

# E DIN EN ISO 19014-2:2024-04 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-02-23

**Erdbaumaschinen - Funktionale Sicherheit - Teil 2: Entwurf und Bewertung von Hardware- und Architektur Anforderungen für sicherheitsrelevante Teile des Steuerungssystems (ISO/DIS 19014-2:2024); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 19014-2:2024**

**Earth-moving machinery - Functional safety - Part 2: Design and evaluation of hardware and architecture requirements for safety-related parts of the control system (ISO/DIS 19014-2:2024); German and English version prEN ISO 19014-2:2024**

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Europäisches Vorwort.....	9
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG.....	10
Vorwort.....	11
Einleitung.....	12
1 Anwendungsbereich.....	14
2 Normative Verweisungen.....	14
3 Begriffe.....	15
4 Symbole und Abkürzungen.....	16
5 Allgemeine Anforderungen.....	17
5.1 Anwendung.....	17
5.2 Bestehende SCS.....	17
6 Systementwurf.....	17
6.1 Überblick.....	17
6.2 Allgemeine Anforderungen.....	18
6.3 Gestaltung der Hardware.....	19
7 Bewertung der Sicherheitsleistung des Systems.....	19
7.1 Erreichtes Performance Level der Maschine (MPL <sub>a</sub> ).....	19
7.2 Hardware-Sicherheitsbewertung.....	20
7.2.1 Allgemeines.....	20
7.2.2 Fehlerberücksichtigung.....	20
7.2.3 Fehlerausschluss.....	21
7.2.4 Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall (MTTF <sub>d</sub> ).....	21
7.3 Diagnosedeckungsgrad (DC).....	21
7.3.1 DC des ESCS.....	21
7.3.2 DC des N/ESCS.....	21
7.4 Fehlerausschlüsse auf Systemlevel bei hydraulischen Systemen, basierend auf der Robustheit des hydraulischen Systems (HSR).....	22
7.4.1 Allgemeines.....	22
7.4.2 Berechnung des HSR-Werts.....	22
7.5 Kategorie-Klassifikationen.....	24
7.5.1 Allgemeines.....	24
7.5.2 Kategorie B/Kategorie 1.....	27
7.5.3 Kategorie 2.....	29
7.5.4 Richtlinie zu in Konflikt stehenden Sicherheitsfunktionen.....	31
7.5.5 Überlegungen zu den SRP/CS von bei einem Ausfall betriebsfähigen Systemen.....	31

7.6	Kombination von SCS zur Erreichung eines Gesamt-MPL.....	31
8	Informationen für Gebrauch und Instandhaltung.....	33
8.1	Allgemeines.....	33
8.2	Benutzerhandbuch .....	33
Anhang A (informativ) Beispielsysteme und Bewertungen.....		34
A.1	Allgemeines.....	34
A.2	Beispiel 1 — Elektro-hydraulische Lenkung, Kategorie B.....	34
A.3	Beispiel 2 — Hydraulisch-hydraulische Lenkung, Kategorie 1 .....	36
A.4	Beispiel 3 — Elektrisch-hydraulische Feststellbremse, Kategorie 1.....	38
A.5	Beispiel 4 — Elektro-hydraulische Lenkung mit automatischer Feststellbremse, Kategorie 2 .....	39
A.6	Beispiel 5 — Hydraulisches Lenksystem, Kategorie 2M.....	44
A.7	Beispiel 6 — Elektro-hydraulische Betriebsbremse, Kategorie 3.....	47
Anhang B (informativ) Beispiele für Auswertungen mithilfe der HSR-Bewertung.....		50
B.1	Hydraulischer Lenkkreis eines Radladers.....	50
B.2	Beispiel für die Berechnung der HSR-Bewertung für eine federbetätigte hydraulische Feststellbremse.....	53
Anhang C (normativ) Kompatibilität mit anderen funktionalen Sicherheitsnormen.....		56
Anhang D (informativ) Bewertung der Sicherheitsfunktion .....		57
Anhang E (normativ) Ausnahmen, Ausschlüsse, Ergänzungen zu ISO 13849-1 und ISO 13849-2 .....		59
Literaturhinweise .....		63

