Dossier per gli insegnanti: smog invernale
Qual è l'impatto del mio riscaldamento?

1. Di cosa si tratta? 2
2. Obiettivi 2
3. Termini chiave 2
4. Proposte per l'insegnamento 2
5. Soluzioni e suggerimenti per il quaderno delle attività 3
6. Soluzioni degli esperimenti 9
   6.1 Esperimento: inversione termica – Riproduzione sperimentale dell'inversione termica 9
   6.2 Esperimento: campioni di polvere – Polvere sotto al microscopio 11
   6.3 Esperimento: raccogliere la polvere – Dove si trova la polvere? 12

1. Di cosa si tratta?

- Formazione ed effetti di un'inversione termica
- Fonti di polveri fini
- Diversi tipi di polveri fini: fonte, volume delle particelle
- Profondità di penetrazione delle particelle nel corpo umano
- Provvedimenti contro le polveri fini (ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt), filtro antiparticolato)
- Distribuzione geografica delle polveri fini
- Proposte per ridurre la propria emissione di polveri fini

2. Obiettivi

Gli allievi…

- riescono a spiegare le differenze tra smog e polveri fini;
- riconoscono le diverse granulazioni delle particelle e possono indicare il grado di penetrazione nel corpo umano;
- possono spiegare la connessione tra polveri fini e smog invernale;
- indicano fattori importanti che favoriscono la formazione di inversioni termiche e di smog invernale;
- descrivono il modo in cui possono influenzare il carico di polveri fini.

3. Termini chiave

Inversione termica, smog, polveri fini primarie e secondarie, abrasione, combustione incompleta, PM10, PM0,1, polveri fini respirabili, fuliggine, filtri antiparticolato, accensione corretta del fuoco, areazione corretta, scelta del mezzo di trasporto

4. Proposte per l'insegnamento

Contenuti web: ca. 30 minuti
Quaderno delle attività: ca. 160 minuti

- Coltre di nubi (10')
- Polveri fini PM10 (60')
- Inquinamento da polveri fini nel luogo dove vivi (15')
- Analisi dei valori PM10 misurati (30')
- Distribuzione delle polveri fini (15')
- Approfondimento: connessione tra inverno e polveri fini (30')

Esperimenti: ca. 100 minuti

- Esperimento: inversione termica – Riproduzione sperimentale dell'inversione termica (20')
- Esperimento: campioni di polvere – Rendere visibili e udibili le particelle di polvere (15')
- Esperimento: polvere – Polvere sotto al microscopio (45')
- Esperimento: raccogliere la polvere – Dove si trova la polvere? (20

5. Soluzioni e suggerimenti per il quaderno delle attività

Coltre di nubi (10 minuti)
Disegna nella seguente illustrazione l'evoluzione della temperatura indicando l'altitudine e le formazioni nuvolose. Indica anche le zone dove si accumulano le sostanze inquinanti.

