

## Hanauer Quarzglas auf dem Mond

=====

Unter anderen Geräten, die für wissenschaftliche Zwecke auf dem Monde zurückgelassen wurden, legten die Astronauten Armstrong und Aldrin am 21. Juli 1969 auch ein als "Laser Ranging Retro-Reflector" (LRRR) bezeichnetes Aggregat nieder, das von der Erde aus mit Laserstrahlen angestrahlt werden soll.

Dieser Reflektor ist mit Spezialprismen, sogenannten Eckprismen oder Tripel-Prismen, von den Amerikanern auch als "corner prisms" bezeichnet, aus isotrop-homogenem, synthetisch hergestelltem Hanauer Quarzglas SUPRASIL in Spitzenqualität bestückt. Das Gerät trägt auf seiner nahezu quadratischen Oberfläche von etwa 60 mal 60 cm 10 Reihen zu je 10, insgesamt also 100 solcher Tripel-Prismen. Bei den bis 1972 geplanten insgesamt 8 weiteren Landungen soll dann je eine weitere solche Reflektor-Einheit abgesetzt werden.

Jedes einzelne Prisma hat die Form einer dreiseitigen Pyramide von 40 mm Höhe, bei der die Spitzenwinkel der drei Seitenflächen jeweils 90 Grad betragen wie an den Ecken eines Würfels. Die Prismen sind in die Reflektor-Einheiten so eingesetzt, daß die ursprünglich dreiseitigen, durch Bearbeitung aber gerundeten Grundflächen der Pyramiden nach außen liegen, also dem betrachter bzw der Erde zugekehrt sind. Das Besondere dieser Prismen ist folgendes: Jeder Lichtstrahl, der parallel zur Pyramidenachse oder innerhalb eines weiten Winkelbereichs dazu durch die Grundfläche in das Prisma eintritt, wird von den Seitenflächen so reflektiert, daß er, nur etwas versetzt, exakt parallel zum Einfallsstrahl wieder zurückgeworfen wird und somit an seinen Ursprungsort zurückkehrt - die Wirkung des Reflektors entspricht also der von sogenannten "Katzenaugen".

Im Vergleich zur Reflexion durch die Mondoberfläche selbst und die hier durch Streuung eintretenden Verluste ergibt sich also eine wesentlich höhere Ausbeute an zur Erde zurückgeworfener Strahlung. In Zahlen läßt sich das so ausdrücken:

Der Strahl eines Hochleistungs-Rubin-Lasers breitet sich trotz scharfer Bündelung und zugleich hoher Kohärenz des Laserlichtes infolge Streuung durch atmosphärische und kosmische Einflüsse so aus, daß er beim Auftreffen auf dem Mond einen Durchmesser von etwa 4 km aufweist, also eine Fläche von über 12 km<sup>2</sup> bedeckt. Von den je Impuls ausgesandten  $10^{19}$  Photonen (Lichtquanten, "Energie-Atomen") wären ohne den Einsatz der Reflektoren aus Hanauer Quarzglas nur 0,2 Photonen je Impuls und Reflektor als reflektiert zurückzuerwarten. Die Tripel-Prismen aus Hanauer Quarzglas erhöhen die Ausbeute jedoch so, daß 30 reflektierte Photonen je Impuls, also der 150fache



Wert, erwartet werden, die mit den heute vorhandenen Meß- und Verstärkereinrichtungen zuverlässig erfaßt und registriert werden können.

Was wird nun mit diesen Retro-Reflektoren bezweckt?

Aus der Bewegung von Erde und Mond und aus der genau meßbaren Laufzeit der Photonen lassen sich für Astronomie und Geophysik wertvolle Schlüsse ziehen. So wird es an Hand der Meßergebnisse möglich sein, die Durchmesser von Erde und Mond sowie die Entfernung des Mondes von der Erde mit einer Genauigkeit von  $\pm 15$  cm zu bestimmen. Da sich die Messungen über einen Zeitraum von 10 Jahren erstrecken sollen, werden sich auch Änderungen in der Bewegung von Erde und Mond erfassen lassen. Und schließlich werden es Messungen von verschiedenen Kontinenten aus - z. B. Afrika und Südamerika - gestatten, auch die "Kontinentaldrift", d. h. das Sich-voneinander-Entfernen oder das Sich-einander-Nähern der Erdteile, in ihren Ausmaßen genau festzulegen.

An die Qualität des Prismenmaterials, vor allem an seine optische Reinheit, an die Homogenität, die Schlieren- und Blasenfreiheit und auch die Beständigkeit gegen Weltraumstrahlung, werden im Hinblick auf die verlangte Genauigkeit derart subtiler Messungen naturgemäß die allerhöchsten Anforderungen gestellt. In Vorversuchen der NASA ergab sich, daß nur das von der HERAEUS-SCHOTT QUARZSCHMELZE in Hanau aus synthetisch dargestellten Siliciumchloriden durch Kondensation aus der Dampfphase hergestellte suprareine Quarzglas SUPRASIL diese Forderungen erfüllt. Der Auftrag zur Lieferung der Tripel-Prismen wurde deshalb nach Hanau vergeben.

Der Laie mag vielleicht fragen, warum man eine so große Zahl angesichts der astronomischen Dimensionen doch recht kleiner Prismen anstelle eines einzigen großen Prismas verwendet, mit dem sich doch bestimmt der gleiche, vielleicht sogar ein besserer Nutzeffekt erzielen lassen sollte. Die Frage ist leicht beantwortet. Solche großen Prismen mit einer Kantenlänge von etwa 50 cm, wie sie hier erforderlich wären, lassen sich mit an jeder Stelle absolut gleichen optischen Eigenschaften technisch nicht herstellen. Zum anderen aber, und das ist mindestens gleich wichtig, ergäbe sich ein derart hohes Gewicht, daß eine Mitnahme in der Mondlandefähre, wo es auf die Einsparung buchstäblich jedes einzelnen nicht unbedingt erforderlichen Gramms entscheidend ankommt, einfach nicht möglich wäre.

22 7.1969/63

HERAEUS-SCHOTT QUARZSCHMELZE GMBH  
D-6450 Hanau  
Postfach 463