

DIN EN 14737-1



ICS 49.140

**Raumfahrttechnik –
Bodensysteme und Bodenbetrieb –
Teil 1: Grundsätze und Anforderungen;
Deutsche Fassung EN 14737-1:2004**

Space engineering –
Ground systems and operations –
Part 1: Principles and requirements;
German version EN 14737-1:2004

Ingénierie spatiale –
Systèmes au sol et exploitation –
Partie 1: Principes et exigences;
Version allemande EN 14737-1:2004

Gesamtumfang 75 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Nationales Vorwort

Die *European Cooperation for Space Standardization (ECSS)*, eine Einrichtung zur Erstellung eines kohärenten, einheitlichen Normenwerkes zur Anwendung in allen europäischen Raumfahrtprojekten, hat am 13. November 1996 vom *Europäischen Komitee für Normung (CEN)* das Mandat (M/237) erhalten, für den CEN-Subsector T02 „Aerospace“ Europäische Normen (EN) auszuarbeiten.

Aufgrund der zwischen ISO/TC 20/SC 14 „Raumfahrt“ und ECSS vereinbarten A-Liaison werden die Normungsprogramme dieser Partner abgestimmt und die Abstimmungsregeln gemäß Abschnitt 5.2 der Wiener-Vereinbarung angewendet.

Die vorliegende Norm EN 14737-1:2004 wurde von CEN/CS T02 auf Basis der ECSS-E-70 erarbeitet.

Deutsche Fassung

Raumfahrttechnik — Bodensysteme und Bodenbetrieb —
Teil 1: Grundsätze und Anforderungen

Space engineering — Ground systems and operations —
Part 1: Principles and requirements

Ingénierie spatiale — Systèmes au sol et exploitation —
Partie 1: Principes et exigences

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 2. Februar 2004 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe.....	7
3.2 Abkürzungen	10
4 Bodensysteme und Bodenbetrieb	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Aufbau des Bodensegments.....	12
4.3 Elemente des Bodensystems	13
4.3.1 Allgemeines	13
4.3.2 Missionskontrollsystem (MCS).....	13
4.3.3 Elektrische Bodengeräte (EGSE).....	14
4.3.4 Bodenstationssystem (GSTS).....	14
4.3.5 Bodenkommunikationsnetz (GCS).....	15
4.3.6 Infrastruktur	15
4.3.7 Kontrollzentren.....	15
5 Engineering im Bodensegment	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Bodensegment — Phase 0/A: Konzeptphase	16
5.2.1 Ziele der Phase 0/A	16
5.2.2 Vorgaben für die Phase 0/A.....	16
5.2.3 Tätigkeiten während der Phase 0/A.....	17
5.2.4 Ergebnisse der Phase 0/A.....	17
5.2.5 Meilensteine und Reviews für Phase 0/A.....	17
5.3 Bodensegment — Phase B: Definitionsphase	17
5.3.1 Ziele der Phase B	17
5.3.2 Vorgaben für die Phase B	18
5.3.3 Tätigkeiten während der Phase B.....	18
5.3.4 Ergebnisse der Phase B	18
5.3.5 Meilensteine und Reviews für Phase B.....	19
5.4 Bodensegment — Phase C: Entwurfsphase	19
5.4.1 Ziele der Phase C	19
5.4.2 Vorgaben für die Phase C	20
5.4.3 Tätigkeiten während der Phase C.....	20
5.4.4 Ergebnisse der Phase C	21
5.4.5 Meilensteine und Reviews für Phase C.....	21
5.5 Bodensegment — Phase D: Produktionsphase.....	21
5.5.1 Ziele der Phase D	21
5.5.2 Vorgaben für die Phase D	22
5.5.3 Tätigkeiten während der Phase D.....	22
5.5.4 Ergebnisse der Phase D	23
5.5.5 Meilensteine und Reviews für Phase D.....	23
5.6 Bodensegment — Phase E: Orbitalbetrieb.....	26
5.6.1 Ziele der Phase E.....	26
5.6.2 Vorgaben für die Phase E.....	26
5.6.3 Tätigkeiten während der Phase E.....	26
5.6.4 Ergebnisse der Phase E	27
5.6.5 Meilensteine und Reviews für Phase E.....	27

5.7	Bodensegment — Phase F: Ende der Mission	27
5.7.1	Ziele der Phase F	27
5.7.2	Vorgaben für die Phase F	27
5.7.3	Tätigkeiten während der Phase F	27
5.7.4	Ergebnisse der Phase F	28
5.7.5	Meilensteine und Reviews für Phase F	28
5.8	Übersicht über die Phasen beim Engineering im Bodensegment	28
6	Engineering im Bodensegment	34
6.1	Allgemeines	34
6.1.1	Design im Bodensegment	36
6.1.2	Bodensystemdesign und -realisierung	36
6.1.3	Betriebsvorbereitung	36
6.1.4	Integration, technische Verifizierung und Validierung des Bodensegments	36
6.1.5	Betriebsvalidierung	36
6.1.6	Durchführung des Betriebs	36
6.1.7	Entsorgung/Endverwendung	36
6.1.8	Logistik	36
6.1.9	Engineering im Bodensegment — Tätigkeitskategorien	36
6.1.10	Kritische Bereiche	37
6.2	Design im Bodensegment	38
6.2.1	Allgemeines	38
6.2.2	Anforderungen an das Bodensegment	39
6.2.3	Analyse	41
6.2.4	Systemdesign für das Bodensegment	43
6.3	Bodensystemdesign und -realisierung	43
6.3.1	Allgemeines	43
6.3.2	Gemeinsame Gesichtspunkte	44
6.3.3	Missionskontrollsystem (MCS)	46
6.3.4	Elektrische Bodengeräte (EGSE)	49
6.3.5	Bodenstationssystem (GSTS)	51
6.3.6	Bodenkommunikationsnetz (GCS)	54
6.4	Vorbereitung des Betriebs	56
6.4.1	Allgemeines	56
6.4.2	Design	56
6.4.3	Erzeugung der Daten für den Missionsbetrieb	56
6.4.4	Validierung von Missionsbetriebsdaten	59
6.4.5	Bildung und Schulung von Betriebsteams	60
6.5	Integration, technische Verifizierung und Validierung des Bodensegments	61
6.5.1	Allgemeines	61
6.5.2	Integration des Bodensegments	63
6.5.3	Technische Verifizierung und Validierung	63
6.6	Betriebsvalidierung	64
6.7	Durchführung des Betriebs	65
6.7.1	Allgemeines	65
6.7.2	Tätigkeiten im Einzelnen	66
6.7.3	Berichterstattung und Reviews	67
6.7.4	Betriebskonfiguration	67
6.8	Entsorgung/Endverwendung	67
6.8.1	Allgemeines	67
6.8.2	Entsorgung/Endverwendung des Raumsegments	68
6.8.3	Entsorgung/Endverwendung des Bodensegments	69
6.9	Logistik	69
6.9.1	Allgemeines	69
6.9.2	Phaseneinteilung	70
Anhang A (informativ)	DRD-Übersicht	71
Anhang B (informativ)	Reviews im Bodensegment	73

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14737-1:2004) wurde von CMC erstellt.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2004 zurückgezogen werden.

