Zeitschrift: Mitteilungen über Textilindustrie : schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie

Herausgeber: Verein Ehemaliger Textilfachschüler Zürich und Angehöriger der Textilindustrie

Band: 77 (1970)

Heft: 3

Artikel: Raumfahrtanzüge im Apollo-Projekt

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676984

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: 14.10.2025

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

eine Waschmaschine, bei der unter Druck gearbeitet wird. Eine Maschine anderer Art ist die Konstruktion der Firma Mather & Platt. Sie wurde speziell zum Waschen von Maschenware entwickelt.

Das Wasser dringt dabei durch die Ware hindurch, während sie über einen perforierten Zylinder geführt wird.

Des weiteren wurden die folgenden britischen Appreturmaschinen auf den Markt gebracht: eine Breitspannmaschine, die mit einer Geschwindigkeit von 297 m/min arbeitet[23], eine rotierende Zylinderspannmaschine, bei der die Vorteile der neuartigen beweglichen Stahlbänder genutzt wurden[26], ein verbesserter Dämpfkalander[27] und eine Rauhmaschine, die mittels einer elektronischen Regelanlage automatisch arbeitet[28]. Eine neue Maschine wurde herausgebracht, mit der rundgestrickte Ware formbeständig gemacht werden kann[29]. Den Strumpfherstellern stehen eine neue Plastifiziermaschine[30] und eine kombinierte Färbe- und Formmaschine zur Verfügung[31]. Mit diesem Artikel kann nur auf die interessantesten Maschinen hingewiesen werden, die in jüngster Zeit auf dem grossen Gebiet der Textiltechnologie entwickelt worden sind. Allerdings soll dieser Artikel aber auch zeigen, dass die britischen Maschinenhersteller weiter entwickelt haben und nicht auf der Stelle stehen geblieben sind.

Walter Andrew, AMCT, FTI, FRSA

[1] Platt Bros. (Sales) Ltd., Post Office Box 55, Accrington, Lancashire, England
[2] Carding Specialists Company Ltd., Pellon Lane Works, Halifax, Yorkshire, England
[3] Casablancas Ltd., Bolton Street, Salford 3, Lancashire, England
[4] James Mackie & Sons Ltd., Albert Foundry, Post Office Box 149, Springfield Road, Belfast 12, Northern Ireland
[5] Prince-Smith & Stells Ltd., Post Office Box 14, Bradford Road, Keighley, 8 Yorkshire, England
[6] J. & T. Boyd Ltd., Old Shettleston Road, Glasgow E. 2, Lanarkshire, Scotland
[7] Ernest Scragg & Sons Ltd., Post Office Box 16, Sunderland Street, Macclesfield, Cheshire, England
[8] Gemmill & Dunsmore Ltd., Venture Works, 49/51 Fylde Road, Preston, Lancashire, England
[9] Joseph Stubbs (Engineers) Ltd., Louisa Street, Higher Openshaw, Manchester 11, Lancashire, England
[10] Giddings & Lewis-Fraser Ltd., Westburn Foundry, Arbroath, Angus, Scotland
[11] Crowther Ltd., Silverdale Drive, Thurmaston, Leicester, England
[12] Dobson & Barlow Ltd., Bradley Fold, Bolton, Lancashire, England
[13] Plasticisers Ltd., Old Mills, Drighlington, Bradford, Yorkshire, England
[14] Leesona Ltd., Unity Works, Heywood, Lancashire, England
[15] Fairbairn Lawson Ltd., Post Office Box 32, Wellington Street, Leeds 1, Yorkshire, England
[16] British Northrop Sales Ltd., Daisyfield, Blackburn, Lancashire, England
[17] Singer Cobble Ltd., Gate Street Works, Blackburn, Lancashire, England
[18] The Bentley Engineering Company Ltd., Komet Works, New Bridge Street, Leicester, England
[19] G. Stibbe & Company Ltd., Maxim Buildings, Great Central Street, Leicester, England
[20] A. Kirkland & Company Ltd., Melton Road, Syston, Leicester, England
[21] Wildt Mellor Bromley Ltd., Aylestone Road, Leicester, England
[22] Platt Warp Knitting Machinery Ltd., Bradley Fold, Bolton, Lancashire, England
[23] Mather & Platt Ltd., Park Works, Grimshaw Lane, Manchester 10, Lancashire, England
[24] F. Smith & Company (Whitworth) Ltd., Sunnyside Works, Whitworth, Rochdale, Lancashire, England
[25] Sir James Farmer Norton & Company Ltd., Adelphi Ironworks, Salford 3, Lancashire, England
[26] Solartex Ltd., Britannia Works, Ruskin Street, Burnley, Lancashire, England
[27] Sellers & Company (Huddersfield) Ltd., Chapel Hill, Huddersfield, Yorkshire, England
[28] Tomlinsons (Rochdale) Ltd., Oldham Road, Rochdale, Lancashire, England
[29] Isaac Braithwaite & Son Engineers Ltd., 24-28 Pritchards Road, Tower Hamlets, London E. 2
[30] Andrew Engineering (Nottingham) Ltd., Jennison Street, Bulwell, Nottingham, England
[31] Samuel Pegg & Son Ltd., Barkby Road, Leicester, England

