B. Späne, Staub, Flüssigkeiten)
- Hinweis auf ordnungsgemäße Befestigung und Fixierung der Zugangssperre inkl. Betätiger und des Bolzenschlosses wie vom Hersteller vorgegeben.
- Hinweis, dass Zugangssperre inkl. Betätiger und Bolzenschlösser so angeordnet werden (wenn erforderlich geschützt), dass ein Ausfall durch vorhersehbare äußere Einwirkungen (z. B. als mechanischer Anschlag) vermieden wird
- Hinweis, dass die Zugangsstelle der Hilfsentriegelung nach der Montage verplombt/versiegelt werden muss, um eine betriebsmäßige Benutzung zu unterbinden
- bei Zugangssperre mit Fluchtentriegelung: Hinweis, dass das Stellteil so angeordnet sein muss, dass nur eine Betätigung von der Fluchtseite (Gefahrbereich) her erfolgen kann
- bei Zugangssperre mit Notentsperrung: Hinweis, dass die Notentsperrung so anzubringen und/oder zu schützen ist, dass ein unbeabsichtigtes Öffnen der Zugangssperre vermieden wird
- bei Zugangssperren mit Notentsperrung **und** falls eine Aufbringung des Hinweises auf dem Gehäuse (siehe Abschnitt 4.2.6) nicht praktikabel ist:
- Hinweis an den Anwender, dass bei Verwendung einer Notentsperrung diese deutlich mit dem Hinweis gekennzeichnet sein muss, dass sie nur im Notfall zu benutzen ist. Dieser Hinweis kann auf einem separaten Schild erfolgen, das in der Nähe der Notentsperrung angebracht werden muss.
- Hinweis darauf, dass die Verfügbarkeit von Ersatzbetätigern und -schlüsseln ein einfaches Umgehen von Schutzeinrichtungen ermöglicht. Daher muss ebenfalls darauf hingewiesen werden, dass die Verfügbarkeit durch organisatorische Maßnahmen geregelt werden muss. Gleiches gilt für Schlüssel für das Zurücksetzen der Not- oder Fluchtentriegelung.

Prüfung: Sichtprüfung und Prüfung auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit

4.4 Verkaufsprospekte

Verkaufsprospekte, in denen das Sicherheitsbauteil beschrieben wird, dürfen in Bezug auf dessen Anwendung nicht der Betriebsanleitung widersprechen. Verkaufsprospekte müssen alle zur Auswahl des Schlüsseltransfersystems notwendigen Angaben enthalten, einschließlich der Spezifikation der sicherheitsrelevanten Funktion(en).

Prüfung: Sichtprüfung und Prüfung auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit

4.5 Anforderungen an den Bau und das Verhalten des Schalters

Schalter in Schlüsseltransfersystemen dürfen für die Einbindung in Sicherheitsstromkreise nur zwangsöffnende Hilfsstromschalter oder Lasttrennschalter enthalten.
Für Meldezwecke können auch andere Schalter eingesetzt werden.

4.5.1 Zwangsöffnende Hilfsstromschalter nach DIN EN 60947-5-1

Zwangsöffnende Hilfsstromschalter müssen den Anforderungen der DIN EN 60947-5-1, einschließlich Anhang K entsprechen.

Prüfung: Prüfung nach DIN EN 60947-5-1, einschließlich Anhang K

4.5.1.1 Arten von Schaltgliedern bei Hilfsstromschalter

Die Anforderungen von DIN EN 60947-5-1, Abschnitt K7.1.4.6.1 werden wie folgt ergänzt:

Sind Wechsler der Ausführungsformen C oder Za in dem Schaltelement vorhanden und der Öffner wird für eine Sicherheitsfunktion verwendet, dann darf der Schließer nicht belegt (nicht angeschlossen/angeklemmt) werden. In der Betriebsanleitung ist ein entsprechender Hinweis vorzunehmen.

Prüfung: Besichtigung des Schaltkontaktes und Kontrolle der technischen Unterlagen

4.5.2 Lasttrennschalter nach DIN EN IEC 60947-3

Lasttrennschalter müssen den Anforderungen der DIN EN IEC 60947-3 entsprechen.

Prüfung: Besichtigung und Kontrolle der technischen Unterlagen, Prüfung nach DIN EN IEC 60947-3

4.6. Festlegungen für die Gestaltung von Schlüsseltransfersystemen

4.6.1 Anordnung und Befestigung von Schaltern für Sicherheitsaufgaben

4.6.1.1 Lasttrennschalter

Folgende Anforderungen gelten:

- Das Gehäuse des Schalters muss formschlüssig mit dem Schlossgehäuse verbunden sein. Die Kraftübertragung zwischen Schloss und Schalter muss formschlüssig ausgeführt sein.

Die Verbindungs- und Übertragungselemente müssen ohne Beschädigung einer Zugkraft von 250 N (Linearschlüssel) bzw. einem Drehmoment von 5 Nm (Drehschlüssel) standhalten.

- Der Schalter muss so befestigt sein, dass die Betätigungswelle sowie deren Aufnahme am Schloss in einer Mittelachse liegen und die Welle nicht auf Durchbiegung belastet wird.

- Bei Linearbetätigungen können zusätzliche Anforderungen nötig sein.

Prüfung: a) Besichtigen, Funktionskontrolle und Kontrolle der Zeichnungen, Stücklisten und Festigkeitsberechnungen
b) Drehmoment- oder Zugprüfung (Lastzunahme max. 1 Nm/s bzw. 50 N/s), dabei darf sich kein Bauteil bleibend verformen
c) Soll das Systemverhalten für Kategorie 3 oder 4 (siehe Abschnitt 4.15) erreicht werden, sind die 2- oder 4-fachen Belastungswerte prüftechnisch nachzuweisen.

