

DIN EN 16803-1

ICS 03.220.20; 35.240.60; 33.060.30

Einsprüche bis 2015-03-16

Entwurf**Raumfahrt –****Anwendung von GNSS-basierter Ortung für Intelligente Transportsysteme (ITS) im Straßenverkehr –****Teil 1: Definitionen und Systemtechnikverfahren für die Festlegung und Überprüfung von Leistungsdaten;
Deutsche Fassung prEN 16803-1:2014****Space –**

Use of GNSS-based positioning for road Intelligent Transport Systems (ITS) –
Part 1: Definitions and system engineering procedures for the establishment and assessment of performances;
German version prEN 16803-1:2014

Espace –

Utilisation de la localisation basée sur les GNSS pour les systèmes de transport intelligents –
Partie 1: Définitions et procédure d'ingénierie système pour l'établissement et la vérification des performances;
Version allemande prEN 16803-1:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-01-16 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16803-1:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/TC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-10-01 AA „Interoperabilität von Informations-, Kommunikations- und Navigationssystemen“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Raumfahrt — Anwendung von GNSS-basierter Ortung für Intelligente Transportsysteme (ITS) im Straßenverkehr — Teil 1: Definitionen und Systemtechnikverfahren für die Festlegung und Überprüfung von Leistungsdaten

Espace — Utilisation de la localisation basée sur les GNSS pour les systèmes de transport intelligents — Partie 1 : Définitions et procédure d'ingénierie système pour l'établissement et la vérification des performances

Space — Use of GNSS-based positioning for road Intelligent Transport Systems (ITS) — Part 1: Definitions and system engineering procedures for the establishment and assessment of performances

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D
STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Abkürzungen	6
3.2 Allgemeine Begriffe	7
3.3 Spezifische Begriffe	8
4 Beschreibung der generischen Architektur eines GNSS-basierten ITS	11
4.1 Generische Architektur	11
4.2 Komponenten	12
4.2.1 Ortungskomponenten und –ausgaben	12
4.2.2 Anwendungsmodul und Ausgaben	13
5 Umfassender systemtechnischer Ansatz	13
5.1 Einleitung	13
5.2 Prüfungen des GBPT	15
5.3 Prüfungen des Anwendungsmoduls	16
5.4 Sensitivitätsanalyse des Anwendungsmoduls	16
6 Definition der Leistungsmetriken für Ortungsendgeräte	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Ausgaben des Ortungsendgerätes	19
6.3 Eingaben für die Leistungscharakterisierung	20
6.4 Leistungsmerkmale	20
6.5 Leistungsmetriken	21
7 Einsatzszenarien	26
7.1 Begriffsbestimmung	26
7.1.1 Allgemeines	26
7.1.2 Aufstellungsbedingungen	26
7.1.3 Trajektorie	26
7.1.4 Umgebungsbedingungen	26
7.2 Klassifizierung und Charakterisierung von GNSS-Umgebungen	27
7.2.1 Grundprinzip	27
7.2.2 Definition der übergeordneten Kategorien der GNSS-Referenzumgebungen	28
7.2.3 Feincharakterisierung einer GNSS-Umgebung	28
8 PVT-Fehlermodelle	30
8.1 Einleitung	30
8.2 Verschiedene Typen von Fehlermodellen	31
8.3 Merkmale von PVT-Fehlermodellen	31
9 SENSITIVITÄTSANALYSE	33
9.1 Einleitung	33
9.2 Beschreibung der einzelnen Verfahrensschritte	33
9.2.1 Allgemeines	33
9.2.2 Festlegung des Einsatzszenarios und des Prüfprotokolls	34
9.2.3 Durchführung der Einsatzprüfungen des GBPT	34
9.2.4 Identifizierung des PVT-Fehlermodells	35
9.2.5 Generierung simulierter degradierter Trajektorien	35

9.2.6	Überprüfung der End-zu-End-Leistungen.....	35
9.2.7	Analyse des Sicherheitsspielraums	35
Anhang A (informativ) Klassifizierung von ITS für den Straßenverkehr		36
A.1	Klassifizierung	36
A.2	Verarbeitung der Positionsdaten	37
A.2.1	Map-Matching	37
A.2.2	Parkplatzabgleich	37
A.2.3	Geofencing	37
A.2.4	Zurückgelegte Wegstrecke	38
Anhang B (informativ) Grundprinzip der Metriken für die Ortungsleistung		45
B.1	Allgemeines	45
B.2	Ausgaben des Ortungsendgerätes	45
B.3	Eingaben für die Leistungscharakterisierung	47
B.4	Leistungsmerkmale	48
B.5	Leistungsmetriken	48
B.5.1	Allgemeines	48
B.5.2	Genauigkeitsmetriken	49
B.5.3	Integritätsmetriken	50
B.5.4	Verfügbarkeitsmetriken	51
B.5.5	Leistungsmetriken der Zeitsteuerung	52
B.6	Einführung in die Leistungsanforderungen	54
Anhang C (normativ) Spezifikation und erforderliche Mindestleistungen des GNSS-Referenzempfängers		56
 Bilder		
Bild 1 — Generische Architektur eines ITS für den Straßenverkehr mit GNSS-basiertem Ortungsendgerät		11
Bild 2 — Logik des Engineering-Ansatzes zur Gesamtleistung		14
Bild 3 — Generisches Verfahren der Leistungszuweisung		15
Bild 4 — Grundlegendes Prinzip der Sensitivitätsanalyse		18
Bild 5 — Abbildung zufallsgenerierter degradierter Trajektorien		30
Bild 6 — Konformitätsbeurteilung von PVT-Fehlermodellen		32
Bild B.1 — Beispiele für horizontale Genauigkeitsanforderungen und Ortungsendgeräten, die diese erfüllen oder nicht erfüllen		54
Bild B.2 — Genauigkeitsbezogene Leistungsklassen für ein festzulegendes Szenario		55

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16803-1:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN-CENELEC/TC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Dieser ersten Europäischen Norm werden zwei weitere EN folgen, die sich, weiterhin im Zusammenhang mit Intelligenten Transportsystemen (ITS) für den Straßenverkehr, mit der Überprüfung der Leistungsdaten des *GNSS-basierten Ortungsgerätes* selbst befassen.

1 Anwendungsbereich

Die zivilen Anwendungen der Geoortung erfahren derzeit eine sprunghafte Entwicklung. Die aktuellste Marktanalyse bezüglich Globalen Navigationssatellitensystemen (GNSS, en: Global Navigation Satellite System), zeigt zwei Hauptanwendungsgebiete auf, die zusammengenommen praktisch den gesamten Markt unter sich aufteilen.

