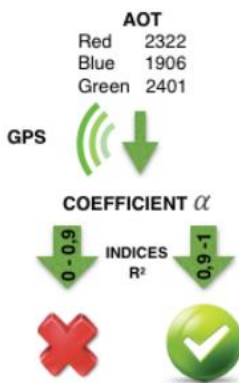


Praktischer Test: Eine Periode der Verschmutzung in Westeuropa

In der letzten Dekade haben sich aufgrund schlechter Luftqualität öffentliche Gesundheitsprobleme (chronische Krankheiten und Allergien) stark verstärkt. Feinpartikel ($< 2,5\mu\text{m}$, $\text{PM}_{2,5}$) sind – wie von der World Health Organisation spezifiziert – hierfür ein wesentlicher Faktor. **Wir interessieren uns für die kontinuierliche Überwachung jener Feinpartikel, die von menschlichen Aktivitäten (Verkehr, Verbrennung fossiler Brennstoffe,...) ausgehen.**

Calitoo ist ein **Photometer**, der die Echtzeitbestimmung der Partikelgröße ermöglicht, die sich in der Atmosphäre befinden (dort „schweben“).

Er berechnet die atmosphärische optische Dichte (AOT) und leitet einen **Koeffizienten α** ab. Die Größe des Koeffizienten ist **umgekehrt proportional zur Größe der schwebenden Partikel**.



Bestimmung vom AOT: Die Transparenz der Atmosphäre wird nur im sichtbaren Spektrum gemessen: 465nm korrespondiert mit Blau, 540nm ist grün, 650nm ist rot.

Bestimmung des Koeffizienten: wird von den AOT-Werten und Daten des Messortes (GPS-Koordinaten, Zeit, Luftdruck) abgeleitet

Genauigkeit der Messung: Berechnung eines R^2 -Indexes. Der Wert ist zuverlässig für einen R^2 -Index zwischen 0,9 und 1.

Teil 1: Direkte Messung der Atmosphärischen optischen Dichte (AOT)

Anleitung (wenn sonnig):

- Mach Dich mit dem Gerät und seiner Funktionsweise vertraut (Quick Start guide)
- Mache drei Messungen, die durch einen R^2 über 0,9 validiert werden
- Notiere die Ergebnisse auf dem Antwortblatt und berechne den Durchschnitt der Messergebnisse.

Wenn es bewölkt ist, wirst Du keine Messung vornehmen. Die α -Werte werden Dir zur Verfügung gestellt.

Wir geben Dir zwei mit einem Photometer ermittelte Werte:

Der Ausbruch des Vulkans „Eyjafjallajökull“ 2010: Werte über Frankreich nahe 0,4

In der Nähe der Autobahn bei Antibes in diesem Winter: Werte waren nahe 1,6.

Frage 1: Der Mittelwert Deiner Photometer-Messungen deutet darauf hin, dass heute die Feinpartikel über Sophia Antipolis ... (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – größer sind als jene der durch die Autos verursachten
- 2 – kleiner sind als jene der durch die Autos verursachten
- 3 – größer sind als jene der Vulkanasche
- 4 – Die erhaltenen Ergebnisse erlauben keine Beurteilung der Größe der atmosphärischen Feinpartikel zum Zeitpunkt der Messung

Teil II: Vergleich der gemessenen Werte mit Partikeln bekannter Größe

Anleitung:

- Mach dich mit den Messprinzip des Koeffizienten für eine Mischung in einem Reagenzglas vertraut (siehe die Anleitung „Measuring global AOT of the atmosphere“)
- Mache für jede Probe drei Messungen des Koeffizienten: Milch mit Wasser (Reagenzglas 1) und Ton mit Wasser (Reagenzglas 2)
- Notiere die Ergebnisse im Antwortblatt und berechne den Durchschnitt der Messwerte.

