

annehmen. Enthielten sie Inhomogenitäten, wie Blasen, Mineralkörner oder Partien verschiedener Zusammensetzung, so wurden sie zu länglichen Gebilden deformiert, die sich hauptsächlich um die Längsachse, die Achse des kleinsten Trägheitsmoments, drehten. Gelegentliche Drehungen um die Achse des größten Trägheitsmoments verursachten die Bildung einer Einschnürung in der Mitte, die Entstehung hantelartiger Formen und schließlich auch eine Trennung in zwei kleinere tränenförmige Körper.

Manche Glaskugeln bestehen aus einem sehr homogenen Glas, mit höchstens einer oder wenigen Blasen. Viele Glaskugeln sind mehr oder weniger inhomogen; sie enthalten Glasschlieren verschiedener Farbe und Lichtbrechung, viele Blasen und Mineraleinschlüsse, die oft angeschmolzen sind, sowie manchmal Spuren von Stoßwellenbeanspruchung zeigen. Diese Gläser sind offensichtlich durch die Aufschmelzung primärer Gesteine entstanden. Viele homogene Gläser haben sicherlich denselben Ursprung und verdanken ihre Gleichmäßigkeit einer längerdauernden Erhitzung auf höhere Temperaturen. Es kann aber auch sein, daß sehr homogene Glaskörper durch die Kondensation eines Silikatdampfes entstanden.

Sehr viel häufiger als regelmäßig geformte Glaskörper kommen in den Breccien und im Mondboden eckige Glasfragmente vor, die in Farbe und chemischer Zusammensetzung dieselbe Variabilität aufweisen wie die regelmäßigen Körper. Auch unter diesen Fragmenten gibt es sehr homogene Gläser und solche, die voll von Schlieren, Blasen und Mineralkörnern sind. Diese Glasfragmente entstanden ebenfalls aus Gesteinsschmelzen und stellen Bruchstücke größerer Glasmassen dar.

Einen wichtigen Hinweis auf die Entstehung der Gläser bieten die sowohl in den Fragmenten als auch in regelmäßigen Körpern häufig vorkommenden kleinen Kügelchen aus Eisen mit Nickelgehalt bis zu 13%. Der hohe Nickelgehalt zeigt, daß es sich um eine Beimengung von meteoritischem Eisen handeln muß.

Die meisten Gläser entstanden aus Schmelzen, die so schnell abgekühlt wurden, daß es nicht zur Bildung von Kristallen kam. In manchen Fällen war jedoch die Abkühlung langsamer, so daß sich Kristalle zu bilden begannen. Nicht selten finden sich in Glaskörpern und Glasfragmenten während der Abkühlung entstandene Kristallskelette und Kristalle von Pyroxen, Ilmenit und auch Feldspat. Charakteristisch sind Glaskügelchen mit radialstrahligem Pyroxen, die an die Chondren der Chondrite, der häufigsten Art der Steinmeteorite, erinnern.

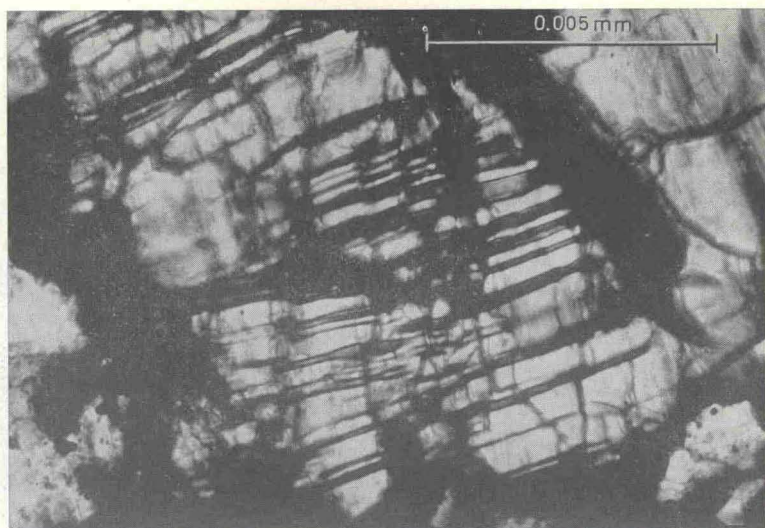


Abb. 7. Durch die Stoßwelle eines Meteoriteneinschlags erzeugte Deformationslamellen in Pyroxen, mikroskopisches Dünnschliffbild, gekreuzte Polarisatoren.

