E DIN EN 3197:2026-02 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2026-01-23

Luft- und Raumfahrt - Konstruktion und Installation elektrischer und optischer Verkabelung in Luftfahrzeugen; Deutsche und Englische Fassung prEN 3197:2025

Aerospace series - Design and installation of aircraft electrical and optical interconnection systems; German and English version prEN 3197:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... **14**

1 Anwendungsbereich ... **15**

2 Normative Verweisungen ... **15**

3 Begriffe ... **16**

4 Anforderungen an EWIS und OFIS ... **23**
4.1 Anwendbare Vorschrift ... **23**
4.1.1 Allgemeines ... **23**
4.1.2 Große Flugzeuge ... **23**
4.1.3 Kleine und mittelgroße Flugzeuge einschließlich unbemannte Luftfahrzeuge ... **23**
4.1.4 Kleine Drehflügler ... **23**
4.1.5 Große Drehflügler ... **23**
4.1.6 Luftfahrzeugtriebwerke ... **24**
4.2 Hauptkonstruktionsregeln ... **24**
4.2.1 Priorität bezüglich der Konstruktion ... **24**
4.2.2 Lebensdauer ... **24**
4.2.3 Berücksichtigung der Instandhaltung ... **25**
4.2.4 Verbundstruktur ... **25**
4.3 Teile, Werkstoffe und Prozesse ... **26**
4.3.1 Erwägungen bei der Auswahl ... **26**
4.3.2 Komponentenqualifizierung ... **26**
4.3.3 Prozessqualifizierung ... **27**
4.3.4 Prüfverfahren ... **27**
4.3.5 Umweltrichtlinien ... **27**
4.4 Hauptsächliche Gefährdungen ... **28**
4.4.1 Sicherheit für das Personal — Schutz von Menschen ... **28**
4.4.2 Gefährdung durch Rauch und Brand ... **28**
4.4.3 Arten einer Lichtbogenbildung ... **29**
4.4.4 Koronaeffekt ... **36**
4.4.5 Luftstrecke und Kriechstrecke ... **37**
4.5 Reibkorrosion ... **38**
4.5.1 Beschreibung des Phänomens ... **38**
4.5.2 Verringerung der Reibkorrosion ... **38**
4.6 Auswirkungsanalyse (FMEA) ... **38**
4.6.1 Kontext ... **38**
4.6.2 Mittel zur Verringerung ... **39**
4.6.3 Ausfallarten für EWIS-Komponenten ... **40**
4.7 Anforderungen der Systemarchitektur an die EWIS- und OFIS-Architektur ... **41**
4.7.1 Architekturmuster des Systems ... **41**
4.7.2 Sicherheitsanforderungen ... **42**
4.7.3 Aspekte der Betriebszuverlässigkeit eines Luftfahrzeugs ... **42**
4.7.4 Anforderungen an Luftfahrzeuge oder systemspezifische Anforderungen ... **43**
4.7.5 Grundfunktionen ... **43**

4.7.6 Ausfallzustände von Funktionen ... 44
4.7.7 Spezielle Anforderungen an EWIS und OFIS ... 45
4.8 Erdung, Potentialausgleich und Abschirmung ... 47
4.8.1 Erdung/Stromrückführung ... 47
4.8.2 Potentialausgleich ... 47
4.8.3 Abschirmung/Potentialausgleich an der Abschirmung ... 49

5 Trennung der Architektur von EWIS und OFIS ... 50
5.1 Zweck ... 50
5.2 Leitwegkategorien ... 50
5.3 Stromerzeugung ... 52
5.4 Erdungsnetzwerke/Erdungsstrategie (IT-/TN-Netzwerk) ... 52
5.5 Elektrische Verteilung und Kommunikation ... 53
5.5.1 Zweck ... 53
5.5.2 Spannungsversorgungen und Leistungsdaten ... 53
5.5.3 Wesentliche Leitwege ... 54
5.5.4 Zur Kabine gehörende Kabelbäume ... 54
5.5.5 Elektronisches Flugsteuerungssystem (EFCS, en: Electrical Flight Control System) ... 55
5.5.6 Verkabelung der Kraftstofftanks ... 55
5.5.7 Signal- und weitere empfindliche Schaltkreise ... 55
5.5.8 Elektro-explosives Untersystem ... 56
5.6 Erdung, Potentialausgleich und Abschirmung ... 56
5.6.1 Erdung/Stromrückführung ... 56
5.6.2 Potentialausgleich ... 56
5.6.3 Abschirmung ... 57
5.7 Spezifische Gefährdung — Besondere Risikoeinschränkung bezüglich der Architektur ... 57

