

# DIN EN 16803-4:2025-06 (D)

Raumfahrt - Anwendung von GNSS-basierter Ortung für Intelligente Transportsysteme (ITS) im Straßenverkehr - Teil 4: Definitionen und systemtechnische Verfahren für den Entwurf und die Validierung von Testscenarien; Deutsche Fassung EN 16803-4:2024

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	10
Einleitung .....	11
1 Anwendungsbereich.....	13
2 Normative Verweisungen .....	14
3 Begriffe und Abkürzungen .....	14
3.1 Begriffe .....	14
3.2 Abkürzungen .....	16
4 Technische Dokumentation für die Auslegung von Szenarien.....	17
4.1 Technische Dokumentation für „R&R“ .....	17
4.1.1 Allgemeines.....	17
4.1.2 Formulierung von Erfordernissen.....	18
4.1.3 Prüfspezifikationen .....	19
4.1.4 Prüfplan.....	19
4.1.5 Einsatzprüfungsbedingung und Validierung.....	36
4.2 Liste von zu erstellenden Dokumenten für Simulationsszenario .....	38
4.2.1 Allgemeines.....	38
4.2.2 Typen zu erstellender Szenarien (auf „R&R“-Grundlage oder manuell für Simulatoren).....	38
4.2.3 Technische Dokumentation .....	39
5 Anforderungen für die Datenerfassung.....	43
5.1 Identifizierung der technischen Dokumentation .....	43
5.1.1 Allgemeines.....	43
5.1.2 Prüfplan.....	43
5.1.3 Technische Dokumentation zu Messgeräten.....	43
5.1.4 Validierung der Einsatzprüfung .....	43
5.2 Anforderungen für das Personal .....	44
5.3 Anforderungen für die Prüfplattform.....	45
5.3.1 Repräsentativität der Plattform.....	45
5.3.2 Installationsanforderungen.....	46
5.4 Anforderungen für RTMeS.....	47
5.4.1 Allgemeines.....	47
5.4.2 Typen von Daten.....	49
5.4.3 Anforderungen für Trägheitsnavigationssysteme .....	50
5.5 Anforderung für die Digitalisierung der GNSS-Signale .....	58
5.5.1 Allgemeines.....	58
5.5.2 IQ-Datenformat.....	58
5.5.3 Eigenschaften von Signaldigitalisierern .....	59
5.5.4 Installation von Signaldigitalisierern und HF-Komponenten.....	62
5.5.5 Wahl der Antenne.....	62
5.6 Anforderungen für GNSS-Konstellationssimulator .....	63
5.7 Anforderungen für GNSS-Bezugsgrößenempfänger .....	64
5.8 Anforderung für eingebettetes GBPT.....	65
5.9 Anforderungen für andere Sensoren .....	66

5.9.1	Allgemeines.....	66
5.9.2	Anfangssensoren .....	66
5.9.3	Optische Sensoren.....	67
5.9.4	GNSS-Erweiterungs-/Korrekturdaten.....	68
5.10	Anforderungen für Kontrollvideo.....	68
6	Anforderungen für die Datenvalidierung.....	69
6.1	Validierung der Einsatzprüfung .....	69
6.2	Validierung der Daten für die Referenztrajektorie.....	70
6.2.1	Allgemeines.....	70
6.2.2	Validierung von GNSS-Daten .....	71
6.2.3	Validierung von Trägheitsmessungen und hybridisierter Trajektorie.....	73
6.2.4	Schätzung der Unsicherheiten .....	74
6.3	Validierung digitalisierter GNSS-Signale .....	76
6.3.1	Allgemeines.....	76
6.3.2	Analyse der HF-Signalleistung .....	76
6.3.3	Analyse von Einflüssen auf GNSS-Bezugsgrößenempfänger .....	79
6.4	Validierung der Trägheitsmessungen von Sensoren.....	84
6.5	Validierung von Korrekturdaten (NRTK, PPP ...) .....	88
6.5.1	Allgemeines.....	88
6.5.2	Beispiel für die Validierung der NRTK-Korrektur .....	89
6.6	Charakterisierung des Szenarios .....	91
6.6.1	Allgemeines.....	91
6.6.2	Dynamikanalyse .....	91
6.6.3	Analyse von GNSS-Messungen.....	92
Anhang A (informativ) Einfluss von Mehrfachkonstellationen auf RTK-Ergebnisse.....		96
Anhang B (normativ) Validierung von PPK-Daten.....		100
Anhang C (normativ) Validierung von Trägheitsmessungen und hybridisierten Trajektorien .....		104
Anhang D (informativ) Wie Hebelarmfehler die endgültige Referenztrajektorie beeinflussen könnten .....		109
Anhang E (normativ) Einfluss einer C/N0-Differenz auf die Verfügbarkeit von Messungen .....		113
Anhang F (normativ) Beispiel für Szenariocharakterisierung .....		115
Literaturhinweise .....		123