4.6.1.2 Hilfsstromschalter mit Zwangsöffnung

Der Schalter muss:

- eine eindeutig definierte Position haben
- zum Lösen ein Werkzeug erfordern
- gegen Selbstlockern geschützt sein
- eine ausreichende Festigkeit aufweisen, um den einwandfreien Betrieb zu gewährleisten.

Prüfung: Besichtigen, Funktionskontrolle und Kontrolle der Zeichnungen und Stücklisten

4.6.2 Anordnung und Befestigungen von Steuernocken

Der Steuernocken muss:

- zum Lösen ein Werkzeug erfordern
- gegen Selbstlockern geschützt sein
- den Hilfsstromschalter mit Zwangsöffnung oder das Sperrmittel weder beschädigen noch die Haltbarkeit beeinträchtigen.

Prüfung: Besichtigen, Funktionskontrolle und Kontrolle der Zeichnungen und Stücklisten

4.6.3 Zugangssperre/Bolzenschloss

Der Betätiger der Zugangssperre muss durch das Einrücken eines starren Teiles formschlüssig die Zuhaltefunktion realisieren.

Alle Teile der Zugangssperre, die zum Blockieren eines Betätigers vorgesehen sind, müssen formschlüssig wirken.

Befestigungselemente des Bolzenschlosses und der Zugangssperre inkl. Betätiger müssen zuverlässig wirken.

Wenn das Bolzenschloss/die Zugangssperre Vorkehrungen zur Einstellung der Lage der Komponente besitzt (z. B. Langlöcher), müssen zusätzlich Maßnahmen zur eindeutigen Lagefixierung vorhanden sein (z. B. durch Bohrungen in Kombination mit nicht entfernbaren Befestigungsmitteln, Bolzen oder Passstiften).

Das Bolzenschloss und die Zugangssperre dürfen keine Langlöcher als alleinige Befestigungsmittel verwenden.

Die Selbstlockerung von Zugangssperre inkl. Betätiger und Bolzenschloss muss verhindert werden.

Bei einem drehbaren Betätiger müssen alle Teile, die zum Blockieren des Betätigers vorgesehen sind, einem Drehmoment am Betätiger von 5 Nm standhalten.

ANMERKUNG 1 Die Drehmomentprüfung ist an einem neuen Baumuster durchzuführen.

ANMERKUNG 2 Bei einem Linearbetätiger wird die Festigkeit der Blockiereinrichtung ausschließlich in Verbindung mit Abschnitt 4.10 dieses Prüfgrundsatzes nachgewiesen.

Prüfung: Besichtigen, Kontrolle der Zeichnungen, Stücklisten, Festigkeitsberechnungen, wenn erforderlich
Drehmomentprüfung: Soll das Systemverhalten für Kategorie 3 oder 4 (siehe Abschnitt 4.15) erreicht werden, sind die 2- oder 4-fachen Belastungswerte prüftechnisch nachzuweisen.

4.6.4 Verzögerungseinrichtung

4.6.4.1 Verzögerungszeit

Bei Verzögerungseinrichtungen darf die angegebene Verzögerungszeit nicht unterschritten werden.

Prüfung: Funktionsprüfung, Zeitmessung

4.6.5 Magnet-Schlüsselschalter

4.6.5.1 Anforderungen an die Sperreinrichtung

4.6.5.1.1 Sperreinrichtung mit Federkraft

Die Sperreinrichtung muss durch das Einrücken eines starren Teiles formschlüssig wirken.

Der Riegel (Sperrmittel) muss durch Federkraft in der Sperrstellung gehalten werden. Federn, die den Riegel in der gesperrten Lage halten, müssen bewährte Federn nach DIN EN ISO 13849-2, Anhang A, Tabelle A.2 sein.
Der Riegel muss so gestaltet sein, dass er den zu erwartenden Kräften während des Normalbetriebes des Magnet-Schlüsselschalters standhält.

Prüfung: Besichtigen, Kontrolle der Datenblätter und Prüfung im Rahmen von Abschnitt 4.17 dieses Prüfgrundsatzes; wenn erforderlich, Simulation eines Federbruchs

4.6.5.1.2 Elektromagnetische Betätigung der Sperreinrichtung

Die elektromagnetische Betätigung der Sperreinrichtung muss auch bei schwankender Bemessungsbetriebsspannung bestimmungsgemäß arbeiten.

Prüfung: Kontrolle des Datenblattes und Betreiben der Sperreinrichtung bei 85 % und 110 % der Bemessungsbetriebsspannung

4.6.5.1.3 Stellungsüberwachung des Riegels (Sperrmittel)

Einschaltbefehle für gefahrbringende Zustände dürfen nur wirksam werden, wenn sich der Schlüssel im Schloss des Magnet-Schlüsselschalters, der Schalter sich in Ein-Stellung und der Riegel sich in Sperrstellung befindet. Dies bedingt eine Stellungsüberwachung des Riegels, z. B. mit mindestens einem zwangsöffnenden Hilfsstromschalter nach DIN EN 60947-5-1, Anhang K.

Prüfung: Besichtigen, Kontrolle der Datenblätter und Funktionsprüfung

4.6.5.2 Optionale Komponenten des Magnet-Schlüsselschalters

Sind Stillstandswächter oder Sicherheitsschaltgeräte mit abfallverzögerten Kontakten Bestandteil des Magnet-Schlüsselschalters, so müssen diese den Anforderungen des GS-ET-20 entsprechen.

Prüfung: nach GS-ET-20

4.6.6 Schutz gegen Umgehen

Schlüsseltransfersysteme müssen so beschaffen sein, dass die Schutzfunktion nicht auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art unwirksam gemacht werden kann.

Die allgemeinen Anforderungen der DIN EN ISO 14119, Abschnitte 8.3 und 8.4 zum Schutz gegen Umgehen sind zu berücksichtigen.

