

## Schweißversuche im Weltraum

In einem Interview mit einem TASS-Korrespondenten nahm Akademiemitglied Boris Paton, Direktor des Instituts für Elektroschweißen der Akademie der Wissenschaften der Ukraine, zu den Schweißversuchen im Weltraum an Bord des Raumschiffs Sojus 6 Stellung. Er sagte:

Die Bedingungen im Weltraum unterscheiden sich sehr wesentlich von denen auf der Erde. Dies gilt insbesondere für das Hochvakuum, die Schwerelosigkeit sowie für die erheblichen Temperaturschwankungen infolge der starken Erhitzung durch die Sonne und der extremen Abkühlung auf der von der Sonne nicht beschienenen Seite. Am zweckmäßigsten wäre es natürlich, im Weltraum Schweißverfahren anzuwenden, wie sie auf der Erde in Vakuumkammern benutzt werden: Diffusionsschweißen, Explosionsschweißen, Elektronenstrahlschweißen, Schweißen mit verdichtetem Niederdruck-Lichtbogen und Lichtbogenschweißen mit Schweißelektroden. Die beiden erstgenannten Verfahren erfordern kein Schmelzen des Metalls, was einen erheblichen Vorteil bedeutet. Der Vorteil der anderen Verfahren liegt in ihrer Universalität. Sie lassen sich ohne Schwierigkeit automatisieren und zum Schweißen verschiedenartiger Konstruktionen verwenden. Andererseits erfordern sie jedoch ein Schmelzen des Metalls und verursachen dabei eine erhebliche Absonderung von Gasen und Dämpfen. Deshalb mußten umfangreiche Voruntersuchungen durchgeführt

werden, bevor mit der Entwicklung der Weltraum-Schweißgeräte begonnen werden konnte.

Es wurden zunächst Bedingungen geschaffen, die annähernd denen im Weltraum entsprachen. Die Untersuchungen wurden abschnittsweise durchgeführt. Zunächst mußten in einer üblichen Vakuumkammer die Hauptprinzipien der Geräte für jedes Schweißverfahren ausgearbeitet werden. Anschließend wurden Kleingeräte, besondere Vakuumkammern und Vakuumpumpen entwickelt, die in einem Flugzeug installiert werden konnten. In diesem fliegenden Laboratorium konnten zeitweilige Schwerelosigkeit und ein Vakuum erzeugt werden, die denen des Weltraums glichen. Es wurde auch getestet, wie sich ein Undichtwerden des Raumschiffes

auf den Schweißvorgang auswirken würde.

Die Versuchsanlage Vulkan, die sich an Bord von Sojus 6 befand, ist zum Studium verschiedener Schweißverfahren im erdnahen Weltraum bestimmt. Die Anlage arbeitet autonom und ist nur durch Fernmeßgeräte mit dem Raumschiff verbunden; sie besteht aus zwei Baugruppen. Die erste umfaßt die verschiedenen Vorrichtungen zum Schweißen, die zweite Stromquellen, Steuergeräte, Meßgeräte, Umformer, Automations- und Nachrichtmittel.

Nachdem die Luft aus der Zelle entwichen war, schaltete der Kosmonaut den Vulkan-Automaten ein, der auf Plasmaschweißen (Schweißen mit verdichtetem Niederdruck-

Lichtbogen) eingestellt war. Anschließend wurde die Anlage auf Elektronenstrahlschweißen geschaltet, und der Kosmonaut überzeugte sich, daß sie normal funktionierte. In der gleichen Art wurde das Lichtbogenschweißen mit Schweißelektroden erprobt.

Zum erstenmal wurde somit auf einer Erdumlaufbahn ein technologisches Verfahren getestet, das mit der Erhitzung und Schmelzung von Metallen zusammenhängt. Das Experiment bewies die weitreichenden Möglichkeiten eines mit einem perfekten Schweißgerät ausgerüsteten Kosmonauten. Vor allem aber werden die Ergebnisse der bei der Vorbereitung zum Weltraumschweißen durchgeführten Untersuchungen bereits in unserer Volkswirtschaft verwendet. So wurden beispiels-

weise die Technologie des Bogenschweißens im Vakuum verbessert sowie platzsparende und hochleistungsfähige Apparaturen zum Verbinden von Metallen mittels Elektronenstrahl und verdichtetem Lichtbogen entwickelt.

## **Flugbahnen zum Mars**

Die durchschnittliche Entfernung zwischen Mars und Erde beträgt, wenn der Mars sich in der Nähe unseres Planeten bewegt und die Erde sich zwischen Mars und Sonne befindet, 78 Millionen Kilometer. Diese Position wiederholt sich nach jeweils zwei Jahren und 49 Tagen. Die größte Annäherung kehrt alle 15 bis 17 Jahre wieder. Die letzte gab es 1956, die nächste ist am 6. August 1971 zu erwarten. Der Mars wird dann „nur“ 55,7 Millionen Kilometer von der Erde entfernt sein.

Bei der Startgeschwindigkeit einer Rakete von 11,6 Sekundenkilometern würde die Flugdauer Erde—Mars 259 Tage betragen. Erhöht man die Geschwindigkeit auf das Dreifache, wird sich die Flugdauer aber nicht auf ein Drittel, sondern auf ein Siebtel reduzieren und nur noch 37 Tage betragen. Die Flugbahn wird die Form eines flachen Bogens haben, der 190 Millionen Kilometer lang ist.

Bis jetzt sind kosmische Flugapparate noch außerstande, eine Geschwindigkeit zu entwickeln, die einen Flug längs einer Parabel oder Hyperbel ermöglichen würde. Es bleiben vorerst nur die Ellipsen. Die Startgeschwindigkeit einer interplanetaren Rakete entspricht einem bestimmten Bogen der elliptischen Bahn. Eine Differenz in der Startgeschwindigkeit von nur einem Sekundometer verändert allerdings die Flugbahn um plus-minus 138 400 Kilometer, was dem zwanzigfachen Mars-Durchmesser entspräche. Auch eine geringe Abweichung des Startwinkels von dem errechneten Wert könnte dazu führen, daß der Flugapparat am Mars vorbeifliegt. Eine Abweichung um nur ein Hundertstel Grad ergäbe eine Abweichung von mehr als 35 000 Kilometer. Die unerwünschten Folgen möglicher Abweichungen werden aber durch das Gravitationsfeld des Mars selbst vermindert. Es wirkt bereits auf relativ große Entfernungen und erleichtert so die Orientierung des Flugapparates auf sein Ziel. Die erforderlichen Impulse, die dem Flugobjekt durch die Bordraketenantriebe für Bahnkorrekturen gegeben werden, sind vergleichsweise klein, aber auch sie können das „Schicksal“ einer interplanetaren Rakete entscheidend beeinflussen.