Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 42 (1969)

Heft: 10

Artikel: Raumfahrtanzüge im Apollo-Projekt

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-563492

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

629.78.047.8: 629.783/525.5 *H

Raumfahrtanzüge im Apollo-Projekt

Die technologische Forschung bringt den Menschen mit neuen und häufig feindlichen Umraumbedingungen in Berührung. In manchen Fällen handelt es sich lediglich um eine Intensivierung der «normalen» Umwelteinflüsse auf der Erde; die Erforschung des Weltraums führt den Menschen jedoch in eine Umgebung, die derart feindlich ist und sich so stark von den auf der Erde herrschenden Bedingungen unterscheiden, dass eine neuartige Schutzkleidung entwickelt werden muss, die ihm die wirksame Durchführung seiner Mission ermöglicht.
Dieser wichtige Aspekt der Monderforschung im Rahmen des Apollo-Projektes fällt in den Aufgabenbereich der ILC Industries, Inc. in Dover (US-Staat Delaware), der von der NASA die führende Rolle bei der Lösung dieses Problems übertragen wurde.

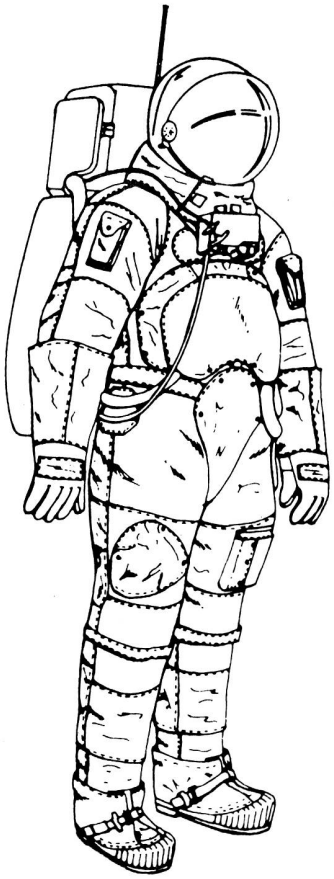

Abb. 1 Druckanzug (PGA) für Einsätze ausserhalb des Raumschiffes

Die Reise zum Mond stellt eine ungeheure Herausforderung an die Technik dar und wird zu einer der überragenden Leistungen der Neuzeit zählen. Das Ziel des Apollo-Projektes ist erreicht, wenn die Astronauten das Raumschiff verlassen und ihren Fuss auf den Mond gesetzt haben. Das ist jedoch keine Routineaufgabe. Beim Eintritt in den Mondumraum wird das Einfache plötzlich kompliziert; für ganz normale Funktionen oder Tätigkeiten wie Atmen, Gehen oder Besteigen einer Leiter braucht der Mensch wohldurchdachte Mechanismen. Da menschliches Leben auf dem Mond nicht ohne weiteres bestehen kann, muss der Mensch seine «Erdatmosphäre» mitnehmen. Und um nun nicht nur zu überleben, sondern auch auf der Mondoberfläche umhergehen und nützliche Forschungsarbeiten verrichten zu können, braucht der Mensch mehr als einen Druckanzug — nämlich ein komplettes Lebenserhaltungssystem, das sich rasch anlegen lässt, wenig wiegt, leicht aufbewahrt werden kann und in höchstem Mass zuverlässig ist.
Eine derartige Ausrüstung ist der Apollo-Raumanzug mit dem dazugehörigen «transportablen Lebenserhaltungssystem».