## Bilder

Bild 1	— Generische Funktionsarchitektur eines GNSS-basierten ITS-Systems für den Straßenverkehr [QUELLE: EN 16803-1:2020: <i>Raumfahrt — Anwendung von GNSS-basierter Ortung für Intelligente Transportsysteme (ITS) im Straßenverkehr — Teil 1: Definitionen und Systemtechnikverfahren für die Festlegung und Überprüfung von Leistungsdaten</i> ] .....	11
Bild 2	— Beispiel einer Prüftrajektorie für ein Referenzszenario [QUELLE: GPSTART2 project — WP1 — WP1 mit Raster von Géoportail — französischer IGN-Kartenanbieter].....	24
Bild 3	— Beispiel für den Prozess der Schätzung der Referenztrajektorie .....	29
Bild 7	— Beispiel für RTMeS-Schemadarstellung.....	48
Bild 8	— Plan der GNSS-Signale ( <a href="https://gssc.esa.int/navipedia/images/f/f6/GNSS_navigational_frequency_bands.png">https://gssc.esa.int/navipedia/images/f/f6/GNSS_navigational_frequency_bands.png</a> ) ....	51
Bild 9	— Theoretische Verbesserung für „Vorwärts-Rückwärts“-Algorithmus.....	56

<b>Bild 10</b> — Hybridisierte Trajektorie mit und ohne „Vorwärts-Rückwärts“-Algorithmus [QUELLE: GPSTART2 project — WP1 mit Raster von Géoportail — französischer IGN-Kartenanbieter] .....	<b>57</b>
<b>Bild 11</b> — Quantisierungsdifferenzen zwischen 2 Bit und 3 Bit [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....	<b>58</b>
<b>Bild 12</b> — Beispiel für einen durch Metadaten-Standardisierung ermöglichten SDR-Datenaustausch [QUELLE: <a href="https://navi.ion.org/content/navi/68/1/11.full.pdf">https://navi.ion.org/content/navi/68/1/11.full.pdf</a> ] .....	<b>59</b>
<b>Bild 13</b> — Plan der GNSS-Signale [QUELLE: <a href="https://gssc.esa.int/navipedia/images/f/f6/GNSS_navigational_frequency_bands.png">https://gssc.esa.int/navipedia/images/f/f6/GNSS_navigational_frequency_bands.png</a> ] .....	<b>60</b>
<b>Bild 14</b> — Signalspektrum-Webschnittstelle für Signaldigitalisierer Saphyrion [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	<b>61</b>
<b>Bild 15</b> — Beispiel für die Installation eines GNSS-Signaldigitalisierers [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	<b>62</b>
<b>Bild 16</b> — Trägheitsmessungen in drei Achsen [QUELLE: GPSTART2 project — WP1 und GPSTART2 project — WP1] .....	<b>67</b>
<b>Bild 17</b> — Vergleich zwischen Bildern von Fisheye- und Vorwärts-Kamera [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	<b>69</b>
<b>Bild 18</b> — Vergleich zwischen PPK mit genauer Position der Basis und Basiskoordinaten mit Fehler von 1 m [QUELLE: GPSTART2 project — WP1 mit Raster von Géoportail — französischer IGN-Kartenanbieter] .....	<b>72</b>
<b>Bild 19</b> — Beispiel für Übereinstimmung zwischen GNSS-PVT und hybridisierter Trajektorie [QUELLE: GPSTART2 Projekt — WP1 mit Raster von Géoportail — französischer IGN-Kartenanbieter].....	<b>73</b>
<b>Bild 20</b> — Beispiel für Unsicherheiten von Referenztrajektorien unter Verwendung von GNSS und IMU [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....	<b>75</b>
<b>Bild 21</b> — HF-Schemadarstellung für Einsatzprüfung für Szenarien UTS ID G und I [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	<b>76</b>
<b>Bild 22</b> — Spektralanalyse wiedergegebener Signale für das Szenario UTS ID G [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	<b>77</b>
<b>Bild 23</b> — Referenzpegel digitalisierter GNSS-Signale.....	<b>78</b>
<b>Bild 24</b> — C/N0-Vergleich von GNSS-Signalen im L1-Band für Satelliten mit großer Elevation [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....	<b>80</b>
<b>Bild 25</b> — Pseudostreckendifferenz zwischen Einsatzprüfung und wiedergegebenen Signalen auf L1-Signalen [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....	<b>82</b>
<b>Bild 26</b> — Pseudostreckendifferenz zwischen Einsatzprüfung und wiedergegebenen Signalen auf L2/L5-Signalen [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....	<b>83</b>
<b>Bild 27</b> — Beispiel für IMU-Sensorinstallation.....	<b>85</b>
<b>Bild 28</b> — Validierung von Trägheitsmessungen (Beschleunigungen) durch Vergleich mit Referenz-IMU [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....	<b>86</b>