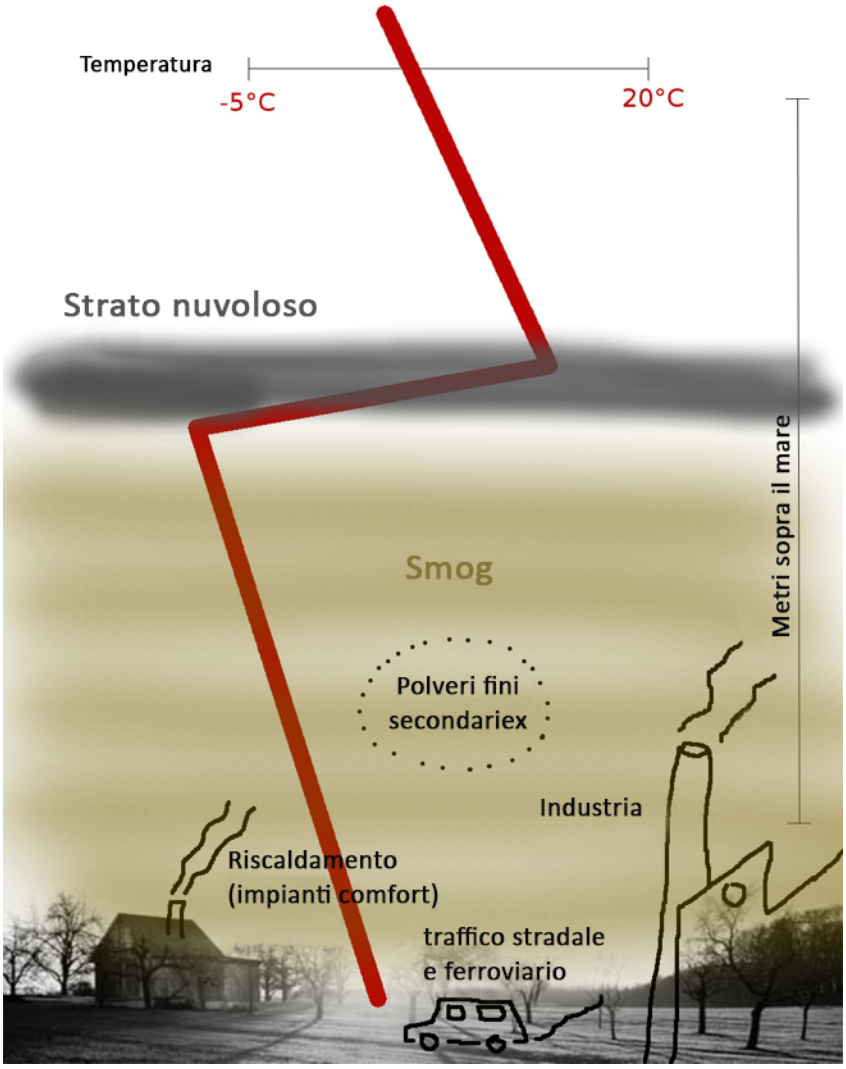


Figura 1 – Soluzione smog invernale. Fonte: LerNetz AG (2015)

Indica nella stessa illustrazione tre fonti di polveri fini.

Polveri fini PM10 (60 minuti)

Problema: rappresenta il PM10 con un modello in scala.

Traccia una linea con una mina dello spessore di 0,5 mm. Supponi che lo spessore corrisponda a 1 µm.

Originale	*Ingrandimento*	*Modello*
0,001 mm	*500 volte*	*0,5 mm*

Rifletti: quale spessore avrebbe 1 millimetro nel tuo modello in scala?

Originale	*Ingrandimento*	*Modello*
1 mm	*500 volte*	*500 mm*

Nel modello in scala disegna:

- lo spessore di un capello;
- un granello di PM10 di grandi dimensioni;
- una particella di polvere respirabile

	Originale	*Ingrandimento*	*Modello*
Spessore di un capello	*da 0,04 a 0,12 mm*	*500 volte*	*20-60 mm*
Granello di PM10	*fino a 0,01 mm*	*500 volte*	*Fino 5 mm*
Particella respirabile	*fino a 0,0025 mm*	*500 volte*	*Fino 1,25 mm*

Indica nella figura in quali punti del nostro apparato respiratorio vi sono meccanismi di difesa contro il pulviscolo e le polveri fini.

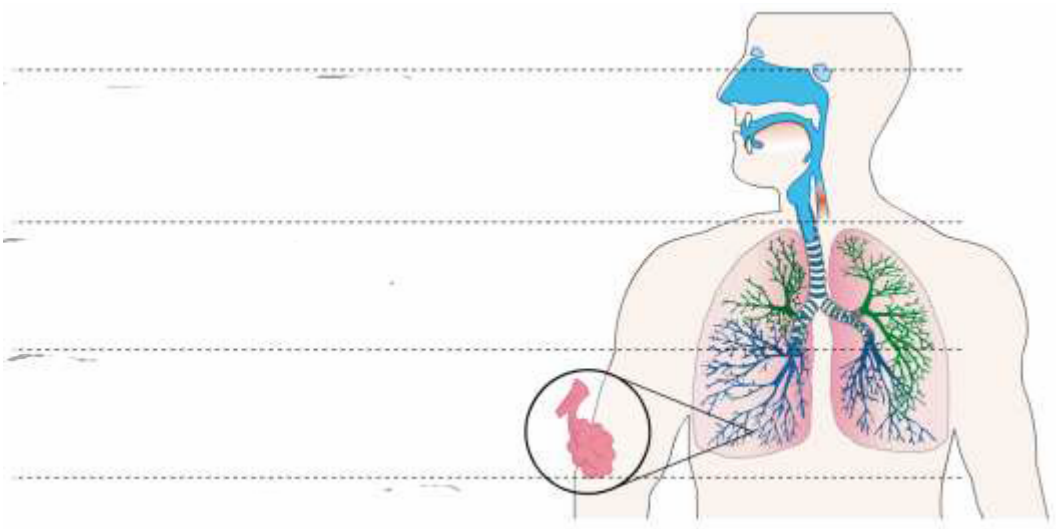


Figura 2 – Organi respiratori. Fonte: UFAM (2014)

Peli e mucosa nasale: blocco di particelle > 20 µm
Trachea superiore: blocco di particelle > 10 µm
Vie respiratorie inferiori (ciglia vibratili e muco): blocco di particelle 5-10 µm

Alveoli polmonari: i macrofagi fagocitano il pulviscolo e lo distruggono.