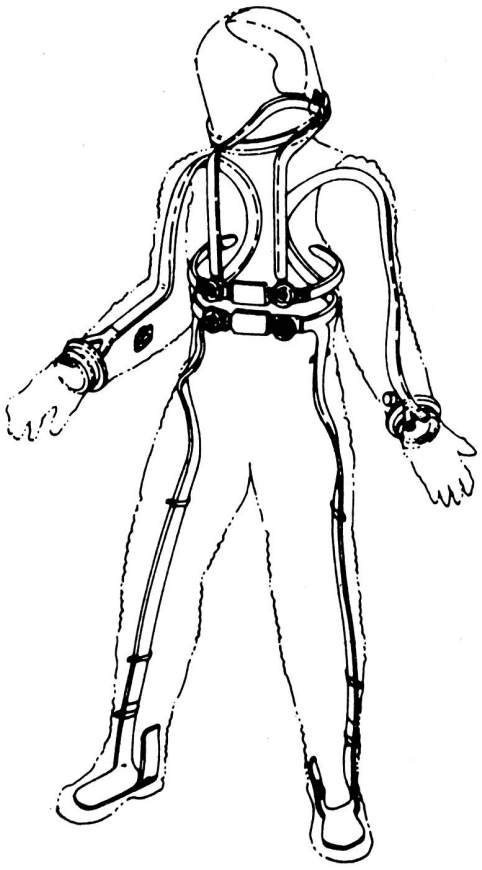

Abb. 2 Ventilationssystem

Diese von ihrem Träger bediente Ausrüstung mit einer in sich geschlossenen Atmosphäre ist das einzige Mittel der Lebenserhaltung, des Schutzes und der Kommunikation während der Tätigkeit des Menschen auf der Mondoberfläche. Der Raumanzug muss den Astronauten vor den Auswirkungen des Mondvakuums schützen, das seine Körperflüssigkeiten zum

«Kochen» bringen würde. Er muss ihn gegen Temperaturen isolieren, die zwischen plus 160 °C und minus 120 °C schwanken können.
Er muss ihn vor den schnellfliegenden Mikrometeoriten schützen; und er muss ihm schliesslich eine ausreichende Bewegungsfreiheit gestatten, damit er in diesem feindlichen Umraum bei wissenschaftlichen Ausflügen nützliche Arbeiten ausführen kann.
Darüberhinaus sollen die Raumanzüge den Astronauten auch dann dienen, wenn sie bei einer Funktionsstörung des Kupplungssystems zum Umsteigen von der Kommandokapsel in die Mondfähre den Weltraum durchqueren müssen. Sie sollen bei unvorhergesehenem Absinken des Kabinendrucks angezogen werden — und zwar bevor der Kabinendruck zur Lebenserhaltung nicht mehr ausreicht. Dank dieser Möglichkeit, rasch in den Raumanzug einzusteigen, können die Besatzungsmitglieder ihn, wenn sie es wünschen, für einen grossen Teil des Fluges ablegen.
Da die einzelnen Mitglieder der Besatzung unterschiedliche Aufgaben zu bewältigen haben, wurde der Raumanzug in zwei Ausführungen hergestellt: eine für die beiden Astronauten, die auf die Mondoberfläche hinabsteigen und eine für das dritte Besatzungsmitglied, das in der Kommandokapsel zurückbleibt. Sein Anzug hat eine speziell für das Raumschiffinnere geschaffene Feuerschutzlage (Intravehicular Cover Layer – IVCL). Die Druckanzüge (Pressure Garment Assembly – PGA) der beiden Astronauten, die Landung und Ausflüge auf dem Mond vornehmen, verfügen dagegen über einen integrierten Wärmeschutz gegen Mikrometeoriten (Integrated Thermal Micrometeoroid Protection Assembly – ITMG), die ausser gegen Feuer auch noch gegen extreme Temperaturschwankungen und den Aufprall von Mikrometeoriten schützen (Abb. 1). Wenn der PGA-Anzug mit einem Lebenserhaltungssystem in Rucksackform — wie in Abbildung 1 dargestellt — gekoppelt wird, verfügt sein Träger über Ventilation, Druckbedingungen und Kommunikationsmittel, die er für vom Raumschiff unabhängige Einsätze braucht.
Das Gas des Druck- und Ventilationssystems zirkuliert in Anzug und Druckhandschuhen und bietet dem Astronauten eine lebenserhaltende Atmosphäre. Die Kanäle des Ventilationssystems (Abb. 2) leiten den für Druck und Belüftung erforderlichen Gasstrom von den beiden Gaseinlässen in den Helm und zum Rumpf. Dann strömt das Gas zu den beiden Gasauslässen und wird durch Schläuche in die Umraumkontrolleinrichtung des Raumschiffs oder des transportablen Lebenserhaltungssystems geleitet.
(Siehe schematische Darstellung in Abb. 3. Die Pfeile geben die Strömungsrichtungen an). Die beiden Anschlusspaare er-