## Bilder

Bild 1	— V-Modell der Hardwareentwicklung .....	19
Bild 2	— Beispiel für zwei analoge Lenksysteme der Kategorien B/Kategorie 1 unterschiedlicher Technologien: hydraulisches Lenksystem (oben) und analoges elektronisches Lenksystem (unten).....	29
Bild 3	— Beispiel für ein hydraulisches Lenksystem der Kategorie 2M .....	30
Bild 4	— Beispiel für ein Blockdiagramm eines hydraulischen Systems .....	30
Bild 5	— Beispiel für die Reduktion eines parallel kombinierten $MPL_a$ in Reihe.....	32
Bild A.1	— Schema einer elektro-hydraulischen Lenkung, Kategorie B.....	35
Bild A.2	— Logikdiagramm einer elektro-hydraulischen Lenkung, Kategorie B.....	35
Bild A.3	— Schema einer hydraulisch-hydraulischen Lenkung, Kategorie 1 .....	37
Bild A.4	— Logikdiagramm einer hydraulisch-hydraulischen Lenkung, Kategorie 1 .....	37
Bild A.5	— Schema einer elektrisch-hydraulischen Feststellbremse, Kategorie 1.....	38
Bild A.6	— Logikdiagramm einer elektrisch-hydraulischen Feststellbremse, Kategorie 1 .....	39
Bild A.7	— Schema für eine elektro-hydraulische Lenkung mit automatischer Feststellbremse, Kategorie 2.....	40
Bild A.8	— Logikdiagramm einer elektro-hydraulischen Lenkung mit automatischer Feststellbremse, Kategorie 2 .....	41

<b>Bild A.9 — Schema eines hydraulischen Lenksystems, Kategorie 2M .....</b>	<b>45</b>
<b>Bild A.10 — Logikdiagramm eines elektro-hydraulischen Lenksystems, Kategorie 2M.....</b>	<b>46</b>
<b>Bild A.11 — Schema einer elektro-hydraulischen Betriebsbremse, Kategorie 3 .....</b>	<b>48</b>
<b>Bild A.12 — Logikdiagramm einer elektro-hydraulischen Betriebsbremse Kategorie 3 .....</b>	<b>49</b>
<b>Bild B.1 — Schema eines hydraulischen Lenkkreises.....</b>	<b>51</b>
<b>Bild D.1 — Bewertung der Sicherheitsfunktion.....</b>	<b>58</b>

## **Tabellen**

<b>Tabelle ZA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG.....</b>	<b>10</b>
<b>Tabelle 1 — Bewertungskriterien für die Robustheit des hydraulischen Systems.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 2 — Korrelation zwischen HSR und DC zur Bestimmung des <math>MPL_a</math>.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 3 — Zusammenfassung der Kategorie-Anforderungen .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabelle 4 — Kategorien für verschiedene Technologien.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle A.1 — In diesem Anhang dargestellte Beispiele für die Berechnung des <math>MPL_a</math>.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabelle A.2 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabelle A.3 — <math>MTTF_d</math>-Berechnung für eine hydraulisch-hydraulische Lenkung, Kategorie 1 .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabelle A.4 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabelle A.5 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode für den Hauptkanal .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle A.6 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode für den Prüfkanal.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle A.7 — Bewertung von Ausfällen infolge gemeinsamer Ursache .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabelle A.8 — Berechnung des <math>DC_{avg}</math> für das System.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabelle A.9 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode für den Hauptkanal .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabelle A.10 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode für den Prüfkanal.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabelle A.11 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabelle A.12 — Beispiel für eine <math>MTTF_d</math>-Berechnung mithilfe der Teile-Zählmethode .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabelle B.1 — HSR-Bewertung für einen hydraulischen Lenkkreis.....</b>	<b>52</b>

<b>Tabelle B.2 — Beispiel für Kriterien für die HSR-Bewertung einer federbetätigten hydraulischen Feststellbremse .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabelle C.1 — <math>MPL_r</math> im Vergleich zu Parametern aus anderen Normen .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabelle E.1 — Vergleich für den Vorrang zwischen ISO 13849-1:2015 und der Normenreihe ISO 19014.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabelle E.2 — Vergleich für den Vorrang zwischen ISO 13849-2:2012 und der Normenreihe ISO 19014.....</b>	<b>62</b>