Inquinamento da polveri fini nel luogo dove vivi (15 minuti)

Cerca informazioni su Internet. Puoi trovare il carico aggiornato di polveri fini sul sito dell'UFAM, selezionando il tema *Aria,* www.bafu.admin.ch oppure sul sito degli uffici cantonali per la protezione dell'aria www.cerclair.ch.

Cerca la cartina con il carico annuo di polveri fini in Svizzera. Vivi in una località con un inquinamento da polveri fini basso o alto?

Cerca informazioni sui valori limite in vigore per i PM10 e paragonali con la situazione attuale. Stiamo superando il valore limite? Durante l'anno trascorso il valore limite è stato superato spesso? Perché?

Valore limite (OIAt) per le polveri fini PM10
Media annua: 20 µg/m^3
Media giornaliera: 50 µg/m^3

Analisi dei valori PM10 misurati (30 minuti)

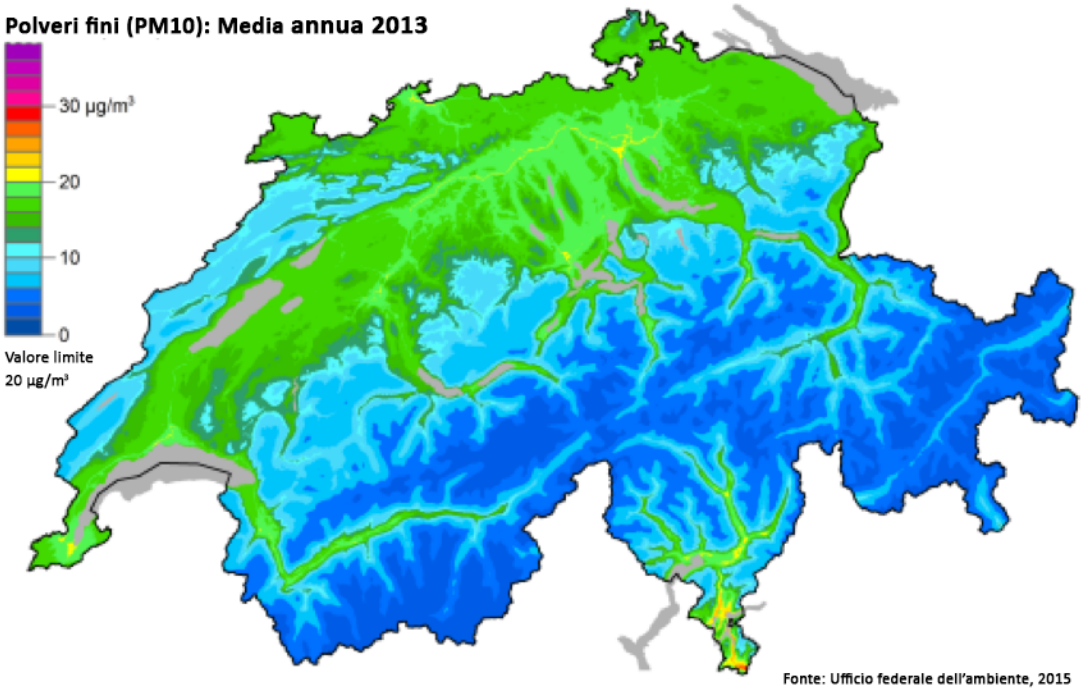


Figura 3 – Media annua del carico di polveri fini (PM10) nel 2013. Fonte: UFAM (2015)

Confronta questa carta con una cartina stradale della Svizzera. Cosa puoi osservare?

Il maggior carico di polveri fini si situa lungo gli assi stradali principali e in prossimità delle grandi città. Il carico minimo si registra in montagna, lontano dalle strade, dalle città, dai riscaldamenti e dalle industrie.