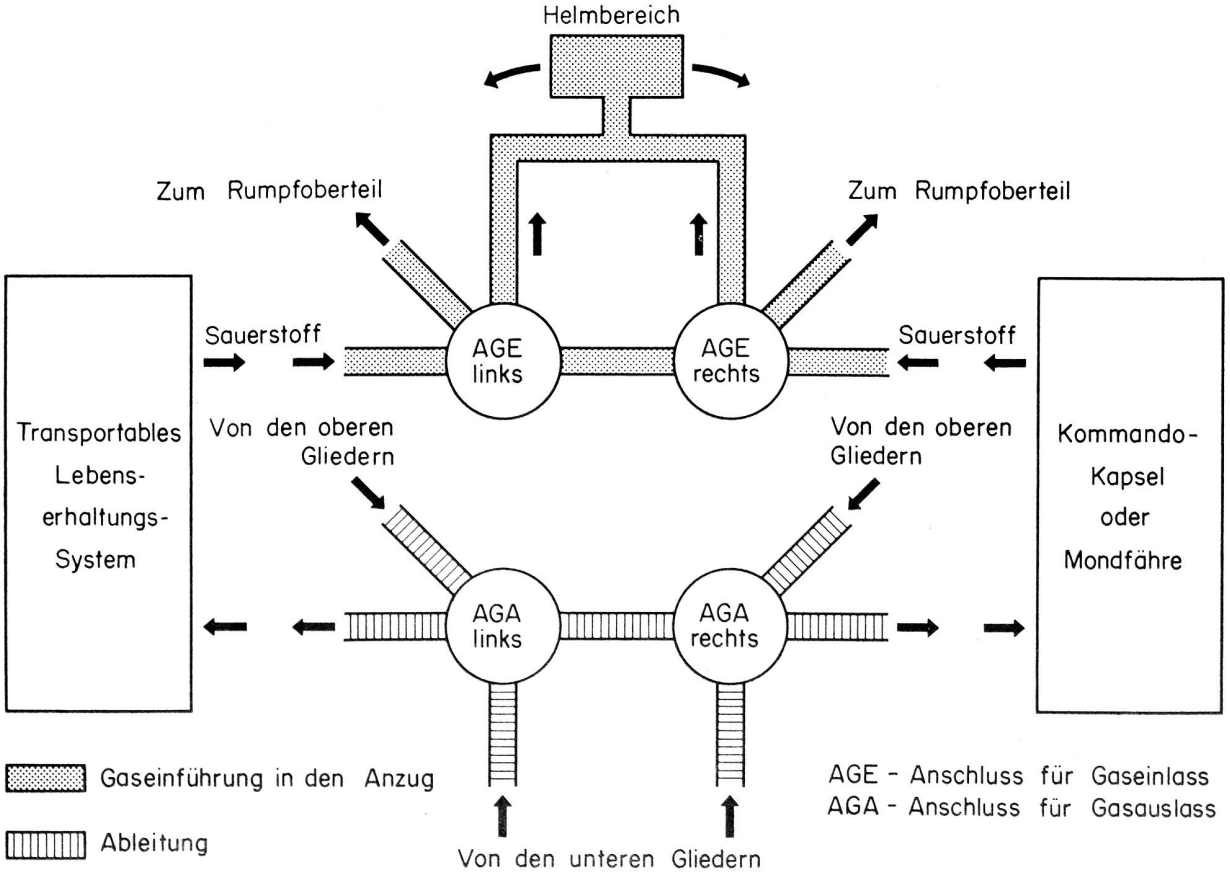

Abb. 3 Druck- und Ventilationssystem in schematischer Darstellung

möglichen dem Astronauten eine Überprüfung seiner Rucksackausrüstung, während er noch an die Sauerstoffquelle in der Mondfähre angeschlossen ist. Das Gas strömt über die Innenflächen des Helms, um ein Beschlagen zu vermeiden, und wird dann zu seiner Vorderseite geleitet, damit gute Atmung und wirksame Entfernung der ausgeatmeten Luft gewährleistet sind.
Durch die Halsöffnung strömt das Gas dann über den Körper und trägt dadurch zur Ableitung von Körperwärme und Feuchtigkeit bei. Die normalen Eintrittstemperatur des Sauerstoffs beträgt etwa 5 °C bei einem Druck von 0,25 kg/cm².
Während ihres Aufenthaltes innerhalb des Raumschiffes tragen die Apollo-Astronauten unter ihrem Druckanzug eine Dauerbekleidung aus Baumwolle. Die Besatzung der Mondfähre hingegen wird eine Bekleidung mit Flüssigkeitskühlung anziehen.
Die äussere Lage dieser Bekleidung besteht aus einem Material aus «Lycra» Elastomerfaser mit einem integrierten Rohrleitungsnetz, durch das Kühlwasser fliesst, das für den Astronauten eine kühle und angenehme Atmosphäre schaffen soll. Die Kühlung dieses Systems beruht nicht auf zirkulierendem Sauerstoff, wie es bei dem Umraumkontrollsystem der Kommandokapsel der Fall ist. (Da in der Kommandokapsel viel weniger körperlich gearbeitet wird, ist eine Flüssigkeitskühlung nicht erforderlich). Das Kühlwasser fliesst durch direkt auf der Haut aufliegende Schläuche, sodass die Körperwärme abgeleitet wird. Ohne diese Wasserkühlung entstünden bei intensiver Tätigkeit des Astronauten Probleme wie Wasserentziehung oder Schweissbildung in den Augen. Das Ventilationssystem wird jedoch auch noch gebraucht für den Sauerstoffnachschub, die Entziehung von Kohlendioxyd und Feuchtigkeit sowie die Kontrolle des gesamten Drucks.
Der Rumpf und Gliedmassen bedeckende Anzug (Abb. 4) besteht aus einer bequemen Innenauskleidung aus der hochtemperaturbeständigen Nylonfaser «Nomex», einer blasenartigen Nylonstruktur mit Neopren-Beschichtung und einer äusseren Nylonkonstruktion, die das Ganze zusammenhält. Besonders gestaltete Gelenke an Schultern, Ellbogen, Hand-