6 Auswahl der Komponenten ... 58
6.1 Anwendbare Vorschrift ... 58
6.2 Allgemeine Anforderungen ... 58
6.2.1 Kommunalität ... 58
6.2.2 Umgebung ... 58
6.2.3 Instandhaltung, Reparatur oder Modifikation ... 59
6.2.4 Werkstoffe ... 59
6.2.5 Bemessungsspannung und Nennstrom ... 60
6.3 Elektrische Leitungen und Lichtwellenleiter ... 61
6.3.1 Allgemeine Anforderungen ... 61
6.3.2 Kabelart ... 61
6.3.3 Konstruktion elektrischer Kabel ... 61
6.3.4 Feuerfeste und feuerbeständige Leitungen (EN 2346, EN 4608) ... 63
6.3.5 Lichtwellenleiter ... 64
6.3.6 Spezielle Kabelarten ... 65
6.4 Steckverbinder ... 66
6.4.1 Arten von Steckverbindern ... 66
6.4.2 Aufbau ... 67
6.4.3 Kupplungs- und Trennvorgang ... 68
6.4.4 Anschlüsse für Lichtwellenleiter ... 68
6.4.5 Endgehäuse ... 68
6.4.6 Kontakt- und Verbindungsspannung und Strombelastung ... 68
6.5 Schutzeinrichtungen für Schaltkreise ... 69
6.5.1 Arten von Schutzeinrichtungen ... 69
6.5.2 Elektrische Schutzeinrichtungen ... 69
6.5.3 Schutzschalter ... 72
6.5.4 Störlichtbogen-Stromunterbrecher ... 72
6.5.5 Störlichtbogenschutzschalter (EN 4838) ... 73
6.5.6 Ferngesteuerter Schutzschalter ... 73
6.5.7 Transistor-Schutzschalter ... 73
6.5.8 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD, en: residual current device) ... 73
6.5.9 Sicherung ... 73

6.6 Schaltgeräte ... 73
6.6.1 Art des Schaltgeräts ... 73
6.6.2 Elektrisches Schalten ... 74
6.6.3 Relais, Minischütze und Schütze ... 75
6.7 Anschlussverteilersystem ... 77
6.7.1 Art des Anschlussverteilersystems ... 77
6.7.2 Konstruktion ... 77
6.7.3 Andere Modularten ... 77
6.8 Anschlusskontakte ... 78
6.8.1 Art von Anschlusskontakten ... 78
6.8.2 Werkstoff und Beschichtung ... 78
6.8.3 Bemessung ... 78
6.9 Kabelschuhe ... 79
6.9.1 Art von Kabelschuhen ... 79
6.9.2 Konstruktion ... 79
6.9.3 Bemessung ... 79
6.10 Spleiße ... 80
6.10.1 Arten von Spleißen ... 80
6.10.2 Konstruktion ... 81
6.10.3 Stoßverbinder ... 81
6.10.4 Anpassung des Spleißes ... 81
6.10.5 Abgedichteter Spleiß ... 81
6.10.6 Abgeschirmter Kabelspleiß ... 81
6.10.7 Schnelltrenn-Spleiß ... 81
6.10.8 Spleiß mit geschlossenem Ende ... 82
6.10.9 Spleiße für Lichtwellenleiter ... 82
6.11 Lötschrumpfverbinder ... 82
6.11.1 Arten von Lötschrumpfverbindern ... 82
6.11.2 Konstruktion ... 82
6.12 Durchführungen (Druckzapfen-Gehäusebaugruppen) ... 83
6.12.1 Arten von Durchführungen ... 83
6.12.2 Konstruktion ... 83
6.13 Schelle ... 84
6.13.1 Arten von Schellen ... 84
6.13.2 Konstruktion von V-Schellen ... 84
6.13.3 Konstruktion von P-Schellen ... 84
6.13.4 Auswahl von „Ω“-Schellen ... 84
6.14 Schützende Teile ... 85
6.15 Kennzeichnungsteile ... 85
6.16 Installationskomponenten ... 85
6.16.1 Auswahl der Art von Kabelbindern ... 85
6.16.2 Kabelbinder aus Kunststoff (EN 4056) ... 86
6.16.3 Kabelbinder aus Metall ... 86
6.16.4 Bindebänder ... 86
6.16.5 Textilgeflechtmantel ... 86
6.16.6 Kabelkanäle und Kabelträger ... 86
6.17 Trennelement ... 87
6.18 Anschlusskästen, ... 87
6.19 Art von Anschlusskästen ... 87