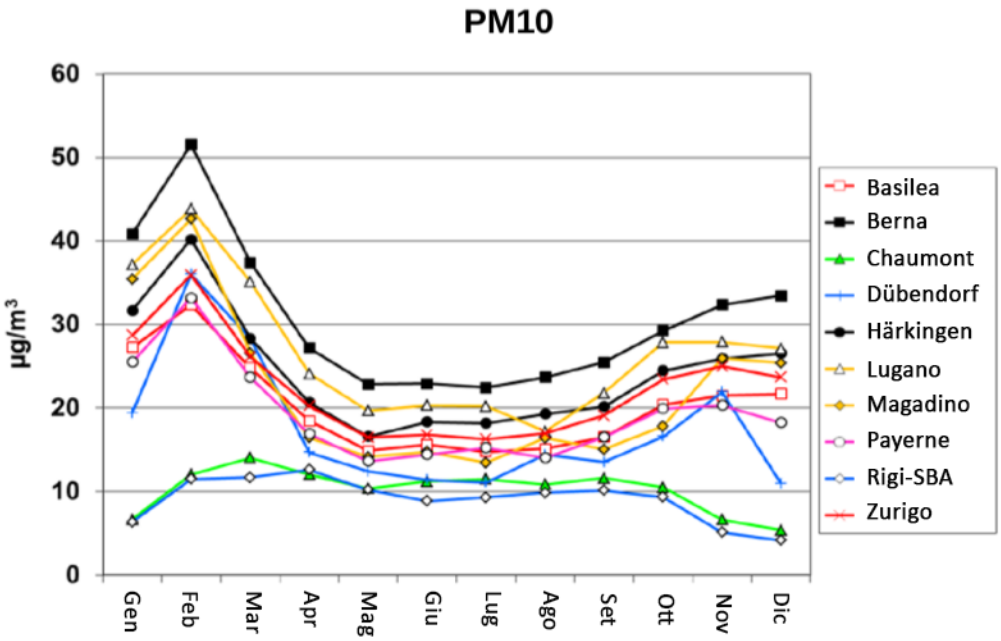


Figura 4 – Evoluzione media valori mensili di PM10 (2003 fino 2011). Fonte: UFAM (2014)

Studia la figura 3. Cosa noti?

Vi sono elevate concentrazioni di polveri fini...

- *nelle valle ticinesi, nelle grandi città (Zurigo, Ginevra, Lucerna, Berna, Basilea);*
- *lungo le autostrade molto frequentate.*

Le concentrazioni più basse si registrano nelle Alpi e nel Giura.

Cerca l'ubicazione delle diverse stazioni di misurazione. Perché a Berna si misurano concentrazioni superiori rispetto a Zurigo?

La stazione di misurazione di Zurigo si trova su un prato nel centro della città (nei pressi della caserma). Nelle immediate vicinanze il traffico non è intenso. Invece a Berna la stazione è posizionata vicino ad un incrocio stadale molto frequentato. Inoltre la stazione si trova in un avvallamento stradale, dove il trasporto delle polveri fini da parte del vento è limitato.

In che cosa si differenziano le stazioni «Chaumont» e «Rigi» dalle altre?

Sia dal punto di vista delle tecniche di misurazione che da quello geografico?

Le due stazioni presentano un'evoluzione dei valori misurati molto più equilibrata rispetto ad altre stazioni (nessun picco evidente in febbraio e valori bassi durante l'inverno). Ciò deriva dal fatto che le due stazioni si trovano in montagna, dove le fonti di polveri fini sono molto poche. Inoltre entrambe le stazioni si trovano sempre al di sopra delle zone in cui si verificano fenomeni di inversione termica.