Es basiert auf der vorherigen Version¹⁾, die ursprünglich von der ECSS-Arbeitsgruppe „Bodensysteme und Bodenbetrieb“ erstellt, vom Technischen Ausschuss der ECSS geprüft und vom ECSS-Lenkungsgremium verabschiedet wurde. ECSS (European Cooperation for Space Standardization) ist ein Gremium, in dem die Europäische Raumfahrtagentur ESA, nationale Raumfahrtagenturen sowie europäische Industrieverbände mit dem Ziel zusammenarbeiten, einheitliche Normen zu erstellen und zu pflegen.

Diese Europäische Norm gehört zu einer Reihe von ECSS-Normen, die sich auf das Management, die Technik (Engineering) und die Produktsicherung bei Projekten und Anwendungen der Raumfahrt beziehen.

EN 14737 „Raumfahrttechnik — Bodensysteme und Bodenbetrieb“ besteht aus 2 Teilen:

— Teil 1: Grundsätze und Anforderungen

— Teil 2: DRD-Übersicht (Definition der Anforderungen an Dokumente)

Diese Europäische Norm legt Anforderungen als Ziele fest, die zu erreichen sind und nicht in Bezug auf die Organisation und die Durchführung von erforderlichen Arbeiten. Dies ermöglicht es, bewährte Organisationsstrukturen und -verfahren beizubehalten und erlaubt gleichzeitig deren Weiterentwicklung, ohne dass die Normen überarbeitet werden müssen.

Bei der Erarbeitung dieser Europäischen Norm wurde die Normenreihe EN ISO 9000 berücksichtigt.

Die Anhänge A und B sind informativ.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1) ECSS-E-70 Teil 1A

Einleitung

Bodensysteme und Bodenbetrieb sind Hauptelemente eines Raumfahrtssystems und haben somit einen bedeutenden Anteil am Erfolg einer Mission. Eine Mission gilt als erfolgreich abgeschlossen, wenn sie ihr Ziel hinsichtlich Anzahl, Qualität und Verfügbarkeit von erzielten Ergebnissen und Dienstleistungen innerhalb eines vorgegebenen Kostenrahmens erreicht hat.

Zu einer erfolgreichen Mission gehört der positive Abschluss eines langen und komplizierten Prozesses aus Definition, Design, Durchführung, Validierung und Betrieb während der Mission und nach dem Flug, der Elemente des Bodensegments wie auch des Raumsegments, technische Tätigkeiten wie auch personelle und finanzielle Ressourcen umfasst und sich auf alle Bereiche der Raumfahrttechnik erstreckt. Der Prozess erfordert eine enge Abstimmung mit dem Design im Raumsegment, um eine gute Kompatibilität zwischen beiden Segmenten sicherzustellen.

Diese Europäische Norm beschreibt ausführlich die Elemente des Bodensegments, die spezifischen Aspekte der zugehörigen Engineeringprozesse und legt entsprechende Leitlinien und Anforderungen fest.

1 Anwendungsbereich

Im Rahmen der Normenreihe mit technischen Festlegungen für Raumfahrtmissionen legt diese Europäische Norm Grundsätze und Anforderungen für das Engineering im Bodensegment und den Missionsablauf fest, und bildet damit einen wesentlichen Teil des für eine Raumfahrtmission erforderlichen Gesamtsystems.

Diese Europäische Norm behandelt die Entwicklung des Bodensegments, Tätigkeiten zur Vorbereitung des Betriebs, die Planung und Auswertung einer Mission sowie die fehlerfreie Durchführung des Betriebs während der Mission und nach dem Flug. Das Bodensegment umfasst die Bodensysteme (d. h. Einrichtungen, Hardware und Software) und betriebliche Gesichtspunkte wie Personal und Datenspeichersysteme, die am Boden für die Durchführung der Mission erforderlich sind.

Wegen des bekannten Zusammenhangs zwischen Bodensegment und (im Orbit befindlichem) Raumsegment sind unter „Bodensegment“ in dieser Europäischen Norm die Elemente und Einrichtungen zu verstehen, die für die Durchführung der Mission wie auch Erfüllung der Anforderungen an die Mission erforderlich sind. Dazu gehören auch Bodenelemente für die Montage, Integration und Verifizierung des Raumsegments soweit diese für die End-to-End-Verifizierung des Bodensegments erforderlich sind, ebenso wie Elemente, die nach Montage, Integration und Test des Raumsegments (nicht Gegenstand dieser Norm) Teil des Bodensegments geworden sind.

Die vorliegende Norm behandelt jedoch nicht Tätigkeiten und Einrichtungen an der Schnittstelle zum Startservicesegment und auch keine Aspekte der bemannten Raumfahrt, wenn sie auch auf alle Arten von Missionen anwendbar ist.

Diese Europäische Norm ist wie folgt gegliedert:

- Beschreibung von Bodensystemaufbau und -elementen,
- Darstellung der Engineeringprozesse im Bodensegment im Hinblick auf den Projektlebenszyklus,
- Detaillierte Beschreibung der Besonderheiten bei Bodensegmentelementen und der entsprechenden Engineeringtätigkeiten.

Die in dieser Europäischen Norm festgelegten Anforderungen sollten auf die tatsächlichen Gegebenheiten eines bestimmten Profils bzw. eines betreffenden Projekts angepasst werden.

ANMERKUNG Anpassung ist ein Prozess, durch den einzelne Anforderungen in Spezifikationen, Normen und ähnlichen Dokumenten bewertet und durch Auswahl (und in Ausnahmefällen Modifikation) bestehender bzw. Ergänzung neuer Anforderungen auf ein bestimmtes Projekt anwendbar gemacht werden.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält Festlegungen, die durch teilweise datierte Verweisungen in diesem Text Bestandteil dieser Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Europäischen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 13701:2001, *Raumfahrtsysteme* — Glossar.

EN 13290-4:2001, *Raumfahrtprojektmanagement* — Allgemeine Anforderungen — Teil 4: Projektphaseneinteilung und -planung.

EN 13292, *Raumfahrttechnik* — Grundsätze und Verfahrensweisen.

EN 14160, *Raumfahrttechnik* — Software.

EN 14725, *Raumfahrttechnik — Verifikation.*

EN 14737-2:2003, *Raumfahrttechnik — Bodensysteme und Bodenbetrieb — Teil 2: DRDs (Definition der Anforderungen an Dokumente).*

EN ISO 14620-1, *Raumfahrtsysteme — Sicherheitsanforderungen — Teil 1: Systemsicherheit (ISO 14620-1:2002).*

EN ISO 16091, *Raumfahrtsysteme — Integrierte Logistik (ISO 16091:2002).*

ECSS-E-10, *Raumfahrttechnik — Systemtechnik.*

ECSS-E-50²⁾, *Raumfahrttechnik — Kommunikation.*

ECSS-Q-30A, *Raumfahrtproduktsicherung — Zuverlässigkeit.*

EN 14824, *Raumfahrttechnik — Test.*

ECSS-E-10-03A, *Raumfahrttechnik — Durchführung von Tests.*

ECSS-E-70-41A, *Raumfahrttechnik — Bodensysteme und Bodenbetrieb — Einsatz von Telemetrie- und Telekommandosysteme.*

3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 13701:2001 angegebenen Begriffe sowie die folgenden.

