

## Chemie der Marskruste

Gerlind Dreibus, Max-Planck-Institut f. Chemie, Postfach 3060, D-55020 Mainz

Mit dem APXS (Alpha-Proton-X-ray-Spektrometer) der Mars Pathfinder Mission im Jahre 1997 war es zum ersten Mal möglich, direkt auf der Marsoberfläche in dem Trockental Ares Vallis nicht nur die chemische Zusammensetzung des Staubes sondern auch der Steine zu analysieren (Rieder et al., 1997). Der Staub von Ares Vallis hat eine sehr ähnliche Zusammensetzung wie an den beiden Viking Landstellen, Chryse und Utopia, die bis zu 8000 km voneinander entfernt sind (Fig. 1). In allen Staubproben wurden extrem hohe Schwefelgehalte von 2,2 bis 3,9 % und auch hohe Chlorgehalte von 0,2 bis 0,9 % gemessen. Diese hohen S- und Cl-Konzentrationen können nur von vulkanischen Exhalationen stammen, die bei dem Kontakt mit der Marsoberfläche Sulfate und Chloride bilden.

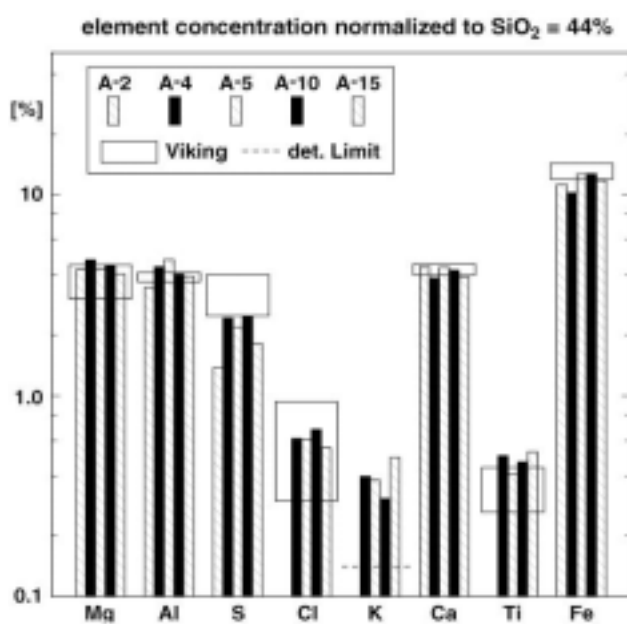


Fig. 1: Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Staubproben von Ares Vallis (A-2, A-4, A-5, A-10, A-15) und Viking

Überraschenderweise unterscheiden sich die Steine der Pathfinder Landestelle in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr von dem Staub, in dem sie eingebettet sind und der sie mehr oder weniger bedeckt. In Fig. 2 sind die S-Konzentrationen gegen die Gehalte an Silizium, Magnesium und Kalium in allen Steinproben (A3, A7, A16, A17, A18) und Staubproben (A4, A5, A8, A10, A15) von Ares Vallis und den Staubproben von Chryse (C) und Utopia (U) aufgetragen. Die Extrapolation zur S-Konzentration gleich Null ergibt den sogenannten "staubfreien Stein". Die Ausgleichsgeraden sind nur für die Pathfinder-Proben gerechnet und dokumentieren eine Mischungslinie zwischen einem staubfreien Stein und dem Staub als Endglieder. Im Vergleich zum Staub haben die Steine höhere Gehalte an Silizium und Kalium und wesentlich

geringere Gehalte an Magnesium. Die Steine haben einen felsischen Charakter im Gegensatz zu der mafischen Zusammensetzung des Staubes. Wenn diese Steine magmatischen Ursprungs sind, dann wären sie hoch differenzierte Krustengesteine wie man sie auch auf der Erde findet. Ebenso kann es sich aber auch um Sedimente oder um sedimentär überprägte Gesteine handeln. Die gute Korrelation zwischen Mg und S ist ein Hinweis, daß im Staub der Schwefel als MgSO<sub>4</sub> gebunden ist. Wegen der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung von Stein und Staub kann der Staub kein Verwitterungsprodukt der umliegenden Gesteine sein, auch wenn man die hohe S- und Cl-Konzentrationen auf die Reaktion mit vulkanischen Gasen zurückführt. Der Staub mit seinen etwa 5,5 % Mg, 22,5 % Si, 0,5 % K, 4,5 % Al, 3,9 % Ca und im Vergleich zu den Steinen höheren Fe (13,1 %), Ti, Cr und P-Gehalten hat eine basaltische Zusammensetzung.

