

Das kleine Handbuch für angehende Raumfahrer



Dr. Bergita Ganse:

Weltraummedizinerin, Fachärztin für Physiologie, Sportmedizinerin und Notfallmedizinerin. Sie erforscht das muskuloskeletale System in Schwerelosigkeit und hat ihre Raumfahrterfahrung beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln gesammelt. An der RWTH Aachen hält sie die Weltraummedizinvorlesung. Sie reist viel, fotografiert gerne, wirft Speer und liebt Outdooraktivitäten aller Art.

Dr. Urs Ganse:

Theoretischer Astrophysiker. Seit dem Studium und der Promotion in Würzburg arbeitete er in Finnland und Südafrika. Aktuell ist er als Weltraumphysiker an der Universität in Helsinki (Finnland) beschäftigt. Dort simuliert er mit Supercomputern das Plasma im erdnahen Weltraum. In seiner Freizeit klettert er und baut Welten in 64 Kilobyte.

Der Parabelbär:

Hat Parabelflugerfahrung!

Website des Buches: www.raumfahrerhandbuch.de

Bergita Ganse . Urs Ganse

Das kleine Handbuch für angehende Raumfahrer

Raketen, Hyper-G und Shrimpscocktail

 Springer

Bergita Ganse
Aachen
Deutschland

Urs Ganse
Helsinki
Finland

Die Darstellung von manchen Formeln und Strukturelementen war in einigen elektronischen Ausgaben nicht korrekt, dies ist nun korrigiert. Wir bitten damit verbundene Unannehmlichkeiten zu entschuldigen und danken den Lesern für Hinweise.

ISBN 978-3-662-54410-5 ISBN 978-3-662-54411-2 (ebook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-54411-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Dr. Lisa Edelhäuser
Einbandabbildung: Bergita Ganse
Einbandentwurf: deblik Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Deutschland
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Als Raumfahrer geboren und nur noch nicht im All gewesen? Gerade im Orbit und 'ne Frage? Dieses Buch beleuchtet alle wichtigen Details der Raumfahrt – von der Raumschiffkonstruktion, Planung und Navigation über das Leben im Weltall und die Medizin in Schwerelosigkeit bis hin zur Exploration und Suche nach Leben.

Wir, die Autoren, sind Geschwister und haben schon als Kinder gemeinsam sehr viel Zeit mit Science-Fiction-Filmen und -Serien (allen voran „Raumschiff Enterprise“), Sternegucken, Raumschifffliegen und der Kolonisation fremder Planeten am Computer verbracht (Abb. 1). Unsere Generation kannte sich bereits in der Schule bestens mit Raumfahrt aus und brennt darauf, bei der weiteren Entdeckung des Weltraums dabei zu sein. Die Aufbruchstimmung und Faszination, von der wir geprägt wurden, möchten wir in diesem Buch bestärken und weitergeben.

Auch wenn die bemannte Raumfahrt eine gigantische Meisterleistung ist, sind die Ingenieure und Raumfahrer keine Übermenschen. Es wird auch hier nur mit Wasser gekocht! Wir wollen in diesem Buch den Irrglauben korrigieren, dass nur Superhelden ins All fliegen können und dass ein Raumschiff nur funktioniert, wenn das geheime Werkzeug aus der Zukunft zur Hand war. Am besten kann man das als Leser beurteilen, wenn man Bescheid weiß – deshalb ist unser Buch eine riesige Sammlung interessanter Tatsachen, Phänomene, Anekdoten und Tipps. Oft haben wir uns beim Recherchieren und Schreiben selbst über Fakten amüsiert und über Anekdoten schlappgelacht! Auch haben wir uns mit echten Raumfahrern unterhalten und sie gelöchert.

Besonders dankbar sind wir dem US-Astronauten Story Musgrave dafür, dass wir sein Interview abdrucken dürfen (Zitat: „I don't collect the data, I am the data!“).

Warum müssen Raumfahrer aus Tausenden von Bewerbern ausgewählt werden? Eine Astronautenauswahl gibt es nur, weil die Plätze so knapp und gleichzeitig umkämpft sind, nicht aber weil es ein kompliziertes Problem gibt, das die meisten Kandidaten untauglich macht. Eigentlich wären fast alle Menschen auf der Erde körperlich in der Lage, einen Raumflug wohlbehalten zu überstehen. All diesen Menschen geben wir mit unserem Buch hoffentlich die Möglichkeit, ihren Raumflug zu planen und erfolgreich durchzuführen.