- Intelligente Transportsysteme (ITS, en: Intelligent Transport Systems), überwiegend im Bereich der ITS für den Straßenverkehr.
- Standortbezogene Dienste (LBS, en: Location Based Services), zugänglich auf Smartphones und Tablets.

Wenn ein *ITS für den Straßenverkehr* GNSS-Ortung erfordert, was bei den meisten dieser Systemen der Fall ist, stellt sich die Frage nach der Auswahl des Empfängertyps und seiner mindesterforderlichen Leistungsfähigkeiten, um den endgültigen Systemanforderungen auf Benutzerebene zu entsprechen. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, beinhaltet das System ein datenverarbeitendes *Anwendungsmodul*, das die Ausgaben (*PVT* = Position – Geschwindigkeit – Zeit; en: Position – Velocity – Time) eines *GNSS-basierten Endgerätes*¹⁾ verwendet, um den Dienst mit einer bestimmten *End-zu-End-Leistung* bereitzustellen. Diese hängt folglich von der Qualität der Ortungsausgaben ab, die je nach Systembetriebsbedingungen, aber auch in Abhängigkeit von der Leistung des Anwendungsmoduls selbst, in hohem Maße variieren kann.

Die hiervon hauptsächlich betroffenen Intelligenen Transportsysteme sind:

- GNSS-basierte Mautsysteme (Straßen, Parkplätze, Stadtgebiete, usw.);
- lokalisierte Notrufe (eCall-Systeme);
- elektronische Fahrtenschreiber;
- Taxameter;
- Systeme für regulierten Güterverkehr (Gefahrstoffe, Viehtransport, usw.);
- Versicherungen nach dem „Pay-as-you-drive“-Prinzip;
- Verkehrsleitsysteme, Verkehrsinformationssysteme;
- Fahrerassistenzsysteme (FAS);
- usw.

Manche *ITS für den Straßenverkehr* werden als „sicherheitskritische Systeme“ angesehen, da ihr Versagen zu Todesfällen oder Verletzungen führen kann; andere sind „kritisch bezüglich der Haftung“, da sie finanzielle und behördliche Aspekte einschließen. In manchen Fällen steht ihre Entwicklung in Abhängigkeit von einem offiziellen Zertifizierungs-/Zulassungsprozess. Insbesondere bei diesen Systemen besteht die starke Notwendigkeit, beweisen zu können, dass sie die Anforderungen an ihre *End-zu-End-Leistung* tatsächlich erfüllen.

Derzeit sind keine Normen oder Standards vorhanden, um einen solchen Zertifizierungsprozess zu unterstützen; die von Natur aus schwierige Handhabung der Überprüfung von GNSS-Ortungseleistungen kommt dem erschwerend hinzu.

1) In dieser Norm wird der Begriff *GNSS-basiertes Ortungsendgerät* verwendet, da das Ortungsendgerät auch ein Hybrid sein kann, der andere Sensoren neben einem einzelnen GNSS-Empfänger verwendet. Im Rahmen des vorliegenden Dokumentes ist das Gerät stets aus mindestens einem GNSS-Empfänger aufgebaut.

Die Zielsetzung dieser Europäischen Norm liegt darin, diese Lücke zu füllen, indem ein Ansatz für die Handhabung von Leistungsaspekten von *ortungsbasierten ITS für den Straßenverkehr* bereitgestellt wird, der deutlich zwischen den jeweiligen Funktionen des *Ortungsendgerätes* und des *Anwendungsmoduls* unterscheidet.

Diese Norm sieht Standarddefinitionen von Leistungsmetriken für die in Bezug auf *ITS für den Straßenverkehr* relevanten Ausgaben des *GNSS-basierten Ortungsendgeräts*, Definitionen der verschiedenen Betrachtungseinheiten, die bei der Festlegung eines *Einsatzszenarios* zu beachten sind, und letztendlich Verfahren zur Angleichung der Prüfergebnisse der verschiedenen Systemkomponenten vor, sodass die *End-zu-End-Leistung* des Systems überprüft werden kann.

Das vorliegende Dokument kann von verschiedenen Stakeholdern, für verschiedene Zwecke genutzt werden:

- durch Prüfinstitute, zur Überprüfung der Leistungsdaten des gesamten *ITS für den Straßenverkehr*, das ein bestimmtes *Ortungsendgerät* umfasst, und das für den Betrieb nach einem bestimmten Szenario vorgesehen ist,
- durch Entwickler von *ITS für den Straßenverkehr*, für die Auswahl der richtigen, mit den Anwendungsleistungen übereinstimmenden Ortungstechnologie, oder zur Abstimmung von Anwendungsalgorithmen in Bezug auf die Endgeräteleistungen,
- durch Hersteller von *Ortungsendgeräten*, für die Entwicklung einer eigens für solche Anwendungen bestimmten spezialisierten Ortungsendgerätereihe, oder für die Empfehlung von Produkten an Entwickler von *ITS für den Straßenverkehr*.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

NMEA 0183 V 4.10 Schnittstellenstandard

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Abkürzungen

3.1.1 EGNOS

(en: European Geostationary Navigation Overlay Service)

europäischer geostationärer Navigationsdienst. Europäisches SBAS (en: Satellite Based Augmentation System; satellitengestütztes Erweiterungssystem)

3.1.2 GNSS

(en: Global Navigation Satellite System)

globales Navigationssatellitensystem: allgemeine Abkürzung für Satellitennavigationssysteme

3.1.3 GPS

(en: Global Positioning System)

globales Positionsbestimmungssystem: Abkürzung für das amerikanische Navstar-GPS Satellitennavigationssystem

3.1.4

IST

(en: Intelligent Transport System)

Intelligente Transportsysteme, die Informations-, Kommunikations- und Ortungstechnologien auf den Transportbereich anwenden

3.1.5

SBAS

(en: Satellite Based Augmentation System)

satellitengestütztes Erweiterungssystem: Begriff zur Bezeichnung regionaler Erweiterungssysteme vollständiger Systeme, wie z. B. GPS oder GLONASS. In Europa ist EGNOS das regionale SBAS-System

3.2 Allgemeine Begriffe

3.2.1

digitale Karte

digitale Beschreibung des Straßennetzes und einer bestimmten Anzahl von Attributen, die den Elementen dieses Netzes zugewiesen sind. Auf Datenverarbeitungsebene nimmt sie die Form einer georeferenzierten Datenbank an