Bild 29 — Validierung von Trägheitsmessungen (Beschleunigungen) durch Vergleich mit Referenz-IMU (Vergrößerung bis auf einige Epochen) [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	87
Bild 30 — Kreuzkorrelationsanalyse für Trägheitsmessungen [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	88
Bild 31 — Beispiel für die Digitalisierung/Protokollierung von NRTK- und GNSS-Daten [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	90
Bild 32 — Beispiel einer GNSS- und NRTK-Korrekturwiedergabe im Laboratorium [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	90
Bild A.1 — Prüfszenario für die Bewertung von Mehrfachkonstellationen auf PPK [QUELLE: GPSTART2 project — WP1 mit Raster von Géoportail — französischer IGN-Kartenanbieter].....	96
Bild A.2 — PPK-Ergebnisse des Paris-Szenarios mit Einzel- und Mehrfachkonstellationen [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	97
Bild A.3 — Stadtgebiet für das Paris-Szenario der PPK-Bewertung.....	98
Bild A.4 — PPK-Ergebnisse des Stadtgebiets mit Einzel- und Mehrfachkonstellationen [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	98
Bild A.5 — Unsicherheiten von Referenztrajektorien für verschiedene PPK [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	99
Bild B.1 — Liste von Korrekturnachrichten in der Datei nach PPK [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	100
Bild B.2 — Anzahl in der PVT verwendeter Satelliten gegenüber Satelliten auf der Strecke [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	101
Bild B.3 — PVT-Unsicherheiten und Verfügbarkeit von PVT-Betriebsarten [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	101
Bild B.4 — Für die PPK-Validierung verwendete Referenzstation [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	102
Bild B.5 — Breitengrad-, Längengrad- und Höhenfehler unter PPK, die verschiedene Referenzstationen verwenden [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....	103
Bild C.1 — Periodizität von Trägheitsmessungen auf Referenz-Trägheitsnavigationseinheit [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	104
Bild C.2 — Übereinstimmung zwischen RTK Fix- und Positionen der hybridisierten Trajektorie [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	105
Bild C.3 — Referenztrajektorie und GNSS-Trajektorie in einer Stadtumgebung [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	106
Bild C.4 — Vorwärtskamera am Prüffahrzeug, ausgerichtet an der Antenne in Vorwärtsrichtung [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	107
Bild C.5 — Zweckdienliche Sicht mit Verwendung von Karten [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....	108

