

# DIN EN 14092:2003-11 (D)

Raumfahrttechnik (Engineering) - Raumfahrtumweltbedingungen; Deutsche Fassung  
EN 14092:2002

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	10
Einleitung .....	11
1 Anwendungsbereich .....	11
2 Normative Verweisungen .....	11
3 Begriffe und Abkürzungen .....	12
3.1 Begriffe .....	12
3.2 Abkürzungen .....	18
4 Gravitation .....	20
4.1 Einleitung .....	20
4.1.1 Newtonsches Gravitationsgesetz .....	20
4.1.2 Abweichung vom Punkt-Masse-Modell .....	20
4.1.3 Genaue Darstellung des Geopotentials .....	21
4.2 Vorstellung von Modellen .....	23
4.2.1 Modell .....	23
4.2.2 Verbindliche Modellparameter .....	23
4.2.3 Anwendungsrichtlinien .....	23
4.3 Referenzdaten .....	23
4.3.1 Modellausgabe .....	23
4.3.2 Ergebnisse typischer Missionen .....	23
4.4 Verweisungen .....	25
5 Geomagnetische Felder .....	26
5.1 Einleitung -- Übersicht über das geomagnetische Feld und Effekte .....	26
5.2 Referenzdaten über das magnetischen Feld .....	26
5.3 Modelle des geomagnetischen Felds und Analysemodelle .....	27
5.3.1 Dipolmodell .....	27
5.3.2 Feldmodelle mit interner Quelle .....	27
5.3.3 Exzentrisches Dipolmodell .....	28
5.3.4 Geomagnetische Koordinaten B und L .....	29
5.3.5 Feldmodelle mit externer Quelle .....	31
5.3.6 Grenzen der Magnetosphäre .....	32
5.4 Anpassungsrichtlinien .....	32
5.5 Bilder .....	33
5.6 Verweisungen .....	35
6 Elektromagnetische Strahlung von Sonne und Erde und Indizes .....	36
6.1 Einleitung .....	36
6.2 Solare elektromagnetische Strahlung .....	37
6.2.1 Solarkonstante .....	37
6.2.2 Sonnenspektrum .....	37
6.3 Elektromagnetische Strahlung der Erde .....	38
6.3.1 Erdalbedo .....	38
6.3.2 Infrarotstrahlung der Erde (Erdeigenstrahlung) .....	39
6.4 Solare und geomagnetische Indizes .....	39
6.4.1 Allgemeines .....	39
6.4.2 Beschreibung von Indizes .....	39

6.4.3	Sonnenzyklusabhängigkeit .....	40
6.4.4	Referenzindexwerte .....	43
6.4.5	Anpassungsrichtlinien .....	43
6.5	Bilder .....	44
6.6	Verweisungen .....	45
7	Die neutrale Erdatmosphäre .....	45
7.1	Einleitung .....	45
7.2	Empfohlenes Referenzmodell .....	45
7.3	Struktur der Erdatmosphäre .....	45
7.4	Atmosphärische Zustandsparameter .....	46
7.5	Temperatur-, Zusammensetzungs- und Dichtemodell der Erdatmosphäre .....	47
7.6	Temperatur-, Zusammensetzungs- und Dichtemodell der Erdatmosphäre .....	56
7.7	Ausgabe des Referenzmodells .....	57
7.8	Windmodell der Homosphäre und Heterosphäre der Erde .....	57
7.9	Einfache Dichtemodelle der Planetenatmosphären .....	59
7.10	Aerodynamik in der Erdatmosphäre .....	60
7.11	Bilder .....	62
7.12	Verweisungen .....	68
8	Plasmen .....	68
8.1	Einleitung .....	68
8.2	Die Ionosphäre .....	70
8.2.1	Beschreibung .....	70
8.2.2	Effekte .....	70
8.2.3	Modelle .....	70
8.2.4	Typische und Worst-Case-Parameter .....	71
8.3	Plasmasphäre .....	73
8.3.1	Beschreibung .....	73
8.3.2	Effekte .....	73
8.3.3	Modelle .....	73
8.3.4	Typische Parameter .....	74
8.4	Die äußere Magnetosphäre .....	74
8.4.1	Beschreibung .....	74
8.4.2	Effekte .....	75
8.4.3	Modelle .....	75
8.4.4	Typische und Worst-Case-Parameter .....	76
8.5	Der Sonnenwind .....	77
8.5.1	Beschreibung .....	77
8.5.2	Effekte .....	77
8.5.3	Modelle .....	77
8.6	Künstlich erzeugte Weltraumumgebungen .....	78
8.6.1	Beschreibung .....	78
8.6.2	Effekte .....	78
8.6.3	Modelle .....	79
8.6.4	Typische Parameter .....	80
8.7	Anpassungsrichtlinien .....	80
