

DIN EN 16605:2025-06 (D)

Raumfahrt - Galileo Timing Receiver - Funktions- und Leistungsanforderungen und zugehörige Tests; Deutsche Fassung EN 16605:2024

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	9
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich.....	12
2 Normative Verweisungen	13
3 Begriffe und Abkürzungen	13
3.1 Begriffe	13
3.2 Abkürzungen	19
4 Galileo-Zeitgebungsdienst.....	22
4.1 Einführung in Timing-Receiver und Zeitgebungs-Referenzen	22
4.2 Galileo-Zeitgebungsdienst – Genauigkeit und Verfügbarkeit.....	24
4.3 Galileo-Zeitgebungsdienst – Integritätsfähigkeit	24
4.3.1 Allgemeines	24
4.3.2 Definition einer fehlerfreien Zeitgebungslösung	25
4.3.3 Definition einer fehlerhaften Zeitgebungslösung.....	25
4.3.4 High-Level Architektur des Galileo-Zeitgebungsdienstes.....	26
4.3.5 Verarbeitung von Zeitgebungs-Flags	27
4.3.6 Allgemeine Entscheidungslogik des Galileo Timing Receivers	27
4.3.7 Zeit bis zur Warnung und Zeit für die Benachrichtigung	31
4.3.8 Verarbeitung von T-RAIM.....	32
5 Anforderungen an Galileo Timing Receiver	32
5.1 Definitionen	32
5.2 Mindestmerkmale für die Ausrüstung	33
5.3 Funktionsanforderungen.....	35
5.3.1 Verarbeitete Konstellationen.....	35
5.3.2 Verarbeitete Frequenzen.....	35
5.3.3 Back-up-Modi.....	35
5.3.4 Dynamik des Nutzers	35
5.3.5 Zeitskalen.....	36
5.3.6 Verarbeitung von Zeitgebungs-Flags und Integritätsanforderungen	36
5.3.7 Funktionsanforderungen und Konsistenzprüfungen für T-RAIM	42
5.3.8 Anti-Störsendung-Fähigkeiten.....	42
5.3.9 Galileo OS-NMA-Verarbeitung.....	44
5.3.10 Holdover-Fähigkeiten	44
5.3.11 Minderung von Mehrwegausbreitungen	44
5.3.12 Besondere Anforderungen an Konfiguration und Ausgabe	45
5.4 Leistungsanforderungen.....	45
5.4.1 Allgemeines.....	45
5.4.2 Genauigkeitsanforderungen.....	46
5.4.3 Anforderungen an die Verfügbarkeit.....	47
5.4.4 Integritätsanforderungen.....	47
5.4.5 Leistungen und Schwellenwerte von T-RAIM	50
5.4.6 Holdover-Zeitüberschreitung	50
6 Verifizierung von Galileo Timing Receivern.....	50
6.1 Allgemeines.....	50