<b>Bild D.1 — Einfluss von 2-cm-Fehlern der Hebelarme auf die Unsicherheiten der endgültigen Trajektorie [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>111</b>
<b>Bild D.2 — Einfluss von 1-m-Fehlern der Hebelarme auf die Unsicherheiten der endgültigen Trajektorie [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>111</b>
<b>Bild D.3 — Endgültige Unsicherheiten der Referenztrajektorie [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>112</b>
<b>Bild F.1 — Vergleich der Geschwindigkeitsprofile der Szenarien [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>115</b>
<b>Bild F.2 — Vergleich der Richtungsprofile der Szenarien [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>116</b>
<b>Bild F.3 — Vergleich der Höhenprofile der Szenarien [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>116</b>
<b>Bild F.4 — C/N0-Analyse für Szenario UTS ID G für Satelliten mit großer, mittlerer und kleiner Elevation [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>117</b>
<b>Bild F.5 — C/N0-Analyse für Szenario UTS ID I für Satelliten mit großer, mittlerer und kleiner Elevation [QUELLE: GPSTART2 project — WP1].....</b>	<b>118</b>
<b>Bild F.6 — Residuen für Elevationswinkelgruppe im Szenario UTS ID I (Stadtzentrum) [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....</b>	<b>120</b>
<b>Bild F.7 — Residuen für Elevationswinkelgruppe im Szenario UTS ID I (ländlich) [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....</b>	<b>121</b>
<b>Bild F.8 — Residuen (Effektivwert) in den zwei UTS-Szenarien G und I [QUELLE: GPSTART2 project — WP1] .....</b>	<b>122</b>
 <b>Tabellen</b>	
<b>Tabelle 1 — Tabellarisches Beispiel einer Messgeräteliste.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 2 — Beispiel für ein unitäres Prüfscenario (UTS).....</b>	<b>25</b>
<b>Tabelle 3 — Beispiel für Rolle von Personal.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle 4 — Beispielliste von RTMeS-Messgeräten und Software.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle 5 — Beispiel für Liste der Messgeräteausstattung .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabelle 6 — Beispiel für die Identifizierung von GBPT-Klassen .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabelle 7 — Beispiel für Leistungsmetrikentabelle .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabelle 8 — Beispiel für Einzelheiten zu simulierten GNSS-Daten.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle 9 — Beispiel für Anforderungen für Kompetenzen.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabelle 10 — Beispiel für Leistungsdaten von High-End-IMU während Ausfällen .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 11 — Anforderungen für IMU-Leistungsdaten .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabelle 12 — Beispiel für die GBPT-Identifizierung .....</b>	<b>66</b>

<b>Tabelle 13 — Beispiel für die Verstärkung verschiedener Messgeräte .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabelle 14 — Methodiken für die Validierung von (N)RTK- oder PPP-Korrekturen .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabelle 15 — UTS-ID-Szenarios, erwartete Bedingungen für Klassifizierung .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabelle 16 — Erwartetes Verhalten von GNSS-Messungen für verschiedene Umgebungen .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabelle 17 — Grenzwerte der C/N0-Metrik nach Umgebung .....</b>	<b>94</b>
<b>Tabelle 18 — Grenzwerte der Residuen-Metrik nach Umgebung .....</b>	<b>95</b>
<b>Tabelle C.1 — Mittelwert und Standardabweichung des absoluten Fehlers .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabelle E.1 — Analyse der C/N0-Dämpfung und Verfügbarkeit von Messungen von Satelliten mit verschiedener Elevation für Umgebung mit freiem Himmel .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabelle E.2 — Analyse der C/N0-Dämpfung und Verfügbarkeit von Messungen von Satelliten mit verschiedener Elevation für städtische Umgebung .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabelle F.1 — Zusammenfassung der Analyse .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabelle F.2 — Mittlere und größte Standardabweichung von C/N0 für jedes Elevationswinkel- Intervall .....</b>	<b>119</b>
<b>Tabelle F.3 — C/N0-Verfügbarkeit nach Elevationswinkelintervall .....</b>	<b>119</b>