8.8	Verweisungen .....	81
9	Energiereiche Teilchenstrahlung .....	82
9.1	Einleitung -- Übersicht über Umgebung und Effekte energiereicher Teilchenstrahlung .....	82
9.1.1	Allgemeines .....	82
9.1.2	Weltraumumgebungen .....	82
9.1.3	Übersicht über Effekte .....	83
9.2	Quantifizierung von Effekten und zugehörige Umgebungen .....	84
9.3	Referenzdaten, Modelle und Analyseverfahren für die Strahlungsumgebung energiereicher Teilchen .....	85
9.3.1	Eingefangene Strahlungsgürtel .....	85
9.3.2	Modelle für Ereignisse durch Sontenteilchen .....	87
9.3.3	Modelle der kosmischen Strahlungsumgebung und Modelle der Effekte .....	90
9.3.4	Geomagnetische Abschirmung .....	91
9.3.5	Sekundärstrahlung des Raumfahrzeugs .....	92

9.3.6	Neutronen .....	92
9.4	Analyseverfahren für abgeleitete Größen .....	92
9.4.1	Allgemeines .....	92
9.4.2	Ionisationsdosis .....	92
9.4.3	Referenzdosisdaten der Umlaufbahn .....	93
9.4.4	Störungsrate durch ein Einzelereignis .....	94
9.4.5	Verschlechterung der Solarzellen .....	95
9.4.6	Interne elektrostatische Aufladung .....	95
9.4.7	Äquivalentdosis .....	95
9.4.8	Nicht-ionisierende Dosis .....	95
9.5	Anpassungsrichtlinien: Orbital- und Missionsregime .....	96
9.5.1	Allgemeines .....	96
9.5.2	Geostationäre Umlaufbahn .....	96
9.5.3	MEO, HEO .....	96
9.5.4	LEO .....	96
9.5.5	Polar .....	96
9.5.6	Interplanetare und planetare Umgebung .....	97
9.6	Erstellung einer Spezifikation für eine Strahlungsumgebung .....	97
9.7	Bilder .....	98
9.8	Verweisungen .....	112
10	Aus Teilchen bestehende Stoffe .....	113
10.1	Einleitung .....	113
10.2	Analyseverfahren .....	114
10.3	Vorstellung von Modellen .....	115
10.3.1	Meteoroide .....	115
10.3.2	Weltraummüll .....	118
10.3.3	Staub .....	118
10.3.4	Marsstaub .....	119
10.4	Referenzdaten .....	119
10.4.1	Verfolgbarer Weltraummüll .....	119
10.4.2	Statistische Flussdichtemodelle .....	120
10.5	Bilder .....	124
10.6	Verweisungen .....	128
11	Verunreinigung .....	129
11.1	Einleitung .....	129
11.2	Molekulare Verunreinigung .....	129
11.2.1	Quellen für molekulare Verunreinigungen .....	129
11.2.2	Transportmechanismen .....	130
11.3	Teilchenverunreinigung .....	131
11.3.1	Quellen für eine Teilchenverunreinigung .....	131
11.3.2	Transportmechanismen .....	132
11.4	Verunreinigungseffekt .....	132
11.5	Modelle .....	132
11.5.1	Quellen .....	133
11.5.2	Transport von molekularen Verunreinigungen .....	135
11.6	Verweisungen .....	136
Anhang A (informativ) .....		138
Anhang B (informativ) Gravitation .....		139
B.1	Zugehörige Werkzeuge .....	139
B.2	Effekte .....	139
B.3	Gravitationsfeld an der Oberfläche eines Planeten .....	141
B.4	Unsicherheiten .....	142
B.5	Verweisungen .....	143
Anhang C (informativ) Geomagnetisches Feld .....		144
C.1	Beschreibung der Magnetosphäre .....	144

C.2	Herleitung der Dipolstärke aus Feldmodellkoeffizienten .....	144
C.3	Unverträglichkeiten und Inkonsistenzen .....	145
C.4	Einzelheiten und Verfügbarkeit des IGRF-Modells .....	146
C.5	Verweisungen .....	146
<b>Anhang D (informativ) Elektromagnetische Strahlung von Sonne und Erde und Indizes .....</b>		<b>147</b>
D.1	Einzelheiten über das Sonnenspektrum .....	147
D.2	Albedo- und Infrarotveränderlichkeit .....	147
D.3	Informationen über die Aktivitätsindizes .....	148
D.4	Rauschen im Radiofrequenzbereich .....	148
D.5	Sonnenstrahlungsdruck .....	148
D.6	Bilder .....	149
D.7	Verweisungen .....	153