Besondere Beachtung muss hier auf folgende Elemente gelegt werden:

- Schlüssel
- Schloss
- Blockiereinrichtung
- Betätiger

Allgemeine Festlegungen zur Durchführung der Prüfungen:

Die Prüfung wird ohne tieferes Verständnis für das Funktionsprinzip der Komponenten, von Hand oder unter Verwendung von leicht verfügbaren Gegenständen, entsprechend DIN EN ISO 14119 durchgeführt.

Die Verwendung von zwei gleichen Gegenständen ist zulässig, wenn die Konstruktion eine offensichtliche Umgehungsmöglichkeit mit zwei Gegenständen erkennen lässt.

Leicht verfügbare Gegenstände sind z. B.

- Schrauben, Nadeln, Blechstücke
- Gegenstände des täglichen Gebrauchs, wie Schlüssel, Münzen, Klebeband, Bindfaden und Draht
- Werkzeuge (z. B. Schraubendreher, Schraubenschlüssel, Sechskantschlüssel und Zangen)
- Gegenstände, die ohne die Verwendung weiterer Werkzeuge oder Vorrichtungen leicht von Hand herzustellen sind (z. B. von Hand gebogener Draht, von Hand gebogenes Blech, gefaltete Pappe)

Speziell zum Zweck des Umgehens gefertigte Gegenstände, die nur mit Werkzeugen oder Vorrichtungen in mehr als einem Arbeitsgang gefertigt werden können, sind keine leicht verfügbaren Gegenstände.

4.6.6.1 Schlüssel

- darf nur auf das zugehörige Schloss passen (Kodierung)
- darf nur in der Position der definierten Schutzstellung entnommen werden können
- darf nicht über z. B. einen Schlüsseldienst oder mit Handwerkzeugen vervielfältigt werden

Prüfung: a) Analyse des Kodiersystems/-verfahrens
b) Erproben mit Schlüsseln unterschiedlicher Kodierung

4.6.6.2 Schloss

Darf nur mit dem zugehörigen Schlüssel betätigt werden können.

Prüfung: Umgehungsversuche mit leicht verfügbaren Gegenständen

4.6.6.3 Blockiereinrichtung

- Der Schlüssel an der Zugangssperre darf nur entnommen werden können, wenn der zugehörige Betätiger sich in Schutzstellung befindet.

- Die Blockiereinrichtung darf sich nicht mit leicht verfügbaren Gegenständen umgehen lassen, die den Betätiger simulieren.

- Die Befestigungselemente des Gehäuses der Blockiereinrichtung dürfen nicht von Hand gelöst werden können und sollten gegen Demontage gesichert werden.

Prüfung: gemäß Abschnitt 4.6.6 dieses Prüfgrundsatzes

4.6.6.4 Betätiger

Die Befestigungselemente des Betätigers dürfen nicht von Hand gelöst werden können und müssen gegen Demontage gesichert werden.

Wenn der Hersteller Befestigungsschrauben für den Betätiger vorsieht, müssen dies Einwegschrauben sein oder Schrauben, die eine vergleichbare Schutzwirkung aufweisen.

Eine Beeinflussung des Betätigeraufbaus mit leicht verfügbaren Gegenständen mit Ziel des Umgehens darf nicht möglich sein.

Das Kodierungsverfahren muss geeignet sein, die in der Betriebsanleitung angegebene Kodierungsstufe zu realisieren.

Die Anzahl der möglichen Kodierungen muss mit der angegebenen Kodierungsstufe übereinstimmen.

Wenn zutreffend muss sichergestellt sein, dass bei der Auslieferung von Produkten jeder Kodierungsstufe eine ausreichende statistische Mischung unterschiedlicher Codes vorliegt.

Prüfung: a) Besichtigung der Befestigungsschrauben, falls mitgeliefert
b) gemäß Abschnitt 4.6.6 dieses Prüfgrundsatzes
c) Plausibilitätsprüfung anhand des beschriebenen Kodierungsverfahrens und vier unterschiedlich kodierter Prüfmuster
d) Plausibilitätsprüfung der Beschreibung der Maßnahmen zum Erreichen einer ausreichenden statistischen Durchmischung

ANMERKUNG Die Anforderungen/Prüfungen an eine ausreichende Mischung unterschiedlicher Codes sind abhängig von der Anzahl unterschiedlicher Kodierungen. Wird nur eine Kodierung realisiert, entfallen die Anforderungen.

4.7 Mechanische Festigkeit

Die Komponenten des Schlüsseltransfersystems müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit gegenüber den bestimmungsgemäß zu erwartenden Beanspruchungen, z. B. Erschütterungen, Schläge oder Stöße haben.

Prüfung: Einzelprüfungen nach Abschnitten 4.7.1 und 4.7.2 dieses Prüfgrundsatzes

Allgemeine Bewertungskriterien nach jeder Einzelprüfung:

1. Es dürfen elektrische aktive Teile nicht berührbar geworden sein.
2. Es dürfen sich keine Teile gelockert oder gelöst haben.
3. Es dürfen keine sicherheitsrelevanten Beschädigungen entstanden sein.
4. Die ordnungsgemäße Funktion muss weiterhin erfüllt sein.

Teilprüfung	
I. Schwingen kontinuierlich: Prüfnorm Frequenzbereich Amplitude Anzahl der Frequenzzyklen am Bezugspunkt Durchlaufgeschwindigkeit	 DIN EN 60068-2-6 10–100 Hz (0.35 mm /5 g) ± 15 % 20 1 Oktave/min
II. Einzelschock: Prüfnorm Schockform Schockamplitude Schockdauer Anzahl der Schocks	 DIN EN 60068-2-27 Halbsinus 30 g 11 ms 3 je Achse (je 3 Schocks in beiden Richtungen je Achse)
III. Dauerschocken: Prüfnorm Schockform Schockamplitude Schockdauer Schockfolge Anzahl der Schocks	 DIN EN 60068-2-27 Halbsinus 10 g 16 ms (1–3)/s 1000 ± 10 (in beiden Richtungen je Achse)

Tabelle 1: Prüfparameter für die Schwing- und Schockbeanspruchung

4.7.1 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Schwingungen und Schocks

