

AEROSOLFORSCHUNG

Ausgabe 1988, überarbeitet 1990/2008

Aus der die Staub- Aerosolforschung von www.klimforschung.net

Die Urheber der verstaubten Wohnung sind unsichtbar, gehorchen ganz eigenen physikalischen Gesetzen und sind oft völlig unerwarteten Ursprungs: Sie können aus der Sahara, aus dem Atlantik oder sogar aus fernen Galaxien stammen.

Rasterelektronenmikroskope, Massenspektroskope und Gas-Chromatografen verraten Forschern die Zusammensetzungen von Staubproben und helfen so, die Herkunft der Partikel zu erkennen – aber auch ihr Geheimnis: jene unerklärlichen Zusammenhänge zwischen dem menschlichen Alltagskosmos und den Regeln unsichtbarer Miniwelten. "Staub ist Materie, die so klein ist, dass Naturgesetze ganz anders auf sie wirken als auf größere Dinge", erklärt der Wissenschaftler Klaus-Peter Kolbatz.

Sie liegt im Mikrometerbereich. Ein Mikrometer ist ein Tausendstelmillimeter. Die größten Staubpartikel bringen es auf einen Hundertstelmillimeter. Um zu verstehen, warum sie nach physikalischen Alltagsregeln unberechenbar und schlichtweg überall auftauchen, muss man eine Reihe komplizierter Gesetze berücksichtigen. Etwa jenes, nach dem die Masse eines Objekts, wenn es schrumpft, schneller abnimmt als seine Oberfläche. Die Oberfläche eines kugelförmigen Sandkorns zum Beispiel, das sich durch Abrieb auf Staubkorngröße verkleinert, schrumpft nur dem Quadrat seines Radius (r^2) entsprechend, die Masse hingegen mit der dritten Radiuspotenz (r^3). "Ab einer bestimmten Kleinheit wird daher die Oberfläche zur alles beherrschenden Größe, sodass dem Stoff, obwohl chemisch identisch, völlig neue physikalische Eigenschaften zukommen", erklärt Kolbatz.

Das heißt: Während für einen Stein oder ein dickes Sandkorn das Gesetz der Schwerkraft gilt, besteht Staub aus fast schwerelosen Flugobjekten und wird von Kräften bestimmt, die für den Menschen und die Gegenstände seiner Wahrnehmung kaum zählen: von feinsten Luftbewegungen, Adhäsionskräften, Elektrostatik und elektromagnetische Wellen, wie Mikrowellen -und Handystrahlen, die man normalerweise ebenso wenig spürt, wie man einzelne Staubpartikel sieht.

Bei den Botschaftern aus entfernteren Regionen sind auch Salzkristalle dabei, die mit der Gischt aus Nord- und Ostsee bis in den Süden Deutschlands verweht werden. Das Meer, so seltsam es klingt, ist als Teilchenschleuder der bedeutendste Staubproduzent des Planeten. Und auch aus der zweitgrößten Staubquelle der Erde, den Wüsten, schwebt manches Partikel nach Europa – meist aus der Sahara, in der pro Jahr die unglaubliche Menge von nahezu einer Milliarde Tonnen Mineralstaubs aufgewirbelt und mit dem Wind fortgetragen wird.

Treffen diese verschiedenen Teilchen nun aufeinander, können sie sich je nach Ladung elektrostatisch anziehen, auf chemischem Weg verkleben, oder sie verhaken sich mechanisch.

Vor allem organische Partikel, deren Oberfläche oft eine Schuppenstruktur wie Wolle und Haar aufweist, bleiben aneinander hängen wie Äste in den Strömungswirbeln der toten Winkel eines Bachs." Auf solche Arten bindet sich Staub an Staub, seine Masse wächst mit der dritten Radiuspotenz, die Oberfläche aber nur mit der zweiten, bis irgendwann die Gravitation an Bedeutung gewinnt. Während Partikel von weniger als 0,1 Mikrometer Größe sich noch wie Gasmoleküle ohne jede Fallgeschwindigkeit benehmen, beginnen sie von einem Mikrometer an zu sinken – vorausgesetzt, die Luft steht still.