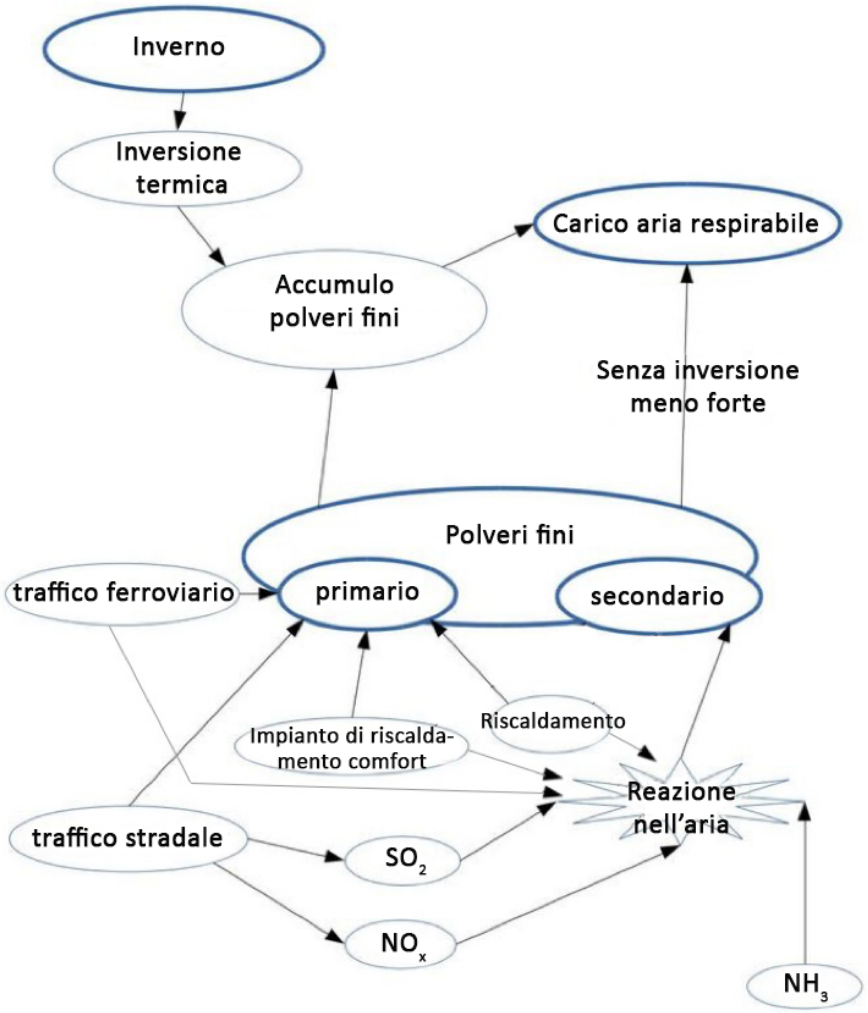
Distribuzione delle polveri fini (15 minuti)

Scrivi con parole tue una risposta alla seguente domanda: le polveri fini costituiscono un problema solo d'inverno? Motiva la tua risposta. Riporta le fonti trovate su Internet.

No, anche durante l'estate si registrano elevate concentrazioni di polveri fini. Per molte persone il carico aumenta nel corso dell'inverno, in quanto le polveri fini «si fermano» più a lungo a quote basse a causa dei fenomeni di inversione termica che ne aumentano la concentrazione.

Approfondimento: connessione tra inverno e polveri fini (30 minuti)

Disegna una mappa mentale che mostri la relazione tra inverno e polveri fini.



Completa la mappa mentale con ulteriori fonti di polveri fini e contrassegna i punti dove hai la possibilità di influire sulle emissioni di polveri fini.

6. Soluzioni per gli esperimenti

6.1 Esperimento: inversione termica – Riproduzione sperimentale dell'inversione termica

Breve descrizione
Questa dimostrazione mira a riprodurre sperimentalmente il fenomeno dell'inversione termica.

	Tempo: 20 minuti
Domande chiave • Come avviene un'inversione termica? • Cos'è un'inversione termica? • Perché, in caso di inversione termica, aumenta la concentrazione di inquinanti atmosferici?	**Materiale** • 2 contenitori in vetro da 500 ml • ca. 15 cubetti di ghiaccio • Cannuccia o • Micropipetta / siringa con tubo • Sigarette, accendino, posacenere
Possibili obiettivi Gli allievi • sanno spiegare che cos'è un'inversione termica; • sono in grado di illustrare il motivo per cui, durante un'inversione termica, le diverse masse di aria non si mescolano fra loro e la concentrazione di inquinanti aumenta in modo costante.	

Suggerimenti
Il fumo della sigaretta può essere aspirato con una micropipetta / siringa e inserito nel contenitore in vetro.

Preparazione
- Il giorno prima: preparare i cubetti di ghiaccio nel congelatore.
- Il giorno della dimostrazione: riempire per un quarto il contenitore con i cubetti e metterlo nel frigorifero per ca. 10 minuti.

Escuzione
Gli allievi annotano nel loro quaderno quanto hanno osservato durante l'esperimento.