3.1.1

Montage

Prozess des mechanischen Zusammensetzens von Teilen zur Herstellung einer Konfiguration auf niedriger Stufe nach dem Fertigungsprozess

ANMERKUNG siehe auch EN 13701.

3.1.2

Bodensegmenteinheit

Kombination aus der Bodensegmenteinrichtung und zugehörigem Personal bzw. entsprechender Betriebsorganisation

3.1.3

Bodensegmenteinrichtung

Gesamtheit der Elemente, die eine Bodenbetriebsorganisation zur Durchführung einer Aufgabe benötigt

3.1.4

Flugbetrieb

alle mit der Planung und Durchführung des Betriebs sowie der Bewertung der Kontrolle und Überwachung des im Orbit befindlichen Raumsegments in seiner Gesamtheit oder von Teilsegmenten zusammenhängenden Tätigkeiten

2) In Vorbereitung

3.1.5

Bodenbetrieb

alle mit der Planung und Durchführung des Betriebs sowie der Bewertung der Kontrolle und Überwachung des im Orbit befindlichen Bodensegments in seiner Gesamtheit oder von Teilsegmenten zusammenhängenden Tätigkeiten

3.1.6

Bodensegment

alle Bodeneinrichtungen und das gesamte Personal für die Vorbereitung oder Durchführung einer Mission

3.1.7

Lieferant für das Bodensegment

für die Lieferung des Bodensegments und den Bodenbetrieb zuständige Organisation

3.1.8

Bodensysteme

alle Elemente der Infrastruktur am Boden, die der Vorbereitung der Mission, deren Durchführung sowie den Tätigkeiten nach der Mission dienen

3.1.9

Inspektion

Verifizierungsverfahren, mit der die Übereinstimmung von Anforderungen an Konstruktionsmerkmale, Dokumentationen und Zeichnungen sowie Verarbeitung und physikalische Bedingungen bestimmt wird, ohne dass hierfür der Einsatz von speziellen Laboreinrichtungen, Verfahren bzw. Dienstleistungen erforderlich wäre

ANMERKUNG siehe auch EN 13701.

3.1.10

Integration, Verifizierung (technisch) und Validierung

Teil des Verifizierungsprozesses für das Bodensegment am Ende der Realisierung des Bodensystems, der auch weitestmöglich betriebliche Aspekte umfasst

ANMERKUNG 1 Der Prozess dient im Wesentlichen der Bestätigung der Übereinstimmung der Bodensysteme mit den Anforderungen durch einen parallel verlaufenden Integrations- und Testprozess.

ANMERKUNG 2 Der Prozess erlaubt außerdem eine vorläufige Validierung der Bodensysteme und ihrer Elemente.

3.1.11

Mission

die von einem Raumfahrtssystem zu erfüllende Funktion (d. h. Definition nach EN 13701, jedoch auf das Raumfahrtssystem beschränkt), die durch die erwarteten Ergebnisse hinsichtlich Menge, Qualität und Verfügbarkeit charakterisiert wird

3.1.12

Auswertung der Mission

Tätigkeit, die in der Planung, Nutzbarmachung und Bewertung der Ergebnisse einer Raumfahrtmission besteht

3.1.13

Daten zur Mission

alle vom Bodensegment für die Phasen vor und nach dem Start benötigten Informationen

ANMERKUNG 1 Die Informationen umfassen in der Regel Angaben zu Raumsegmentdesign und -betriebskenngrößen sowie entsprechende Test- und Betriebsverfahren, Telemetrie- und Telekommandokenngrößen.

ANMERKUNG 2 Bei den Informationen handelt es sich um Angaben des Raumsegmentkunden sowie Daten, die von den Bodensegmentteams stammen.

3.1.14**Missionsbetrieb**

alle mit der Planung und Durchführung des Betriebs sowie der Bewertung der Kontrolle und Überwachung der Raum- und Bodensegmente während der Phasen E und F eines Raumfahrtprojekts (d. h. Flug- und Bodenbetrieb) zusammenhängenden Tätigkeiten

3.1.15**Missionsbetriebsdaten**

der für die Durchführung des Betriebs im Orbit erforderliche Teil der Informationen zur Mission (z. B. Verfahren, Regeln, Datenbanken)

3.1.16**Ergebnisse der Mission**

Produkte und Dienstleistungen, die sich aus der Nutzung des Raumsegments im Orbit ergeben (z. B. Kommunikationsdienste, wissenschaftliche Daten und Proben aus dem Weltraum)

3.1.17**Betriebsvalidierung**

letzter Teil des Verifizierungsprozesses im Bodensegment, welcher der Validierung des Bodensegments in seiner Gesamtheit (einschließlich Personal) und seiner Fähigkeit dient, die Mission (im Orbit) zu unterstützen

3.1.18**Raumfahrtssystemkunde**

für das Raumfahrtssystem (d. h. das Raum- und Bodensegment) in seiner Gesamtheit verantwortliche Einheit auf höchster Ebene (d. h. Schnittstellen zur Einheit, die für das Bodensegment auf Basis einer Kunden-Lieferanten-Beziehung verantwortlich ist)

3.1.19**Systemtechnik**

Anwendung der Systemtechnik-Theorie auf ein bestimmtes System [ECSS-E-10A]

3.1.20**Test**

Verifizierungsverfahren, mit dem die Anforderungen durch Messung der Produktleistungen und -funktionen in verschiedenen simulierten Umgebungen überprüft werden.

ANMERKUNG siehe auch EN 13701.

3.2 Abkürzungen

In dieser Europäischen Norm werden folgende Abkürzungen verwendet.

Abkürzung	Bedeutung	
AIT	assembly, integration and test	MIT (Montage, Integration und Test)
CCSDS	Consultative Committee for Space Data Systems	Konsultativausschuss für Datensysteme in der Raumfahrt
COTS	commercial off-the-shelf	handelsüblich, gebrauchsfertig
CRD	customer requirements document	Dokument mit Kundenanforderungen
CSSRD	customer services support requirements document	Dokument mit Anforderungen hinsichtlich der vom Kunden zu erbringenden Leistungen
DDF	design definition file	Designdefinitionsakte
DRD	document requirements definition	Definition der Anforderungen an Dokumente
FCP	flight control procedure	Flugkontrollverfahren
FOP	flight operations plan	Flugbetriebsplan
G/S	ground segment	Bodensegment
GCS	ground communications subnet	Bodenkommunikationsnetz
GOP	ground operations plan	Bodenbetriebsplan
GSBD	ground segment baseline definition	Definition von Grundanforderungen für das Bodensegment
GSCDR	ground segment critical design review	kritisches Designreview für das Bodensegment
GSEG	ground segment	Bodensegment
GSPDR	ground segment preliminary design review	vorläufiges Designreview für das Bodensegment
GSRR	ground segment requirements review	Review der Anforderungen für das Bodensegment
GSS	ground segment and operations supplier	Lieferant für das Bodensegment
GSTS	ground station system	Bodenstationssystem
GSTS-SSC	ground station system space segment control	Bodenstationssystem — Raumsegmentkontrolle
GSTS-ME	ground station system — mission exploitation	Bodenstationssystem — Auswertung der Mission
GSTS-M&C	ground station system — monitoring and control	Bodenstationssystem — Überwachung und Kontrolle
GSTVVR	ground segment technical verification and validation review	Verifizierungs- und Validierungsreview für das Bodensegment
GSTVRR	ground segment technical verification and validation readiness review	Verifizierungs- und Validierungsbereitschaftsreview für das Bodensegment
GSYS	ground system	Bodensystem
HCI	human-computer interaction	Dialog zwischen Mensch und Computer
I/F	interface	Schnittstelle
IOOR	in-orbit operations review	Review während des Betriebs im Orbit
IOQR	in-orbit qualification review	Qualifikationsreview im Orbit
LEOP	launch and early orbit phase	Start- und frühe Orbitalphase
LORA	level of repair analysis	Analyse der Reparaturanfälligkeit
LS	logistic support	Logistik