Alle Komponenten des Schlüsseltransfersystems werden in allen drei Achsen, nach Tabelle 1 beansprucht. Dabei dürfen keine Änderungen im Kontaktverhalten auftreten. Die Komponenten sind wie folgt zu prüfen:

a) Schlüsselschalter

Schlüssel abgezogen

Die Überwachungseinrichtung muss in der Lage sein, jedes Schließen oder Öffnen der elektrischen Kontakte für mehr als 0,2 ms zu erkennen.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach Abschnitt 4.7 dieses Prüfgrundsatzes eingehalten werden.

b) Zugangssperre, Bolzenschloss

Schlüssel abgezogen

Elektrische Kontakte überwachen, sofern vorhanden.
Die Überwachungseinrichtung muss in der Lage sein, jedes Schließen oder Öffnen der elektrischen Kontakte für mehr als 0,2 ms zu erkennen.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach Abschnitt 4.7 dieses Prüfgrundsatzes eingehalten werden.

c) Schlüsselwechselstation

Freigebender Schlüssel abgezogen; freizugebende Schlüssel gesteckt.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach Abschnitt 4.7 dieses Prüfgrundsatzes eingehalten werden.

d) Magnet-Schlüsselschalter

Schlüssel abgezogen

Die Überwachungseinrichtung muss in der Lage sein, jedes Schließen oder Öffnen der elektrischen Kontakte für mehr als 0,2 ms zu erkennen.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach Abschnitt 4.7 dieses Prüfgrundsatzes eingehalten werden.

e) Verzögerungseinrichtung

Freigebender Schlüssel abgezogen; freizugebende Schlüssel gesteckt.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach Abschnitt 4.7 dieses Prüfgrundsatzes eingehalten werden.

4.7.2 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Schläge

Drei Schläge werden mit 1 J (Nm), in Verbindung mit einem Schlagprüfgerät nach Abschnitt 6, DIN EN 60068-2-75, auf eine im eingebauten Zustand zugängliche Stelle jeder Komponente des Schlüsseltransfersystems ausgeführt, die als kritischste Stelle anzusehen ist. Besondere Aufmerksamkeit ist den Isolierstoffteilen, die elektrische aktive Teile abdecken oder enthalten, zu widmen.

Prüfung: gemäß DIN EN 60068-2-75 – Prüfung Ehb, mit Federhammer

Nach 2-stündiger Lagerung, bei der vom Hersteller angegebenen minimalen Einsatztemperatur, erfolgt die Prüfung.

Die Schlagprüfung muss innerhalb von 1 min nach Entnahme aus dem Klimaschrank beginnen.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach Abschnitt 4.7 dieses Prüfgrundsatzes eingehalten werden.

4.8 Umgebungseinflüsse

Schlüsseltransfersysteme müssen ihre Funktion unter dem vom Hersteller angegebenen Anwendungsbereich erfüllen.

Es sind mindestens folgende Anforderungen zu erfüllen:

Anwendung im Innenbereich:

Temperaturbereich: -5 °C bis + 40 °C

Anwendung im Innen- und Außenbereich:

Temperaturbereich: -25 °C bis + 70 °C

Prüfung: Durchsicht der Datenblätter verwendeter Bauteile und Bewertung auf die ordnungsgemäße Auswahl.

Die Komponenten des Schlüsseltransfersystems werden in Anlehnung an DIN EN 60068-2-1: Kälte, Prüfung Ab, bzw. DIN EN 60068-2-2: Trockene Wärme, Prüfung Bd, 48 Stunden in einer Prüfkammer an der unteren bzw. oberen Grenze des Temperaturbereiches gelagert. Sofern der Hersteller abweichende Werte angibt, sind die Prüfungen mit diesen Werten durchzuführen.

Im Anschluss an die Lagerung erfolgt eine Funktionsprüfung. Die Prüfung muss innerhalb von 3 min nach Verlassen der Prüfkammer beginnen.

4.9 Beständigkeit gegen feuchte Wärme und Isolationsfestigkeit

Elektrische Komponenten müssen so ausgelegt sein, dass sie ausreichend feuchtigkeitsbeständig und spannungsfest sind.

Prüfung: Die Schlüsselschalter werden in Anlehnung an DIN EN 60068-2-78 48 Stunden in einer Prüfkammer bei einer Temperatur von (40 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (93 ± 3) % gelagert. Sofern der Hersteller Angaben macht, die über die vorgenannten Mindestangaben hinausgehen, sind diese Werte zu nehmen.

Im Anschluss an die Lagerung erfolgt eine Isolationsprüfung nach DIN EN IEC 60947-1, Abschnitt 9.3.3.4.1.

Die Prüfung muss innerhalb von 3 min nach Entnahme aus der Prüfkammer beginnen.

Für Komponenten der Schutzklasse II müssen die Prüfspannungen für doppelte oder verstärkte Isolierung entsprechend DIN EN 60947-5-1, Abschnitt F.7.3 ausgewählt werden.

4.10 Zuhaltekraft

Zugangssperren müssen so konstruiert sein, dass auftretende Kräfte (z. B. Zugkräfte, Querkräfte) nicht zum Versagen der Zuhaltefunktion führen.

Die Kräfte bzw. deren Wirkrichtung, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung auftreten und zum Versagen der Zuhaltefunktion führen können, sind zu identifizieren. Für jede dieser Kräfte und deren Wirkrichtung ist die Prüfung der Zuhaltekraft durchzuführen.

ANMERKUNG Das bedeutet, dass z. B. in Fällen, in denen sich die Öffnungsrichtung der Schutzeinrichtung (Tür) von der Bewegungsrichtung des Betätigers unterscheidet, die Prüfung der Zuhaltekraft zumindest in diesen beiden Richtungen durchgeführt werden muss.