Frage 2: Der durch die Messung erlangte Mittelwert in Teil 1 deutet darauf hin, dass die Feinpartikel über Sophia Antipolis ... sind (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – kleiner als die von Milch
- 2 – größer als die von Ton
- 3 – eine Größe haben zwischen Ton und Milch
- 4 – die Größe kann anhand der heute gewonnenen Ergebnissen nicht bestimmt werden

Teil III: Eine besondere Situation im Frühling 2016

Eines Morgens im April war die Luft so stark mit Feinpartikeln verschmutzt, dass dies mit bloßen Auge erkennbar war. Auch die Windschutzscheiben der Autos waren mit feinen, gelben Partikeln bedeckt. **Deine Aufgabe ist es, die Art dieser Partikel bestimmen.**

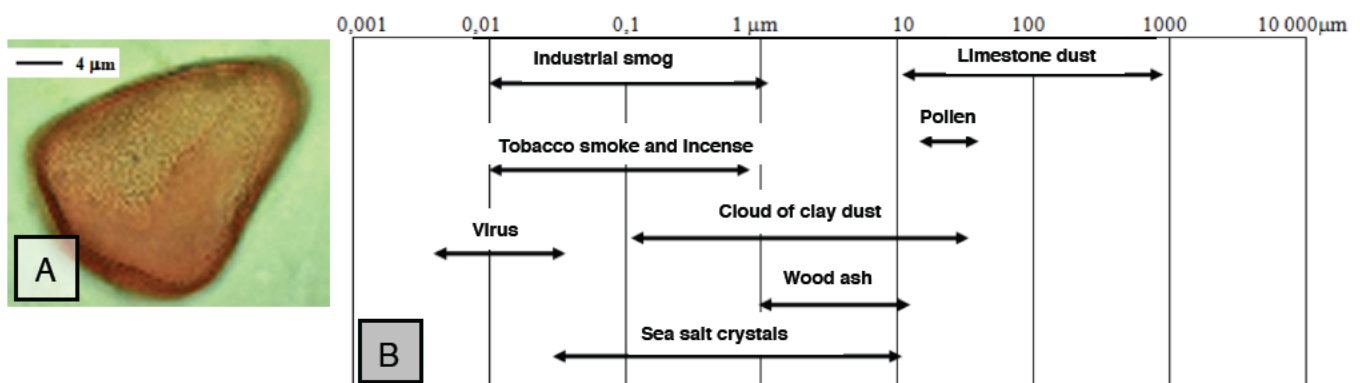


Abbildung 1: (A) Mikrophotographie eines Partikels von einer Windschutzscheibe. (B) Größenskala verschiedener Kategorien von Feinpartikeln. **An diesem Apriltag war der α -Wert geringer als einer, der durch die Luftverschmutzung von Holzasche gemessen wurde (reich an Kalziumsalzen).**

Legende: Industriesmog, Kalksteinstaub, Tabakrauch und Weihrauch, Wolke aus Tonstaub, Holzasche, Meersalzkristalle

Particle tested	Reagents, their quantities and the ensuing reaction			
	HCl (1 drop)	H ₂ O ₂ (1 drop)	AgNO ₃ (1 drop)	Ammonium oxalate (1 drop)
Limestone	Fizzing	No reaction	No reaction	White precipitate
Biological molecule	No reaction	Fizzing	No reaction	No reaction
Clay	No reaction	No reaction	No reaction	No reaction
Sodium chloride	No reaction	No reaction	White precipitate	No reaction
Calcium salts other than carbonate	No reaction	No reaction	No reaction	White precipitate

Tabelle 1: Chemische Reagenzien zur Bestimmung der Partikelart

Tabellenbeschriftung: Kalkstein – biologische Moleküle – Ton – Natriumchlorid – Kalziumsalze (außer Karbonaten); Reagenzien, ihre Dosierung und die Folgereaktion; fizzing – sprudeln; white precipitate – weißer Niederschlag

Anleitung:

- Mach Dich mit den Geräten an Deiner Station vertraut
- Bevor Du anfängst, **setze die Sicherheitsbrillen auf**
- Führe nur zwei Tests durch, um die Art der unbekanntes Partikel zu bestimmen

Frage 3: Unter Nutzung von Abbildung 1 und Tabelle 1, kennzeichne die beiden nötigen Reagenzien, um die Chemie des gelben Staubs zu bestimmen (zwei Antworten erwartet):

- 1 – HCl
- 2 – H₂O₂
- 3 – AgNO₃
- 4 – Ammonium Oxalat

Frage 4: Bestimme aus den erlangten Ergebnissen die Art dieser Feinpartikel (nur eine korrekte Antwort)

- 1 – Industriesmog
- 2 – Tabakrauch oder Weihrauch
- 3 – Tonpartikel
- 4 – Salzkristalle
- 5 – Virus
- 6 – Asche (durch Feuer)
- 7 – Pollen
- 8 – Kalksteinstaub aus einem benachbarten Steinbruch

