

Eugen Reichl / Aydođan Koç

RAUMFAHRT- WISSEN

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	11
1. Die Anfänge	12
1.1. Ein Fehlstart ganz am Anfang	12
1.2. Raumfahrt in Romanen und im Film	12
1.3. Ziolkowski, Oberth, Goddard – Väter der Raumfahrt	13
1.3.1. Konstantin Ziolkowski	13
1.3.2. Hermann Oberth	14
1.3.3. Robert Goddard	15
1.4. Peenemünde – Wiege der Raumfahrt	16
1.5. Sputnik – Schock im Kalten Krieg	18
1.5.1. Sergej Koroljow	20
1.5.2. Wernher von Braun	20
2. Die Rakete: Grundlagen und Technik	24
2.1. Einige Grundlagen	24
2.1.1. Galileo und Newton	24
2.1.2. Schub, Beschleunigung, Spezifischer Impuls	24
2.1.3. Orbit- und Fluchtgeschwindigkeit	25
2.1.4. Startfenster und Parkbahn	26
2.1.5. Der Countdown	26
2.1.6. Der Brennschluss	27
2.2. Die Bedingungen im Weltraum	27
2.2.1. Schwerelosigkeit	27
2.3. Wie funktioniert eine Rakete?	27
2.4. Die Technik rund um die Rakete	28
2.4.1. Das Triebwerk	28
2.4.1.1. Flüssigkeitstriebwerke	28
2.4.1.2. Feststofftriebwerke	29
2.4.1.3. Hybride Triebwerke	30
2.4.1.4. Elektrische Triebwerke	31
2.4.2. Brennkammer und Düse	31
2.4.3. Antriebskonzepte	32
2.4.3.1. Das Nebenstromverfahren	32
2.4.3.2. Das Hauptstromverfahren	33
2.4.3.3. Das Expander Cycle-Verfahren	33
2.4.4. Die Treibstoffförderung	34
2.4.4.1. Druckförderung	34
2.4.4.2. Förderung mit Pumpen	34
2.4.2. Steuerung	34

2.4.4.2.	Einsatz von Zündern	36
2.4.5.	Mehrstufenraketen	37
Hintergrundwissen – Wie funktioniert ein Shuttle-Triebwerk?		38
3.	Der Wettlauf zum Mond	44
3.1	Die Sowjetunion beginnt	44
3.1.1.	Von Wostok bis Sojus	44
3.1.1.1.	Wostok	44
3.1.1.2.	Woschod	46
3.1.1.3.	Sojus	48
3.1.2.	Lunik, Luna, Lunochod – unbemannte Mondaufklärer der Sowjetunion	49
3.1.2.1.	Lunik	49
3.1.2.2.	Luna	49
3.1.2.3.	Lunochod	51
3.1.3.	Das bemannte sowjetische Mondprogramm	52
3.1.3.1.	Das Programm Sojus 7K-L1 »Sond«	53
3.1.3.2.	Kompletter Fehlschlag: Das N-1-Programm	55
3.2.	Amerika gewinnt	58
3.2.1.	Mercury und Gemini	58
3.2.1.1.	Mercury	
	Die Mercury-Flüge im Überblick	58
3.2.1.2.	Gemini	
	Die Gemini-Flüge im Überblick	64
3.2.2.	Die Wegbereiter: Pioneer, Ranger, Lunar Orbiter und Surveyor	69
3.2.2.1.	Pioneer	70
3.2.2.2.	Ranger	71
3.2.2.3.	Lunar Orbiter	72
3.2.2.4.	Surveyor	72
3.3.3.	Das Apollo-Programm	73
3.3.3.1.	Das Apollo-Kommandomodul	74
3.3.3.2.	Das Apollo-Servicemodul	75
3.3.3.3.	Der Apollo-Rettungsturm	76
3.3.3.4.	Das Mondlandefahrzeug	79
3.3.3.5.	Feuer im Raumschiff – Die Apollo 1-Tragödie	83
3.3.3.6.	Apollo 13 – Die Beinahe-Katastrophe	
	Die Apollo-Flüge im Überblick	84
3.4.	Saturn – Die Rakete für den Mondflug	95
Hintergrundwissen – Apollo 11 in den Worten der Astronauten		97
4.	Raumfähren	101
4.1.	Der amerikanische Space Shuttle	101
4.1.1.	Die Entwicklung des Space Shuttle	101