Entsprechend Punkt 4.2.6 dieses Prüfgrundsatzes muss der Hersteller auf dem Gehäuse die Zuhaltekraft F von jener Wirkrichtung angeben, die am geringsten ist. Die Zuhaltekraft F muss ≤ der Kraft F_{ZH} sein, die durch folgende Prüfung ermittelt wurde.

Prüfung: Die Prüfung muss mit einem unbenutzten, neuwertigen Prüfling durchgeführt werden. Die Zugangssperre wird auf einer Unterlage bestimmungsgemäß befestigt. Anschließend wird die Zugangssperre bis zum Versagen der Zuhaltefunktion belastet, in dem das Sperrmittel im max. Betätigungswinkel mit einer konstanten Geschwindigkeit in Richtung "Schutzeinrichtung öffnen" bewegt wird. Während der Belastung wird im Verformungsverlauf die maximale Kraft F_{TEST} gemessen.

Soll das Systemverhalten für Kategorie 3 oder 4 (siehe Abschnitt 4.15) erreicht werden, sind die 2- oder 4-fachen Belastungswerte prüftechnisch nachzuweisen.

Basierend auf der bei der Prüfung gemessenen maximalen Kraft F_{TEST} wird unter Einrechnung des Sicherheitsbeiwertes S die Kraft F_{ZH} mit nachfolgender Formel ermittelt:

$$F_{ZH} = \frac{F_{TEST}}{S}$$

Sicherheitsbeiwert:
S = 1.3

Anforderungen an die Prüfeinrichtung:
Zuggeschwindigkeit: konstant 10 mm/min (± 2,5 %)

Anforderungen an die Kraftmesseinrichtung:

Abtastrate:	≥ 10 Hz
Messgenauigkeit der maximalen Kraft:	± 2,5 %

4.11 Mechanische Lebensdauer

Die mechanische Lebensdauer aller Komponenten des Systems muss mindestens 200.000 Schaltspiele betragen und ist jeweils an einem Prüfling nachzuweisen.

Verschleißteile dürfen keinen, die Sicherheitsfunktion gefährdenden Abrieb aufweisen.

4.11.1 Schlüsselschalter, Bolzenschloss

Prüfung: Die Prüfung der mechanischen Lebensdauer wird am Schlüsselschalter oder Bolzenschloss durch bestimmungsgemäßes Betätigen durchgeführt.

Nach der Prüfung darf sich der Schlüssel bis zur Prüflast (siehe Abschnitt 4.16 dieses Prüfgrundsatzes) nicht aus dem Schloss ziehen lassen. Der Schlüsselschalter muss nach der Beanspruchung ordnungsgemäß funktionieren.

Weiterhin sind die Prüfungen nach Abschnitt 4.6.6 dieses Prüfgrundsatzes (Schutz gegen Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art) durchzuführen.

4.11.2 Magnet-Schlüsselschalter

Prüfung: Die Prüfung der mechanischen Lebensdauer wird am Magnet-Schlüsselschalter durch bestimmungsgemäßes Betätigen durchgeführt.

Nach der Prüfung darf sich der Schlüssel bis zur Prüflast (siehe Abschnitt 4.16 dieses Prüfgrundsatzes) nicht aus dem Schloss ziehen lassen. Der Magnet-Schlüsselschalter muss nach der Beanspruchung ordnungsgemäß funktionieren.

Weiterhin sind die Prüfungen nach Abschnitt 4.6.6 dieses Prüfgrundsatzes (Schutz gegen Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art) durchzuführen.

4.11.3 Schlüsselwechselstation

Prüfung: Die Prüfung der mechanischen Lebensdauer wird ausschließlich an den Elementen, die zur Realisierung der Sicherheitsfunktion erforderlich sind, durchgeführt.
Nach der Prüfung muss die ordnungsgemäße logische Ablauffolge gewährleistet sein.

4.11.4 Zugangssperre

Prüfung: Die Prüfung der mechanischen Lebensdauer wird ausschließlich an den Elementen, die zur Realisierung der Sicherheitsfunktion erforderlich sind, durchgeführt.
Nach der Prüfung muss die ordnungsgemäße Funktion gewährleistet sein.

Weiterhin ist die Prüfung nach Abschnitt 4.10 dieses Prüfgrundsatzes durchzuführen.

4.12 Glühdrahtprüfung

Es gilt DIN EN 60947-5-1, Abschnitte 7.1.2.2, a) bis c).

Isolierstoffteile, die Strom führende Teile in ihrer Lage fixieren, müssen für eine Prüftemperatur von 750 °C, alle anderen Isolierstoffteile für eine Prüftemperatur von 650 °C, geeignet sein.

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1, Abschnitt 8.2.1.1.1 in Übereinstimmung mit DIN EN 60695-2-10 bis DIN EN 60695-2-13

4.13 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Komponenten von Schlüsseltransfersystemen müssen hinsichtlich der Störfestigkeit, neben den Anforderungen der jeweiligen Produktnorm, zusätzlich erhöhte Störfestigkeitsanforderungen erfüllen. Hiervon sind rein mechanische Komponenten ausgenommen.

Prüfung: siehe Produktnorm und DIN EN 61326-3-1 oder alternativ DIN EN 61000-6-7

4.14 Elektrische Ausrüstung

Die elektrische Ausrüstung des Schlüsseltransfersystems muss den relevanten Anforderungen der DIN EN 60204-1 entsprechen, unter besonderer Bezugnahme auf:

- Abschnitt 5 „Netzanschlussstellen und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten“
- Abschnitt 6 „Schutz gegen elektrischen Schlag“
- Abschnitt 7 „Schutz der Ausrüstung“
- Abschnitt 8.2 „Schutzleitersystem“
- Abschnitt 9 „Steuerstromkreise und Steuerfunktionen“
- Abschnitt 10 „Bedienerschnittstelle und an der Maschine befestigte Steuergeräte“
- Abschnitt 11 „Schaltgeräte: Anordnung, Befestigung und Gehäuse“
- Abschnitt 12 „Leiter und Leitungen“
- Abschnitt 13 „Verdrahtungstechnik“
- Abschnitt 17 „Technische Dokumentation“
- Abschnitt 18 „Prüfungen“ – Durchgängigkeit Schutzleitersystem und Isolationswiderstandsprüfung

Prüfung: Besichtigen, Kontrolle der Datenblätter und Prüfung nach Abschnitt 18 der DIN EN 60204-1

4.14.1 Mechanische Eigenschaften der elektrischen Anschlüsse

4.14.1.1 Anschlussklemmen innerhalb von Gehäusen oder dafür vorgesehen

Anschlussklemmen müssen die Leitungen, die vom Hersteller angegeben sind, sicher aufnehmen können.

