

Press release

Technische Universität Wien

Dr. Florian Aigner

01/09/2024

<http://idw-online.de/en/news826650>

Research results, Scientific Publications
Chemistry, Environment / ecology, Oceanology / climate, Physics / astronomy
transregional, national



Der Stein, der Wolken macht

Feldspat kommt im Gestein sehr häufig vor. In Form von Partikeln trägt das Mineral extrem effizient zur Wolkenbildung bei. An der TU Wien fand man nun heraus, was dabei passiert

Feldspat ist ein ganz gewöhnliches, unscheinbares Mineral, das ungefähr die Hälfte der Erdkruste ausmacht – doch in unserer Atmosphäre spielt Feldspat eine überraschend wichtige Rolle. Feines Feldspat-Mehl, das durch die Luft geweht wird, hat nämlich einen entscheidenden Einfluss auf die Bildung von Eiswolken. An Partikeln aus Feldspat können sich Wassermoleküle viel besser anlagern als an anderen Partikeln. So werden winzige Feldspat-Teilchen zu hervorragenden Nukleationskeimen, an denen Wassermoleküle klebenbleiben und gefrieren, sodass schließlich eine Wolke am Himmel entsteht.

Warum gerade Feldspat diese bemerkenswerte Fähigkeit hat, Wasser so effektiv an sich zu binden und dadurch Wolkenbildung zu ermöglichen, war bisher nicht klar. Mit einem hochsensitiven Rasterkraftmikroskop konnte man an der TU Wien nun zeigen: Die ganz spezielle Geometrie der Feldspat-Oberfläche bietet den perfekten Ankerpunkt für OH-Gruppen aus Wasserstoff und Sauerstoff – und dann in weiterer Folge für Wasser.

Bilder mit atomarer Auflösung

„Es gab mehrere Ideen, warum Feldspat ein derart effektiver Nukleationskeim ist“, sagt Prof. Ulrike Diebold vom Institut für Angewandte Physik der TU Wien, die das Projekt leitete. „Es könnte an Kalium-Atomen liegen, die im Feldspat enthalten sind, oder etwa auch an bestimmten Defekten seiner Struktur.“

Um diese Frage zu untersuchen, setzte man ein Rasterkraftmikroskop ein. Punkt für Punkt wird dort die Oberfläche des Kristalls mit einer feinen Spitze abgetastet. Aus der Kraft, die zwischen Spitze und Kristallprobe auftritt, kann man schließen, welche Atome sich an dieser Stelle befinden. So erhält man ein Bild mit atomarer Auflösung.

„Wir brachten also ein Stück Feldspat in die Vakuumkammer des Mikroskops ein und spalteten es in zwei Hälften, um eine unversehrte, saubere Feldspat-Oberfläche zu bekommen“, sagt Giada Franceschi, die Erstautorin der aktuellen Arbeit. „Dabei erlebten wir eine Überraschung: Die Bilder der Oberfläche sahen völlig anders aus, als gängige Theorien das vorhergesagt hatten.“

Eine Hydroxylschicht als optimale Verbindung

Die Ursache dafür war schnell gefunden: Wie sich zeigte, lag es an winzigen Wassereinschlüssen im Gestein. Wenn man den Stein auseinanderbricht, wird ein wenig Wasserdampf frei. Dieser lagert sich an der frisch gespaltenen Oberfläche an. Die Wassermoleküle brechen dabei auseinander und machen OH Gruppen. „Man sieht unter dem Mikroskop also gar nicht die Feldspat-Oberfläche selbst, sondern eine von Hydroxylgruppen bedeckte Oberfläche“, erklärt Giada Franceschi. „Auch in der Natur wird die Feldspat-Oberfläche mit einer solchen Hydroxylschicht bedeckt.“

Aufgrund der Geometrie des Feldspat-Kristalls sind diese Hydroxylgruppen so positioniert, dass sie sich perfekt als Ankerpunkte für Wassermoleküle eignen. So wie Klemmbausteine, die ineinander klicken, können Wassermoleküle an den Hydroxylgruppen andocken. Die Hydroxylschicht bildet somit die perfekte Verbindung zwischen Feldspat und dem Wasser, das sich als Eis anlagert. „Die Bindung wird sehr leicht und sehr schnell hergestellt, und sie ist auch sehr stabil“, sagt Ulrike Diebold. „Um die Hydroxylschicht vom Feldspat wieder zu entfernen, müsste man ihn sehr hoch erhitzen.“ Auch Computersimulationen unterstützten diesen Befund.