Als Astrophysiker und Weltraummedizinerin sind wir beruflich in verschiedenen Gebieten der Raumfahrt unterwegs. Bei vielen Anlässen wie Vorträgen, Diskussionsrunden und der Weltraummedizinvorlesung an der RWTH Aachen erklären wir der Öffentlichkeit, wie bemannte Raumfahrt funktioniert, was genau mit dem menschlichen Körper im Weltraum passiert und wie man ein Raumschiff fliegt. Als Lisa Edelhäuser vom Springer-Verlag die Vorlesungsvideos online entdeckte, fragte sie uns, ob wir nicht Lust hätten, mit deren Inhalt und noch viel mehr ein Buch zu schreiben. Und hier ist es! Eine Anleitung und ebenso lustige wie informative Einführung für angehende Raumfahrer.

Wir danken Toni Möller und Johann Korndörfer (Cupe) für ihre hilfreichen Korrekturen, Ideen und Verbesserungsvorschläge!

Viel Spaß beim Lesen!

Bergita und Urs Ganse



Abb. 1 Die Autoren ca. 1985

Der in diesem Buch verwendete Begriff *Raumfahrer* ist geschlechtsunabhängig. Alle Abbildungen ohne Quellenangabe wurden von den Autoren selbst angefertigt. QR-Codes liefern direkte Internet-Links ([Abb. 2](#)).



Abb. 2 Es kommen mehrfach Zusatzinformationen, Videos, Downloads und andere Links vor, die als QR-Code mit einer QR-Code-App auf einem Smartphone ausgelesen werden können. Dieser QR-Code enthält die URL zur Website unseres Buchs: <http://www.raumfahrerhandbuch.de/>

Inhaltsverzeichnis

1	Wie man ein Raumfahrer wird.....	1
1.1	Den Flug klarmachen	1
1.2	Weltraumtourismus	4
1.3	Astronautenauswahl.....	5
1.4	Frauen in der Raumfahrt.....	9
1.5	Checkliste vor dem Flug.....	10
	Literatur	12
2	Raumschiffkonstruktion.....	13
2.1	Raumschifftypen	13
2.2	Die Hülle	16
2.3	Triebwerke, Düsen und Raketen.....	33
2.4	Stromversorgung und Temperaturregelung	56
2.5	Lebenserhaltungssysteme	62
2.6	Bordcomputer und Datenmanagement	69
2.7	Sonstige Ausstattung.....	74
	Literatur	78
3	Ein Raumschiff fliegen.....	79
3.1	Startvorbereitungen, Countdown und Start	79
3.2	Lenkung und Steuerung	88
3.3	Navigation im Weltraum	94
3.4	Flug zum Mond	106

3.5	Reisen zu anderen Planeten	108
	Literatur	118
4	Alltag im Weltall	119
4.1	Orientierung ohne oben und unten	119
4.2	Tageszeiten und Schlaf	124
4.3	Essen und Trinken.....	127
4.4	Kleidung.....	132
4.5	Weltraumspaziergänge.....	133
4.6	Forschung.....	140
4.7	Der Notfall an Bord	143
4.8	Sozialleben in Isolation.....	144
4.9	Roboter	150
	Literatur	154
5	Weltraummedizin	155
5.1	Geschichte der Weltraummedizin	156
5.2	Herz und Kreislauf	166
5.3	Der Bewegungsapparat.....	179
5.4	Training in Schwerelosigkeit.....	192
5.5	Luft und Druck	197
5.6	Weitere medizinische Phänomene	201
5.7	Strahlung	208
5.8	Medizinische Versorgung an Bord.....	215
5.9	Medizinische Forschung.....	224
	Literatur	239
6	Mögliche Ziele, Entdeckung und Kolonisation	241
6.1	Ein kurzgefasster Reiseführer.....	241
6.2	Erkundung	252
6.3	Vulkanismus, Gletscher und Permafrostböden.....	256
6.4	Bedingungen für menschliche Kolonien.....	258
6.5	Pflanzen und Terraforming	262
6.6	Ressourcen und Bergbau	266
6.7	Weltraumrecht	267
6.8	Astrobiologie und außerirdisches Leben.....	268
	Literatur	279

Nachwort 281

Stichwortverzeichnis 283