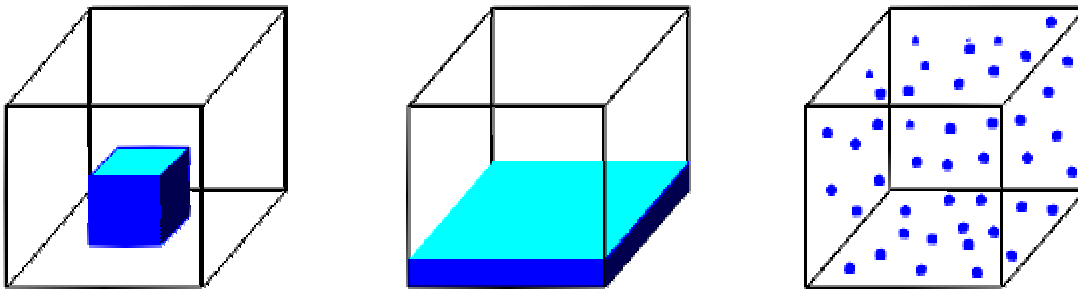




Context: Kondensation und Wolken

Schlüsselwörter:

Verdunstung, Kondensation, Sättigung, Nukleation, Partikelbildung

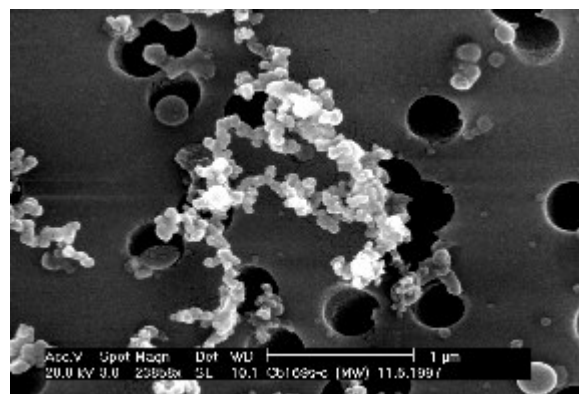


1. FEST - FLÜSSIG - GASFÖRMIG
Materie kann in drei verschiedenen Zuständen vorliegen.
Grafik: abgewandelt nach Original von NASA

Von Wasser und anderen chemischen Substanzen wissen wir, dass sie ihren Aggregatzustand ändern können. Am Schmelzpunkt wird Eis zu flüssigem Wasser, am Siedepunkt geht es in Wasserdampf über. Wir wissen auch, dass Wasser schon unterhalb des Siedepunktes verdunstet. Substanzen in der Atmosphäre ändern nicht nur ihren physikalischen Zustand, sie reagieren auch chemisch. So kann es vorkommen, dass Moleküle in der Luft durch eine chemische Reaktion gebildet werden, die bei der gegebenen Temperatur normalerweise als Feststoff vorliegen würden. Was geschieht mit solchen Verbindungen, deren Dampfdruck bei weitem niedriger ist, als der von Wasser?

Solch einzelne Moleküle sinken nicht sofort zu Boden sondern schweben in der Luft. Sie können mit anderen großen Molekülen zusammenstoßen, an ihnen haften bleiben und Molekülpaaire und -gruppen bilden. Diese nehmen weitere große Moleküle auf und es bilden sich Cluster. Der erste Schritt der 'Nukleation' (= Keimbildung) und Partikelbildung findet statt. Wir könnten beinahe sagen, es handle sich um eine Resublimation oder Kondensation. Die Realität ist jedoch etwas komplizierter, da nicht ein Reinstoff entsteht, sondern verschiedene chemische Spezies zusammenkommen.

Treiben feste oder flüssige Zusammenschlüsse von Molekülen in der Luft, so nennen wir sie Partikel oder Aerosole. Bestehen sie aus festem oder flüssigem Wasser, so sprechen wir nicht von Aerosol, sondern von Eiskristallen und Tröpfchen oder Tropfen.