3.2.2

Lokalisierung

Vorgang der Ortsbestimmung eines mobilen Objektes oder einer Person. Wird in diesem Dokument als Synonym für Ortung verwendet

3.2.3

Navigation

Vorgang des Leitens eines Fahrzeugs oder Fußgängers an einen bestimmten Zielort, durch Berechnung der optimalen Trajektorie und durch Führung in Bezug auf diese Trajektorie und ihre Echtzeit-Position

3.2.4

Navigationsnachricht

zur Positionsberechnung erforderliche Daten, die durch die GNSS-Signale in den Weltraum übertragen werden

3.2.5

Leistungsfähigkeit

allgemeine Charakterisierung der durch ein System bereitgestellten Dienstgüte. Im Allgemeinen setzt sich die Leistungsfähigkeit aus mehreren bestimmten Leistungsmerkmalen bestimmter Systemausgaben zusammen, und wird unter Verwendung bestimmter Metriken gemessen

3.2.6

Leistungsklasse

für eine bestimmte Leistungsmetrik, bezeichnet einen durch zwei Grenzen eingegrenzten Bereich

3.2.7

Leistungsmerkmal

bestimmte Eigenschaft zur Qualifizierung und Quantifizierung des durch ein System bereitgestellten Dienstes, so z. B. die horizontale Genauigkeit in einem *Ortungssystem*

3.2.8

Leistungsmetrik

Genaue Definition der Bemessungsmittel eines bestimmten Leistungsmerkmals einer bestimmten Systemausgabe. Beispiel für eine Leistungsmetrik der Genauigkeit kann der Mittelwert einer Fehlerprobe sein, die während einer bestimmten Prüfung nach einem festgelegten Protokoll erhalten wurde

3.2.9

Phasenmessung

vom GNSS-Empfänger durchgeführte Messung der Phasenvariationen der Trägerwelle, die durch den Empfänger empfangen wird, proportional zur Entfernung zwischen Satellitenantenne und Empfängerantenne. Diese Messung beinhaltet eine ganzzahlige Anzahl von Trägerzyklen (Mehrdeutigkeiten), die durch die Positionsrechnung korrigiert werden müssen. Gehört in die Kategorie der Rohdatenmessungen

3.2.10

Ortung

in dieser Norm als Synonym für Lokalisierung verwendet

3.2.11

Pseudostrecke

vom GNSS-Empfänger durchgeführte Messung der Entfernung zwischen Satellitenantenne und Empfängerantenne, die systematisch durch den Fehler aufgrund der Differenz zwischen Satellitenuhr und Empfängeruhr beeinflusst wird. Gehört in die Kategorie der Rohdatenmessungen

3.2.12

Rohdatenmessung

oder *Rohdaten*. Beschreibt sämtliche Messungen einer Signalverarbeitungsstufe eines GNSS-Empfängers und bezeichnet die Größen Pseudostrecke, Doppler und Phase, die sich verhältnismäßig zu jedem durch den Empfänger verarbeitenden Satellitensignal verhalten und aus denen *PVT* berechnet wird. Mitunter wird auch das Signal-zu-Rausch-Verhältnis *CN0* in den Bereich der *Rohdatenmessung* eingeordnet

3.2.13

Trajektorie

Bahnkurve

Reihe von mit einem Zeitstempel versehenen Positionen (und möglicherweise Geschwindigkeiten) eines mobilen Objekts

3.3 Spezifische Begriffe

3.3.1

Anwendungsmodul

in dieser Norm als Synonym für *ITS-Anwendung für den Straßenverkehr* verwendet. Dem/den Ortungs- endgerät/en nachgeschalteter, datenverarbeitender Teil, der *die Messgrößen der Anwendung* berechnet und den *ITS-Dienst für den Straßenverkehr* bereitstellt

3.3.2

Anwendungsgröße

durch die *ITS-Anwendung für den Straßenverkehr* erzeugte Messgröße, aus der eine *End-zu-End-Leistung* berechnet werden kann. Diese Messgröße wird normalerweise von einer Reihe von Positionen (und/oder Geschwindigkeiten), die durch das *Ortungssystem* erzeugt werden, abgeleitet. So ist zum Beispiel die Anwesenheitsdauer eines Fahrzeuges innerhalb eines bestimmten Gebietes die Messgröße für eine *Geofencing-Anwendung*

3.3.3

assistiertes GNSS

Technik, bei der die Positionsberechnung unterstützt wird, indem dem GNSS-Endgerät durch ein Telekommunikationssystem teilweise oder vollständige Navigationsdaten bereitgestellt werden, wie sie durch das GNSS-Signal im Raum übertragen werden. Dadurch wird die TTFF-Zeit (en: Time to First Fix) verringert und die Empfindlichkeitsschwelle für die Datenerfassung herabgesetzt

3.3.4

End-zu-End-Leistung (E2E-Leistung)

Leistungsfähigkeit des durch das *ITS für den Straßenverkehr* bereitgestellten Dienstes. Die Messung der E2E-Leistung wird durch Anwendung einer Leistungsmetrik auf eine *Anwendungsgröße* durchgeführt. In dieser Norm als Synonym für *Key Performance Indicator (KPI)* verwendet

3.3.5

Falschdetektionsrate

Verhältnis der Falschdetektion von Mautereignissen, den Fahrzeugen entsprechend, die erfasst werden, während sie sich auf mautfreien Straßen bewegen, über die Gesamtanzahl von detektierten Mautereignissen. Beispiel für die *End-zu-End-Leistung* eines auf Mautereignissen basierenden Straßenmautsystems

3.3.6

Geofencing

Funktion zur Anwesenheitsbestimmung bestimmter Personen oder bestimmter sich bewogender Objekte innerhalb eines festgelegten geographischen Bereichs, dieser Bereich kann auf verschiedene Arten festgelegt sein

3.3.7

Geo-Objekt

geographische Einheit in Form eines virtuellen Polygons, das einen Ort von Interesse umschließt oder einen Bereich von Interesse begrenzt

3.3.8

Integrität

allgemeines Leistungsmerkmal, das sich auf das Maß an Zuverlässigkeit bezieht, auf das der Anwender bei einem ausgegebenen Wert einer bestimmten *Positions*- oder *Geschwindigkeits*komponente vertrauen kann. In der vorliegenden Norm wird dieses Merkmal durch zwei Größen wiedergegeben: dem *Protection Level* und dem damit verbundenen *Integritätsrisiko*²⁾