Prüfung: nach DIN EN IEC 60947-1, Abschnitte 9.2.5.2 und 9.2.5.5 bis 9.2.5.8

4.14.2 Raum für Leitungen

Der Raum für die Leitungen muss ausreichend dimensioniert sein. Das korrekte Anschließen der Leiter muss zweifelsfrei möglich sein.

Prüfung: Besichtigung und Handhabung

4.14.3 Luft- und Kriechstrecken

Die Luft- und Kriechstrecken zwischen benachbarten elektrischen Komponenten müssen auch während des Schaltvorganges eingehalten werden.

Prüfung: Messen der Luft- und Kriechstecken nach DIN EN IEC 60947-1, Abschnitt 8.1.4; Vergleich mit den Mindestwerten

4.14.4 Schutzart

Die vom Hersteller angegebene Schutzart muss den Umgebungsbedingungen des angegebenen Anwendungsbereiches entsprechen.

Elektrische Komponenten müssen der angegebenen Schutzart entsprechen.

Prüfung: Prüfung der Schutzart nach DIN EN 60529

ANMERKUNG Die Schutzartprüfung muss im Anschluss an die Prüfungen nach Abschnitt 4.7 dieses Prüfgrundsatzes am selben Prüfling durchgeführt werden.

4.14.5 Erwärmung

4.14.5.1 Berührbare Oberflächen und Klemmstellen

Die Temperatur der berührbaren Oberflächen und Klemmstellen darf bei der Prüfung unter den in DIN EN IEC 60947-1, Abschnitt 8.2.2 festgelegten Bedingungen die festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1, Abschnitt 8.3.3.3

4.14.5.2 Elektromagnetische Betätigungsspulen

Die Temperatur der elektromagnetischen Betätigungsspule darf bei der Prüfung unter den in DIN EN IEC 60947-1, Abschnitt 8.2.2.7 festgelegten Bedingungen folgende Grenzwerte nicht überschreiten:

Isolierstoffklasse	Grenztemperatur
Y	90 °C
A	105 °C
E	120 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C

Tabelle 2: Grenztemperaturen

Prüfung: nach DIN EN IEC 60947-1, Abschnitt 9.3.3.3.6 oder nach dem Widerstandsmessverfahren, Abschnitt 9.3.3.3.2

4.15 Validierung nach DIN EN ISO 13849-2

Der Einsatz von Schlüsseltransfersystemen für Sicherheitsfunktionen an Maschinen und Anlagen erfordert eine Validierung nach DIN EN ISO 13849-2, auch unter Anwendung der informativen Anhänge.

Schlüsseltransfersysteme müssen für jede angegebene Sicherheitsfunktion die Anforderungen zum Performance Level (PL), für den sie spezifiziert sind, erfüllen.

Zur Bestimmung des PL sind, sofern zutreffend, nachfolgende Angaben gemäß DIN EN ISO 13849-1 erforderlich:

- Kategorie
- zur Bestimmung des $MTTF_D$ für verschleißbehaftete Bauteile gemäß DIN EN ISO 13849-1, Anhang C.4.2:

  – die mittlere Betriebsdauer (d_{op})
  – die mittlere Nutzungszeit (h_{op})
  – die Zykluszeit (t_{Zyklus})
  – die B_{10D}-Werte für relevante Komponenten des Schlüsseltransfersystems

- durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad (DC_{AVG})

Schlüsseltransfersysteme müssen ggf. über Funktionseinheiten zur Diagnose der Funktionsfähigkeit der beanspruchten Sicherheitsfunktion(en) verfügen.
Zur Bestimmung des Diagnosedeckungsgrades (DC) ist vorzugsweise der Anhang E, gemäß DIN EN ISO 13849-1 heranzuziehen.

Prüfung: Einsichtnahme in die Dokumentation zur Bestimmung des DC/DC_{AVG} der Komponenten des Schlüsseltransfersystems bzw. des Schlüsseltransfersystems hinsichtlich der beanspruchten Maßnahme sowie des zugehörigen DC für alle für das zu prüfende Schlüsseltransfersystem beanspruchten Sicherheitsfunktionen.

Bei Schlüsseltransfersystemen müssen die Kategorien 3 und 4 der DIN EN ISO 13849-1 durch eine der folgenden Möglichkeiten erreicht werden:

a) durch Implementierung von zwei Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5

b) durch einkanalige Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5, vorausgesetzt diese erreichen das Systemverhalten der entsprechenden Kategorie. Nichtmechanische Aspekte von Schlüsseltransfersystemen müssen den Kategorieanforderungen von DIN EN ISO 13849-1 entsprechen

   ANMERKUNG 1 Das Verhalten einer Kategorie schließt nicht zwangsläufig die vorgesehene Architektur ein, sondern die Festlegung der Kategorie.

   ANMERKUNG 2 Wenn sich alle gefährlichen Fehler als technisch unwahrscheinlich erwiesen haben, ist die Erkennung nicht anwendbar.