Raumfahrtanzüge im Apollo-Projekt

Dk 629.78.047.8

Die amerikanische Luft- und Raumfahrtbehörde (NASA) hat die Firma ILC Industries, Inc. in Dover (US-Staat Delaware) damit beauftragt, Schutzkleidung für die Astronauten des Apollo-Projektes bereitzustellen. In dieser Kleidung werden folgende Du-Pont-Erzeugnisse verarbeitet: «Teflon»-Fluorkohlenstoffharz, die hochtemperaturbeständige Nylonfaser «Nomex», die Elastomerfaser «Lycra», die Polyamidfolie «Kapton», die Polyesterfolie «Mylar» sowie der Synthesekautschuk «Neopren». Die folgenden Angaben stammen von der Firma ILC Industries, Inc. in Dover (USA) und wurden von der Du Pont de Nemours International SA in Genf freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Die Erforschung des Weltraums führte den Menschen in eine Umgebung, die derart feindlich ist und sich so stark von den auf der Erde herrschenden Bedingungen unterscheidet, dass eine neuartige Schutzkleidung entwickelt werden musste, die ihm die wirksame Durchführung seiner Mission ermöglichte. Die Reise zum Mond stellte eine ungeheure Herausforderung an die Technik dar und wurde zu einer der überragenden Leistungen der Neuzeit. Das Ziel des Apollo-Projektes war erreicht, als die Astronauten das Raumschiff verlassen und ihren Fuss auf den Mond gesetzt hatten. Das war 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 anziehen 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». 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.

Darüber hinaus 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 ihn die Besatzungsmitglieder, wenn sie es wünschen, für einen grossen Teil des Fluges ablegen.

Da die einzelnen Mitglieder der Besatzung unterschiedliche Aufgaben zu bewältigen hatten, wurde der Raumanzug in zwei Ausführungen hergestellt: eine für die beiden Astronauten, die auf die Mondoberfläche hinabstiegen, und eine für das dritte Besatzungsmitglied, das in der Kommandokapsel zurückblieb. Sein Anzug hatte 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 vornahmen, verfügten 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 schützten (Abb. 1). Wenn der PGA-Anzug mit einem