3.3.9

Integritätsrisiko

bei *Ortungsendgeräten*, die einen *Protection Level* als einen Gradmesser für die Integrität bereitstellen, bezieht sich das *Integritätsrisiko* auf die Wahrscheinlichkeit, dass der tatsächliche Fehler bei einer gegebenen *Positions*- oder *Geschwindigkeits*komponente den damit verbundenen *Protection Level* für diese Größe überschreitet

3.3.10

Map Matching

verarbeitender Vorgang, bei dem die Position des mobilen Objekts auf einer Kartendarstellung des Straßennetzes bestimmt wird. Erfordert eine digitale Karte

3.3.11

Einsatzszenario

Beschreibung der Bedingungen, unter denen das *GNSS-basierte ITS für den Straßenverkehr* arbeitet, und die sich im Besonderen auf das *GNSS-basierte Endgerät* auswirken

3.3.12

Ortungssystem

Satz von Hardware- und Software-Komponenten, die an verschiedenen Orten sein können, aber miteinander verbunden sind, und zur Berechnung von Position, Geschwindigkeit und dazugehörigem Zeitstempel eines mobilen Objekts beitragen

3.3.13

Ortungsendgerät

durch ein Fahrzeug oder eine Person mitgeführtes Gerät (Geräteeinheit), das einer ITS-Anwendung für den Straßenverkehr eine Positionslösung liefert. Das *Ortungsendgerät* stellt die „Endkomponente“ des *Ortungssystems* dar und ist unmittelbar mit dem Nutzer der Positionsdaten (in der vorliegenden Norm die *ITS-Anwendung für den Straßenverkehr*) verbunden. In den meisten Fällen, und das gilt auch für das vorliegende Dokument, verwendet dieses Endgerät einen GNSS-Empfänger, der auch hybridisiert oder unterstützt sein kann

2) In der vorliegenden Norm, die sich auf ITS für den Straßenverkehr bezieht, wird die Begriffsbestimmung der Integrität durch die Begriffsbestimmung des gleichen Konzepts in der Zivilluftfahrt inspiriert, stellt sich jedoch erheblich einfacher dar.

3.3.14

ortungsbezogenes ITS für den Straßenverkehr

System, bestehend aus einem oder mehreren *Ortungsendgeräten*, sowie einer *ITS-Anwendung für den Straßenverkehr*, die einen *ortungsbezogenen ITS-Dienst für den Straßenverkehr* bereitstellt

3.3.15

ortungsbezogener ITS-Dienst für den Straßenverkehr

Hauptfunktion(en) eines *ortungsbezogenen ITS für den Straßenverkehr*, bei der/denen die *Anwendungsgrößen* verwendet werden (Beispiel: Berechnung und sichere Speicherung von Mautereignissen in einem Straßenmautsystem)

3.3.16

Zahlstelle

gesetzlich festgelegte Stelle auf einem Straßensegment, bei deren Durchquerung durch ein Fahrzeug die Rechnungstellung einer Gebühr im Verhältnis zur Länge des Straßensegmentes ausgelöst wird. Synonyme: Mautstelle, virtuelle Schilderbrücke

3.3.17

Protection Level

Schätzung einer Obergrenze von Fehlern einer *Positions-* oder *Geschwindigkeitskomponente* (z. B. die Ebenenposition) in Verbindung mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, dem Integritätsrisiko. Wie der tatsächliche Fehler, kann auch dieses Merkmal durch seine Verteilungsfunktion charakterisiert werden

3.3.18

PVT-Fehlermodell

Parametrische mathematische Modelle zur Fehlerdarstellung einer PVT-Komponente, in Zusammensetzung mit an der Komponente beobachtetem Rauschen und systematischen Messabweichungen, die durch ein Ortungsendgerät in einer bestimmten Betriebsumgebung ausgegeben werden. Das *PVT-Fehlermodell* wird zur Zeichnung pseudo-zufälliger Trajektorien, stellvertretend für wirkliche Trajektorien, verwendet

3.3.19

PVT

zusammenfassende Benennung der im Allgemeinen am Ausgang eines GNSS-Empfängers oder eines *Ortungsendgerätes* erhältlichen Daten bezüglich der Position, der Geschwindigkeit und der Zeit

3.3.20

GNSS-Referenzempfänger

bezieht sich in dieser Norm auf einen weitverbreitet genutzten, standardmäßig hochempfindlichen GNSS-Empfänger mit hoher Verfügbarkeit und hoher Empfindlichkeit gegenüber Mehrwegeausbreitung und NLOS-Phänomenen (en: Non-line-of-Sight, Nicht-Sichtverbindung), dessen Herstellung über eine lange Zeitdauer garantiert werden kann

3.3.21

Referenztrajektorie

Reihe von mit einem Zeitstempel versehenen Positionen (und möglicherweise Geschwindigkeiten) eines Bezugspunktes an einem mobilen Objekt (Prüffahrzeug), erzeugt durch eine Messeinrichtung zur Erfassung der Referenztrajektorie

3.3.22

Messeinrichtung zur Erfassung der Referenztrajektorie

RTMeS

(en: Reference Trajectory measurement system)

Begriff, der in der vorliegenden Norm für ein Messmittel verwendet wird, dessen Genauigkeitsleistungen die des zu prüfenden *Ortungsendgeräts* um mindestens eine Größenordnung übertreffen

3.3.23

ITS-Anwendung für den Straßenverkehr

Siehe *Anwendungsmodul*

3.3.24

Sensitivitätsanalyse

Verfahren der Leistungsüberprüfung eines *Anwendungsmoduls*, bei dem eine hohe Anzahl an simulierten degradierten PVT-Daten eingegeben wird, die durch Addieren von *PVT-Fehlermodellen*, stellvertretend für die wirklichen, durch gesonderte Einsatzprüfungen beobachteten Fehler, auf eine Referenztrajektorie erhalten wurden

3.3.25

Detektionsrate

Verhältnis von detektierten *Mautereignissen* über die Gesamtanzahl von tatsächlichen *Mautereignissen*. Beispiel für die *End-zu-End-Leistung* eines auf Mautereignissen basierenden Straßenmautsystems

4 Beschreibung der generischen Architektur eines GNSS-basierten ITS

4.1 Generische Architektur

Ein *ortungsbezogenes ITS für den Straßenverkehr*, das auf GNSS basiert, und folglich einen *ortungsbezogenen ITS-Dienst für den Straßenverkehr* bereitstellt, besteht aus einem *Ortungssystem* und einem *Anwendungsmodul*, das durch die Verwendung von Lokalisierungsdaten einen *Dienst* für den Nutzer bereitstellt (Navigationshilfe, Tracking, Detektion von Ereignissen oder Personen, usw.). Bild 1 zeigt die Architektur eines solchen Systems.