1. *Dimostrazione: scenario estivo*

a) Posare sul tavolo il contenitore in vetro non raffreddato.
b) L'insegnante accende una sigaretta, assorbe il fumo mediante la micropipetta/siringa e inserisce il fumo attentamente e lentamente nel fondo del contenitore in vetro. Se si esegue questa azione troppo in fretta, non si ottiene l'effetto desiderato.
c) Spegnere la sigaretta e depositarla nel posacenere.

2. *Dimostrazione: Scenario invernale*
   a) Togliere dal frigorifero il contenitore in vetro raffreddato.
   b) L'insegnante accende una sigaretta e aspira nuovamente il fumo mediante la micropipetta/siringa e inserisce il fumo attentamente e lentamente nel fondo del contenitore in vetro. Se si esegue questa azione troppo in fretta, non si ottiene l'effetto desiderato.
3. Discussione in classe, perché si sono fatte delle differenti osservazioni.

Scenario estivo	Scenario invernale
Schizzo dell'esperimento Osservazioni Cosa succede con il fumo? *Il fumo sale oltre l'orlo del contenitore in vetro.* Motivazione: *L'aria calda è meno densa di quella fredda e quindi sale verso l'alto. Il fumo caldo della sigaretta può salire senza ostacoli nel contenitore in vetro. L'esperimento funziona meglio se c'è una grande differenza tra la temperatura del fumo e quella dell'aria circostante.*	Schizzo dell'esperimento Osservazioni Cosa succede con il fumo? *Il fumo non sale oltre l'orlo del contenitore in vetro.* Motivazione: *I cubetti di ghiaccio raffreddano l'aria all'interno del contenitore. Di conseguenza sul fondo del contenitore si accumula l'aria fredda. Siccome l'aria fredda è più densa di quella calda si accumula sul fondo. L'aria calda invece sale verso l'alto in quanto meno densa. Tra parentesi: questo fenomeno permette alle mongolfiere di ricevere una spinta verso l'alto.* *All'interno del contenitore si forma un avvallamento di aria fredda. L'aria calda circostante all'esterno del contenitore forma una specie di coperchio e impedisce all'aria fredda di salire. Di conseguenza, il fumo non sale oltre l'orlo del contenitore.*

6.2 Esperimento: polvere – Rendere visibili e udibili le particelle di polvere

Breve descrizione

Gli allievi rendono visibili e udibili le microparticelle di polvere tramite semplici esperimenti.

	Tempo: 15 minuti
Domanda • Come possiamo percepire la polvere?	**Materiale** • Borotalco • Un palloncino gonfio • Torcia tascabile
Possibili obiettivi Gli allievi • scoprono come rendere visibile e udibile la polvere e percepiscono l'esistenza della polvere in posti diversi.	

Esecuzione

- Gli allievi spargono un po' di borotalco sul palloncino gonfio tenendo un orecchio appoggiato al palloncino.
- Spargono un po' di borotalco sulla superficie del palloncino e illuminandolo trasversalmente con una torcia tascabile, gli allievi possono vedere la polvere.
- Gli allievi rispondono alle seguenti domande:
- Perché riesci a sentire il borotalco che cade sul palloncino gonfio?

Il palloncino funge da «cassa armonica», ampliando il lieve rumore della polvere e rendendolo quindi udibile.

- Perché si riesce a vedere meglio il borotalco, illuminando di lato la superficie del palloncino con la torcia?

Quando le micropolveri vengono illuminate lateralmente, proiettano un'ombra più lunga, aumentando di conseguenza il loro profilo. Per illuminare gli oggetti si usa una fonte luminosa molto forte, mentre per il nostro esperimento è sufficiente una lampadina tascabile.

6.3 Esperimento: campioni di polvere – Polvere sotto al microscopio

Breve descrizione
Osservazione attenta con il microscopio di campioni di polvere prelevati all'interno dell'aula.

