

# E DIN EN ISO 13849-2:2026-03 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2026-02-06

**Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 2:  
Anwendung von Design- und Validierungsprinzipien (ISO/DIS 13849-2:2026);  
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13849-2:2026**

**Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 2: Application of  
principles for the design and validation (ISO/DIS 13849-2:2026); German and English  
version prEN ISO 13849-2:2026**

---

| <b>Inhalt</b>  | <b>Seite</b> |
|--|--------------|
| Europäisches Vorwort.....  | 8            |
| Anhang ZAA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br>grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG.....     | 9            |
| Anhang ZBB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br>grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Verordnung (EU) 2023/1230..... | 11           |
| Vorwort .....  | 13           |
| Einleitung .....   | 15           |
| 1 Anwendungsbereich.....   | 16           |
| 2 Normative Verweisungen .....   | 16           |
| 3 Begriffe .....   | 16           |
| 4 Entwurf und Validierung .....  | 16           |
| 4.1 Allgemeines.....   | 16           |
| 4.2 Integration von Sicherheitsprinzipien und Fehlerausschlüssen.....  | 18           |
| Anhang A (informativ) Validierungswerkzeuge für mechanische Systeme .....  | 22           |
| Anhang B (informativ) Validierungswerkzeuge für pneumatische Systeme .....   | 29           |
| Anhang C (informativ) Validierungswerkzeuge für hydraulische Systeme.....  | 47           |
| Anhang D (informativ) Validierungswerkzeuge für elektrische Systeme.....   | 63           |
| D.1 Allgemeines.....   | 63           |
| D.2 Fehlerausschluss .....   | 72           |
| D.2.1 Allgemeines.....   | 72           |
| D.2.2 „Zinn-Whisker“.....  | 73           |
| D.2.3 Kurzschlüsse an auf Leiterplatten montierten Teilen.....   | 73           |
| D.2.4 Fehlerausschlüsse und integrierte Schaltkreise .....   | 73           |
| D.3 Soft-Errors .....  | 82           |
| D.3.1 Allgemeines.....   | 82           |
| D.3.2 Einführung in Soft-Errors .....  | 82           |
| D.3.3 Bedeutung von Soft-Errors für die funktionale Sicherheit.....  | 83           |
| D.3.4 Vermeiden und Beherrschen von Soft-Errors während des Entwurfs von Teilsystemen .....  | 83           |
| D.3.5 Beispiel für die Darstellung des Beitrags von Soft-Errors zur PFH-Abschätzung .....  | 86           |
| Literaturhinweise .....  | 88           |
| <br>   |              |
| <b>Bilder</b>  |              |
| <br>   |              |
| Bild 1 — Integration von grundlegenden Sicherheitsprinzipien, bewährten<br>Sicherheitsprinzipien und Fehlerausschlüssen.....                                   | 21           |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Bild D.1 — Sicherheitsbezogenes Blockdiagramm für ein SRP/CS der Kategorie 2 .....</b> | <b>86</b> |
|---|-----------|