7 Anforderungen an die Installation ... 88
7.1 Zweck ... 88
7.2 Zonenkategorien ... 90
7.2.1 Beschreibung der Zoneneinteilung ... 90
7.2.2 Druckbelüftete Zonen ... 90
7.2.3 Nicht druckbelüftete Zonen ... 91
7.2.4 Zonen, in die Flüssigkeit eindringt ... 91
7.2.5 SWAMP-Zonen ... 91

7.2.6 Fahrwerksschächte ... 91
7.2.7 Schwingungsbelastete Zonen ... 91
7.2.8 Kraftstofftank-Zonen und Kraftstoffdampf-Zone ... 91
7.2.9 Hydraulikzonen ... 92
7.2.10 Heiße Zonen ... 92
7.2.11 Für elektromagnetische Gefahren/Störstrahlungen anfällige Zonen ... 92
7.2.12 Brandgefährdete Zonen ... 92
7.2.13 Waffensysteme und Selbstschutzsysteme ... 93
7.3 Installation von Drähten, Kabeln und Bündeln ... 93
7.3.1 Trennungsprinzip ... 93
7.3.2 Mechanische Trennung: allgemeine Grundlagen ... 94
7.3.3 Trennung von einer scharfen Kante ... 95
7.3.4 Elektrische Trennung: allgemeine Grundlagen ... 96
7.3.5 Trennung durch physischen Abstand oder durch eine Barriere ... 96
7.3.6 Geometrie und Morphologie eines Kabelbündels ... 102
7.3.7 Elektroinstallationsrohr, Schlauch und Umflechtung ... 114
7.3.8 Befestigung an der Luftfahrzeugstruktur ... 118
7.3.9 Halterungen ... 120
7.3.10 Kabelbinder ... 124
7.3.11 Band ... 125
7.3.12 Vorsehen von Ersatzteilen ... 126
7.4 Installation von Verbindungselement und Durchführung ... 127
7.4.1 Schutz der Verbindung ... 127
7.4.2 Anzugsmoment und Sicherung von elektrischen und faseroptischen Standardelementen ... 128
7.4.3 Steckverbinder und Zubehör ... 128
7.4.4 Anschlüsse ... 133
7.4.5 Spleiße ... 135
7.4.6 Installation von Spleißen ... 136
7.4.7 Anschluss von Thermoelementen ... 137
7.4.8 Durchführung und Druckdichtung ... 137
7.5 Installation der Geräte ... 138
7.5.1 Positionierung der elektrischen Geräte im Luftahrzeug unter Berücksichtigung der Umweltschutzauflagen ... 138
7.5.2 Installation nicht gekennzeichneter Geräte ... 139
7.5.3 Konsolen und Kästen ... 139
7.6 Anforderungen an Erdung (Stromrückführung), Potentialausgleich und Abschirmung ... 140
7.6.1 Potentialausgleich und Erdung ... 140
7.6.2 Abschirmung ... 140
7.6.3 HIRF ... 141
7.6.4 Abweichung des Kompass ... 141
7.6.5 Zündung ... 141
7.7 Herstellung von Komponenten ... 141
7.7.1 Leitung ... 141
7.7.2 Anschlüsse für Lichtwellenleiter ... 142
7.7.3 Schrumpfschlauch ... 143
7.7.4 Inspektion — Anwender-Kontrollprüfungen für Anschlüsse und Spleiße (elektrisch) ... 143
7.7.5 Installation von Lötschrumpfverbindern ... 144