<b>Anhang E (informativ) Die neutrale Erdatmosphäre .....</b>		<b>154</b>
E.1	Übersicht über Atmosphärenmodelle .....	154
E.2	Zugang zum MSISE-90-Modell .....	154
E.3	Verweisungen .....	155
<b>Anhang F (informativ) Plasma .....</b>		<b>156</b>
F.1	Oberflächenaufladung .....	156
F.2	Aufladung in der erdnahen Umlaufbahn (LEO) .....	157
F.3	NASCAP-Aufladungskode .....	159
F.4	POLAR-Aufladungskode .....	160
F.5	Weitere Aufladungskodes .....	160
F.6	NASA-Worst-Case-Aufladungsumgebung .....	160
F.7	Staudruck- und Nachlaufströmungseffekte .....	160
F.8	Stromansammlungseffekte .....	161
F.9	Zerstäubung .....	162
F.10	Ausbreitungseffekte in der Ionosphäre .....	162
F.11	Verfügbarkeit des IRI95-Modells .....	163
F.12	Verweisungen .....	164
<b>Anhang G (informativ) Strahlung .....</b>		<b>165</b>
G.1	Zusammenhänge mit der Strahlungsprüfung .....	165
G.2	Künftige Modelle .....	166
G.3	Quellen von Modellen .....	167
G.4	Werkzeuge für die Analyse der inneren elektrostatischen Aufladung .....	168
G.5	Weitere Informationen .....	168
G.6	Verweisungen .....	168
<b>Anhang H (informativ) Aus Teilchen bestehende Stoffe .....</b>		<b>169</b>
H.1	Modelle der Weltraummüllflussdichte .....	169
H.1.1	Allgemeines .....	169
H.1.2	MASTER-97 .....	169
H.1.3	ORDEM-96 .....	169
H.1.4	Geschwindigkeitsverteilung .....	170
H.1.5	Massendichte .....	170
H.1.6	Anwendbarkeitsarten .....	170
H.1.7	Anpassungsrichtlinien .....	170
H.1.8	Weitere Weltraummüllmodelle .....	171
H.2	Modellunsicherheiten .....	171
H.2.1	Allgemeines .....	171
H.2.2	Meteoroide .....	171
H.2.3	Weltraummüll .....	171
H.3	Bewertung von Schädigungen .....	172
H.4	Analysewerkzeuge .....	173

H.4.1	Allgemeines .....	173
H.4.2	Deterministische Analyse .....	174
H.4.3	Statistische Analyse .....	174
H.5	Nachahmung von Mondstaub .....	174
H.6	Verweisungen .....	175
<b>Anhang I (informativ) Verunreinigungen .....</b>		<b>176</b>
I.1	Vorhandene Werkzeuge .....	176
I.2	ESABASE: OUTGASSING-, PLUME-PLUMFLOW- und CONTAMINE-Module .....	176
I.3	JMS3D .....	177
I.4	CONTAM 3.2 oder CONTAM III .....	178
I.5	TRICONTAM .....	179
I.6	SOCRATES .....	179
I.7	SPACE II .....	180
I.8	MOLFLUX .....	180
I.9	ISEM .....	181
I.10	OPT .....	181
I.11	CAP .....	182
I.12	Datenbanken .....	182
I.13	Verweisungen .....	182
<b>Bild 1 -- Geomagnetische Feldstärke in einer Höhe von 400 km, basiert auf IGRF-1995 .....</b>		<b>33</b>
<b>Bild 2 -- Ausgabe von geomagnetischen Feldmodellen, die die täglichen Deformationen des Felds und jahreszeitliche Änderungen in der Deformation darstellen [RD5.8] .....</b>		<b>34</b>
<b>Bild 3 -- Änderung des geomagnetischen Felds als Funktion der Höhe .....</b>		<b>35</b>
<b>Bild 4 -- Standardvorhersagen der Sonnen- und geomagnetischen Aktivität während eines Zyklus ..</b>		<b>44</b>
<b>Bild 5 -- Entsprechend Modell MSISE-90 Änderung der mittleren Temperatur mit der Höhe für extrem geringe, mittlere und extrem hohe Aktivitäten .....</b>		<b>62</b>
<b>Bild 6 -- Entsprechend Modell MSISE-90 Änderung der mittleren Luftdichte mit der Höhe für geringe, mittlere und extrem hohe Aktivitäten .....</b>		<b>62</b>
<b>Bild 7 -- Entsprechend Modell MSISE-90 Änderung des mittleren atomaren Sauerstoffs mit der Höhe für extrem geringe, mittlere und extrem hohe Aktivitäten .....</b>		<b>63</b>