4.1.5.	Die Landung	111
4.1.6.	Shuttle-Rettungssysteme	114
4.2.	Nur zwei Flüge: Energia	115
4.3.	Nur ein Flug: Buran	116
Hintergrundwissen – In achteinhalb Minuten von 0 auf 28.000 km/h		120
5.	Raumstationen	124
5.1.	Technik und Idee der Raumstation	124
5.1.1.	Rendezvous und Docking	125
5.1.2.	Schleusen und Kopplungsmechanismen	126
5.1.3.	Medizinische Aspekte der bemannten Raumfahrt	126
5.1.3.1.	Die Raumkrankheit	126
5.1.3.2.	Schwerelosigkeit	127
5.1.3.3.	Strahlung	127
5.2.	Skylab	128
5.2.1.	Die Skylab-Missionen	129
5.3.	Apollo-Sojus Test Project	131
5.4.	Salut und Mir	133
5.4.1.	Salut-Sojus-Progress – Das sowjetische Raumstationstrio	133
5.4.1.1.	Salut 1: Tod bei der Landung	134
5.4.1.2.	Salut 2: Im Orbit explodiert	134
5.4.1.3.	Salut 3: Nur einmal Besuch	135
5.4.1.4.	Salut 4: Erfolge und eine unbeabsichtigte suborbitale Mission	135
5.4.1.5.	Salut 5: Landung im Tengis-See	136
5.4.1.6.	Salut 6: Eine Erfolgsgeschichte mit zahlreichen Rekorden	137
5.4.1.7.	Salut 7: Dauerbrenner mit Dauerproblemen	141
5.4.2.	Die Raumstation Mir: Stolz der Sowjetunion und Russlands	144
5.4.3.	Raumstation Mir – Eine Chronologie	144
5.4.4.	Das Ende der Mir	155
5.5.	Die Internationale Raumstation	156
5.5.1.	Stammesbesatzungen 2000–2007	157
5.5.2.	Der Aufbau der ISS	159
6.	Weltraumbahnhöfe	163
6.1.	Die Infrastruktur	164
6.2.	Weltraumbahnhöfe weltweit	169
7.	Systeme des Raumfahrzeugs	172
7.1.	Die Lageregelung	172
7.2.	Das Antriebssystem	174
7.3.	Telekommunikation	175
7.3.1.	High Gain Antennas	176
7.3.2.	Medium Gain Antennas	176
7.3.3.	Low Gain Antennas	177

7.5.1.	Solargeneratoren	178
7.5.2.	Brennstoffzellen	178
7.5.3.	Nukleare Stromquellen	179
7.6.	Lebenserhaltungssysteme	180
7.7.	Raumanzüge	181
7.7.1.	Wiley Post und die Erfindung des Raumanzugs	181
7.7.2.	Frühe Raumanzüge	181
7.7.3.	Moderne Raumanzüge	182
7.7.4.	Aufwändiges Ankleiden	184
7.7.5.	Die Zukunft des Raumanzugs	186
7.8.	Rettung aus dem Weltraum	186
7.8.1.	Projekt Mercury – Die Erfindung des Fluchtturms	186
7.8.2.	Erster Einsatz des Fluchtturms	187
7.8.3.	Wostok und Woschod – mit und ohne Rettungssystem	187
7.8.4.	Gemini: Der ungeliebte Schleudersitz	188
7.8.5.	Apollo: Die Renaissance des Fluchtturms	189
7.8.6.	CEV: Zurück zum Fluchtturm	189
7.8.7.	Rettung aus dem Orbit	189
7.8.7.1.	MOOSE – Absprung aus dem Weltraum	190
7.8.7.2.	PARACONE und SAVER	191
7.8.7.3.	FIRST – Das erste »Rettungsboot«	192
7.8.7.4.	Kinofilm fördert Apollo Rescue CSM	193
7.8.7.5.	Rettung mit HL-20 und X-38	193
7.9.	Die Landung	195
7.9.1.	Die aerodynamische Bremsung	195
7.9.2.	Die Fallschirmlandung	196
7.9.3.	Kühlung bei der Landung	196
7.9.3.1.	Die Ablationskühlung	196
7.9.3.2.	Die Filmkühlung	197
7.9.4.	Der Hitzeschild	197
7.10.	Astronauten, Kosmonauten, Taikonauten	197
Hintergrundwissen – Die Rettung der Sojus T-10-Mannschaft		198
8.	Orientierung im Weltraum	200
8.1.	Vorstellung im Wandel	200
8.2.	Himmelsmechanik	202
8.3.	Die ersten 200 km sind die schwersten	203
8.4.	Satelliten, Raumschiffe und allerlei Müll	206
8.4.1.	Bahnen für jeden Zweck	206
8.4.2.	Weltraumschrott	209
8.5.	Ins Sonnensystem und darüber hinaus	209
8.6.	Navigation im Weltraum	212