6.2	Prüfpolitik für Galileo Timing Receiver.....	51
6.3	Strategie für die Verifizierung der Galileo Timing Receiver.....	51
6.3.1	Verifizierungsverfahren	51
6.3.2	Verifizierungsstrategie für Galileo Timing Receiver.....	52
6.3.3	Prüfreihe für Galileo Timing Receiver	53
6.4	Prüfumgebung.....	57
6.4.1	Allgemeines.....	57
6.4.2	Prüfumgebung für die Aufzeichnung und Wiedergabe.....	58
6.5	Festlegung der Antennenbedingungen	63
6.5.1	Klarer Himmel.....	63
6.5.2	Klarer Himmel mit Hindernissen.....	63
6.5.3	Günstiger Innenraum.....	64
6.6	Fehlerbudgets für die Prüfungen	65
6.7	Rückverfolgbarkeitsmatrix: Anforderungen gegen Verifizierungsverfahren	66
6.7.1	Rückverfolgbarkeit.....	66
6.7.2	Funktionen des Receivers, die durch das Überprüfungsverfahren verifiziert wurden	68
6.8	Prüfung von Galileo Timing Receivern.....	68
6.8.1	Prüfkonfiguration für Aufzeichnung und Wiedergabe	68
6.8.2	Kalibrierung der Zeitverzögerungen.....	74
6.8.3	Für die Verifizierung der Funktionen der Galileo Timing Receiver (TC-01).....	75
6.8.4	GST-Dienststufe 1 (TC-02).....	76
6.8.5	GST-Dienststufe 2 (TC-03).....	77
6.8.6	GST-Dienststufe 3 (TC-04).....	78
6.8.7	UTC-Dienststufe 1 (TC-05)	79
6.8.8	UTC-Dienststufe 2 (TC-06)	80
6.8.9	UTC-Dienststufe 3 (TC-07)	81
6.8.10	Leistungen in beeinträchtigtter Umgebung (TC-08)	82
6.8.11	Leistungen in günstiger Innenraumumgebung (TC-09).....	83
6.8.12	Prüfung auf Robustheit gegenüber Störbeeinflussungen: Nominelle Bedingungen (TC-10)	84
6.8.13	Prüfung auf Robustheit gegenüber Störbeeinflussungen: Verschlechterte Bedingungen (TC-11).....	85
6.8.14	Prüfung der T-RAIM-Leistungen (TC-12)	87
6.8.15	Prüfung des Receiver-Rauschens (TC-13).....	91
	Anhang A (informativ) Gleichungen für die GNSS-Zeitgebung.....	93
	Anhang B (informativ) Leitlinien für Installation und Instandhaltung.....	96
B.1	Installation von Antennen, Kabeln und Receivern.....	96
B.1.1	Allgemeines.....	96
B.1.2	Auswahl einer GNSS-Antenne.....	96
B.1.3	Aufstellen und Installieren der GNSS-Antenne.....	97
B.1.4	Anschluss an die Antenne: Kabel	98
B.1.5	Überprüfung der Antenneninstallation	98
B.1.6	Verwendung von zusätzlichen Produkten	98
B.1.7	Bewertung der Signaldämpfung zur Validierung der Kabellänge.....	99
B.1.8	Minderung von Mehrwegausbreitung.....	100
B.1.9	Weitere Empfehlungen.....	101
B.2	Präzise Berechnung der Antennenposition.....	101
B.2.1	Allgemeines.....	101
B.2.2	Erforderliche Eingaben für die Durchführung eines PPP zur präzisen Berechnung der Antennenposition des Galileo Timing Receivers	102
B.2.3	Verfügbare Online-PPP-Dienste	102
B.3	Anfängliche Kalibrierung der Zeitverzögerungen der 1PPS Empfängerkette	102
B.4	Regelmäßige Rekalibrierung	107
	Anhang C (informativ) Zusätzliche Informationen zur Aufzeichnung und Wiedergabe	108
C.1	Quellen für Referenzzeittakt	108
	Anhang D (informativ) Definition der Zeitgebungs-Flags	111

Anhang E (normativ) Bereitstellung von Aufzeichnungs- und Wiedergabedateien	116
E.1 Anforderungen an die Datenerfassung für die R&R.....	116
E.1.1 Technische Dokumentation	116
E.1.2 Personal.....	117
E.1.3 Digitalisierung von GNSS-Signalen	117
E.1.4 GNSS-Konstellationssimulator	119
E.2 Anforderungen an die Validierung von R&R-Daten.....	119
E.2.1 Validierung der Einsatzprüfung	119
E.2.2 Validierung der digitalisierten GNSS-Signale.....	120
Anhang F (informativ) Begründung der nominellen RFI-Umgebung.....	122
Anhang G (informativ) Validierung der Prüfung des Receiver-Rauschens (TC-13).....	123
Literaturhinweise	124