8 EWIS-Hochspannung ... 145
8.1 Wechsel- und Gleichstrom-Hochspannungsnetzwerke ... 145
8.2 Beschädigung durch elektrische Lichtbögen ... 145
8.2.1 Strategie zur Verringerung von Störlichtbögen ... 145
8.2.2 Thermische Bemessung ... 146
8.3 Laplace-Kräfte ... 146
8.3.1 Beschreibung des Phänomens ... 146
8.3.2 Verringerung von Laplace-Kräften ... 148
8.4 Teilentladungen ... 148
8.4.1 Beschreibung des Phänomens ... 148

8.4.2 Verringerung von Teilentladungen 148
8.5 Raumladung 148
8.5.1 Beschreibung des Phänomens 148
8.5.2 Verringerung der Raumladung 149
8.6 Skineffekt 149
8.6.1 Beschreibung des Phänomens 149
8.6.2 Verringerung des Skineffekts 150

9 Kennzeichnung 150
9.1 Allgemeines 150
9.2 Kennzeichnung des Komponentenherstellers — Teilenummer 150
9.2.1 Kennzeichnung des Komponentenherstellers 150
9.2.2 Alternative Kennzeichnung durch den Hersteller 151
9.2.3 Abstände zwischen den Kennzeichnungen 151
9.2.4 Kennzeichnungen der Kabelhersteller 151
9.3 Kennzeichnung von Kabeln und Drähten 151
9.3.1 Kennzeichnung des Flugwerkherstellers 152
9.3.2 Abstände zwischen den Kennzeichnungen 152
9.3.3 Kennzeichnungsarten des Flugwerkherstellers 153
9.4 FIN-Kennzeichnung (Funktionskennnummer) 153
9.5 Kennzeichnung von Kabelbäumen 154
9.6 Kennzeichnung des Leitwegs 154
9.7 Kennzeichnung der Phase 154
9.8 Positionierung der Markierungen der Bezugspunkte 155
9.9 Andere spezielle Fälle 155
9.9.1 Kraftstofftank 155
9.9.2 Sichtbare Kennzeichnung von kritischen Grenzwerten der auslegungsgemäßen Konfiguration 155
9.10 Hochspannung 155
9.11 Kennzeichnung von Modifikationen oder Reparaturen von EWIS und OFIS durch den Anwender — Kennzeichnungscodierung des Betreibers 156

10 Modifikation und Reparaturen durch Bewerber für die Ergänzende Musterzulassung (STC, en: Supplementary Type Certification) 157
10.1 Vorbemerkungen 157
10.2 Sichtprüfung/Austausch/Reparatur/Modifikation, gegebenenfalls Umsetzung und letztlich Genehmigung 157
10.2.1 Reparaturdatenpaket 157
10.2.2 Baumusterdatenpaket 157
10.2.3 Installation 157
10.3 Kennzeichnung aller EWIS- und OFIS-Komponenten 158
10.4 Ungenutzte Systeme 158

Anhang A (informativ) Hauptnormen und ASD-STAN-Fachberichte nach Produktfamilie 160
A.1 Qualität und allgemeine Normen 160
A.1.1 Qualität 160
A.1.2 Begriffe 160
A.1.3 Installation 160
A.1.4 Allgemeine Normen 160
A.2 Einzeldrähte und Leitungen 161
A.2.1 Prüfverfahren 161
A.2.2 Produktnormen 161
A.2.3 Implementierungsnormen 163
A.2.4 Spezielle Dokumente 163
A.3 Lichtwellenleiter, Steckverbinder und Anschlüsse 163
A.3.1 Lichtwellenleiter 163
A.3.2 LWL-Steckverbinder und Anschlüsse 164
A.4 Steckverbinder, Kontakte und Anschlüsse 165
A.4.1 Prüfverfahren 165