9.	Raumfahrt für Forschung, Wirtschaft und Militär	217
9.1.	Satelliten für jede Aufgabe	217
9.1.1.	Erdbeobachtung und Meteorologie	217
9.1.2.	Kommunikation und Navigation	223
9.1.3.	Satelliten für die Forschung	225
9.1.4.	Teleskope im Weltraum	226
9.1.5.	Militärische Raumfahrt	227
9.2.	Raumfahrt als Wirtschaftsfaktor	229
9.2.1	Kosten und Nutzen der Raumfahrt	229
9.2.2.	Die Raumfahrtindustrie	231
10.	Zu Monden und Planeten	233
10.1.	Bei den Amerikanern: Pioneer und Mariner	233
10.2.	Bei den Russen: Venera und Mars	236
10.3.	Russland verabschiedet sich vom tiefen Weltraum	239
10.4.	Amerikas Marssonden nach Mariner	240
10.5.	In amerikanischer Hand: Das innere und äußere Sonnensystem	243
10.6.	Der Rest der Welt zieht nach	247
	Hintergrundwissen – Mut zur Lücke	250
	Hintergrundwissen – Landung auf einer neuen Welt	254
11.	Paradigmen-Wechsel in der Raumfahrt	257
11.1.	Raumfahrt in China	257
11.1.1.	Beginn mit der V 2	257
11.1.2.	Nach DFH-1	258
11.1.3.	Das Shenzou-Programm	259
11.1.4.	Solo für Yang Liwei	260
11.2.	Japan: Wunschziel Mondstation	262
11.3.	Indien: Auf dem Weg zur Raumfahrt-Großmacht	264
11.4.	Private Raumfahrt	264
11.5.	Der X-Price	265
11.5.1.	Taxi in den Weltraum	265
11.5.2.	Mit »Virgin Galactic« in den Weltraum	266
11.5.3.	50 Millionen für den America Space Price	267
11.6.	Die erste privat entwickelte Trägerrakete	268
11.7.	Weltraumtourismus	269
12.	Erneut zum Mond und weiter zum Mars	271
12.1	Der Weg und das Ziel	271
12.2	Apollo auf Anabolika	271
12.3.	Drei weitere Raumfahrzeuge	273
12.4.	Ein und ein halber Start	273
12.5.	Abstieg zum Mond	276
12.6.	Rückkehr zur Erde	276

13.	Anhang	279
13.1.	Raumfahrtnationen	279
13.2.	Die Space Shuttle-Orbiter der NASA und ihre Einsätze	279
13.3.	Die Mondlander des Apollo-Programms im Überblick	281
13.4.	Alle Saturn-Raketen des Apollo-Programms	282
13.5.	Bemannte Raumflug-Statistik	284
13.6.	Kumulative Aufenthaltszeit im Weltraum	284
13.7.	Astronauten-Statistik	285
	Glossar	286
	Literaturverzeichnis	290