<b>Bild 8 -- Entsprechend Modell MSISE-90 Änderung des mittleren Konzentrationsprofils der atmosphärischen Bestandteile N<sub>2</sub>, O, O<sub>2</sub>, He, Ar, H und N mit der Höhe für mittlere Aktivitäten .....</b>		<b>63</b>
<b>Bild 9 -- Entsprechend Modell MSISE-90 Tages- (a) und jahreszeitliche Breiten- (b) Schwankungen der örtlichen Temperatur in einer Höhe von h = 400 km .....</b>		<b>64</b>
<b>Bild 10 -- Entsprechend Modell MSISE-90 Tages- (a) und jahreszeitliche Breiten- (b) Schwankungen der Luftdichte in einer Höhe von h = 400 km für mittlere atmosphärische Bedingungen ...</b>		<b>65</b>
<b>Bild 11 -- Entsprechend Modell MSISE-90 Tages- (a) und jahreszeitliche Breiten- (b) Schwankungen der Konzentration des atomaren Sauerstoffs in einer Höhe von h = 400 km für mittlere atmosphärische Bedingungen .....</b>		<b>66</b>
<b>Bild 12 -- Entsprechend Modell HWM-93 Tages- (a) und jahreszeitliche Breiten- (b) Schwankungen der Windbeträge und -richtungen in einer Höhe von h = 400 km für mittlere atmosphärische Bedingungen .....</b>		<b>67</b>
<b>Bild 13 -- Mittlere Bereiche von Protonen und Elektronen in Aluminium .....</b>		<b>98</b>
<b>Bild 14 -- Konturendarstellungen der Elektronen- und Protonenstrahlungsgürtel .....</b>		<b>99</b>

Bild 15 -- Ungerichtete Flussdichten für Elektronen (a) und Protonen (b), Integral nach der Energie, auf dem geomagnetischen Äquator für unterschiedliche Energieschwellen .....	100
Bild 16 -- Integral der ungerichteten Flussdichten von Protonen (>10 MeV) und Elektronen (>10 MeV) in einer Höhe von 400 km, das den inneren Strahlungsgürtel „Südatlantische Anomalie“ und im Falle von Elektronen den äußeren Strahlungsgürtel in hohen Breiten darstellt .....	101
Bild 17 -- Die Anisotropie der Flussdichte in der erdnahen Umlaufbahn, gemittelt über eine Umlaufbahn der Raumstation für Protonen mit einer Energie von >100 MeV .....	102
Bild 18 -- Fluenzspektren für Sonnenprotonen für unterschiedliche Konfidenzniveaus (99 %, 95 %, 90 %, 75 % und 50 % von oben nach unten in jedem Diagramm) für unterschiedliche Missionszeiträume (Daten vom Modell JPL-1991) .....	102
Bild 19 -- LET-Spektren der kosmischen Strahlung für typische Missionen .....	104
Bild 20 -- SHIELDOSE-Datensatz zur Berechnung der Dosis für beliebige Spektren (a) Elektronendosis als Funktion von Energie und Tiefe .....	105
Bild 21 -- Jährliche Dosis hinter einer sphärischen Abschirmung von 4 mm auf kreisförmigen äquatorialen Umlaufbahnen in den Strahlungsgürteln als Funktion der Höhe der Umlaufbahn .....	108
Bild 22 -- Vorhersagen typischer Dosiswerte für typische Missionen .....	109
Typische jährliche Missionsdosis (sphärische Al- Abschirmung) .....	110
Bild 23 -- Typische Tiefendosiskurven für Erdumlaufbahnen .....	110
Bild 24 -- Von der ICRP festgelegte Qualitätsfaktoren für die Berechnungen der Äquivalentdosis für radiobiologische Effekte .....	111
Bild 25 -- Die NIEL-Kurve: (1) Energieverlust durch Protonen bei nicht-ionisierenden Wechselwirkungen (ausgedehnte Versetzungsschädigung, Versetzungsschädigung); (2) NIEL bezogen auf 10 MeV zur Ermittlung der Schädigungsäquivalenz von anderen Energien .....	111
Bild 26 -- Zeitliche Entwicklung der Anzahl der verfolgbaren Objekte in der Umlaufbahn .....	124
Bild 27 -- Höhenverteilung von verfolgbaren Objekten in LEO-Umlaufbahnen .....	124
Bild 28 -- Verteilung verfolgbarer Objekte als Funktion ihrer Inklination .....	125