**Tabellen**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabelle ZAA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Tabelle ZAA.2 — Anwendbare Normen, die die in diesem Anhang ZAA beschriebene Konformitätsvermutung begründen.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Tabelle ZBB.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang III der Verordnung (EU) 2023/1230 .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>Tabelle ZBB.2 — Anwendbare Normen, die die in diesem Anhang ZBB beschriebene Konformitätsvermutung begründen.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>Tabelle 1 — Gliederung von Anhang A bis Anhang D von ISO 13849-2.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>Tabelle 2 — Typische Ansätze bei der Erfüllung von grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>Tabelle A.1 — Grundlegende Sicherheitsprinzipien .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>Tabelle A.2 — Bewährte Sicherheitsprinzipien.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>Tabelle A.3 — Bewährte Bauteile .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>Tabelle A.4 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Mechanische Geräte, Bauteile und Elemente (z. B. Nocken, Stößel, Kette, Kupplung, Bremse, Welle, Schraube, Stift, Führung, Lager) .....</b> | <b>27</b> |
| <b>Tabelle A.5 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Schraubendruckfedern .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>Tabelle B.1 — Grundlegende Sicherheitsprinzipien .....</b>   | <b>29</b> |
| <b>Tabelle B.2 — Bewährte Sicherheitsprinzipien.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>Tabelle B.3 — Bewährte Bauteile .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>Tabelle B.4 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Wegeventile.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>Tabelle B.5 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Absperr-/Abschaltventile/Rückschlagventile/Schnellentlüftungsventile/Wechselventile usw. ....</b>   | <b>38</b> |
| <b>Tabelle B.6 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Stromventile .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>Tabelle B.7 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Druckventile .....</b>  | <b>40</b> |
| <b>Tabelle B.8 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Rohrleitungen.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>Tabelle B.9 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Schlauchleitungen .....</b>   | <b>42</b> |
| <b>Tabelle B.10 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Verbindungselemente.....</b>   | <b>42</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabelle B.11 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Druckübersetzer und Druckmittelwandler .....</b>                           | <b>44</b> |
| <b>Tabelle B.12 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Druckluftbehandlung — Filter .....</b>                                     | <b>44</b> |
| <b>Tabelle B.13 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Druckluftbehandlung — Öler.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>Tabelle B.14 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Druckluftbehandlung — Schalldämpfer.....</b>                               | <b>45</b> |
| <b>Tabelle B.15 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Energiespeicher und Druckbehälter .....</b>                                | <b>45</b> |
| <b>Tabelle B.16 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Sensoren .....</b>   | <b>45</b> |
| <b>Tabelle B.17 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Informationsverarbeitung —<br/>Verknüpfungsglieder.....</b>                | <b>45</b> |
| <b>Tabelle B.18 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Informationsverarbeitung —<br/>Verzögerungsglieder .....</b>               | <b>46</b> |
| <b>Tabelle B.19 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Informationsverarbeitung — Umformer .....</b>                              | <b>46</b> |
| <b>Tabelle C.1 — Grundlegende Sicherheitsprinzipien.....</b>  | <b>47</b> |
| <b>Tabelle C.2 — Bewährte Sicherheitsprinzipien .....</b>   | <b>50</b> |
| <b>Tabelle C.3 — Bewährte Bauteile.....</b>   | <b>52</b> |
| <b>Tabelle C.4 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Wegeventile .....</b>   | <b>54</b> |
| <b>Tabelle C.5 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Absperr-<br/>/Abschaltventile/Rückschlagventile/Wechselventile usw.....</b> | <b>56</b> |
| <b>Tabelle C.6 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Stromventile.....</b>   | <b>57</b> |
| <b>Tabelle C.7 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Druckventile.....</b>   | <b>58</b> |
| <b>Tabelle C.8 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Rohrleitungen aus Metall.....</b>   | <b>59</b> |
| <b>Tabelle C.9 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Schlauchleitungen .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>Tabelle C.10 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Verbindungselemente .....</b>  | <b>60</b> |
| <b>Tabelle C.11 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Filter .....</b>   | <b>60</b> |
| <b>Tabelle C.12 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Energiespeicher .....</b>  | <b>61</b> |
| <b>Tabelle C.13 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Sensoren.....</b>  | <b>61</b> |
| <b>Tabelle D.1 — Grundlegende Sicherheitsprinzipien .....</b>   | <b>63</b> |
| <b>Tabelle D.2 — Bewährte Sicherheitsprinzipien.....</b>  | <b>66</b> |
| <b>Tabelle D.3 — Bewährte Bauteile .....</b>  | <b>69</b> |
| <b>Tabelle D.4 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Leitungen/Kabel.....</b>  | <b>73</b> |
| <b>Tabelle D.5 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Leiterplatten/bestückte Leiterplatten.....</b>                              | <b>74</b> |
| <b>Tabelle D.6 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Klemmstellen.....</b>   | <b>74</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabelle D.7 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Mehrpolige Steckverbindungen .....</b>  | <b>75</b> |
| <b>Tabelle D.8 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Schalter — Elektromechanische Positionsschalter, Handschalter (z. B. Drucktaster, Rücksetzschalter, DIP-Schalter, magnetisch betätigte Kontakte, Reedschalter, Druckschalter, Temperaturschalter) .....</b> | <b>75</b> |
| <b>Tabelle D.9 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Schalter — Elektromechanische Einrichtungen (z. B. Relais, Schütze und Ventilschalter) .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>Tabelle D.10 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Schalter — Näherungsschalter .....</b>   | <b>77</b> |
| <b>Tabelle D.11 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Schalter — Magnetventile .....</b>   | <b>77</b> |
| <b>Tabelle D.12 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Einzelne elektrische Bauteile — Transformatoren .....</b>  | <b>77</b> |
| <b>Tabelle D.13 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Einzelne elektrische Bauteile — Induktivitäten .....</b>   | <b>78</b> |
| <b>Tabelle D.14 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Einzelne elektrische Bauteile — Widerstände .....</b>  | <b>78</b> |
| <b>Tabelle D.15 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Einzelne elektrische Bauteile — Widerstandsnetzwerke .....</b>   | <b>79</b> |
| <b>Tabelle D.16 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Einzelne elektrische Bauteile — Potentiometer ....</b>   | <b>79</b> |
| <b>Tabelle D.17 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Einzelne elektrische Bauteile — Kondensatoren .....</b>  | <b>79</b> |
| <b>Tabelle D.18 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Elektronische Bauteile — Diskrete Halbleiter (z. B. Dioden, Zener-Dioden, Transistoren, Triacs, Thyristoren, Spannungsregler, Quarzkristall, Phototransistoren, lichtemittierende Dioden [LEDs]) .....</b> | <b>80</b> |
| <b>Tabelle D.19 — Fehler und Fehlerausschlüssen — Elektronische Bauteile — Koppler für galvanische Trennung (z. B. Optokoppler, kapazitive Koppler) .....</b>   | <b>80</b> |
| <b>Tabelle D.20 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Elektronische Bauteile — Nicht programmierbare und nicht komplexe integrierte Schaltkreise .....</b>   | <b>81</b> |
| <b>Tabelle D.21 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Elektronische Bauteile — Programmierbare oder komplexe integrierte Schaltkreise .....</b>  | <b>81</b> |
| <b>Tabelle D.22 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Übertragungsfehler in der digitalen Datenkommunikation .....</b>   | <b>82</b> |