Teil IV: Eine Verschmutzungsperiode in Westeuropa im Winter 2017

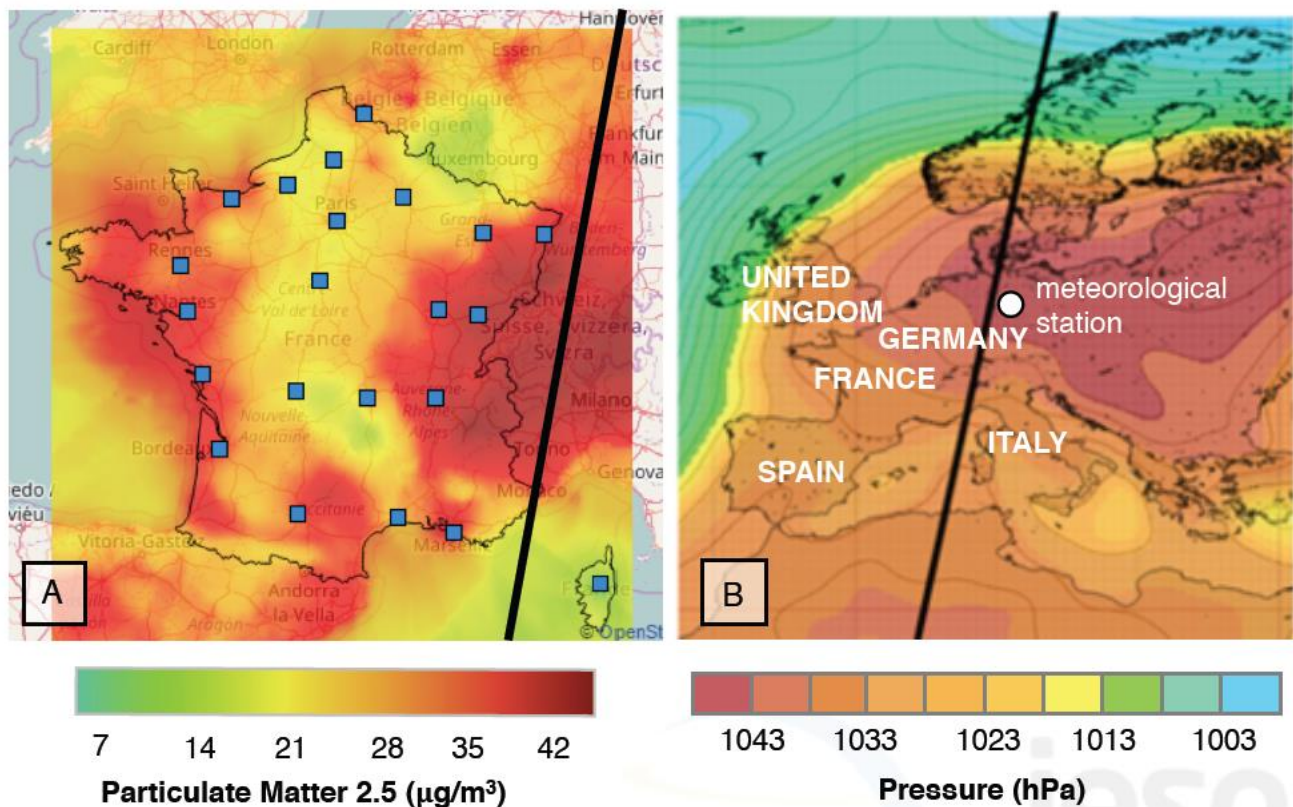


Abbildung 2: (A) Konzentration atmosphärischer Feinpartikel ($<2,5 \mu\text{m}$ Durchmesser) am 25.1.2017. Die Karte wurde aus Messungen und Modellberechnungen erlangt. (B) Karte mit Isobaren für Westeuropa am 25.1.17. Die schwarze Linie gibt den Weg des Satelliten in Abbildung 3 wieder.