Bild 29 -- Kumulative Anzahl von Einschlägen N von einer Seite auf einer willkürlich ausgerichteten Platte für einen Bereich von Mindestteilchengrößen .....	125
Bild 30 -- Aktivitätsverhältnisfaktor über der Dauer der Aktivität für Hauptmeteoridenströme (a) Januar - August .....	126
Bild 30 (fortgesetzt) -- Aktivitätsverhältnisfaktor über der Dauer der Aktivität für Hauptmeteoridenströme (b) September - Dezember .....	127
Verweisungen .....	128
Bild C.1 -- Schematische Darstellung der Magnetosphäre mit Stromflüssen und Magnetfeldlinien .	145
Bild D.1 -- Normal einfallende Sonnenstrahlung auf Meereshöhe an sehr klaren Tagen, spektrale Irradianz der Sonne außerhalb der Erdatmosphäre bei 1 AU, und spektrale Irradianzkurve des schwarzen Körpers bei T = 5 762 K .....	149

<b>Bild D.2 -- Tägliche Sonnen- und geomagnetische Aktivitätsindizes über die letzten zwei Sonnenszyklen .....</b>	<b>150</b>
<b>Bild D.3 -- Monatliche mittlere Sonnen- und geomagnetische Aktivitätsindizes über die letzten zwei Sonnenszyklen .....</b>	<b>151</b>
<b>Bild D.4 -- Leistungsflussdichtepegel für unterschiedliche Frequenzbereiche von natürlich auftretenden elektromagnetischen und Plasmawellen (aus [RDD.2]) .....</b>	<b>152</b>
<b>Bild F.1 -- Spektrogramme für Elektronen- und Ionenflussdichten während einer Aufladung .....</b>	<b>157</b>
<b>Bild F.2 -- Satellitenpotential und Integral der Elektronen(anzahl)flussdichte größer als 30 eV und bei 14 keV [RDF.1] .....</b>	<b>158</b>
<b>Bild F.3 -- Oberflächenpotential über der Elektronentemperatur für eine Anzahl von Materialien .....</b>	<b>159</b>
 <b>Tabellen</b>	
<b>Tabelle 1 -- Verbindliche Modellparameter .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 2 -- Werte der normierten Koeffizienten nmC vom JGM-2-Modell für Grad (n) und Ordnung (m) 9 .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabelle 3 -- Werte der normierten Koeffizienten nmS vom JGM-2-Modell für Grad (n) und Ordnung (m) 9 .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabelle 4 -- Vorhergesagter Fehler der Umlaufbahn mittels des JGM-2-Schwerkraftmodells .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabelle 5 -- Änderungen der Dipolmomente von 1945 bis 1995 .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle 6 -- Das IGRF-95-Modell: Koeffizienten und ihre Säkularvariationen für Grad und Ordnung 3 .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabelle 7 -- Änderungen der Dipolterme und abgeleiteten Dipolmomente der IGRF-Modelle .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabelle 8 -- Magnetopausenmodell nach Sibeck u. a. [RD5.17] .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabelle 9 -- Hochenergetische solare elektromagnetische Flussdichte .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabelle 10 -- Umrechnung von Kp in ap .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle 11 -- Höchst-, Mittel- und Mindestwerte der über 13 Monate geglätteten solaren 10,7-cm- Radiofrequenz-Flussdichte- und des geomagnetischen Aktivitätsindex über den mittleren Sonnenszyklus .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle 12 -- Referenzindexwerte .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabelle 13 -- MSISE-90-Höhenprofile der Temperatur T, der Gesamtdichte , des Drucks p, des mittleren Molekulargewichts M und der Dichteskalenhöhe H für geringe Aktivitäten .