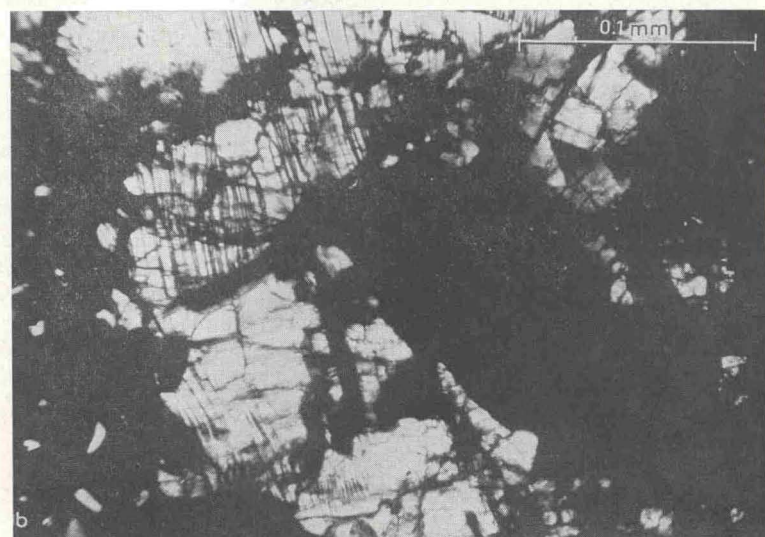
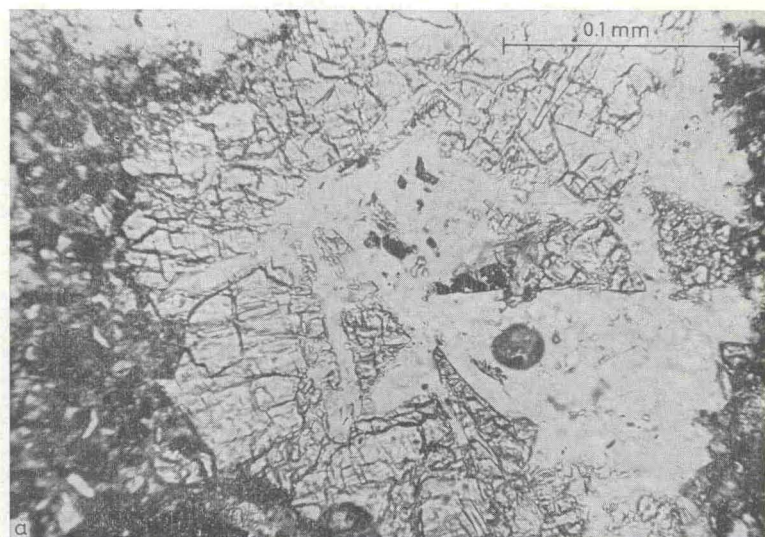


Abb. 8. Durch die Stoßwelle eines Meteoriteneinschlags veränderter Mondbasalt. Mikroskopisches Dünnschliffbild. — a: Gewöhnliches Licht. Pyroxene grau mit Bruchflächen. Der farblose Plagioklas ist in ein Glas umgewandelt. — b: Gekreuzte Polarisatoren. Pyroxene mit Deformationslamellen. Das aus dem Plagioklas entstandene Glas erscheint dunkel.

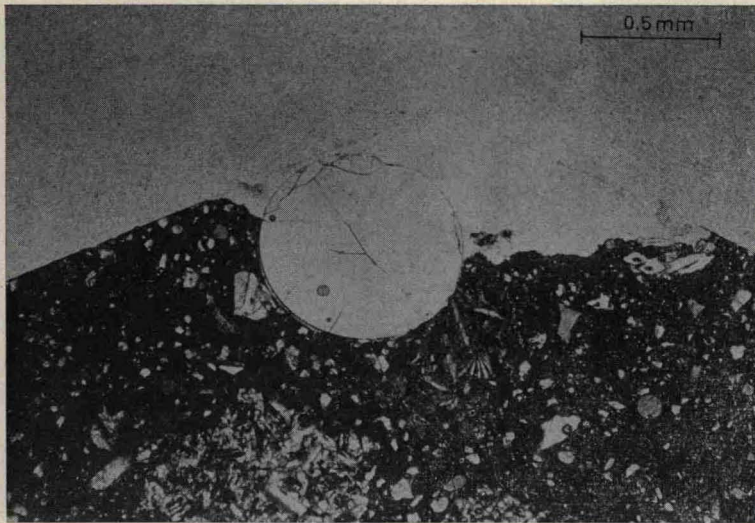


Abb. 9. Mond-Breccie mit Mineral- und Gesteinsfragmenten und einer farblosen Glaskugel. Mikroskopisches Dünnschliffbild.