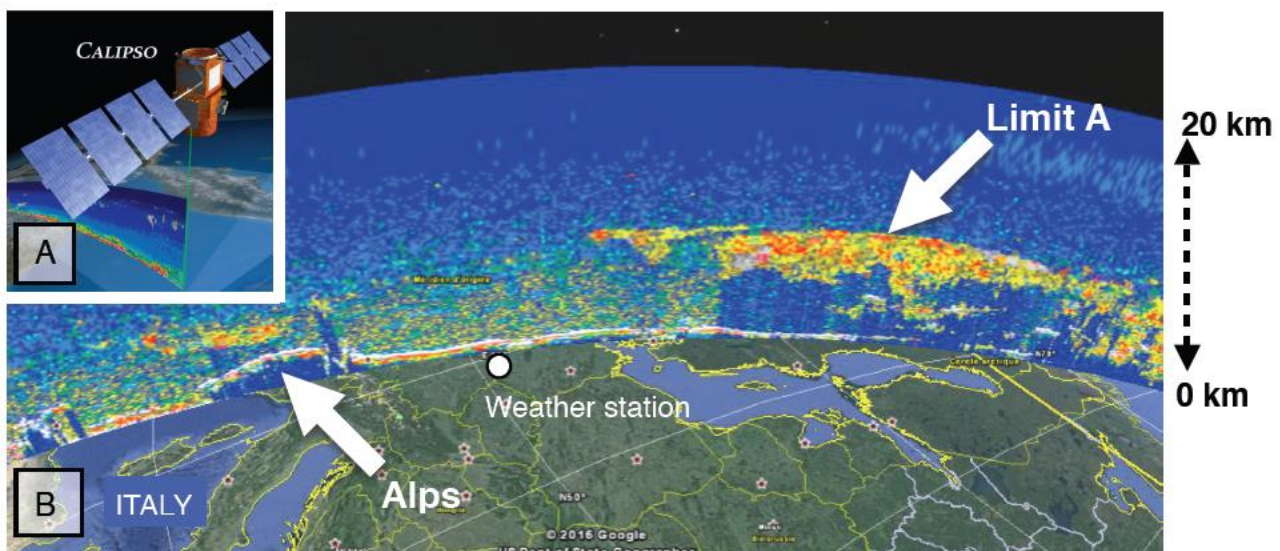


Abbildung 3: (A) Kartenausschnitt zur Erklärung der genutzten bildgebenden Methode (LIDAR – Light Detection and Ranging). Während seines Überflugs über das Untersuchungsgebiet, emittierte der Satellit CALIPSO einen Laserstrahl, dessen Dispersionsprofil aufgenommen und analysiert wurde, um die Zusammensetzung der atmosphärischen Partikel zu bestimmen. Das Bild ist daher ein Querprofil der Atmosphäre. (B) Das während des Überflugs des Satelliten über Westeuropa am 25.1.17 entstandene Bild. Die gelben und roten Farben visualisieren die $\text{PM}_{2,5}$ Partikel. Die graue Spur nahe der Oberfläche sind Wolken.

Altitude (m)	376	748	998	1,249	1,408	4,013	6,001	10,007	12,008	14,004
Temperature (°C)	-4.7	-8.3	-10.1	2.1	3.3	-11.0	-25.3	-58.2	-69.2	-65.2

Tabelle 2: Ergebnisse der Temperaturmessungen einer atmosphärischen Säule. Der Wetterballon stieg von einer deutschen Wetterstation aus auf (siehe weißer Punkt in Abbildung 3B).

Frage 5: Zeichne auf dem Antwortblatt die Kurve der Lufttemperatur als Funktion der Höhe ein.

Frage 6: Benenne den Namen der Grenze A in Abbildung 3B (nur eine korrekte Antwort möglich)

- 1 – Stratopause
- 2 – Tropopause
- 3 – Mesopause
- 4 – Die untere Grenze der Exosphäre

Frage 7: Bezieht sich auf Frage 5. Auf welcher Höhe befindet sich die Schicht der Feinpartikel über der deutschen Wetterstation? (Nur eine korrekte Antwort)

- 1 – ungefähr 500m
- 2 – ungefähr 1000m
- 3 – ungefähr 2000m
- 4 – ungefähr 12000m

Frage 8: Welche Bedingungen sind nötig, um eine Wolke aus Feinpartikeln in niedriger Höhe zu erhalten?

- 1 – Eine Zone niedrigen Drucks
- 2 – Eine Zone hohen Drucks
- 3 – Emission von Feinstaub durch natürliche oder anthropogene (durch Menschen verursacht) Quellen
- 4 – Eine Kaltluftschicht am Boden, die durch eine Temperaturinversion blockiert wird
- 5 – Eine Warmluftschicht am Boden, die durch eine Temperaturinversion blockiert wird