Alle drei Landstellen der Viking- und Pathfinder-Missionen liegen in einem großen, sehr flachen Becken, das sich vom Nordpol aus bis über die mittleren Breitengrade erstreckt, wie jetzt kürzlich durch die Höhenmessungen von MOLA (Mars Orbiter Laser Altimeter) bestätigt

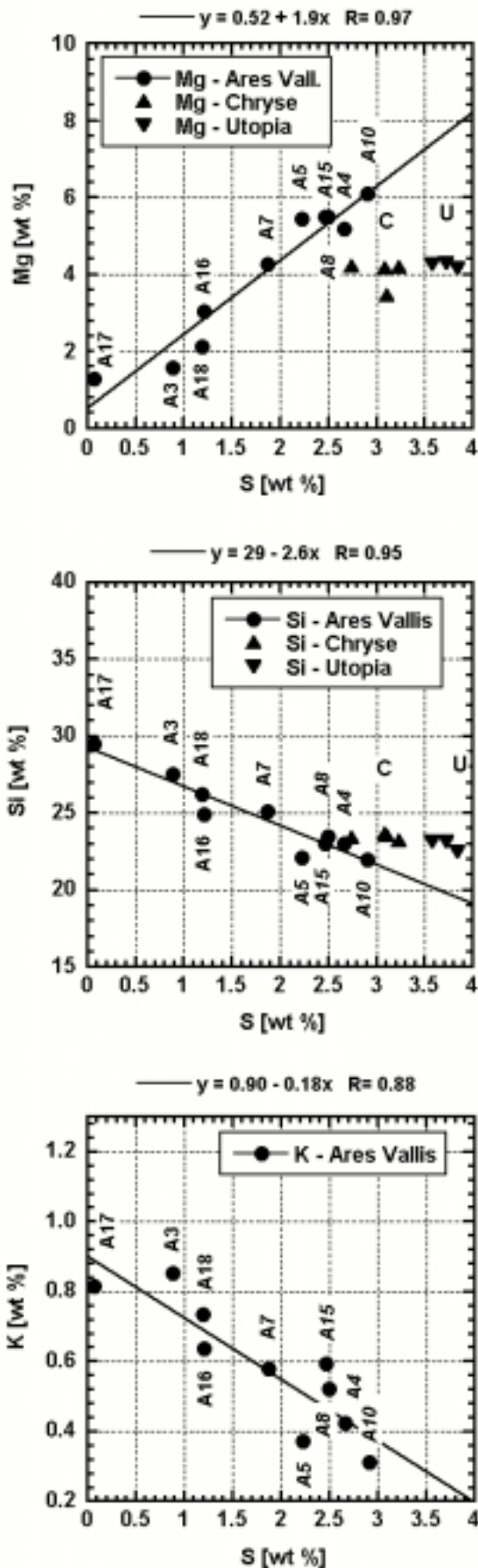


Fig. 2 Schwefel-Korrelationen

wurde. Schon die Vikingbilder von der Oberfläche der nördlichen Hemisphäre deuten ein großes Becken mit einem vermeintlichen Küstenrand an und wurden als Hinweis für die dortige Existenz eines frühen Ozeans gesehen. Die Existenz eines an S- und Cl-Ionen reichen Ozeans in der Frühgeschichte des Mars würde die obere Marskruste sedimentären Prozessen unterwerfen. Die chemische Ähnlichkeit des Staubes bei Viking und Pathfinder wird einmal zurückgeführt auf die beobachteten, heftigen Staubstürme, die für ein gutes Durchmischen und gleichmäßiges Verteilen sorgen, sie kann aber auch den sedimentären Charakter des Staubes widerspiegeln.

Auf der Erde entspricht die mittlere chemische Zusammensetzung eines gut gemischten Sedimentes der chemischen Zusammensetzung der oberen Kruste. Analog kann man die mittlere Zusammensetzung der oberen Marskruste von der mittleren Staubzusammensetzung, abzüglich der hohen S- und Cl-Gehalte, ableiten. Die so abgeschätzte obere Marskruste hat eine basaltische Zusammensetzung und ähnelt sehr den basaltischen Shergottiten, einer Meteoritengruppe, von der wir annehmen, daß sie vom Mars stammt. Allerdings ist die Kruste im Vergleich zu den Shergottiten reicher an flüchtigen und inkompatiblen Elementen.

Die große Unbekannte bei unseren Abschätzungen über die Marskruste ist die Bildung von Sedimenten während der geologischen Entwicklung des Mars. Weitere Untersuchungen auf dem Mars und vom Mars zurückgebrachte Steine können hier zu der Antwort beitragen.

Ref.: Rieder et al. (1997) Science 278, 1771.

November 1999