3. Rußpartikel, auf einem Filter gesammelt (die großen schwarzen Löcher sind Filterporen). Nicht alle Partikel bilden sich chemisch in der Luft. Manche Schwebstoffe werden auch direkt in die Luft eingetragen: Staub von Sandstürmen, Ruß aus Autoabgasen, Salze aus verdunstender Meeresgicht.

© Max-Planck-Institut für Chemie Mainz - AG Helas

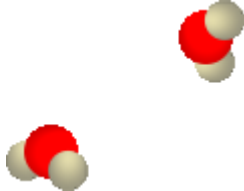
1. Annäherung



2. Stoß



3. Zerfall

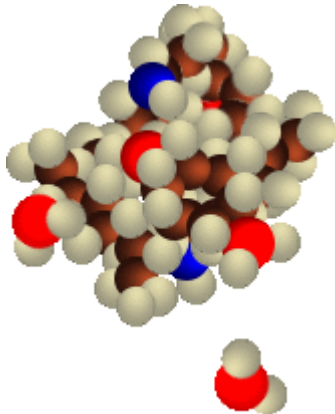


4. a) Zwei Wassermoleküle (H_2O) treffen in der Atmosphäre zusammen. Sie können nicht aneinander haften bleiben, da sie zuviel Energie haben (symbolisiert durch einen gelben Pfeil). Diese können sie nicht an einen anderen Körper übertragen und trennen sich nach dem Stoß wieder.

Je kleiner Partikel sind, desto länger halten sie sich in der Luft auf, bevor sie zu Boden sinken. Wir sind stets von unzähligen flüssigen oder festen Partikeln umgeben, die in der Luft schweben.

Luft kann verdunstendes Wasser aufnehmen. Die Feuchte steigt. Luft einer bestimmten Temperatur kann nur eine maximale Menge an Wasser aufnehmen. Dann ist sie gesättigt. Die relative Feuchte beträgt 100%. Je kühler die Luft ist, desto weniger Wasser kann sie aufnehmen. Dies bedeutet: Wenn sehr feuchte und warme Luft in höhere Regionen der Atmosphäre aufsteigt, so kühlt sie sich ab. Der Sättigungspunkt kann überschritten werden, Kondensation findet statt und Wolken bilden sich (siehe Abb. 2). Wasserdampf alleine ist jedoch für die Wolkenbildung nicht hinreichend.

1. Annäherung eines Wassermoleküls



Wassermoleküle in der Gasphase haben beim Vorgang der Verdunstung viel Energie aufgenommen. Wenn sie in der Luft zusammenstoßen, selbst wenn diese gesättigt ist, haben sie zu viel Energie, um aneinander haften zu bleiben. Die Moleküle können diese Energie nicht abgeben und trennen sich nach dem Stoß wieder. Wäre die Luft ganz frei von Partikeln, so würde sich auch bei einer Wasserdampfsättigung von 200% noch keine Tröpfchen bilden. Die reale Atmosphäre enthält jedoch immer Partikel. Wassermoleküle stoßen mit ihnen zusammen, geben ihre Energie an sie ab und haften an ihren Oberflächen. Mehr und mehr Wassermoleküle tun dies und umgeben den Partikel am Ende mit einer Wasserhülle. Ein Tröpfchen wächst heran. Viele Tröpfchen und Tropfen bilden schließlich Nebel und Wolken.

2. Stoß und Haftung am Cluster

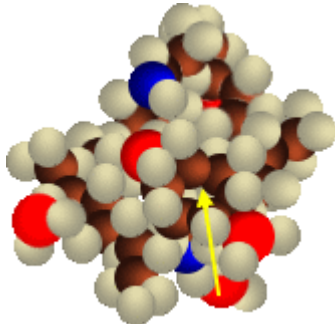


Abbildung 4 b) – links:
Stoßen Wassermoleküle mit einem Partikel zusammen, so kann ihre Energie leicht in eine kleine Schwingung oder Deformation des Partikels umgewandelt werden. Das Wassermolekül haftet an der Oberfläche, der Partikel wächst.
Animation: © Elmar Uherek

Letzte Aktualisierung: 06.06.2005