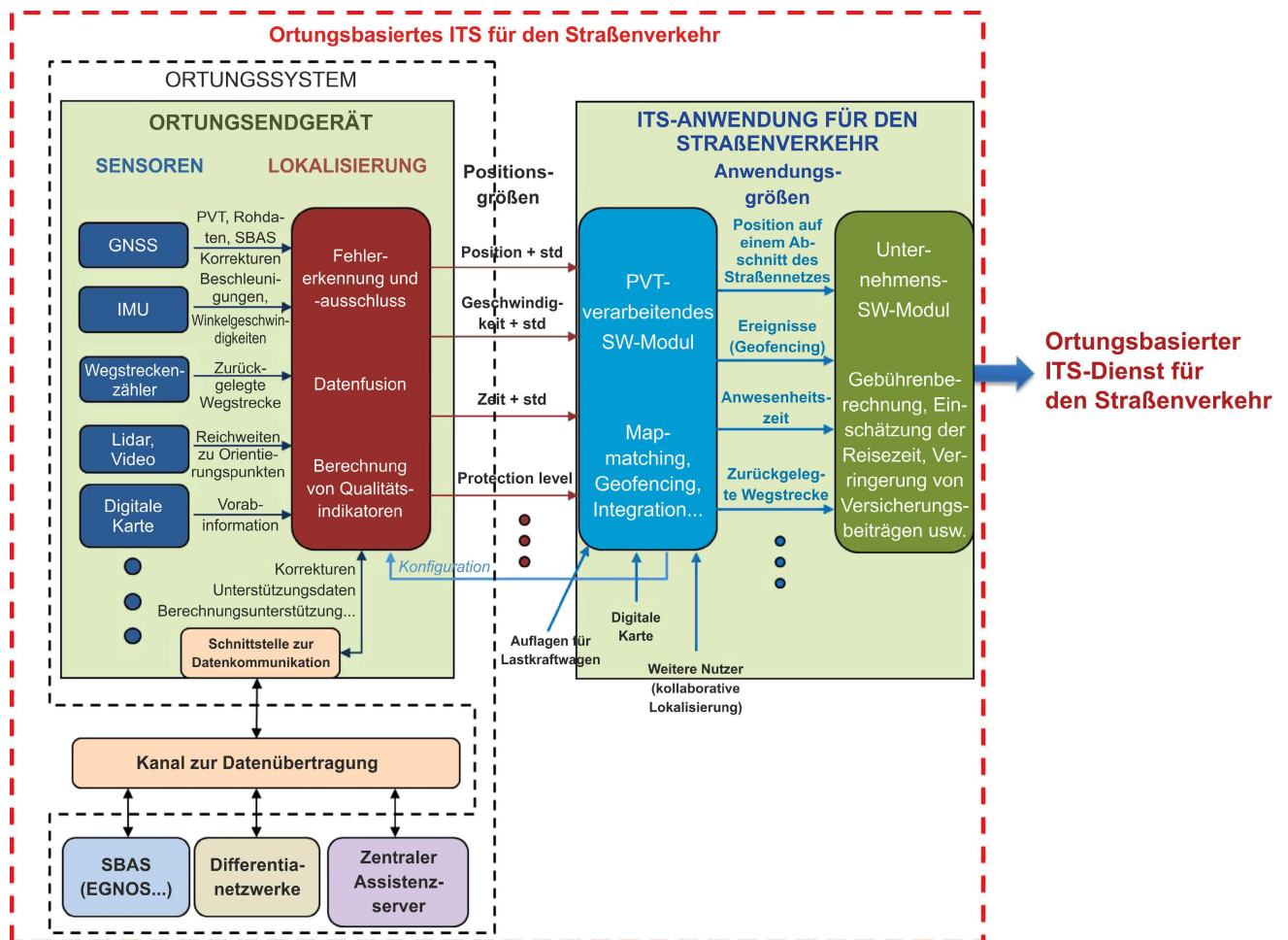


Bild 1 — Generische Architektur eines ITS für den Straßenverkehr mit GNSS-basiertem Ortungsendgerät

4.2 Komponenten

4.2.1 Ortungskomponenten und –ausgaben

Das *Ortungsendgerät* wird in dieser Norm als fahrzeugseitiger Teil des *Ortungssystems* bezeichnet, d. h. der Teil, der am mobilen Objekt (Fahrzeug) angebracht ist, dessen Positionsbestimmung durch die Anwendung erwartet wird. In dieser Hinsicht ist das Endgerät die „Endkomponente“ des *Ortungssystems*, und steht in unmittelbarer Verbindung mit dem Nutzer der Anwendungsgrößen (in diesem Fall der *ITS-Anwendung für den Straßenverkehr*). Da die vorliegende EN die Anwendungsfälle behandelt, bei denen ein GNSS-Empfänger verwendet wird, wird das Endgerät für eine präzise Formulierung als *GNSS-basiertes Ortungsendgerät*, oder *GBPT* (en: GNSS-based positioning terminal) bezeichnet.

Das Endgerät selbst besteht aus einer Reihe von geräteigenen Sensoren und einer Schicht von Lokalisierungsalgorithmen (Lokalisierungsmodul), die das Anwendungsmodul mit *Positionsgrößen* beliefert. Falls das *Lokalisierungsmodul* innerhalb des Endgerätes oder dem GNSS-Sensor externe GNSS-Daten verwendet, die über einen Datenübertragungskanal geliefert werden, wie z. B.: Unterstützungsdaten (*Assistiertes GNSS*), differenzielle GNSS-Daten oder SBAS-Daten von satellitengestützten Erweiterungssystemen, beinhaltet das *Ortungssystem* neben dem fahrzeugseitigen Teil einen externen Teil. In manchen Fällen kann die Lokalisierungsberechnung teilweise oder vollständig durch ein Modul durchgeführt werden, das sich außerhalb des mobilen Objektes befindet. Auch in diesem Fall befindet sich das *Ortungssystem* nur teilweise an Bord des Fahrzeuges, mit Ausnahme des Endgeräts, das im Rahmen dieser Norm als die Komponente vorgesehen ist, die die endgültige Positionsausgabe an die Anwendung übermittelt.

