

# Untersuchung der Ursachen für hohe Luftschadstoffbelastungen in der Stadt Augsburg

*M. Höß<sup>1</sup>, R. Friedl<sup>1</sup>, K. Schäfer<sup>1</sup>, S. Emeis<sup>1</sup>, C. Münkeß,  
S. Schrader<sup>1</sup>, M. Hoffmann<sup>1</sup>, C. Jahn<sup>1</sup>, J. Jacobeit<sup>3</sup>, J. Cyrus<sup>3</sup>*

*1) Forschungszentrum Karlsruhe, Institute for Meteorology and Climate Research,  
Atmospheric Environmental Research Division, 82467 Garmisch-Partenkirchen, Germany*

*2) Vaisala GmbH, 22525 Hamburg, Germany*

*3) University of Augsburg, Environment Science Center, 86159 Augsburg, Germany*

# Gliederung

- Einführung
  - Überblick über die Messvorgänge
  - Gebietsübersicht
- Methodik
  - Analyse der Tagesverläufe der Mischungsschichthöhe
  - Tagesgänge der Luftschadstoffkonzentrationen
  - Tagesgänge der Größenklassen der Partikel
  - Korrelationen von Partikelgrößenklassen
- Diskussion und Ausblick

# Einführung

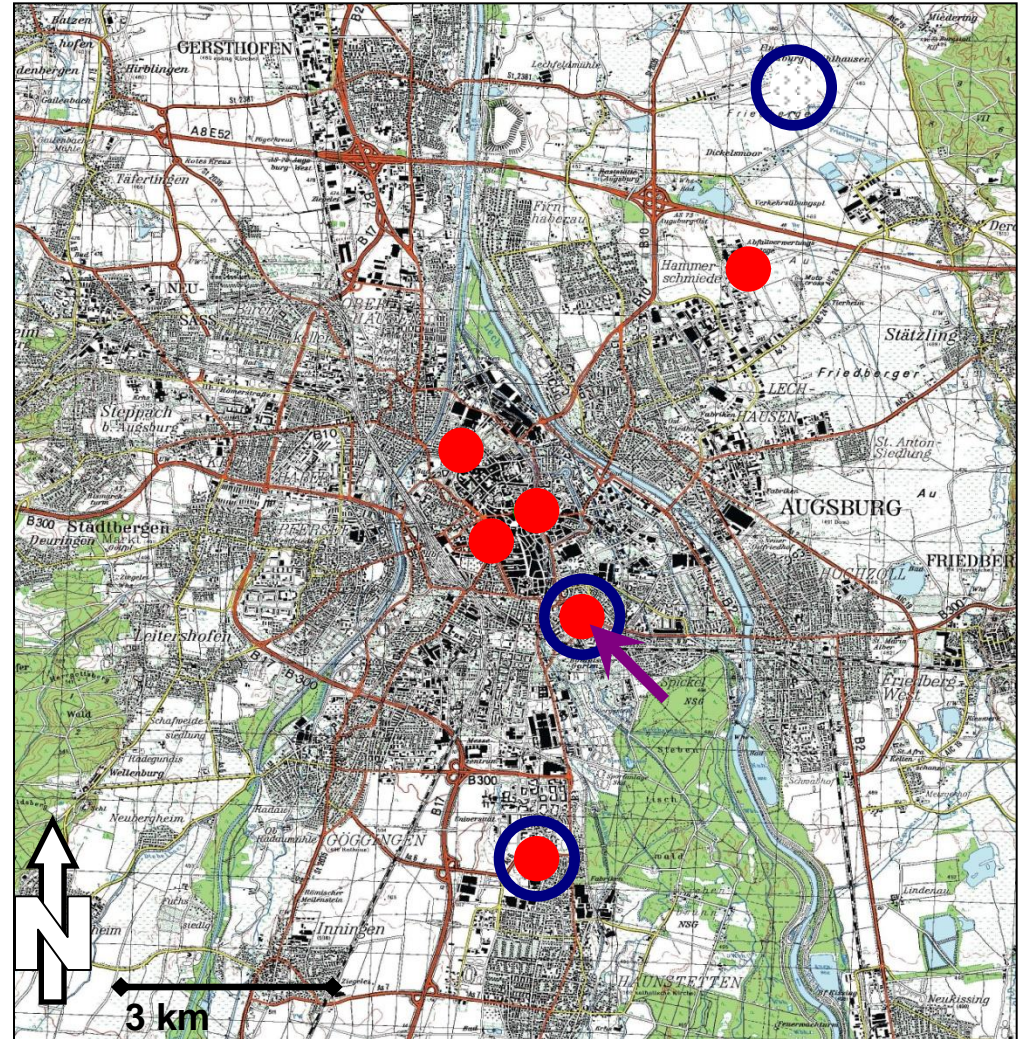
- Gemessene Größen:
  - Meteorologische Parameter
    - Windgeschwindigkeit / -richtung
    - Temperatur
    - Relative Feuchte
  - Luftschadstoffe
    - NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>
    - Feinstaub
  - Mischungsschichthöhe
    - aus CL31-Daten
    - aus der Oberschleißheimer Radiosonde
  
