

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Geschichte der astronautischen Raumfahrt</b>	<b>1</b>
	Was sich heute in der astronautischen Raumfahrt tut	1
	Überblick	5
	Höhe- und Tiefpunkte	11
	Erster astronautischer Raumflug – <i>Die Sowjets haben die Nase vorne</i>	11
	Erste Frauen im All – <i>Start mit Hindernissen</i>	12
	Erster Weltraumspaziergang – <i>Beinahe schiefgegangen</i>	13
	Apollo 1 – <i>Katastrophe Nr.1</i>	13
	Sojus 1 – <i>...noch eine Katastrophe</i>	14
	Sojus 5 – <i>gerade noch gutgegangen</i>	15
	Sojus 11 – <i>...und die nächste Katastrophe</i>	15
	Mondlandung – <i>aber jetzt klappts: Die USA sind im Rennen vorne</i>	16
	MIR-Station – <i>Dauerpräsenz im All ohne Katastrophe!</i>	18
	Space Shuttle – <i>teuer und risikoreich: aber erfolgreich</i>	18
	Challenger- und Columbia-Katastrophe – <i>Nachlässigkeit rächt sich</i>	21
	Deutsche Astronauten – <i>wir sind stolz auf Euch!</i>	22
	Zum Weiterlesen	25
<b>2</b>	<b>Physikalische Rahmenbedingungen</b>	<b>27</b>
	Weltraum	27
	Lagrange-Punkte	30



Strahlung und Magnetfeld	30
Zum Weiterlesen	34
<b>3    Aufenthalt in Schwerelosigkeit</b>	<b>35</b>
Parabelflug – <i>Kotzbomber sind wichtig</i>	35
Suborbitale Raumfahrt – „Raumfahrt“ <i>light</i>	38
Orbitale Raumfahrt – <i>auf zu neuen Ufern!</i>	40
Zum Weiterlesen	43
<b>4    Technische Systeme</b>	<b>45</b>
Raketen	45
Saturn V und Space Launch System (SLS)	45
Sojus und Angara	47
Falcon 9, Falcon heavy und Starship	49
New Shepard und New Glenn	50
Ariane, Vega und Themis	51
Langer Marsch und die Rakete 921	51
GSLV Mk III	51
Treibstoffe	52
Raumschiffe	53
Sojus- und Federazija-Raumschiff	53
Crew Dragon	55
Orion	55
Crew-Kapsel für New Shepard	56
Raumanzüge	56
ACES, IVA und SOKOL	57
Fluganzug	57
EVA-Anzug – Hightech zum Überleben im Weltraum	59
Raumstationen	63
Allgemein	63
Internationale Raumstation	66
Pläne für künftige Raumstationen	69
Künftige Mond- und Marsstationen	76
Weltraumaufzüge und Tethers	82
Astronautische und robotische Raumfahrt: Gegensätze?	84
Zum Weiterlesen	85
<b>5    Akteure in der astronautischen Raumfahrt</b>	<b>87</b>
Raumfahrtorganisationen	87
NASA	87



Roskosmos	89
ESA	92
DLR	93
CNES	95
Andere Europäische Einrichtungen	96
CSA	96
JAXA	96
CNSA	97
ISRO	98
Privatindustrie	98
Virgin Galactic	98
SpaceX	100
Blue Origin	101
Boeing	102
Lockheed Martin	102
Bigelow Aerospace	102
Orbital Assembly Corporation	103
Sierra Nevada Corporation	103
Space Adventures	103
AXIOM Space	103
Airbus Defence and Space	104
Thales Alenia Space	104
Andere Firmen	104
IAA, IAF, ASMA, COSPAR und ELGRA	104
Zum Weiterlesen	107
<b>6 Astronaut*innen</b>	109
Auswahl und -Training	109
Auswahl	110
Training	112
Auswirkungen von Raumflügen auf den Menschen	116
Bisher aufgetretene Gesundheitsprobleme bei Flügen der	
NASA	116
Beschleunigungstoleranz	117
Gleichgewichtssinn	118
Körperlänge	118
Flüssigkeitsverschiebung und Hirndruck	119
Herz- Kreislaufsystem, Muskeln, Knochen	122
Immunabwehr	124
Haut	126



Strahlung	126
Schlaf (Abb. 6.5)	129
Psyche	129
Notfall, Gefahr durch Weltraumschrott	131
Nahrung	132
Krebs	133
Zusammenfassung wichtigste Gesundheitsprobleme	133
Sex im Weltraum	134
Altern	134
Fitnessstraining im All	136
Betreuung nach der Landung	142
Zum Weiterlesen	144
 <b>7    Medizinische und lebenswissenschaftliche Forschung</b>	 145
Analog-Anlagen	145
Anlagen für die Weltraumphysiologie	150
:envihab	151
MEDES	154
IBMP	154
Trainingsanlagen zum Erlernen von Arbeiten unter Schwereelosigkeit	154
Anlagen und Spezialgeräte für Arbeiten an Zellen und kleinen Organismen	155
Kleinraketen	155
Falltürme und Fallschächte	157
Klinostaten und Random Positioning Machines	157
Zentrifugen	159
Magnetische Levitation	160
Forschungsthemen	161
Medizinische Fragestellungen	161
Zelluläre und molekulare Forschung	166
Strahlenbiologie	166
Exo- und Astrobiologie	167
Weitere Themenbereiche	169
Außerirdisches Leben im Weltall	170
Mikroorganismen	171
Intelligentes Leben	173
Zum Weiterlesen	175



<b>8</b>	<b>Spin Off und Öffentlichkeitsarbeit</b>	177
	Spin Off	177
	Öffentlichkeitsarbeit	178
	Zum Weiterlesen	181
<b>9</b>	<b>Handlungsbedarf in Deutschland und Europa</b>	183
	Zugang zum Weltraum	183
	Lebenswissenschaftliche Forschung unter Weltraumbedingungen	185
	Weltraumtourismus, Weltraumbergbau und industrielle Produktion im Weltraum	188
<b>10</b>	<b>Ausblick</b>	191
	<b>Nachspann</b>	193
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	197