In sämtlichen Fällen, die in diesem Dokument betrachtet werden, muss das Endgerät mindestens einen *GNSS-Empfänger* verwenden, der sowohl hybridisiert, als auch unterstützt sein kann.

Im Rahmen der vorliegenden EN muss die Echtzeit-Ausgabe der *Positionsgrößen* durch das *Ortungsendgerät* mindestens eine der folgenden Größen umfassen:

- die Position des Phasenzentrums der *GNSS-Empfängerantenne* oder einen anderen Referenzpunkt des Fahrzeugs³⁾, wiedergegeben in einem geodätischen Standardreferenzsystem,
- die Geschwindigkeit dieses Punktes,

jede dieser Größen muss mit einem Zeitstempel zur Anzeige der Zeit versehen sein, der die Ausgabe entspricht.

Je nach Anwendung kann die Position entweder in den drei Komponenten der 3D-Position (d. h. ein Vektor), in einer Teilmenge davon, z. B. in der 2D-Horizontalposition (Projektion der 3D-Position auf die horizontale Ebene oder auf eine Ebene, die tangential zum verwendeten Ellipsoid des geodätischen Referenzrahmens verläuft), oder der Vertikalposition bestehen.

Gleichermaßen kann die Geschwindigkeit auf die horizontale 2D-Geschwindigkeit oder sogar auf ihr Modul, d. h. die Horizontalgeschwindigkeit, oder auf jede einzelne der 3D-Geschwindigkeitskomponenten beschränkt sein.

Im Rahmen der vorliegenden Norm wird die Zusammenstellung aus Position, Geschwindigkeit und Zeit stets mit *PVT* bezeichnet.

Falls das *Ortungsendgerät* Informationen bezüglich der *Integrität* von Positions- oder Geschwindigkeitskomponenten der *PVT* bereitstellt, müssen diese Informationen zumindest Folgendes erfüllen:

- es muss ein der Begriffsbestimmung in dieser Norm entsprechender *Protection Level* der betroffenen *PVT*-Komponente enthalten sein, d. h. ein Wert, der den Fehler der Positions- oder Geschwindigkeitskomponente, die durch das Ortungsendgerät geliefert wird, mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit statistisch begrenzt,
- berechnet für ein bestimmtes *Integritätsrisiko*, das die ergänzende Wahrscheinlichkeit des Letzteren darstellt, d. h. die Wahrscheinlichkeit, dass der tatsächliche Fehler der Komponente seinen zugehörigen *Protection Level* tatsächlich überschreitet.

3) Die Position dieses Referenzpunktes sollte durch eine einfache Translation im Raum von der Antennenposition abgeleitet werden.

4.2.2 Anwendungsmodul und Ausgaben

Das *Anwendungsmodul* ist ein Software-Modul, das für den Anwendungszweck dieser Norm in zwei Submodulen aufgeteilt dargestellt wird:

- 1) das PVT-verarbeitende Modul ist ein reines Datenverarbeitungsmodul, das die *Positionsgrößen* in *Anwendungsgrößen* umwandelt, die je nach Anwendung direkt von den PVT-Daten und anderen Daten abgeleitet werden, und die die wesentlichen erforderlichen Größen zur Bereitstellung des endgültigen Dienstes an den Nutzer darstellen (Beispiel: Position auf einem Straßensegment (Position durch Map-Matching), virtuelle Mautstellenerfassung, Detektion von Zutritt/Verlassen eines Gebietes, Schnelligkeit, zurückgelegte Wegstrecke, usw.);
- 2) das Unternehmens-Submodul ist ein weiteres Software-Modul, das eigens zur Bereitstellung des letztendlichen Dienstes bestimmt, und in hohem Maße von dem gewählten Unternehmensmodell des Systembetreibers abhängig ist. Ein Unternehmens-Submodul kann beispielsweise zuständig für die Berechnung der an den Nutzer zu sendenden Mautgebührenrechnung, oder die Verringerung des Versicherungsbeitrags bei einer Versicherung nach dem „Pay-as-you-drive“-Prinzip sein.

Da die vom Unternehmensszenario des Systembetreibers abhängige Datenverarbeitung sehr variabel gestaltet werden kann und demzufolge außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Technischen Norm liegt, werden im vorliegenden Dokument lediglich die Fälle berücksichtigt, bei denen die *End-zu-End-Leistungen* des Systems, das den Dienst bereitstellt, auf die Anwendung anwendungsspezifischer Metriken auf die *Anwendungsgrößen* basieren.

Die *End-zu-End-Leistungen* werden auch als *Key Performance Indicators*, oder KPI, bezeichnet.

In Anhang A (informativ) werden einige *ITS für den Straßenverkehr*, die GNSS-basierte Ortung verwenden aufgelistet und klassifiziert. Der Liste kann entnommen werden, dass bei den meisten Systemen zur Berechnung der *Anwendungsgrößen* die horizontale Position erforderlich ist, andere Systeme hingegen können die Schnelligkeits- oder Geschwindigkeitskomponenten verwenden, oder verwenden sie tatsächlich. Für jedes der aufgelisteten Systeme werden die *Anwendungsgrößen* im Zusammenhang mit Beispielen von *End-zu-End-Leistungen* angegeben, sowie die erforderliche Verarbeitung der *PVT-Daten*, um die *Positionsgrößen* in *Anwendungsgrößen* umzuwandeln.

5 Umfassender systemtechnischer Ansatz

5.1 Einleitung

Der in diesem Dokument vorgeschlagene Ansatz zum Leistungsmanagement beruht auf klassischen Systemtechnikverfahren und stellt eine Unterstützung für Ingenieure dar, die sich der Problemstellung der Handhabung von Leistungen eines *ortungsbasierten ITS für den Straßenverkehr* während der gesamten Systemlebensdauer gegenüber sehen.