A.4.2 Produktnormen 165
A.4.3 Implementierungsnormen 167
A.4.4 Spezielle Dokumente 167
A.5 Schutzeinrichtungen 167
A.5.1 Prüfverfahren 167
A.5.2 Produktnormen 167
A.5.3 Implementierungsnormen 168
A.6 Schaltgeräte 168
A.6.1 Prüfverfahren 168
A.6.2 Produktnormen 168
A.6.3 Implementierungsnormen 168
A.7 Anschlussverteiler 168
A.7.1 Prüfverfahren 168
A.7.2 Produktnormen 169
A.7.3 Implementierungsnormen 169
A.7.4 Spezielle Dokumente 169
A.8 Kabelschuhe und Stoßverbinder 169
A.8.1 Prüfverfahren 169
A.8.2 Produktnormen 169
A.9 Kabelbinder 169
A.9.1 Prüfverfahren 169
A.9.2 Produktnormen 170
A.9.3 Implementierungsnormen 170
A.10 Lötschrumpfverbinder 170
A.10.1 Prüfverfahren 170
A.10.2 Produktnormen 170
A.10.3 Implementierungsnormen 170
A.11 Durchführungen 170
A.12 Massekabel 170
A.12.1 Prüfverfahren 170
A.12.2 Produktnormen 170
A.13 Schellen 170
A.13.1 Prüfverfahren 170
A.13.2 Produktnormen 171
A.13.3 Implementierungsnormen 171
A.14 Schutzteile 171
A.14.1 Prüfverfahren 171
A.14.2 Produktnormen 171
A.14.3 Implementierungsnormen 171
A.15 Kennzeichnungsteile 171
A.15.1 Prüfverfahren 171
A.15.2 Produktnormen 171
A.15.3 Implementierungsnormen 172
A.16 Installationskomponenten 172
A.16.1 Prüfverfahren 172
A.16.2 Produktnormen 172
A.16.3 Implementierungsnormen 172
A.17 Lampen 172
A.17.1 Prüfverfahren 172
A.17.2 Produktnormen 172
A.17.3 Implementierungsnormen 172

Anhang B (informativ) Differenz im elektrochemischen Potential zwischen einigen Leiterwerkstoffen (in mV) bei Vorhandensein einer leitenden Flüssigkeit (Elektrolyt) 173

Anhang C (informativ) Änderungsverzeichnis 177

Literaturhinweise 178

Bilder

Bild 1 — Definition der Verschiedenartigkeit — Beispiel 21

Bild 2 — Konfiguration zur Beurteilung der Auswirkungen eines parallelen Lichtbogens 30

Bild 3 — Auswirkung eines parallelen Lichtbogens auf die Struktur 30

Bild 4 — Serieller Lichtbogen 35

Bild 5 — Konfiguration zur Beurteilung eines seriellen Lichtbogens 35

Bild 6 — Kriechstreckenbildung — Luftstrecke 37

Bild 7 — Darstellung der Reibkorrosion 38

Bild 8 — Beziehung der Ausfallarten von EWIS und Auswirkungen 39

Bild 9 — Spannungs-Dehnungs-Kurve 41

Bild 10 — Beispiel für Schaltpläne mit Grundfunktion 44

Bild 11 — Beispiel für Ausfall der Funktion mit einem einzigen Kanal 44

Bild 12 — Beispiel für eine Redundanz eines Kommunikationskanals 44

Bild 13 — Beispiel für eine bipolare Stromversorgung 45

Bild 14 — Darstellung eines fehlerhaften Betriebs 45

Bild 15 — Beispiel für einen fehlerhaften Betrieb mit Überwachungsmustern 45

Bild 16 — TN-, IT-, TT-Netzwerke 53

Bild 17 — Auslösekurven von Schutzschaltern 70

Bild 18 — Relais mit zwei Wechselkontakten (2RT) 76

Bild 19 — Beispiel einer Kabelschuhverbindung mit tatsächlicher Kontaktfläche 80

Bild 20 — Kurzbeschreibung des Stapelns von Kabelschuhen auf einem Stift 80

Bild 21 — Funktionsprinzip einer V-Schelle 84

Bild 22 — Durchhängen von Bündeln zwischen Befestigungspunkten 95

Bild 23 — Befestigungsprinzip für Bündel, die Kanten der Struktur kreuzen 95

Bild 24 — Elektrisches Schutzprinzip — Schutz der Umgebung durch eine Barriere 97