Abkürzung	Bedeutung	
LSP	logistics support plan	Logistikplan
MCC	mission control centre	Missionskontrollzentrum
MCOR	mission close-out review	Missionsabschlussreview
MCS	mission control system	Missionskontrollsystem
MEC	mission exploitation centre	Missionsauswertungszentrum
MES	mission exploitation system	System zur Auswertung der Mission
MOCD	mission operations concept document	Dokument über das Konzept für den Missionsbetrieb
MRD	mission requirements document	Dokument mit Anforderungen an die Mission
MTA	maintenance tasks analysis	Analyse der Instandhaltungsaufgaben
OAR	operations anomaly report	Bericht über Störungen im Betrieb
OCC	operations control centre	Betriebskontrollzentrum
OCS	operation control system	Betriebskontrollsystem
OPS	operations	Betrieb
ORR	operational readiness review	Betriebsbereitschaftsreview
OTP	operations training plan	Plan zur betrieblichen Schulung
OVP	operational validation plan	Betriebsvalidierungsplan
OVRR	operational validation readiness review	Betriebsvalidierungsbereitschaftsreview
PCC	payload control centre	Nutzlastkontrollzentrum
PCS	payload control system	Nutzlastkontrollsystem
RAMS	reliability, availability, maintainability and safety	Funktionsfähigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit
RCMA	reliability centred maintenance analysis	Zuverlässigkeitsbezogene Instandhaltungsanalyse
REP	report	Bericht
RF	radio frequency	Funkfrequenz
SCOE	special check-out equipment	Checkout-Anlage
SDE	software development environment	Umgebung für die Softwareentwicklung
SGICD	space-to-ground interface control document	Dokument zur Kontrolle der Schnittstelle zwischen Raum- und Bodensegment
SPEC	specification	Spezifikation
SSC	space system customer	Raumfahrtssystemkunde
SSORD	space segment operability requirements document	Dokument mit Anforderungen zur Betriebsfähigkeit des Raumsegments
SSUM	space segment user manual	Raumsegment-Benutzerhandbuch
SVF	software validation facility	Softwarevalidierungssystem
TM/TC	telemetry/telecommand	Telemetrie/Telekommando
TT&C	telemetry, tracking, and command	Telemetrie- und Telekommandosystem

4 Bodensysteme und Bodenbetrieb

4.1 Allgemeines

In einem Raumfahrtssystem gehört zum Missionsbetrieb zum Betreiben des Raumsegments die Technik in den Bereichen Flugbetrieb, Bodenbetrieb und Logistik. „Missionsbetrieb“ bedeutet das Durchführen der Mission entsprechend den vorgegebenen, implizierten oder geänderten Zielen in Bezug auf Planung und Dienstleistungen, die Durchführung von Experimenten, die Herstellung, Bereitstellung und Verteilung von Materialien oder Gütern und die Erfassung von Daten.

In diesem Zusammenhang fallen die Bodensysteme und der Bodenbetrieb den Bereich des Bodensegments. Außerdem werden hier die Aspekte des Raumsystems behandelt, die für den Missionsbetrieb von Bedeutung sind. Entsprechend der Definition für den Missionsbetrieb gilt diese Europäische Norm nicht für den Startbetrieb.

4.2 Aufbau des Bodensegments

In Bild 1 ist der Aufbau des Bodensegments dargestellt. Das Bodensegment besteht aus zwei Elementen:

- Bodenbetriebsorganisation, die das Personal zur Durchführung der verschiedenen betrieblichen Aufgaben und zur Vorbereitung des Missionsbetriebs (z. B. Verfahren, Dokumentation, Missionsparameter, Missionsbeschreibung) umfasst.
- Bodensysteme, die die wesentlichen Elemente der Infrastruktur am Boden zur Vorbereitung des Missionsbetriebs, dessen Durchführung und aller anschließenden Tätigkeiten umfassen. Diese Systeme werden organisatorisch zu Einrichtungen zusammengefasst.

Bild 1 zeigt den direkten Zusammenhang zwischen Bodensystemen und Betriebsorganisation. Die Betriebsorganisation und die jeweilige unterstützende Einrichtung bilden eine Bodensegmenteinheit. Beispiel für eine solche Einheit ist das Kontrollzentrum, von wo aus die Elemente einer Betriebsorganisation ein Element der Mission (z. B. Raumsegment oder Bodenstation) steuern und überwachen. Bei der Überwachung eines Raumsegments stellt das Flugkontrollteam ein Element der Betriebsorganisation dar, das das Betriebskontrollsystem zur Unterstützung benutzt.

ANMERKUNG Der Bereich der Bodensysteme und des Bodenbetriebs greift insoweit auf das Raumsegment über, als Daten, betriebliche Schnittstellen (z. B. betriebsbezogene für das Design des Raumfahrzeugs geltende Gesichtspunkte) und Ergebnisse der Mission (z. B. Produkte oder Dienstleistungen des Raumsegments) betroffen sind. Dies gilt insbesondere für Datenverarbeitung an Bord. Die Norm behandelt jedoch nicht die Raumbetriebsorganisation (z. B. Astronauten).