ANMERKUNG 3 Wenn sich Fehler als technisch unwahrscheinlich erwiesen haben, wird von einer „kontinuierlichen Erfüllung der Sicherheitsfunktion bei Auftreten eines einzelnen Fehlers“ ausgegangen.

c) durch einkanalige Verriegelungseinrichtungen der Bauart 5, vorausgesetzt, dass alle möglichen Fehler beurteilt werden und dass etwaige gefährliche Ausfallarten entweder beseitigt werden oder sich wie folgt als technisch unwahrscheinlich (höchst unwahrscheinlich) erweisen:

Wenn alle einzelnen Fehler, die einen Verlust der Sicherheitsfunktion hervorrufen, ausgeschlossen werden, darf ein Systemverhalten der Kategorie 3 angenommen werden und ein Diagnosedeckungsgrad (DC) ist nicht notwendig. Da keine Fehler auftreten, die zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen können, darf ein höchster Performance Level (PL) = d für das gesamte System angenommen werden.

Nichtmechanischen Aspekte von Schlüsseltransfersystemen müssen den Kategorieanforderungen von DIN EN ISO 13849-1 entsprechen.

Bei systematischen Ausfällen ist DIN EN ISO 13849-1, Anhang G anwendbar und die Anforderungen zur Vermeidung systematischer Ausfälle bezüglich der Schlüsselcodierung (Siehe K.1.1.2 und 8.4.3, DIN EN ISO 14119) müssen befolgt werden.

Zusätzlich zu den zulässigen Fehlerausschlüssen nach DIN EN ISO 13849-2, Anhänge A, B, C und D kann die Vermutung von Bruch- und Verformungsfehlern bei sicherheitsbezogenen mechanischen Bauteilen (außer Federn) ausgeschlossen werden, wenn:

- ein Sicherheitsfaktor von 4 im Vergleich zu den erwartenden Kräften durch Berechnung oder geeignete Prüfung nachgewiesen wurde

oder

- ein Sicherheitsfaktor von 2 im Vergleich zu den erwartenden Kräften durch Berechnung oder geeignete Prüfung nachgewiesen wurde und wenn die Qualität der sicherheitsbezogenen mechanischen Bauteile durch fortlaufende Qualitätssicherungsmaßnahmen nachgewiesen wurde.

Um den Performance Level e (PL e) zu erreichen, ist ein Systemverhalten der Kategorie 4 erforderlich. Insbesondere führt eine Anhäufung von Fehlern nicht zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion und die Betrachtung einer Fehlerkombination aus zwei Fehlern ist ausreichend (es sei denn, 3 oder mehr Fehler sind vernünftigerweise vorhersehbar).
Zusätzlich zu den zulässigen Fehlerausschlüssen nach DIN EN ISO 13849-2, Anhänge A, B, C und D kann bei sicherheitsbezogenen mechanischen Bauteilen (außer Federn) die Vermutung von Bruch- und Verformungsfehlern ausgeschlossen werden, wenn deren Festigkeit mit einem Sicherheitsfaktor von 4 im Vergleich zu den erwartenden Kräften durch Berechnung oder geeignete Prüfung nachgewiesen wurde.

ANMERKUNG 4 Üblicherweise wird dies erreicht, in dem sichergestellt wird, dass wenn ein Fehler auftritt, die Einrichtung oder das System funktionsunfähig gemacht wird, wodurch der Zugang zu einem Gefahrenbereich oder das Wiederanlaufen einer Maschine verhindert wird.

Für den Fall, dass ein einzelner Fehler, der an sich keinen gefahrbringenden Ausfall verursacht, nicht ausgeschlossen werden kann, müssen die Prüfungen des Nichtauftretens gefahrbringender Ausfälle fortgesetzt werden, wobei der betreffende Fehler zuerst angewendet wird und alle weiteren Fehler der Reihe nach hinzugefügt und beseitigt werden. Die Prüfungen müssen für alle nicht ausgeschlossenen einzelnen Fehler durchgeführt werden. Prüfungen der Anhäufung von Fehlern dürfen auf zwei Fehler in Kombination begrenzt werden, wenn:

- die Fehlerhäufigkeit gering ist;
- die kombinierten Fehler unabhängig voneinander sind;
- der Verlust der Sicherheitsfunktion nur dann vorkommt, wenn die Fehler in einer bestimmten Reihenfolge auftreten.

Prüfung: Für Anforderungen gemäß Kategorie 3

a) Einsichtnahme in die Dokumentation zu mindestens einer ‚Bottom-up'-Analyse gemäß DIN EN ISO 13849-2, Abschnitt 5.2 bzw. DIN EN ISO 13849-1, Abschnitt 10.3.2 (z. B. FMEA gemäß DIN EN 60812).

b) Überprüfung der Nachweise des Sicherheitsfaktors von 2 und der kontinuierlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen oder des Sicherheitsfaktors von 4.

Prüfung: Für Anforderungen gemäß Kategorie 4

a) Einsichtnahme in die vorgelegten Fehleranalysen gemäß DIN EN ISO 13849-2, Abschnitt 5.2 bzw. DIN EN ISO 13849-1, Abschnitt 10.3.2 (qualitative **und** quantitative ‚Bottom-up'- **und** ‚Top-down'-Analyse) sowie Beurteilung des Systemverhaltens nach Kategorie 4 gemäß DIN EN ISO 13849-1.

b) Überprüfung der Nachweise des Sicherheitsfaktors von 4.

Wird neben dem Systemverhalten auch die Struktur nach Kategorie 3 gemäß DIN EN ISO 13849-1 mit DC_{AVG} = mittel und $MTTF_D \geq 65$ a (siehe Bild 12 bzw. Anhang K gemäß DIN EN ISO 13849-1) realisiert, kann ebenso PL e erreicht werden.

Prüfung: Einsichtnahme in die vorgelegten Fehleranalysen gemäß DIN EN ISO 13849-2, Abschnitt 5.2 bzw. DIN EN ISO 13849-1, Abschnitt 10.3.2 (qualitative **und** quantitative ‚Bottom-up'- und optional qualitative ‚Top-down'-Analyse) sowie Beurteilung des Systemverhaltens nach Kategorie 3 gemäß DIN EN ISO 13849-1.