Bild 25 — Prinzip einer elektrischen Schutzeinrichtung — Schutz der Umgebung durch Eindämmung eines Lichtbogens 97

Bild 26 — Verlust des Befestigungspunkts 99

Bild 27 — Durchgeschnittener Draht 99

Bild 28 — Verlust des Befestigungspunkts **100**

Bild 29 — Durchgeschnittener Draht **101**

Bild 30 — Sich kreuzendes Bündel **102**

Bild 31 — Bündelkämmen **103**

Bild 32 — Übersicht zum Biegeradius **104**

Bild 33 — Prinzip einer Tropfschleife **108**

Bild 34 — Dichtungsprinzip mit Durchführungsdichtung **109**

Bild 35 — Abschirmung in einem dem Eindringen von Wasser ausgesetzten Bereich **109**

Bild 36 — Schrumpfschlauch **110**

Bild 37 — Muffen **110**

Bild 38 — Dichtungsmittel auf der Rückseite des Steckverbinders **111**

Bild 39 — Anbinden von mehreren Bündeln **111**

Bild 40 — Definition von einer einfachen, mehrfachen und T-Ableitung **113**

Bild 41 — Abgeleitete Zweige je Ableitungspunkt (EMI-Hülse oder Umflechtung) **117**

Bild 42 — Halterung zur Befestigung von Kabelbäumen **119**

Bild 43 — Spezieller Befestigungspunkt **119**

Bild 44 — Spezielle und gemeinsame Befestigungspunkte **120**

Bild 45 — Positionierung des Befestigungspunkts und der Anstiege vor den Steckverbindern **121**

Bild 46 — Anstieg mit Befestigungsvorrichtung **123**

Bild 47 — Verlauf von dynamischen Kabelbäumen an einer beweglichen Struktur **124**

Bild 48 — Positionierung von Rund- und Rechtecksteckverbindern **130**

Bild 49 — Rundsteckverbinder mit Hauptkeilnut **130**

Bild 50 — Vertikale Position von Rechtecksteckverbindern **130**

Bild 51 — Ausrichtung von Rechtecksteckverbindern **131**

Bild 52 — Vorkehrungen durch Kabelverläufe (Verbindungen) **132**

Bild 53 — Vorkehrungen durch Ketten (Verbindungen) **132**

Bild 54 — Abstand zwischen Kabelschuhen und einer VT-Trennwand **134**

Bild 55 — Beispiel für die Installation mehrerer Kabelschuhe auf demselben Stift **134**

Bild 56 — Beispiele für Spleißen **137**

Bild 57 — Positionierung von Geräten **138**

Bild 58 — Schutz von Geräten vor tropfenden Flüssigkeiten **139**

Bild 59 — DC-, AC-, PWM-Netzwerke **145**

Bild 60 — Abschätzung der Höchsttemperatur **146**

Bild 61 — Darstellung von elektromagnetischen Kräften zwischen Kabeln **147**

Bild 62 — Darstellung einer Induktionsschleife im Metallteil **147**

Bild 63 — Beispiel für eine Teilentladung an einem Kabel **148**

Bild 64 — Raumladung **149**

Bild 65 — Skineffekt **150**

Bild 66 — Kennzeichnung des Steckverbinders auf der Struktur **153**

Bild 67 — Kennzeichnung von Spannung mehr als 60 V Gleichspannung und 25 V Wechselspannung **156**

Bild 68 — Kennzeichnung bei > 115 V Wechselspannung oder Gleichspannung **156**

Bild 69 — Kennzeichnung bei > 60 V Gleichspannung und 25 V Wechselspannung und ≤ 115 V Wechselspannung oder Gleichspannung **156**

Tabellen

Tabelle 1 — Zusammenfassung der Ausfallarten von EWIS-Komponenten **40**

Tabelle 2 — Wichtigste Grundfunktion **43**

Tabelle 3 — Ausschluss möglicher EMI-, HIRF- oder induzierter Blitzeffekte zwischen EWIS-Kabelbäumen **94**

Tabelle 4 — Mindest-Biegeradius für Leitungen und Kabel **105**

Tabelle 5 — Mindest-Biegeradius für elektrische Übertragungskabel **106**

Tabelle C.1 — EN 3197 Modifikationen und Änderungen **177**