Der allgemeine Engineering-Ansatz, den Ingenieure bezüglich dieser Problemstellung verfolgen, ist der Folgende:

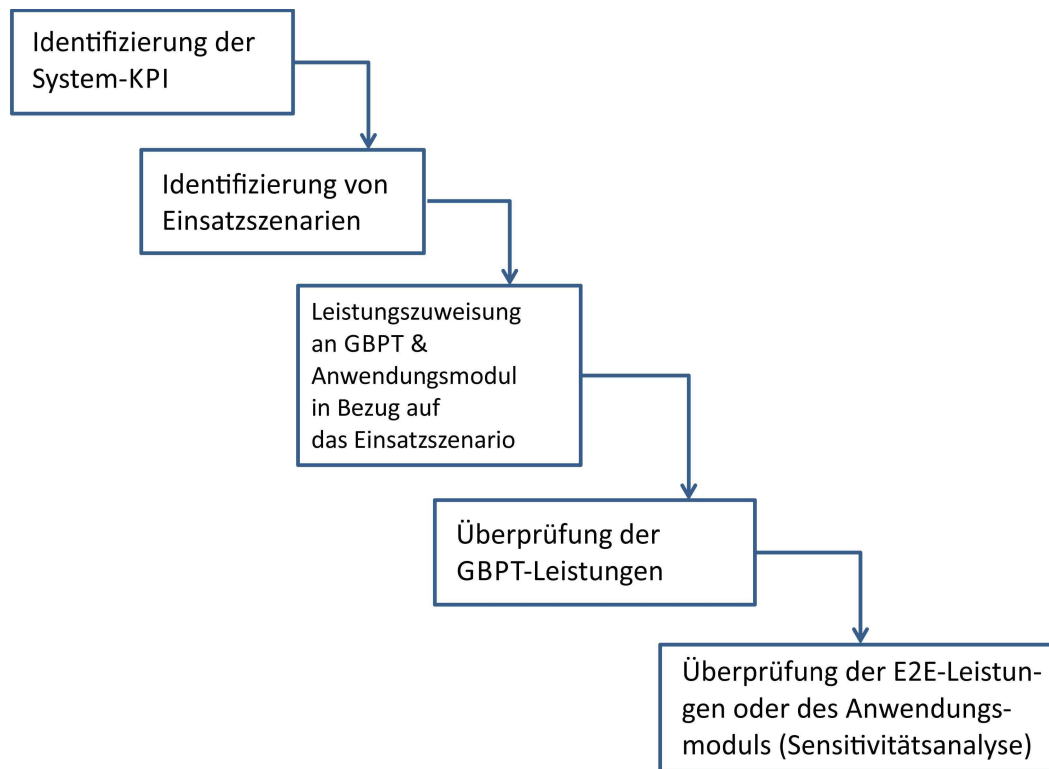


Bild 2 — Logik des Engineering-Ansatzes zur Gesamtleistung

Der Ausgangspunkt eines jeden Leistungsmanagements von *ortungsbasierten ITS für den Straßenverkehr* **muss** in der Definition und eindeutigen Darlegung der *End-zu-End-Leistungen* bestehen, die durch das zu konstruierende und/oder zu prüfende System zu erfüllen sind, wie durch den Kunden angegeben.

Im Rahmen der vorliegenden Norm, **ist** die Architektur des Referenzsystems und die Aufteilung des Systems in Komponenten die in Abschnitt 4 beschriebene Aufteilung, bei der zwei Hauptkomponenten identifiziert werden können:

- das *GNSS-basierte Ortungsendgerät (GBPT)*;
- das *Anwendungsmodul*.

Als Schnittstelle zwischen diesen beiden Komponenten wird die *PVT-Information* vorausgesetzt, zusammen mit weiteren Hilfsinformationen, wie z. B. Informationen bezüglich der *Integrität* bei *GBPTs*, die für die Bereitstellung solcher Informationen ausgelegt sind.

Leistungsanforderungen werden im Allgemeinen als Anforderungen an die Ausgaben einer bestimmten Systemkomponente festgesetzt, unter der Voraussetzung, dass die anderen Komponenten, die diese Komponente mit Eingabeinformationen versorgen, ihre eigenen Leistungsanforderungen erfüllen.

Demzufolge **sollte** eine Leistungszuweisung der KPI der E2E an die Systemkomponenten nach dem untenstehenden Gesamtschema erfolgen:

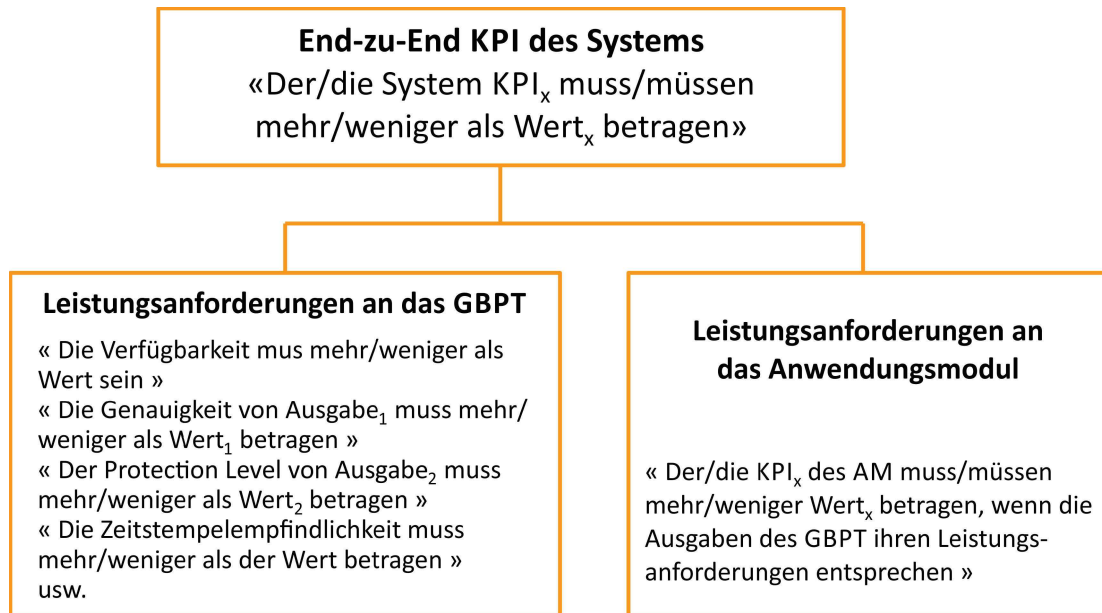


Bild 3 — Generisches Verfahren der Leistungszuweisung

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die Leistungsanforderungen je nach Anwendung möglicherweise nur auf die Positionsangabe oder nur auf die Geschwindigkeitsangabe durch das *GBPT* zu legen sind.

Aufgrund der Besonderheiten von GNSS-Leistungen, deren Festlegung statistisch erfolgen muss, und die in hohem Maße von den Einsatzbedingungen abhängig sind, empfiehlt es sich, Fehlerspielräume bei den Leistungszuweisungen einzuplanen, damit das System auch dann seine Leistungsanforderungen erfüllen kann, wenn eine der Komponenten unter gewissen Umständen seine eigenen Anforderungen nicht erfüllt.