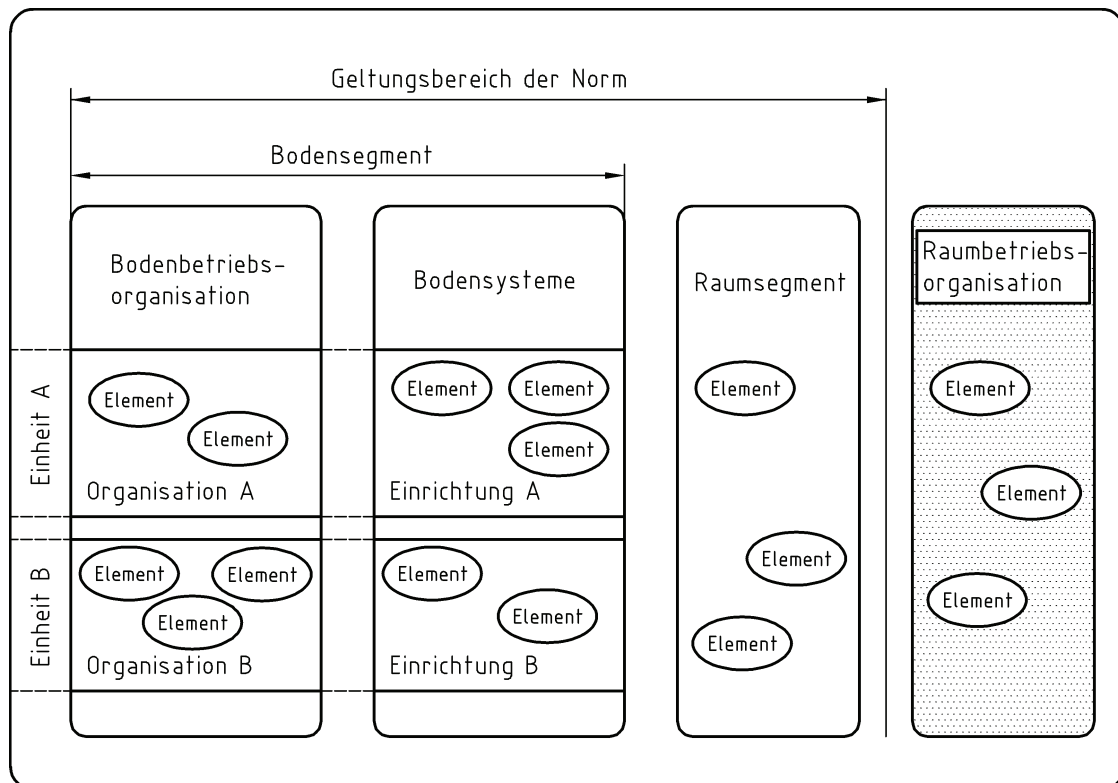


Bild 1 — Geltungsbereich der Bodensegmente

4.3 Elemente des Bodensystems

4.3.1 Allgemeines

Die in Bild 2 dargestellten Bodensysteme bestehen gewöhnlich aus folgenden Hauptelementen:

- Missionskontrollsystem (MCS),
- Elektrische Bodengeräte (EGSE),
- Bodenstationssystem (GSTS),
- Bodenkommunikationsnetz (GCS).

4.3.2 Missionskontrollsystem (MCS)

Das MCS muss alle Elemente umfassen, die für die Leitung der Mission und die Auswertung ihrer Ergebnisse erforderlich sind. Es sollte dementsprechend wie folgt unterteilt werden:

- a) Betriebskontrollsystem (OCS), das hauptsächlich der Planung, Steuerung und Überwachung dient und die Funktion der Elemente der Plattform des Raumsegments auswertet. Es umfasst weiterhin das System zur Überwachung der Flugdynamik, das als eigenständig betrachtet werden kann.
- b) Nutzlastkontrollsystem (PCS), mit den gleichen Funktionen wie das Betriebskontrollsystem, die jedoch auf die Kontrolle der Nutzlastelemente des Raumsegments beschränkt sind.
- c) System zur Auswertung der Mission (MES), das die Nutzer der Ergebnisse der Mission bei der Erstellung eines Produktionsplans auf übergeordneter Ebene unterstützt, indem es sie mit diesen Ergebnissen und mit allen für deren Planung und Nutzung erforderlichen Daten versorgt.

Diese Aufteilung folgt einer allgemeinen Logik, und in der Praxis lassen sich diese Elemente je nach der Art der Mission und der Organisation im Bodensegment körperlich gruppieren. Beispielsweise werden das Betriebskontroll- und das Nutzlastkontrollsystem häufig zu einem System (Raumsegmentkontrollsystem, SCS) zusammengefasst und durch dieselbe Betriebsorganisation geführt, während das System zur Auswertung der Mission (MES) häufig als gesondertes System ausgeführt wird.

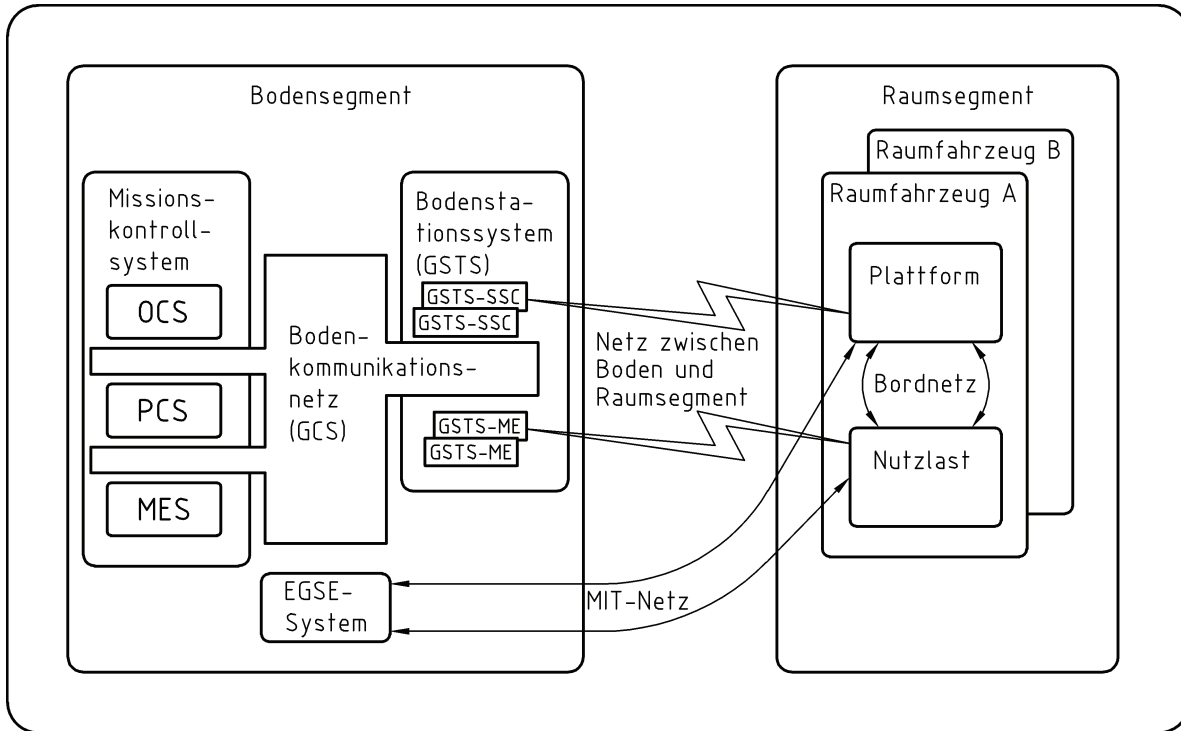


Bild 2 — Abgrenzung von Bodensegment und Raumsegment

4.3.3 Elektrische Bodengeräte (EGSE)

Die elektrischen Bodengeräte sind Bestandteil der allgemeinen Bodenunterstützungsgeräte und kommen bei der Verifizierung des Raumsegments während der Montage, der Integration und der Tests (MIT) zum Einsatz.