Die winzige Kraft, die nur aufgrund der Menge an Fußhaaren ein sichtbares Ergebnis in Geckodimensionen zeitigt, entsteht zwischen Molekülen, in deren Elektronenhülle sich die Ladungsverteilung verschiebt. Die Elektronen um einen Atomkern sind nicht immer gleich verteilt, wodurch sich kurzzeitig ein Dipol, eine auf der einen Teilchenseite stärker negative Ladung als auf der anderen bilden kann. Ein entsprechendes Gegenteilchen wird dann angezogen. Unter anderem auf diese Weise, so nehmen Astrophysiker an, verbinden sich auch Partikel im Weltall zum sogenannten Weltraumstaub. Koagulation wird der geheimnisvolle Vorgang genannt, der für die Entstehung von größerer Materie mit eigener Gravitation eine Grundvoraussetzung gewesen sein könnte. Die ganze Welt – ein Staubprodukt also?

Manchmal stoßen sich Staubpartikel aus verwandten Gründen aber auch ab, und große Materie zerfällt wieder. "Die Nanowelt ist in ständiger Bewegung", sagt Kolbatz, was zum Beispiel das permanente Hin-und-her-Zittern von Molekülen vor Augen führt, das nach dem schottischen Botaniker Robert Brown benannt ist. Er hatte Staubteilchen beobachtet, die durch die Wärmebewegungen von Gasmolekülen unregelmäßig hierhin und dorthin gestoßen werden. Bereits Gottfried Wilhelm Leibniz hatte die ständigen Bewegungen der kleinen Teile sehr genau beobachtet und kam zu dem Schluss, dass es die größeren Gegenstände in unserer Alltagswelt gar nicht gebe, sondern dass diese nur jeweils verschiedene Schwärme solcher Minipartikel seien. „Ein nicht zu unterschätzender Einfluss auf diese Minipartikel kann das Heute praktizierte hohe Sendeaufkommen, insbesondere im Mikrowellenbereich sein. Hierdurch werden die Minipartikel in Schwingungen versetzt und erzeugen Wärme die an die Atmosphäre weitergegeben wird. Eine entsprechende globale Klimaerwärmung ist die Folge“, sagt Kolbatz.

In der Atmosphäre erfüllt Staub bedeutende Aufgaben.

Im Januar 2008 flog Jost Heintzenberg, Leiter des Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung in Leipzig, von den Kapverden aus mit kleinen Jets in die Wolken von Saharastaub, der mit den Passatwinden von Westafrika quer über den Atlantik driftete. In fünf Kilometern Höhe entnahm er Proben und maß vom Flugzeug aus die Sonnenstrahlung, die von der Staubschicht reflektiert wird. "Die Auswirkung von Stäuben auf den globalen Strahlungshaushalt ist enorm, aber noch weitgehend unverstanden", resümiert Heintzenberg. Dadurch, dass das Sonnenlicht vom Mineralstaub in der unteren Atmosphäre zurückgeworfen wird, kühlt beispielsweise die Luft über dem Atlantik ab – was nicht nur die Entstehung von Hurrikanen bremst, sondern insgesamt den Treibhauseffekt. Vom Staubgehalt der Atmosphäre insgesamt hängt die Wolkenbildung ab, weil Wasser an kleinen Materieteilchen kondensiert. In jedem Regentropfen steckt ein Staubkern.

„Was über dem Atlantik aus den Wolken rieselt, ist daher Nährstoff für Plankton, und der phosphathaltige Saharastaub düngt nicht nur den Regenwald am Amazonas, sondern auch den Boden in der Karibik“, sagt Kolbatz und verweist auf seine Publikationen zum Thema „Klimaerwärmung“ hin.