Die Ergebnisse liefern Aufschluss darüber, warum Kristalle sich in unserer Atmosphäre besonders gut als wolkenbildende Nukleationskeime eignen – auch angesichts des Klimawandels ist es wichtig, die Physik der Wolkenbildung noch besser zu verstehen. Und manchmal – so zeigt das Forschungsprojekt an der TU Wien – muss man dafür tief in die Welt der Atome blicken.

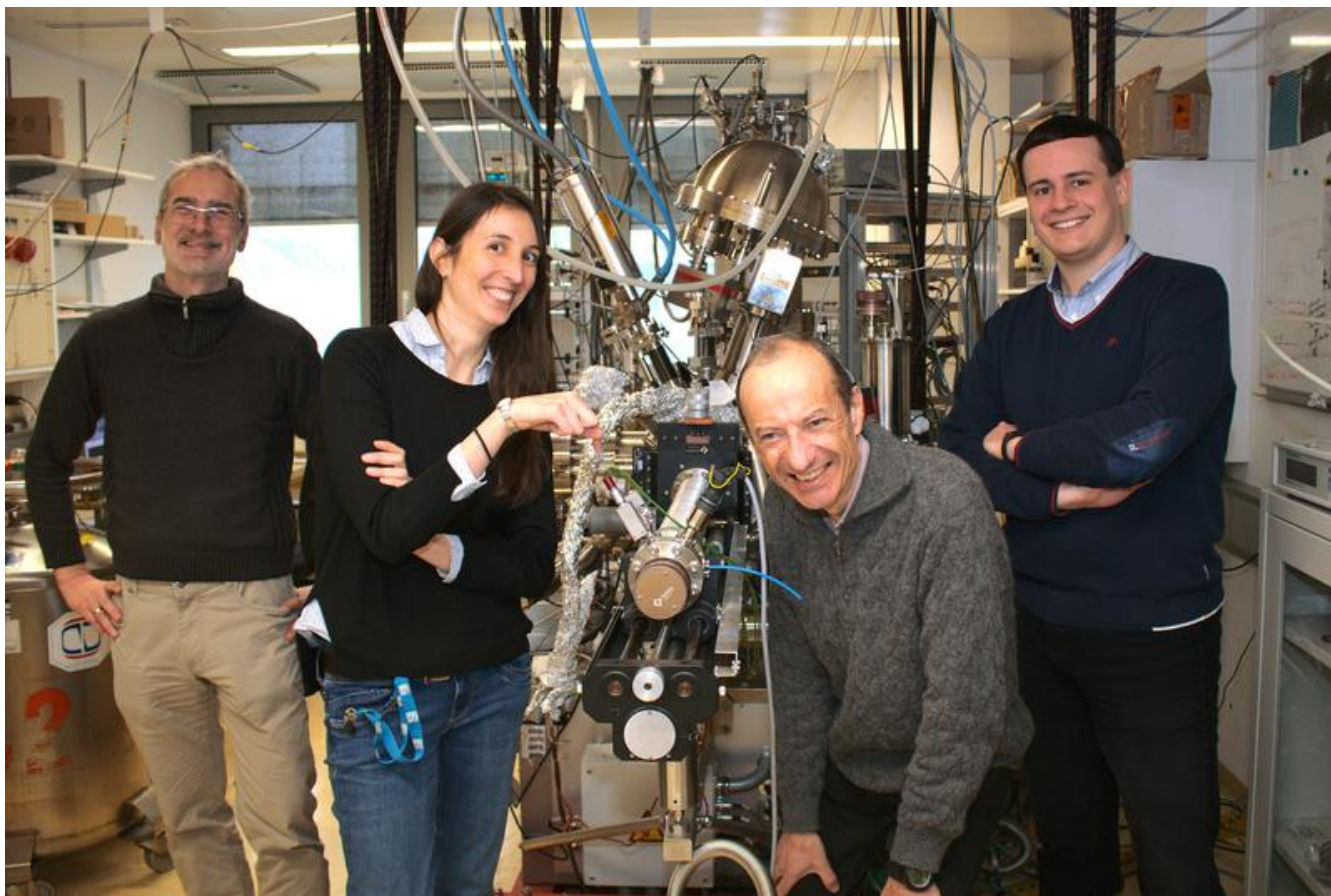
contact for scientific information:

Dr. Giada Franceschi
Institut für Angewandte Physik
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8-10, 1040 Wien
+43 1 58801 13466
giada.franceschi@tuwien.ac.at