4.3.4 Bodenstationssystem (GSTS)

Das Bodenstationssystem stellt die direkte Schnittstelle mit dem Raumsegment während des Flugs und mit dem Missionskontrollsystem dar. Es hat unterstützende Funktionen bei der Kontrolle der Elemente des Raumsegments und der Auswertung der Missionsergebnisse. Es besteht unter dem Gesichtspunkt ihrer Nutzung aus zwei Teilen:

- Raumsegmentkontrolle (GSTS-SSC): Bodenstationssystem(e) zur Kontrolle des Raumsegments (d. h. Telemetrie, Telekommando und Verfolgung) sowohl hinsichtlich der Plattform als auch der Nutzlast;
- Auswertung der Mission (GSTS-ME): Bodenstationssystem(e) zur Unterstützung bei der Auswertung der Mission (z. B. Übertragung und Empfang von Daten zur Nutzlast, wie Telekommunikationssignale, Bilder von der Erde, wissenschaftliche Daten).

4.3.5 Bodenkommunikationsnetz (GCS)

Das Bodenkommunikationsnetz verbindet sämtliche Bodenbetriebseinrichtungen. Es bildet den am Boden befindlichen Teil des End-to-End-Datenpfads. Andere Netze sind das Netz zwischen Raum- und Bodensegment, das Bordnetz und das MIT-Netz (das allerdings nur während der Montage, Integration und Tests des Raumsegments zur Verbindung von Raumsegment und elektrischen Bodengeräten benutzt wird). Das Netz zwischen Raum- und Bodensegment ist, soweit das Protokoll zwischen Raumsegment und Bodensegment betroffen ist, teilweise in das Bodenstationssystem integriert.

4.3.6 Infrastruktur

Bodensysteme müssen zusätzlich zu den oben aufgeführten Systemen und Elementen auch die entsprechende Infrastruktur (d. h. Gebäude, Räume, Energieversorgung, Klimatisierung) umfassen.

ANMERKUNG Die Art der Unterteilung des Bodensegments in Einheiten und Systemelemente hängt von der organisatorischen Struktur des Bodensegmentprojekts ab (z. B. Managementstruktur, örtliche Anordnung der Einrichtungen). Deshalb sollten die in Bild 2 angegebenen Elemente nur als schematische Zuordnung der Funktionen zueinander für ein bestimmtes Projekt angesehen werden, das körperlich aus verschiedenen Elementen besteht.

Dies gilt auch für die Unterteilung des Bodensegments in seine einzelnen Bestandteile. Eine Kategorie spielt allerdings eine besondere Rolle innerhalb des Bodensegments, nämlich das Kontrollzentrum (CC), das für die Durchführung des Betriebs von bestimmten Teilen des Raum- oder Bodensegments zuständig ist. Zu einem Kontrollzentrum gehören die Überwachungs- und Kontrollsysteme und -elemente, die Infrastruktur (z. B. Räume), das entsprechende Personal und ein System zum Verwalten der Betriebsdaten.

4.3.7 Kontrollzentren

Je nach der organisatorischen Struktur des Bodensegments und der Unterteilung des Bodensystems in Elemente werden nachfolgend typische Beispiele für Kontrollzentren aufgeführt:

- a) Missionskontrollzentrum (MCC): besteht aus dem Missionskontrollsystem als Hauptelement und ist während des Flugs für den Betrieb des Raumsegments zuständig.
- b) Betriebskontrollzentrum (OCC): besteht aus dem Betriebskontrollsystem als Hauptelement und ist während des Flugs zuständig für die Überwachung der auf der Plattform befindlichen Elemente des Raumsegments.
- c) Nutzlastkontrollzentrum (PCC): besteht aus dem Nutzlastkontrollsystem als Hauptelement und ist während des Flugs zuständig für die Überwachung aller oder eines Teils der Nutzlasten an Bord des Raumsegments.
- d) Missionsauswertungszentrum (MEC): besteht aus dem System zur Auswertung der Mission als Hauptelement. Es ist üblicherweise zuständig für die Erstellung der Pläne auf übergeordneter Ebene zur Ermittlung der Ergebnisse aus einer Mission und für die Weitergabe dieser Ergebnisse an den Endnutzer wie auch der für ihre Planung und Nutzung erforderlichen Daten. Beispielsweise kann bei einer wissenschaftlichen Mission das Missionsauswertungszentrum direkt mit den wissenschaftlichen Nutzern zusammenarbeiten, um deren Wünsche (in Pläne umgesetzt und vom Nutzlastkontrollzentrum zur Umsetzung genehmigt) zu koordinieren und die für die wissenschaftliche Bearbeitung und Auswertung erforderlichen Daten zu liefern.

5 Engineering im Bodensegment

5.1 Allgemeines

Das Engineering im Bodensegment ist entsprechend dem jeweiligen Lebenszyklus nach EN 13290-4 in Phasen zu unterteilen, welche die in diesem Abschnitt beschriebenen und in Bild 3 dargestellten Tätigkeiten umfassen.

Die für das Bodensegment geltenden Phasen stimmen nicht notwendigerweise mit denen für das Raumsegment überein, es besteht jedoch eine starke Wechselwirkung zwischen beiden. Auch können für die Entwicklung einzelner Systemelemente weitere Modelle für den Projektlebenszyklus verwendet werden.

Im Hinblick auf ihre Rolle, die elektrische Bodengeräte bei der Montage, Integration und Verifizierung von Bodensegmentelementen für den Missionsbetrieb spielen, sollte der Lebenszyklus für diese Geräte wegen seiner Rolle in dem Prozess zeitlich versetzt werden. Außerdem kann die Anforderung, solche Geräte gebrauchsfertig für Testtätigkeiten bereitzuhalten, ihre Entwicklung noch vor Beginn der eigentlichen Projektphasen für das Raumsegment erforderlich machen.

Es gelten folgende allgemeine Anforderungen für den Engineeringprozess:

- a) Schon ab Phase 0/A des Engineeringprozesses für das Raumsegment sind das Bodensegment betreffende Fragen zu berücksichtigen.
- b) Jede Phase des Lebenszyklus für das Bodensegment muss mit einem Review abgeschlossen werden.
- c) In alle Tätigkeiten des Bodensegments sind die beiden Hauptbeteiligten einzubinden, nämlich:
 - der Raumfahrtssystemkunde (SSC), der für die Beschaffung des Bodensegments verantwortlich ist und
 - der Lieferant für das Bodensegment (GSS), der für die Lieferung des Bodensegments bzw. seine nachfolgende Nutzung nach den vom Raumfahrtssystemkunden vorgegebenen Anforderungen verantwortlich ist.

Für jede Phase beschreibt dieser Abschnitt die Haupttätigkeiten, die jeweiligen Vorgaben, Ergebnisse und das (die) Hauptreview(s). Entsprechende Übersichten sind in den Tabellen 1 bis 7 zu finden. Es wird ggf. auch auf die jeweilige Definition der Anforderungen an Dokumente verwiesen.