Bilder

Bild 1 — Darstellung von 1PPS- und TOD-Signalen	23
Bild 2 — Architektur des Galileo-Zeitgebungsdienstes [30].....	26
Bild 3 — Galileo Timing Receiver, Teil der Verarbeitung der Entscheidungslogik in Bezug auf die Verarbeitung von T-RAIM und Zeitgebungs-Flags	29
Bild 4 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-GST-Statusflag für SL2- und SL3-Nutzer.....	30
Bild 5 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-GST-Statusflags für SL1-Nutzer.....	30
Bild 6 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-UTC-Statusflag für SL2- und SL3-Nutzer.....	31
Bild 7 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-UTC-Statusflags für SL1-Nutzer.....	31
Bild 8 — Bitwerte für den Signalzustand nach [2]	41
Bild 9 — Datenvaliditätsstatus (DVS) nach [2].....	41
Bild 10 — Beispiel eines Blockdiagramms für die Einstellung der Aufzeichnung (oben) und Wiedergabe (unten) zum Vergleich der Echtzeit und der aufgezeichneten GST-1PPS-Leistung SDR berücksichtigt, als Beispiel	59
Bild 11 — Vergleich des Zeitfehlers zwischen dem 1PPS-Ausgang des zu prüfenden Galileo-Receiver mit realen HF-Signalen und wiedergegebenen HF-Signalen mit verschiedenen Frequenzreferenzquellen.....	61
Bild 12 — Dämpfung für die Definition von Straßenschlucht für TC-08 (Bild aus DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2017/79)	64
Bild 13 — Aufbau der Verbindungen zur Durchführung von Prüfung TC-1 SDR als ein Beispiel.....	70
Bild 14 — Aufbau der Verbindungen zur Durchführung der Prüfungen TC-02 bis TC-09 SDR als ein Beispiel	71

Bild 15 — Zwei verschiedene Aufbauten zur Durchführung der Prüfungen von TC-10 und TC-11 SDR als ein Beispiel	73
Bild 16 — Aufbau der Verbindungen zur Durchführung von Prüfung TC-13 SDR als ein Beispiel	74
Bild 17 — Beispiel eines TC-12-Aufbaus zur Durchführung der Prüfungen mit einem Simulator	89
Bild B.1 — Zwei mögliche Verwendungen eines Kalibrierkits	104
Bild C.1 — GPSDO und OCXO Überlappende ADEV nach 5 Tagen gemessener Zeitintervalle.....	108
Bild C.2 — GPSDO und OCXO TDEV nach 5 Tagen gemessener Zeitintervalle.....	109
Bild C.3 — GPSDO und OCXO MTIE nach 5 Tagen gemessener Zeitintervalle	109
Bild D.1 — Nachrichtentyp I/NAV Überwachung des Zeitgebungsdienstes	111
Tabellen	
Tabelle 1 — Abkürzungen.....	19
Tabelle 2 — Zusammenfassung der End-to-End-Ziele des Galileo-Zeitgebungsdienstes, die dank der Norm erreicht werden können (Genauigkeit und Integrität)	33
Tabelle 3 — Zusammenfassung der Mindestmerkmale für die Ausrüstung zur Erfüllung der Dienststufen	33
Tabelle 4 — Dienststufen	36
Tabelle 5 — Interpretation der GST-Status-Flags in Galileo E1 oder E5b	37
Tabelle 6 — Interpretation der GST-UST-Status-Flags in Galileo E1 oder E5b	38
Tabelle 7 — Merkmale von CW- und Chirp-HF-Störbeeinflussungen	43
Tabelle 8 — Überblick über die Galileo-Prüfreihe.....	53
Tabelle 9 — Prüfungen, die jedes Produkt abhängig von der angestrebten Dienststufe bestehen muss.....	57
Tabelle 10 — Definition von Straßenschlucht für TC-08.....	63
Tabelle 11 — Diagramm der Straßenschlucht für TC-08 — Dämpfung.....	64
Tabelle 12 — Fehlerbudget für Einstellungen für die Aufzeichnung und die Wiedergabe	65
Tabelle 13 — Rückverfolgbarkeitsmatrix, Anforderungen gegen Verifizierungsverfahren	66
Tabelle 14 — Prüfzenarien.....	75
Tabelle 15 — GALILEO KONSTELLATIONS-ALMANACH auf GAL EPOCH 2017/01/01 00:00:0 nach [51].....	89
Tabelle 16 — T-RAIM-Kriterien für das Bestehena.1.....	90
Tabelle D.1 — UTC-Status-Flag.....	112

Tabelle D.2 — Ausgabe von GST-UTC-Parametern	112
Tabelle D.3 — GST-Status-Flag.....	112
Tabelle D.4 — Bitzuweisung für I/NAV- Word Type 6 nach [51]	114
Tabelle D.5 — Bitzuweisung für F/NAV E5a-I page type 4 nach [51]	114
Tabelle D.6 — Werte der Ausgabe der Stapel von GST-UTC-Parametern.....	115
Tabelle G.1 — Beispielhafte Ergebnisse für TC-13 und entsprechendes GST-Rauschen.....	123