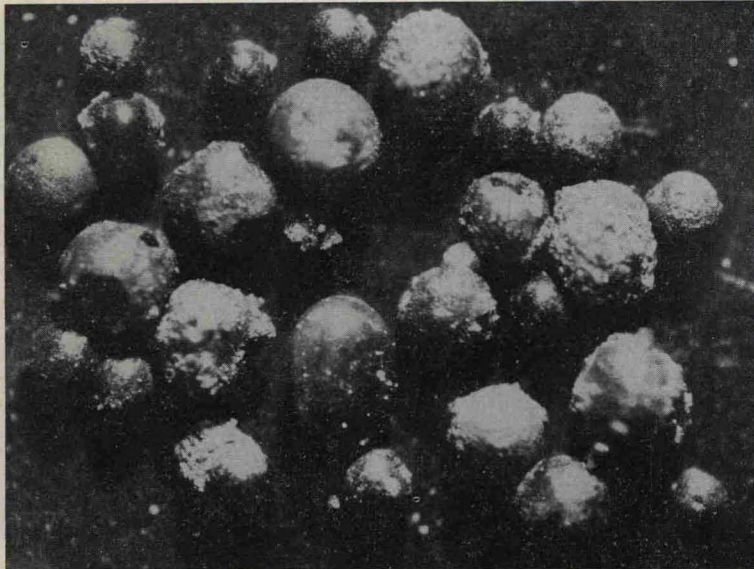


Abb. 10. Glaskugeln aus dem Mondboden von der Landestelle von Apollo 11 im Meer der Ruhe (Mare Tranquillitatis), Durchmesser der Kugeln: 0,25 bis 0,5 mm.

Fragmente und Glaskörper kommen in allen möglichen Farben vor: farblos, grünlich, gelb, braun, rot, violett und fast undurchsichtig. Ihre Lichtbrechung variiert in weiten Grenzen. Entsprechend ist die chemische Zusammensetzung der einzelnen Gläser, wie sie mit Hilfe der Elektronenstrahlmikrosonde bestimmt werden kann, sehr verschieden. Nahezu jedes Glasstückchen hat eine besondere chemische Zusammensetzung, aber jede besondere Zusammensetzung kann aus je einer bestimmten Mischung der drei Hauptminerale der Mondgesteine Plagioklas, Pyroxen und Ilmenit abgeleitet werden.

Das Zusammenvorkommen von Gläsern recht verschiedener chemischer Zusammensetzung unterscheidet den Mondboden von den lockeren Auswurfmassen irdischer Vulkane. Solche terrestrische vulkanische Tuffe sind oft (wie z. B. der Bimsstein) reich an Glasteilchen, die aus schnell abgekühlten Lavafetzen entstanden. Doch haben diese vulkanischen Glaspartikel alle dieselbe oder nahezu dieselbe che-

mische Zusammensetzung, da sie aus einem einheitlichen, gut durchmischten Magma stammen, das durch eine vulkanische Eruption gefördert wurde. Es ist deshalb nicht wahrscheinlich, daß die Gläser des Mondbodens aus Eruptionen von Mondvulkanen stammen. Sie sind vielmehr durch eine plötzliche Aufschmelzung von Mondgesteinen und ein Zerreißen der unvermischten Schmelze in kleine Partien entstanden, so daß jedes Glaspartikel einem besonderen Mengenverhältnis der Hauptminerale entspricht. Da stoßwellenbeanspruchte Mineralkörner und Nickeleisentröpfchen in den Gläsern häufig sind, muß man annehmen, daß die wiederholten Aufschläge von Meteoriten Mondgesteine oder auch Mondboden zum Schmelzen brachten und das zu Glas erstarrte Material weithin über die Mondoberfläche verteilten.

Trotz der im einzelnen variablen chemischen Zusammensetzung der Gläser ergibt eine Statistik vieler Analysen, daß es zwei Hauptgruppen von Gläsern gibt, die sich nach Farbe und chemischer Zusammensetzung unterscheiden: Eine Gruppe umfaßt die dunkleren Gläser von brauner, gelber, roter, violetter und fast undurchsichtiger Farbe. Sie sind reicher an Eisen, Titan und Mangan, und ärmer an Kieselsäure als die Gläser der zweiten Gruppe, zu welcher die farblosen und grünlichen Gläser gehören, die relativ wenig Eisen und Mangan, dafür aber mehr Aluminium und Kieselsäure enthalten.

Wie die Tabelle 1 zeigt, entspricht die Zusammensetzung der dunklen Gläser recht gut der mittleren Zusammensetzung der dunklen Gläser recht gut der mittleren Zusammensetzung der basaltischen Gesteine, während die hellen Gläser ähnlich zusammengesetzt sind

wie die Anorthosite. Die Gläser sind daher Äquivalente oder Umbildungsprodukte der beiden Haupttypen der auf der Mondoberfläche gefundenen magmatischen Gesteine. Die dunklen Gläser entstanden durch Meteoriteneinschläge auf basaltisches Substrat, die hellen Gläser durch Einschläge auf anorthositisches Gesteine. Da manches dafür spricht, daß An-

	Dunkle Gläser	Basalt	Helle Gläser	Anorthosit
SiO ₂	38,55	40,69	45,08	46,0
TiO ₂	8,30	10,78	0,71	0,3
Al ₂ O ₃	10,84	9,49	24,14	27,3
FeO	17,92	19,16	6,87	6,2
MgO	9,45	7,55	7,91	7,9
CaO	10,29	10,97	13,72	14,1
Na ₂ O	0,43	0,46	0,43	0,3
K ₂ O	0,11	0,18	0,12	Spur

Tab. 1. Chemische Zusammensetzung von dunklen und hellen Gläsern, Basalt und Anorthosit des Mondbodens (Apollo 11).