Obwohl das Phasenmodell nicht ausdrücklich auf im Laufe der Zeit wachsende Raumfahrtprojekte zugeschnitten ist (wie z. B. Internationale Raumstation oder Europäischer unbemannter Raumgleiter), gelten die hier genannten Phasen und Abläufe für das Bodensegment und auch für jede Stufe der Mission.

5.2 Bodensegment — Phase 0/A: Konzeptphase

5.2.1 Ziele der Phase 0/A

- a) Während der Konzeptphase werden die vom Raumfahrtssystemkunden zunächst gestellten Anforderungen analysiert, um das Bodensegment hinsichtlich Machbarkeit und Erfordernissen der erwarteten Leistung und RAMS-Ziele (Funktionsfähigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit) zu definieren und zu beschreiben.
- b) Zum Nachweis der Durchführbarkeit der Mission werden Alternativen für das Bodensegment erarbeitet und beurteilt.
- c) Es wird eine Bewertung der für die Mission geltenden Randbedingungen vorgenommen, wobei die Erfahrungen aus laufenden Programmen einfließen.

5.2.2 Vorgaben für die Phase 0/A

Die Vorgaben für die Phase 0/A sind im Dokument mit den Anforderungen an die Mission des Raumfahrtssystemkunden enthalten, das den Startpunkt für das Raum- und das Bodensegment festlegt.

5.2.3 Tätigkeiten während der Phase 0/A

Während der Phase 0/A sind im Wesentlichen folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- a) Analyse des Dokuments mit Anforderungen an die Mission;
- b) Vorläufige Definition von Anforderungen an das Bodensegment (unter Berücksichtigung programmatischer Elemente, wie Zeitplan oder Kostenschätzungen);
- c) Vorläufige Analyse der Mission;
- d) Nachweis der Machbarkeit;
- e) Vorläufige Definition des Konzepts für den Missionsbetrieb;
- f) Vorläufige Definition der Schnittstellen Raum-Boden;
- g) Vorläufige Definition der Bodensegmentfunktionen und -architektur entsprechend den Anforderungen der Mission;
- h) Vorläufige Analyse der erforderlichen Logistik für die Bodensysteme;
- i) Beurteilung der Verwendung oder gemeinsamen Nutzung geplanter oder vorhandener Einrichtungen.

5.2.4 Ergebnisse der Phase 0/A

Die Ergebnisse von Phase 0/A müssen umfassen:

- a) Entwurf für ein Dokument über das Konzept für den Missionsbetrieb (MOCD) nach DRD EN 14737-2:2003, Anhang C);
- b) Entwurf für ein Dokument mit Kundenanforderungen (CRD) für das Bodensegment, das die Anforderungen des Kunden an das Bodensegment nach DRD EN 14737-2:2004, Anhang A festlegt;
- c) Entwurf für ein Dokument zur Kontrolle der Schnittstelle zwischen Raum- und Bodensegment (SGICD);
- d) Bericht über die Untersuchungen der Machbarkeit der Mission für verschiedene Lösungsalternativen;
- e) Entwurf eines Berichts zur Analyse der Mission mit verschiedenen Lösungsalternativen;
- f) Entwurf für ein Logistikkonzept.

5.2.5 Meilensteine und Reviews für Phase 0/A

- a) Die Konzeptphase muss mit einem Review der Anforderungen an das Bodensegment abschließen (GSRR), dessen Hauptziel die Definition der Grundanforderungen für das Bodensegment ist.
- b) Bei diesem Review müssen alle Ergebnisse der Phase 0/A dem Raumfahrtssystemkunden zur Prüfung und Zustimmung zugeleitet werden.

5.3 Bodensegment — Phase B: Definitionsphase

5.3.1 Ziele der Phase B

- a) Die Ziele der Definitionsphase ist eine genaue Definition der Grundanforderungen für das Bodensegment, um die Machbarkeit zu bestätigen, die Wahl des (der) Lieferanten wie auch die Entscheidung, die Realisierung des Bodensegments zu beginnen, vorzubereiten.

- b) Während der Phase B wird das Bodensegment in seine Hauptelemente gegliedert.
- c) Am Ende von Phase B müssen die Anforderungen des Raumfahrtssystemkunden und die äußeren Randbedingungen für das Bodensegment festgehalten werden.

5.3.2 Vorgaben für die Phase B

Zur Durchführung von Phase B wird Folgendes benötigt:

- a) alle aktualisierten Ergebnisse von Phase 0/A nach den Empfehlungen des Reviews der Anforderungen an das Bodensegment (GSRR);
- b) Spezifikationen (oder Design) aller nicht projektgebundenen Einrichtungen (einschließlich Schnittstellen);
- c) das Benutzerhandbuch für die bevorzugten Startplattformen und deren Einrichtungen;
- d) Anforderungen des Raumfahrtkunden (SSC) an die elektrischen Bodengeräte (EGSE).

5.3.3 Tätigkeiten während der Phase B

Während der Phase B sind im Wesentlichen folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- a) abschließende Festlegung der Definition der Kundenanforderungen an das Bodensegment;
- b) Definition der Anforderungen an das Bodensegment bis hinunter zur Ebene der Einrichtungen;
- c) Mitwirkung am Plan zum Management für die Konfiguration des Bodensegments;
- d) Analyse und Design des Bodensegments, einschließlich Definition der Bodensegmentarchitektur, mit Zuordnung von Funktionen und Anforderungen zu den entsprechenden Einrichtungen;
- e) abschließende Festlegung der Schnittstellen zwischen Raum- und Bodensegment;
- f) vorläufige Definitionen der Schnittstellen mit äußeren und inneren Einheiten;
- g) Analyse der Betriebsfähigkeit des Raumsegments;
- h) vorläufige Definition der Anforderungen hinsichtlich der vom Raumfahrtssystemkunden und von Dritten bereitzustellenden Dienstleistungen und zu gewährender Unterstützung;
- i) detaillierte Analyse der erforderlichen Logistik;
- j) Bestätigung des Konzepts für den Missionsbetrieb;
- k) Fortführung der Analyse der Mission;
- l) Analyse des Zusammenwirkens von elektrischen Bodengeräten und anderen Bodensegmentelementen (insbesondere dem Missionskontrollsystem).