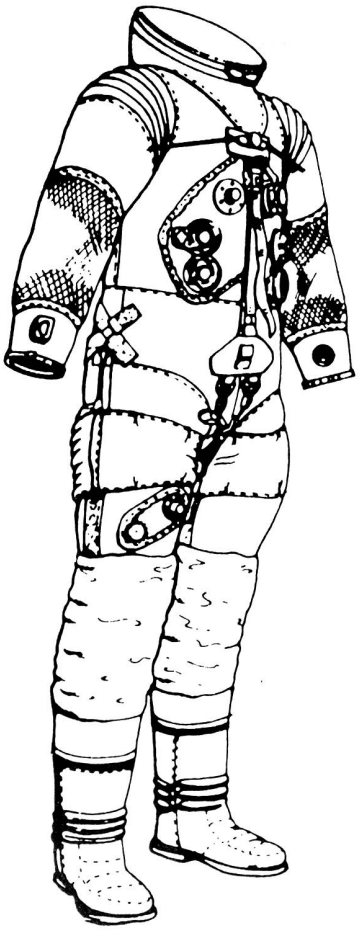

Abb. 4 Rumpf und Gliedmassen bedeckener Anzug

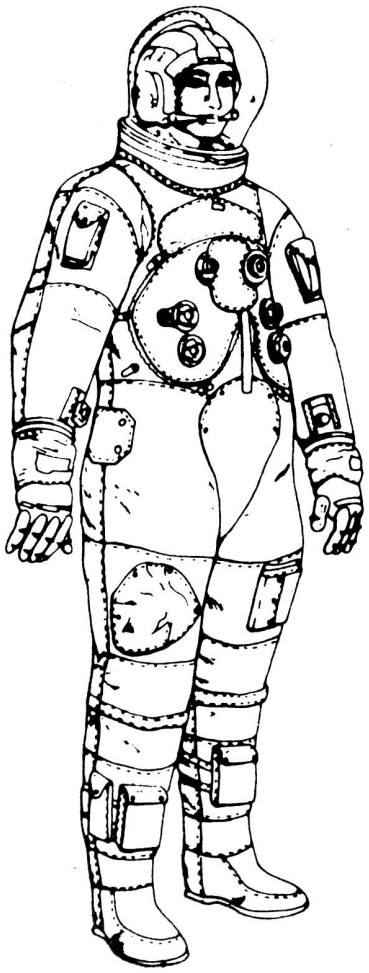

Abb. 5 Anzug für Einsätze innerhalb des Raumschiffes

gelenken, Hüften, Knien und Fussgelenken verleihen dem Anzug die für die normalen Körperbewegungen erforderliche Elastizität. im Gegensatz zu den im Mercury- und Gemini-Programm verwendeten Anzügen haben die Apollo-Anzüge spiralförmige Bälge nach einer Patentkonstruktion der Firma ILC Industries, mit deren Hilfe sich die Gelenke unter geringerem Kraftaufwand bewegen lassen.
Die für das Raumschiffinnere geschaffene Aussenschicht soll diesen Anzug und damit natürlich auch seinen jeweiligen Träger vor einem zufällig ausbrechenden Feuer sowohl während des Fluges wie auch bereits auf der Abschussrampe schützen (Abb. 5). Die gesamte Schutzschicht besteht aus drei Gewebelagen — einer Innenlage aus der Faser «Nomex» und zwei Lagen aus Beta-Glasgewebe, dessen Fäden mit dem Fluorkohlenstoffharz «Teflon» beschichtet werden.
Der integrierte Wärmeschutz gegen Mikrometeoriten (ITMG – Abb. 1) isoliert den Raumanzug gegen extreme Wärme und Kälte auf der Mondoberfläche; er erleichtert die Arbeit, die das transportable Lebenserhaltungssystem zu leisten hat. Diese in ihrer Wirkungsweise einer normalen Vakuumflasche sehr ähnliche Isolierung besteht aus einer Innenschicht aus neoprenbeschichtetem Nylon, abwechselnden Lagen aus perforierter aluminisierter Folie und schwach wärmeleitendem Zwischengewebe sowie aus einer feuerbeständigen Aussenschicht. Handschuhe und Stiefel besonderer Konstruktion schützen die Stellen des Raumanzuges, die mit der heissen oder kalten Mondoberfläche in Berührung kommen.
Bevor der Astronaut das Raumschiff verlässt, wird auf seinen Helm ein Schirm mit Goldauflage aufgesetzt, der die von der Sonnen- und Mondoberfläche stammenden Wärme- und Lichtstrahlen dämpfen und die Augen des Astronauten vor den schädlichen UV-Strahlen schützen soll. Der Astronaut kann seinen Kopf in dem aus hochschlagfestem Polykarbonat hergestellten Helm drehen und muss sich daher weniger anstrengen. Ausserdem hat er dadurch ein grösseres Gesichtsfeld, das bei der Mondlandung vor allem nach unten wichtig ist, da er seine Füsse sehen können muss, um sie in dem unebenen Mondgelände immer richtig zu setzen.