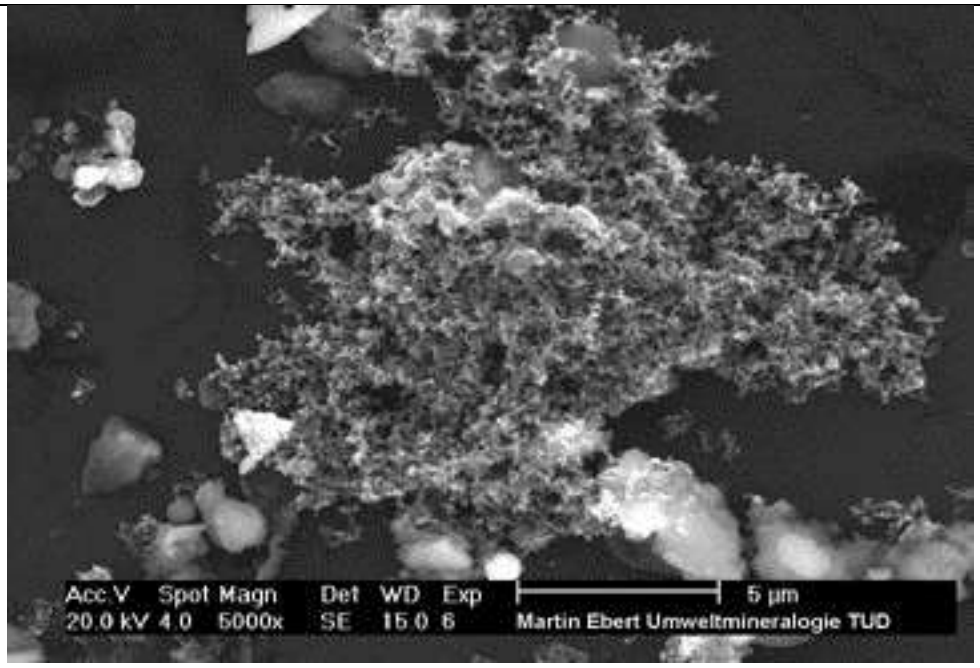
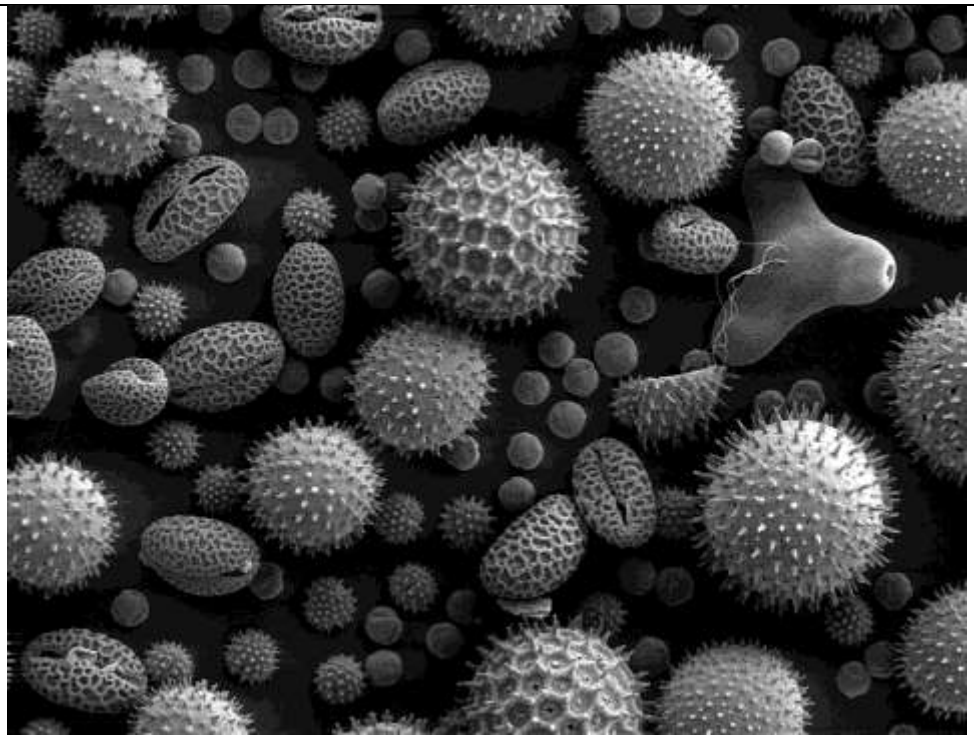
	Tempo: 30-45 minuti
Domande • Come si presenta la polvere vista da vicino? • In che cosa si differenziano i diversi tipi di polvere?	**Materiale per ogni gruppo** • Nastro adesivo • Microscopio • Vetrini portaoggetti • Materiale per gli appunti e per disegnare
Possibili obiettivi Gli allievi • conoscono la composizione della polvere domestica; • sanno usare il microscopio in modo corretto; • sono in grado di calcolare il fattore di ingrandimento del microscopio.	