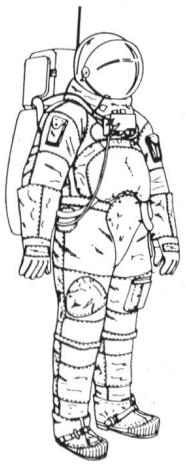

Abb. 1
Druckanzug (PGA) für Einsätze ausserhalb des Raumschiffs

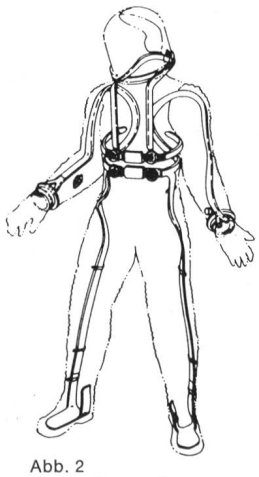

Abb. 2
Ventilationssystem

Lebenserhaltungssystem in Rucksackform – wie in Abb. 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, Helm 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. Die Pfeile in der schematischen Darstellung (Abb. 3) geben die Strömungsrichtungen an. Die beiden Anschlusspaare ermöglichen dem Astronauten eine Ueberprüfung seiner Rucksackausrüstung, während er noch an die Sauerstoffquelle in der Mondfähre angeschlossen ist. Das Gas strömt über die Innenfläche 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.

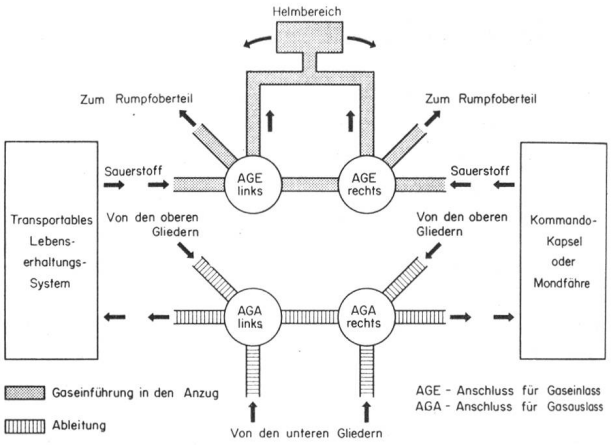

Abb. 3
Druck- und Ventilationssystem in schematischer Darstellung

Durch die Halsöffnung strömt das Gas dann über den Körper und trägt dadurch zur Ableitung von Körperwärme und Feuchtigkeit bei. Die normale 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, so dass 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, Handgelenken, 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

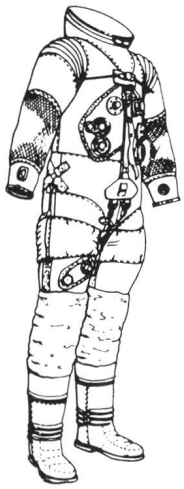

Abb. 4
Rumpf und Gliedmassen bedeckender Anzug

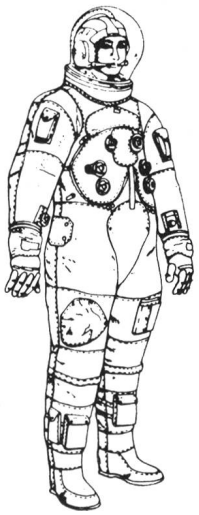

Abb. 5
Anzug für Einsätze innerhalb des Raumschiffs

drei Gewebelagen: einer Innenlage aus der Faser «Nomex» und zwei Lagen aus Beta-Glasgewebe, dessen Fäden mit dem Fluorkohlenstoffharz «Teflon» beschichtet sind.

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 Ueberzug aus «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 Sauerstoff
Hochtemperaturbeständiges Nylonleichtgewebe aus «Nomex»	Komfortfutter

Bekleidung mit Flüssigkeitskühlung

«Lycra»-Elastomerfaser	Hält die Kühlschläuche in Hautnähe
Vinyl-Rohrmaterial	Kühlwasserverteilung
Leichtes, poröses Nylon	Komfortlage

Anzug innerhalb des Raumschiffes

Material	Zweck
Beta-Glasfasergewebe mit Ueberzug 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 Sauerstoff
Leichtgewebe aus hochtemperaturbeständigem «Nomex»	Komfortfutter

Dauerbekleidung

Baumwolle	Komfortschicht