

Arbeitsauftrag 1



Aufgabe

Beschreiben von alltäglichen Begegnungen mit Staub und kurzer Demonstrationsversuch zu Staub in der Luft.

- Beobachtung: Partikel flimmern/tanzen im Lichtkegel → Luft enthält ständig schwebende Teilchen.
- Schlussfolgerung: Staub wird durch Bewegung (Gehen, Stühle rücken) aufgewirbelt; Menge abhängig von Aktivität/Quelle; in ruhiger Luft sinken nur grobe Partikel, feine bleiben länger in der Schwebel.

Sedimentationsversuch

1. Beobachtung:

- **Trübung nach Aufwirbeln:** Unmittelbar nach dem Aufwirbeln ist die Luft im Gefäß stark eingetrübt → sichtbarer „Staubnebel“.
- **Lichtstreuung:** Der Lichtstrahl (Taschenlampe/Laser) wird anfänglich stark gestreut und erscheint diffus hell.
- **Absetz-Verlauf:** Nach einigen Sekunden bis Minuten (je nach Pulver und Gefäßgröße) sinkt das Pulver allmählich zu Boden:
Größere Partikel → klare, sichtbare Flocken → relativ schnelles Absinken (< 30 s)
Feinere Anteile (Talkum- oder Mehl-Feinstpartikel) → sehr lange in Schwebel (bis mehrere Minuten), bis das Wasser wieder klar wird
- **Endzustand:** Am Boden liegt ein dünner Sedimentschicht-Ring, der obere klare Bereich nimmt stetig zu.

2. Erklärung des Sinkverhaltens

- **Sedimentation nach Teilchenmodell:**
Schwerkraft wirkt auf jede Partikelmasse und zieht sie nach unten.
- **Die Absetzgeschwindigkeit hängt ab von:**
Teilchendurchmesser (größere sinken schneller)
Dichtekontrast zwischen Teilchen und Luft
Zufälligen Teilchenkollisionen
- **Brown'sche Bewegung & Diffusion:** Sehr kleine Partikel können durch thermische Molekularbewegung lange in Schwebel bleiben.

3. Bedeutung für Lüften und Luftfilter

- **Lang anhaltende Feinstaub-Schwebel:** Winzige Partikel bleiben minuten- bis stundenlang in ruhender Luft suspendiert.
- **Infektions- und Schadstoffrisiko:** Aerosole können Krankheitserreger und Schadstoffe transportieren und werden ohne Luftaustausch nicht schnell entfernt.
- **Lüften:**
Ersetzt belastete Innenraumluft mit frischer Außenluft.
Beschleunigt das Aus- und Abtransportieren luftgetragener Partikel.
- **Luftfilter:**
Fängt Feinstaub und Aerosole aktiv ab (HEPA-Filter etc.).
Besonders in schlecht zu lüftenden Räumen wichtig.

Arbeitsauftrag 3



Aufgabe

Konkrete Situationen benennen, in denen Staub produziert wird.

- Erwartbare Situationen: Stühle/Tische rücken; Jacken ausschütteln, Kleidung reiben; Fegen, Papier zerreißen, Tafel kreiden;
- Begründung: Aufwirbeln/Abrieb, Fasern & Hautschuppen als Quellen.

Arbeitsauftrag 4



Aufgabe

Schüler*innen sollen erkennen, dass die Größe von Feinstaubpartikeln entscheidend dafür ist, wie tief sie in den Körper eindringen und welche gesundheitlichen Folgen sie haben können. Erwartbare Punkte in der Strukturierung:

1. Partikelgrößenklassen & Ablagerungsorte

- **Grober Staub (PM₁₀, ≤ 10 µm):** Wird hauptsächlich in Nase, Rachen und Bronchien zurückgehalten.
- **Feinstaub (PM_{2,5}, ≤ 2,5 µm):** Kann bis in die kleinen Bronchien und die Lungenbläschen (Alveolen) vordringen.
- **Ultrafeine Partikel (UFP, < 0,1 µm):** Dringen bis in die tiefsten Lungenbereiche vor, teils sogar durch die Alveolarwand ins Blut.