Fehlerausschlüsse, die Einschränkungen/Grenzen unterliegen (z. B. zu erwartende Umgebungsbedingungen, äußere Einflüsse und Verwendung innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzen), müssen in der Betriebsanleitung aufgeführt und erläutert werden. Sind Fehlerausschlüsse auf Grund einer vorhersehbaren Fehlanwendung des Schlüsseltransfersystems nicht tolerabel, sind sie nicht zulässig.

HINWEIS: Details zu den Fehlerausschlüssen können auch über den Hersteller in Erfahrung gebracht werden. Der Hersteller ist dann verpflichtet, auf entsprechende Anfrage Detailinformationen zu liefern.

ANMERKUNG 1 Werden zur Stellungsüberwachung des Sperrbolzens an Magnet-Schlüsselschaltern Hilfsstromschalter mit Zwangsöffnung redundant ausgeführt, sollten diese in Kombination von zwangläufiger und nicht zwangläufiger Betätigungsart wirken.

ANMERKUNG 2 Alle Bauteile, die zur Realisierung der Verzögerungszeit beitragen, müssen bewährte Bauteile im Sinne der DIN EN ISO 13849-2 sein. Bei der Konstruktion der Verzögerungseinrichtung müssen die grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien im Sinne der DIN EN ISO 13849-2 umgesetzt sein.

Prüfung: Prüfung und Validierung des Performance Level gemäß DIN EN ISO 13849-1/-2

Durch Analyse (z. B. FMEA) oder Prüfung sind die vorgesehenen Sicherheitsfunktionen und ausgeführten Kategorien der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen, entsprechend DIN EN ISO 13849-1, Abschnitt 10 bzw. DIN EN ISO 13849-2 zu validieren.

4.16 Abzugskraft (Schlüssel)

Es muss verhindert werden, dass der Schlüssel in der betätigten Schlossstellung aus dem Schloss abgezogen werden kann.

Prüfung: Ein Schloss wird auf einer Unterlage mit den vom Hersteller beigefügten oder angegebenen Befestigungsmitteln befestigt. Das Schloss wird durch den Schlüssel in die betätigte Stellung gebracht.

Die Prüflast wird in der Mittelachse der Handhabe des Schlüssels, in Längsrichtung, bis zu einem Wert von 250 N aufgebracht.

Soll das Systemverhalten für Kategorie 3 oder 4 (siehe Abschnitt 4.15) erreicht werden, sind die 2- oder 4-fachen Belastungswerte prüftechnisch nachzuweisen.

Anforderungen an die Prüfeinrichtung:

Zuggeschwindigkeit: konstant 10 mm/min (± 2,5 %)

Anforderungen an die Kraftmesseinrichtung:

Abtastrate:	≥ 10 Hz
Messgenauigkeit der maximalen Kraft:	± 2,5 %

ANMERKUNG Die Prüfung wird an einem neuwertigen Baumuster durchgeführt.

4.17 Blockierkraft

Der Schlüssel muss im blockierten Zustand einem Drehmoment von 5 Nm oder einer Zugkraft von 250 N (bei linearen Schlüsseln) standhalten und darf nicht entnommen werden können, wobei die ordnungsgemäße Funktion weiterhin gegeben sein muss.

Des Weiteren muss bei Drehmomentwerten von mehr als 5 Nm bzw. Zugkräften von mehr als 250 N sichergestellt werden, dass es nicht zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion kommt (z. B. durch Sollbruchstellen).

Prüfung: Die Prüfung ist an einem Schloss der Zugangssperre, des Bolzenschlosses, des Magnet-Schlüsselschalters und einem beliebigen Wechselschloss der Schlüsselwechselstation durchzuführen. Die jeweilige Komponente wird auf einer Unterlage befestigt. Das Schloss wird durch den Schlüssel in die betätigte Stellung gebracht. Das Betätigungsorgan ist nicht im Eingriff bzw. die Sperreinrichtung ist in Sperrstellung. Anschließend wird das Drehmoment bzw. die Zugkraft an der Handhabe des Schlüssels (in Entriegelungsrichtung) aufgebracht.

Die Prüfung wird mit 5 Nm bzw. 250 N durchgeführt.

Soll das Systemverhalten für Kategorie 3 oder 4 (siehe Abschnitt 4.15) erreicht werden, sind die 2- oder 4-fachen Belastungswerte prüftechnisch nachzuweisen.

ANMERKUNG 1 Die Prüfung wird an einem neuwertigen Baumuster durchgeführt. Die angegebenen Mindestwerte orientieren sich an Schlüsseln für die Handhabung mit 2 Fingern einer Hand.

ANMERKUNG 2 Bei der Prüfung mit höheren Belastungen kann der Schlüssel standhalten, blockieren oder die Sicherheitsfunktion durch Sollbruchstellen aufrechterhalten werden.

4.18 Betätigungskraft am Schloss

Die Betätigungskräfte dürfen, in Abhängigkeit von Form und Handhabung des Schlüssels, die Werte nach DIN EN 894-3, Tabelle 4 nicht überschreiten.

Prüfung: Messen der Betätigungskräfte an jeder Komponente

4.19 Äußere Materialien und Beschaffenheit

4.19.1 Alle Teile des Schlüsseltransfersystems, die während der bestimmungsgemäßen Verwendung berührt werden können, dürfen keine Materialien aufweisen, die gesundheitsgefährdende Stoffe beinhalten.

Prüfung: gemäß AfPS GS 2019:01 PAK zur Überprüfung des Anteils von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)

4.19.2 Von Hand zugängliche Geräteteile dürfen, soweit ihre Funktion es zulässt, keine scharfen Ecken, Kanten und rauen Oberflächen aufweisen, die zu Verletzungen führen können. Ecken und Kanten müssen entgratet und Oberflächen fühlbar glatt sein.

Prüfung: Handhaben und Besichtigen