Ein wesentliches Element des Verfahrens besteht in der Art der Festlegung von Leistungsanforderungen.

In Abschnitt 6 werden die bei der Festlegung der *GBPT*-Leistungsanforderungen zu verwendenden Leistungsmerkmale und Metriken für die Ortung identifiziert und definiert, die vollständigen Prüfverfahren zur Überprüfung dieser Leistungsdaten werden in dieser EN jedoch nicht behandelt.

Die Leistungsanforderungen an das Anwendungsmodul stimmen mit den End-zu-End-KPI des Systems überein, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass das *GBPT* bestimmte Leistungen erbringt.

Die Leistungsmetriken, die bei der Festlegung von Leistungsanforderungen an das *Anwendungsmodul* verwendet werden müssen, sind in hohem Maße von der jeweiligen Anwendung abhängig und fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm, jedoch wird in den Abschnitten 8 und 9 ein Verfahren aufgezeigt, wie sie für den Einsatz mit einem bestimmten *GBPT* überprüft werden können.

5.2 Prüfungen des GBPT

Für die Überprüfung der *GBPT*-Leistungen können im Allgemeinen drei Arten von Prüfungen durchgeführt werden:

- Einsatzprüfungen in realen und maßstabsgetreuen Umgebungen; erforderlich ist ein Prüffahrzeug, das mit einer Messeinrichtung zur Erfassung der Referenztrajektorie (RTMeS) ausgestattet ist;
- Laborprüfungen mithilfe eines GNSS-Konstellationssimulators, der soweit konfigurierbar ist, dass er Einsatzfälle in Bezug auf die GNSS-Empfangsumgebungen abdecken kann (dieser Ansatz ist nicht durchführbar, wenn das *GBPT* andere Sensortypen beinhaltet, die eine Bewegung des mobilen Objekts oder die Verwendung von Baken oder Orientierungspunkten, die durch ein optisches System erfasst werden, erfordern);

- Laborprüfungen mittels Wiedergabe von realen GNSS-Signalen, die während einer Einsatzprüfung aufgezeichnet wurden; dies hat den Vorteil, dass die echten Signale mit allen Einsatzbedingungen erfasst werden und perfekte Wiederholungen desselben Prüf szenarios mit verschiedenen *GBPTs* möglich sind, ohne eine erneute Einsatzprüfung durchführen zu müssen.

Die Festlegung standardisierter Einsatzprüfungen zur Beurteilung der *GBPT*-Leistungen in einer bestimmten Einsatzumgebung in Bezug auf standardisierte Leistungsklassen liegt nicht im Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm.

Im Rahmen dieser EN werden ausschließlich die Einsatzprüfungen des *GBPT* beschrieben, die zur Bestimmung eines *PVT-Fehlermodells* erforderlich sind, siehe Abschnitt 9. Zur Definition des *PVT-Fehlermodells*, siehe Abschnitt 8.

5.3 Prüfungen des Anwendungsmoduls

Ähnlich wie oben angeführt, können auch Leistungsprüfungen am *Anwendungsmodul* unter Einsatzbedingungen, mit dem realen *GBPT* und dem realen *Anwendungsmodul*, d. h. mit dem vollständigen System, oder in einer Laborumgebung durchgeführt werden, indem simulierte *PVT*-Daten durch ein simuliertes *GBPT* in das reale *Anwendungsmodul* eingegeben werden.

Da *PVT*-Fehler bei GNSS auf einer Vielzahl von Parametern beruhen, die mit dem Zeitverlauf variieren und in besonders hohem Maße von der physischen Umgebung abhängig sind, erfordert die Leistungsüberprüfung des *Anwendungsmoduls* mittels GNSS-Daten zahlreiche Tests, um der Vielzahl von Fällen, die während des Systemeinsatzes auftreten können, gerecht zu werden. Darüber hinaus benötigt die Verifizierung einiger E2E-Leistungen, wiedergegeben durch eine sehr niedrige Wahrscheinlichkeit, eine so hohe Anzahl an Prüfungen, dass sie nicht im Einsatz unter Realbedingungen durchgeführt werden kann. Folglich müssen simulierte *PVT*-Daten verwendet werden.

Es gibt zwei Arten der Generierung einer hohen Anzahl simulierter *PVT*-Daten aus einem bestimmten *GBPT*, das in einem bestimmten *Einsatzszenario* betrieben wird:

- die Verwendung eines GNSS-Konstellationssimulators als Eingabe an das *GBPT*, wie bei den *GBPT*-Leistungsprüfungen, mit den obig angeführten Beschränkungen,
- die Verwendung eines *PVT-Fehlermodells*, beruhend auf einer begrenzten Anzahl von Einsatzprüfungen; die durch das Modell erhaltenen Fehler werden zu der Referenztrajektorie addiert, die bei den Prüfungen verwendet wurde.

Für die zweite Art der Datengenerierung wird in dieser Europäischen Norm ein Verfahren empfohlen, bei dem eine begrenzte Anzahl von Einsatzprüfungen des *GBPT* mit ausführlichen Simulationsprüfungen des *Anwendungsmoduls* kombiniert wird. Dieses Verfahren wird als *Sensitivitätsanalyse* bezeichnet.

5.4 Sensitivitätsanalyse des Anwendungsmoduls

Bei dem in diesem Unterabschnitt beschriebenen Anwendungsfall muss die E2E-Leistung eines bestimmten Anwendungsmoduls geprüft werden, das im Rahmen eines bestimmten Einsatzszenarios die Ausgaben eines bestimmten *GBPT* erhält, d. h. die Verfolgung einer bestimmten Trajektorie in einer bestimmten Umgebung. Definition und Charakterisierungsverfahren des *Einsatzszenarios* sind in Abschnitt 7 angegeben.

Wenn die Anwendung durch Simulationen geprüft wird, muss die *PVT*-Ausgabe des betreffenden *GBPT* durch einen simulierten Datenfluss nachgebildet werden, der den wirklichen Datenfluss repräsentiert, den das *GBPT* bei Verwendung im festgelegten *Einsatzszenario* ausgeben würde, unter der Voraussetzung, dass das *GBPT* seine eigenen Leistungsanforderungen erfüllt.

Die Durchführung dieser Analyse gibt Antwort auf die folgende Fragestellung: „Erfüllt das Anwendungsmodul seine Leistungsanforderungen, wenn *PVT*-Werte durch ein *GBPT* eingegeben werden, dass seinen eigenen Leistungsanforderungen entspricht?“