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabelle 14 -- MSISE-90-Höhenprofile der Temperatur T, der Gesamtdichte , des Drucks p, des mittleren Molekulargewichts M und der Dichteskalenhöhe H für mittlere Aktivitäten .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabelle 15 -- MSISE-90-Höhenprofile der Temperatur T, der Gesamtdichte , des Drucks p, des mittleren Molekulargewichts M und der Dichteskalenhöhe H für extrem hohe Aktivitäten .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabelle 16 -- Hauptsächliche technische Probleme infolge Weltraumplasmen .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabelle 17 -- Parameter für das Modell USAF für diffuse Polarlichter .....</b>	<b>71</b>

Tabelle 18 -- Elektronendichteprofile der Ionosphäre, abgeleitet von IRI95 [RD8.2] .....	72
Tabelle 19 -- Elektronendichte über der L-Schale für das Modell von Carpenter und Anderson [RD8.7] unter Vernachlässigung von jahreszeitlichen und Sonnenzykluseffekten .....	74
Tabelle 10 -- Typische Plasmaparameter in der geostationären Umlaufbahn .....	76
Tabelle 11 -- Worst-Case-Standardumgebung für die Maxwellsche Zweiteilchen-Verteilungsfunktion .....	76
Tabelle 22 -- Sonnenwindparameter (aus RD8.14) .....	77
Tabelle 23 -- Typische Plasmaparameter der Magnetosheath (aus RD8.14) .....	78
Tabelle 24 -- Einige solare UV-Photoionisationsraten bei 1 AU (nach RD8.17) .....	79
Tabelle 25 -- Photoelektronenparameter der Hülle .....	80
Tabelle 26 -- Beispiele geeigneter Plasmaumgebungen für verschiedene Missionen .....	80
Tabelle 27 -- Parameter zur Quantifizierung von Strahlungseffekten .....	84
Tabelle 28 -- Kenngrößen von typischen Strahlungsgürtelteilchen .....	85
Tabelle 29 -- Standardfeldmodelle, die mit Strahlungsgürtelmodellen zu verwenden sind .....	86
Tabelle 30 -- Fluenzwerte für Energie, Missionsdauer und Konfidenzniveau aus dem Modell JPL-1991 .....	88
Tabelle 31 -- Standardwahrscheinlichkeits(Vertrauens)niveaus für verschiedene Missionszeiten ...	89
Tabelle 32 -- Kumulative Anzahl von Einschlägen N von einer Seite auf eine willkürlich ausgerichtete Platte für einen Bereich von Mindestteilchengrößen mit dem ORDEM-96-Weltraummüllmodell .....	120
Tabelle 33 -- Kumulative Anzahl von Einschlägen N von einer Seite auf eine willkürlich ausgerichtete Platte für einen Bereich von Mindestteilchengrößen mit dem ORDEM-96-Modell .....	121
Tabelle 34 -- Kumulative Anzahl von Einschlägen N von einer Seite auf eine willkürlich ausgerichtete Platte für einen Bereich von Mindestteilchengrößen mit dem MASTER-Weltraummüllmodell .....	122
Tabelle B.1 -- Gravitationskenngrößen von Planeten .....	142
Tabelle B.2 -- Kovarianzfehler in normierten Koeffizienten nmC (Einheiten von $10^{-6}$ ) vom JGM-2-Modell mit dem Grad (n) und der Ordnung (m) 9 .....	142
Tabelle B.3 -- Kovarianzfehler in normierten Koeffizienten nmS (Einheiten von $10^{-6}$ ) vom JGM-2-Modell mit dem Grad (n) und der Ordnung (m) 9 .....	143
Tabelle D.1 -- Gleitendes Mittel (gemittelt über 90 min) der Albedoperzentildaten .....	147
Tabelle D.2 -- Gleitendes Mittel (gemittelt über 90 min) der Perzentilwerte der Infrarotstrahlung der Erde in W/m .....	148
Tabelle F.1 -- NASA-Worst-Case-Umgebung .....	160
Tabelle G.1 -- Strahlungsprüfungen .....	165
Tabelle H.1 -- Nenn- und Worst-Case-Parameter und Massendichten für das Müllmodell .....	170
Tabelle H.2 -- Unsicherheit für ein Konfidenzniveau von 90 % für Weltraummüll .....	172