5.3.4 Ergebnisse der Phase B

Die Ergebnisse von Phase B müssen umfassen:

- a) Dokument mit Kundenanforderungen (CRD) an das Bodensegment:

- b) Definition der Grundanforderungen an das Bodensegment (GSBD), die aus der technischen Definition des Bodensegments bestehen und z. B. die Bereiche Architektur, Missionsanalyse, Missionsbetrieb usw. umfassen muss (siehe DRD EN 14737-2:2004, Anhang B). Sie muss die übergeordnete Spezifikation für das Bodensegment bilden, auf die sich alle weiteren Spezifikationen für das Bodensystem beziehen müssen. Sie selbst muss sich aus dem Dokument mit Kundenanforderungen (CRD) herleiten;
- c) Dokumente mit Definitionen der Anforderungen an das Bodensegment (bis hinunter zur Ebene der Einrichtungen);
- d) Spezifikationen für das Bodensegment (bis hinunter zur Ebene der Einrichtungen);
- e) Dokument zur Kontrolle der Schnittstelle (ICD) für innere und äußere Einheiten;
- f) Dokument zur Kontrolle der Schnittstelle zwischen Raum- und Bodensegment (SGICD);
- g) Dokument mit Anforderungen zur Betriebsfähigkeit des Raumsegments (SSORD);
- h) Dokumente mit Anforderungen hinsichtlich der Produkte und Dienstleistungen, die vom Raumfahrtssystemkunden und Dritten bereitzustellen sind, um eine ordnungsgemäße Realisierung des Bodensegments und die Durchführung der Mission zu ermöglichen. Insbesondere gehört dazu das Dokument mit Anforderungen hinsichtlich der vom Kunden zu erbringenden Leistungen (CSSRD), das die vom Raumfahrtssystemkunden (SSC) bereitzustellenden Dienstleistungen angibt;
- i) Dokument über das Konzept für den Missionsbetrieb (MOCD);
- j) Bericht zur Analyse der Mission;
- k) Logistikkonzept.

5.3.5 Meilensteine und Reviews für Phase B

Phase B muss mit einem vorläufigen Designreview für das Bodensegment (GSPDR) abschließen. Das Ergebnis eines erfolgreichen Reviews muss in der Annahme der Grundanforderungen für das Bodensegmentdesign unter Berücksichtigung betrieblicher Gesichtspunkte bestehen.

5.4 Bodensegment — Phase C: Entwurfsphase

5.4.1 Ziele der Phase C

- a) Das Ziel der Entwurfsphase ist die Vervollständigung des Designs des Bodensegments bis hinunter zur Ebene der Elemente und der Beginn der Realisierung.
- b) Phase C umfasst die Definition der Betriebsorganisation und den Beginn der Bereitstellung von Informationen zum Missionsbetrieb (Verfahren, Datenbank, detaillierte Analyse der Mission).

5.4.2 Vorgaben für die Phase C

Zur Durchführung von Phase C wird Folgendes benötigt:

- a) alle aktualisierten Ergebnisse vorangegangener Phasen nach den Empfehlungen des vorläufigen Design-reviews für das Bodensegment (GSPDR);
- b) vom Raumfahrtssystemkunden die vorläufigen Fassungen
 - des Raumsegment-Benutzerhandbuchs (SSUM), einschließlich aller Angaben, die für das Design und den nachfolgenden Betrieb des Raumsegments erforderlich sind (siehe DRD EN 17737-2:2004, Anhang D);
 - der Anforderungen an die missionsspezifische Software für das Bodensegment;
 - der Datenbank für das Raumsegment (einschließlich der Übersicht über Telemetrie/Telekommando);
- c) überarbeitete Fassung des Berichts über die Analyse der Mission.

5.4.3 Tätigkeiten während der Phase C

Während der Phase C sind im Wesentlichen folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- a) Abschluss der Designtätigkeiten für das Bodensegment;
- b) Engineering hinsichtlich der Funktions- und Betriebsanforderungen für Einrichtungen und Elemente;
- c) Erstellen der Designspezifikationen für Einrichtungen und Elemente;
- d) Definition von Schnittstellen zwischen inneren und äußeren Einheiten;
- e) Vorbereitung der Integration sowie der technischen Verifizierung und Validierung des Bodensegments;
- f) Engineering der Validierung im Betrieb;
- g) Bildung der Betriebsteams;
- h) Vorbereitung der Schulung des Betriebspersonals;
- i) Engineering für Funktion und Gebrauch von Werkzeugen für Simulationen, Tests und Schulung;
- j) Erstellen der Designspezifikationen für Werkzeuge für Simulationen, Tests und Schulung;
- k) vorläufige Definition von Flugkontrollverfahren;
- l) Planung der Logistik, Festlegen entsprechender Mittel;
- m) Fertigstellung der Schnittstellen zwischen Raum- und Bodensegment;
- n) Fertigstellung der Analyse der Betriebsfähigkeit des Raumsegments;
- o) Festlegen von Anforderungen für Dienstleistungen und unterstützende Tätigkeiten;
- p) Fortführung der Analyse der Mission.

5.4.4 Ergebnisse der Phase C

Die Ergebnisse von Phase C müssen umfassen:

- a) Endfassung der Definition der Grundanforderungen für das Bodensegment (GSBD);
- b) Endfassung der Dokumente mit Anforderungen für Bodensysteme mit Anforderung für die Funktion und den Betrieb von Einrichtungen und Elementen;
- c) Endfassung der Designspezifikationen für Einrichtungen und Elemente;
- d) Endfassung der Dokumente mit Anforderungen an Werkzeuge für Simulationen, Tests und Schulung;
- e) Spezifikationen für Werkzeuge für Simulationen, Tests und Schulung;
- f) Endfassung der Dokumente zur Kontrolle von Schnittstellen zwischen inneren und äußeren Einheiten;
- g) Logistikplan (siehe EN ISO 16091) mit Angabe der entsprechenden Mittel;
- h) Plan zur Integration, technischer Verifizierung und Validierung;
- i) Plan zur Integration für das Bodensegment, der sich mit der Validierung der Bodensysteme und ihrer Elemente/Einrichtungen befasst;
- j) Plan zur Validierung des Bodensegments im Betrieb (OVP), mit Angaben zu Simulationen und Training im Hinblick auf ein vollständig validiertes Bodensegment nach DRD EN 14737-2:2004, Anhang E;
- k) Dokumente zur Bestimmung von Betriebsteams und vorläufigen Teams;
- l) Entwurf des Plans zur betrieblichen Schulung (OTP) mit Angaben zur Schulung des Betriebsteams;
- m) Endfassung des Dokuments zur Kontrolle der Schnittstelle zwischen Raum- und Bodensegment (SGICD);
- n) Endfassung des Dokuments mit Anforderungen zur Betriebsfähigkeit des Raumsegments (SSORD);
- o) Endfassung der Dokumente mit Dienstleistungsanforderungen, einschließlich des Dokuments mit Anforderungen hinsichtlich der vom Kunden zu erbringenden Leistungen (CSSRD);
- p) Dokument zur Analyse der Mission für das Bodensegment auf der Basis des Berichts über die Analyse der Mission vom Kunden, mit einer vorläufigen Festlegung der Ereignisfolge.

5.4.5 Meilensteine und Reviews für Phase C

Phase C ist mit dem kritischen Designreview für das Bodensegment abzuschließen. Es muss die Verifizierung des detaillierten Designs des Bodensegments bis hinunter zur Ebene der Elemente hinsichtlich Spezifikation, Organisation, Planung, Kosten und Qualitätsniveau nachweisen, so dass die Produktion beginnen kann.

5.5 Bodensegment — Phase D: Produktionsphase

5.5.1 Ziele der Phase D

Die Produktionsphase für das Bodensegment reicht vom kritischen Designreview (GSCDR) bis zum Start des Raumfahrzeugs. Ziel der Phase ist die Beschaffung aller Einrichtungen und Elemente für das Bodensegment und deren betriebliche Integration zur Unterstützung des Orbitalbetriebs und der Auswertung der Ergebnisse der Mission.