Im folgenden werden in ihrer Reihenfolge von aussen nach innen die verschiedenen Materialien oder Schichten aufgeführt, aus denen sich der Apollo-Raumanzug zusammensetzt.

Materialien für den Apollo-Raumanzug

Anzug ausserhalb des Raumschiffes

Material	Zweck
Stoff aus «Teflon» Fluorkohlenstoff-Faser	Schutz gegen Abreibung und Abnutzung
Beta-Glasfasergewebe mit Überzug auf «Teflon» Fluorkohlenstoffharz	Feuerschutz (absolut unentflammbar in Sauerstoffatmosphäre
Aluminisierte Polyamidfolie «Kapton»/Beta-Marquisette (Superisolierung)	«Kapton» für reflektierte Isolierung, Beta-Glasfaser als Zwischenschicht zwischen reflektierenden Flächen
Aluminisierte Polyesterfolie «Mylar»	Reflektierende Isolierung
Polyesterfaservlies «Dacron»	Zwischenlage
Neoprenbeschichtetes Nylon	Zwischenlage
Nylongewebe	Hält die folgenden Innenlagen zusammen
Neoprenbeschichtetes Nylon	In Form einer blasenartigen Hülle als Sperrschicht für den zur Pressurisierung des Anzugs erforderlichen Sauerstoffs
Hochtemperaturbeständiges Nylongewebe aus «Nomex»	Komfortfutter

Bekleidung mit Flüssigkeitskühlung

«Lycra» Elastomerfaser	Hält die Kühlwasserschläuche in Hautnähe
Vinyl-Rohmaterial	Kühlwasserverteilung
Leichtes poröses Nylon	Komfortlage

Anzug innerhalb des Raumschiffes

Beta-Glasfasergewebe mit Überzug aus «Teflon» Fluorkohlenstoffharz	Feuerschutz (absolut unentflammbar in Sauerstoffatmosphäre)
Hochtemperaturbeständiges Nylon «Nomex»	Feuer- und Klemmschutz
Nylongewebe	Hält die folgenden Innenlagen zusammen
Neoprenbeschichtetes Nylon	In Form einer blasenartigen Hülle als Sperrschicht für den zur Pressurisierung des Anzugs erforderlichen Sauerstoffs
Leichtgewebe aus hochtemperaturbeständigem «Nomex»	Komfortfutter

Dauerbekleidung

Baumwolle	Komfortschicht