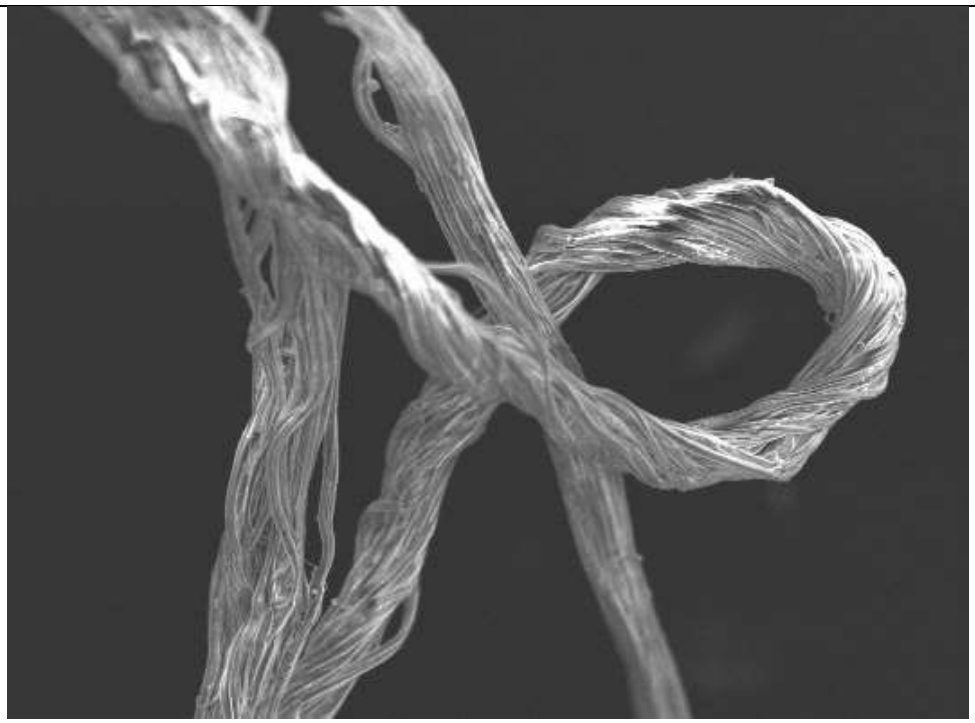
Preparazione
Il giorno prima dell'esperimento, gli allievi devono collocare dei pezzetti di nastro adesivo con la parte adesiva verso l'alto sul davanzale della finestra oppure su un'altra superficie piana nell'aula e lasciarli esposti durante la notte.

Esecuzione
- Tutti gli allievi devono obbligatoriamente conoscere le istruzioni per l'uso corretto del microscopio!
- Gli allievi dovrebbero provare a riconoscere i diversi tipi di particelle di polvere e a paragonarle con immagini trovate in internet. Dovrebbero inoltre cercare di classificare le particelle di polvere in base alla loro provenienza.
- Gli allievi disegnano uno schizzo di tre granelli di polvere di provenienza diversa.

Consiglio: possibili classificazioni in base alla provenienza possono essere: fibre tessili (da vestiti), polvere minerale, particelle di fuliggine, abrasione (strada, ferrovia), granelli di pollini.

Esempi di particelle di polvere

Fuliggine	 *Figura 2 – Particelle di fuliggine. Fonte: Frankfurter Allgemeine (2011)*
Pollini	 *Figura 3 – Granelli di pollini. Fonte: Palinologia, Wikipedia (2015)*

Fibre di polimero (vestiti)	 *Figura 4 – Fibre di vestiti. Fonte: Sauberer Himmel (2012)*

6.4 Esperimento: raccogliere la polvere – Dove si trova la polvere?

Breve descrizione
Gli allievi si mettono alla ricerca della polvere.

	Tempo: 20 minuti
Domande • Dove si accumula la polvere? • Dove si forma tanta polvere?	**Materiale** • Foglio di carta bianca • Strofinaccio per la polvere • Forte fonte di luce, p.es. una torcia potente o un fanale per biciclette
Possibili obiettivi Gli allievi • riconoscono che la polvere si accumula in particolare negli angoli e sui davanzali; • osservano dove si solleva più polvere.	

Suggerimento
È consigliabile che la classe esegua l'esperimento contemporaneamente. L'insegnante coordina l'inizio e la fine dell'esperimento.