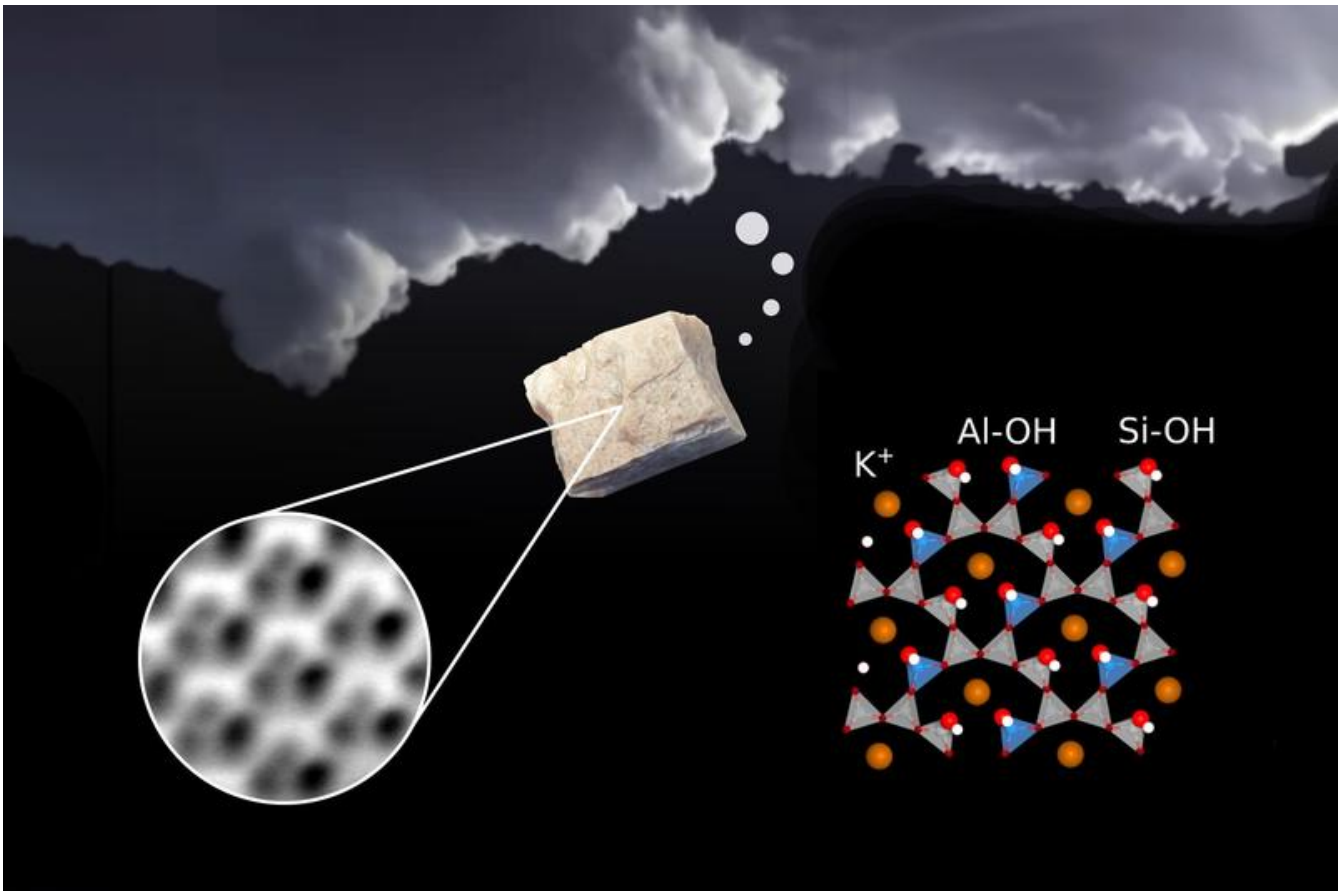
Prof. Ulrike Diebold
Institut für Angewandte Physik
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8-10, 1040 Wien
+43 1 58801 13425
ulrike.diebold@tuwien.ac.at

Original publication:

G. Franceschi et al., How Water Binds to Microcline Feldspar (001), J. Phys. Chem. Lett. 2024, 15, 15–22.
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcllett.3c03235>



Florian Mittendorfer, Giada Franceschi, Michael Schmid und Andrea Conti (v.l.n.r.)
TU Wien
TU Wien



Die atomare Struktur des Feldspats führt dazu, dass er extrem aktiv als Nukleationskeim für Wolken fungieren kann.

TU Wien

TU Wien