2. Erkrankungsrisiken je nach Größe

- **PM₁₀:** Reizungen von Nase und oberem Atemtrakt, Niesen, Husten.
- **PM_{2,5}:** Entzündungsreaktionen in den Bronchien und Lungenbläschen, Verschlechterung von Asthma und COPD.
- **Ultrafeine Partikel:** Gelangen ins Blut und können systemische Entzündungen auslösen. Erhöhen Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlaganfälle und möglicherweise neurologische Schäden.

3. Warum sind kleinste Partikel besonders problematisch?

- **Tiefe Penetration:** UFP passieren Abwehrmechanismen (Nasenhaare, Schleim) und erreichen direkt die Alveolen und Blutbahn.
- **Hohe spezifische Oberfläche:** Bei gleichem Gewicht haben kleinste Partikel die größte Oberfläche, an die sich Giftstoffe (Schwermetalle, organische Schadstoffe) anlagern können.
- **Systemische Verteilung:** Im Blutkreislauf verteilen sie sich im ganzen Körper (Herz, Gehirn, Gefäße).
- **Entzündungs- und Oxidationsstress:** Fördern Bildung freier Radikale, schädigen Zellen und fördern chronische Entzündungsprozesse.

Kurz zusammengefasst:

- Je kleiner das Partikel, desto tiefer dringt es ein, desto leichter entgeht es der natürlichen Abwehr und desto größer ist seine potenzielle systemische Wirkung, deshalb sind gerade ultrafeine Partikel für die Gesundheit besonders gefährlich.

Beispiel Handout

Das Phänomen

- Feinstaub: sehr kleine feste oder flüssige Partikel in der Luft.
- Partikelgrößen:
 - PM₁₀ ($\leq 10 \mu\text{m}$)
 - PM_{2,5} ($\leq 2,5 \mu\text{m}$)
 - Ultrafeine Partikel ($< 0,1 \mu\text{m}$)
- Je kleiner das Partikel, desto langsamer sinkt es (Sedimentation). Ultrafeine Partikel schweben praktisch unendlich lang dank Brown'scher Bewegung und geringen Gewichtskräften.

Die Quellen im Klassenzimmer

- **Innenraumquellen:**
 - Hautschuppen und Textilfasern (Kleidung)
 - Aufwirbeln beim Stühle-/Tische-Rücken
 - Kreideabrieb an der Tafel
 - Kunst-/Werkmaterialien (Ton, Mehl, Holzstaub)
 - Drucker-Emissionen (ultrafeine Partikel)
- **Außenquellen (Eintrag durch Lüften):**
 - Verkehrsemissionen
 - Industrie- und Baustellenstaub
 - Natürlicher Staub (Pollen, Sand)

Die Wirkung im Körper

- **PM₁₀:** Bleiben meist in Nase und Bronchien, führen zu Reizung, Husten.
- **PM_{2,5}:** Gelangen in die Lungenbläschen (Alveolen) und führen zu Entzündungen, Asthma-Verschlechterung.
- **Ultrafeine Partikel:** Dringen durch Alveolarwand ins Blut und führen zu systemische Entzündungen, Herz-Kreislauf-Belastung.
- **Besonders problematisch:**
 - Größere spezifische Oberfläche bindet Schadstoffe (Schwermetalle, Gifte).
 - Tiefe Penetration ermöglicht weite Verbreitung im Körper.

Die Messung: Feinstaubsensor (optisches Prinzip)

- **Aufbau:** Lichtquelle und fotoleitender Detektor in Messrohr.
- **Funktion:** Partikel im Luftstrom streuen Licht.
- **Detektion:** Detektor misst Lichtstreuung – Signal proportional zur Partikelkonzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).