- Messperiode: Februar 2007, Februar 2008
- Messgebiet: Stadtgebiet Augsburg

# Einführung - Messgebiet

● Messstationen für Spurengase und Partikel

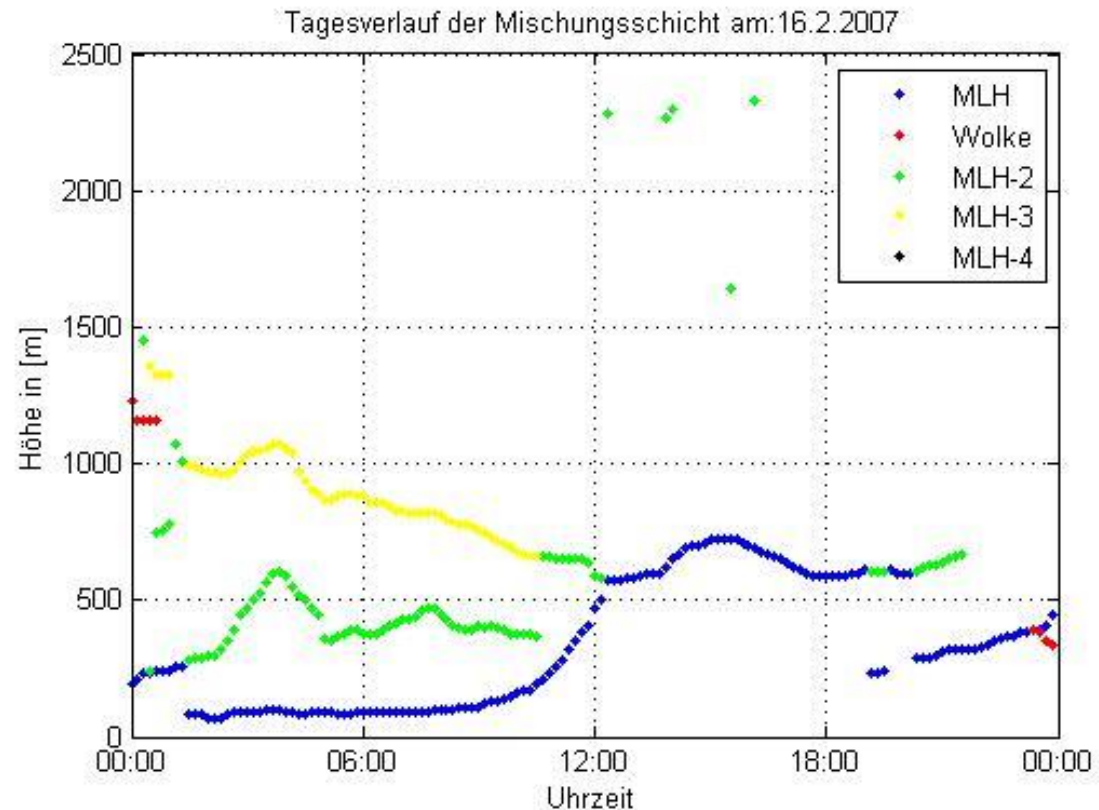
○ Meteorologische Messstationen

↖ Ceilometer CL31



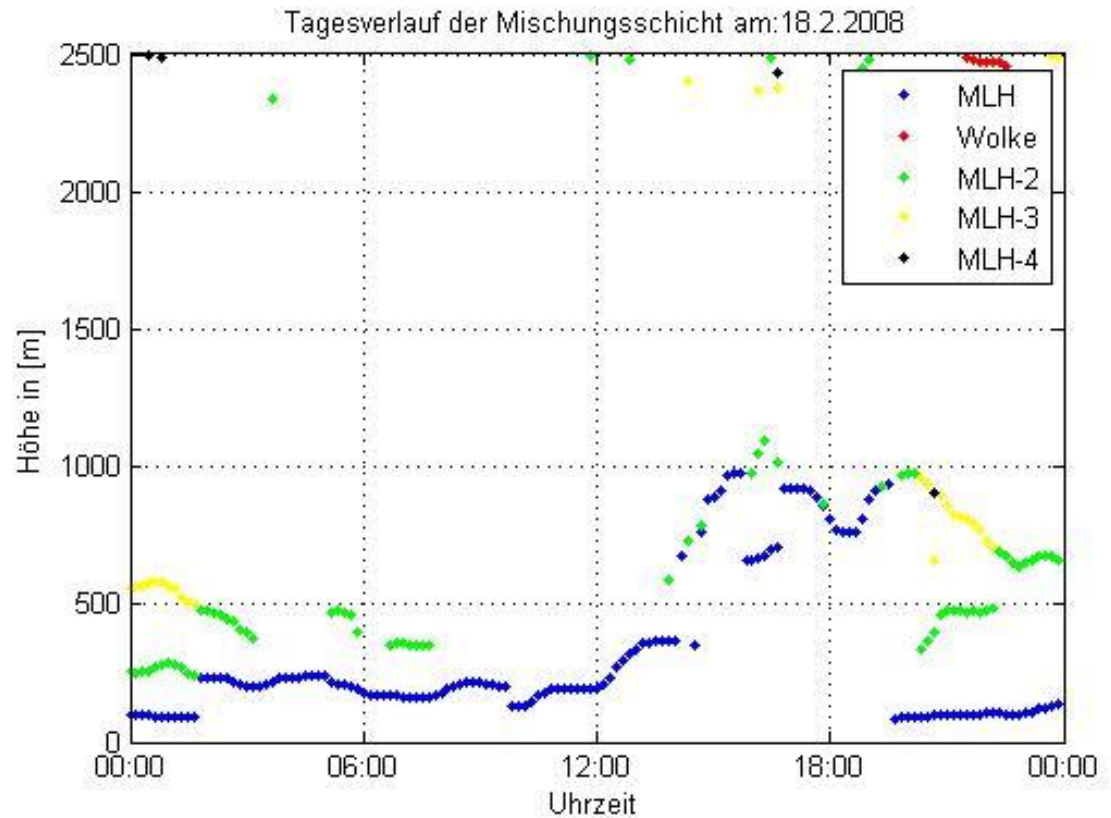
# Analyse der Mischungsschichthöhe

- Nachts: ausgeprägte Bodenschicht
- Vormittags: Anstieg der MLH durch Einstrahlung
- Mittags: Anstoßen an alte Residual-Schicht und ca. 14:00 aufbrechen
- Nachmittags: Warmluftadvektion begrenzt durch Inversion die MLH
- Abends: Mischungsschicht zerfällt, aber keine neue Bodenschicht, weil mechanische Durchmischung

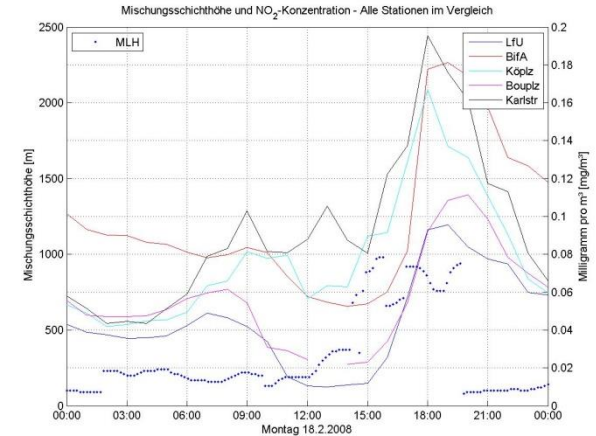
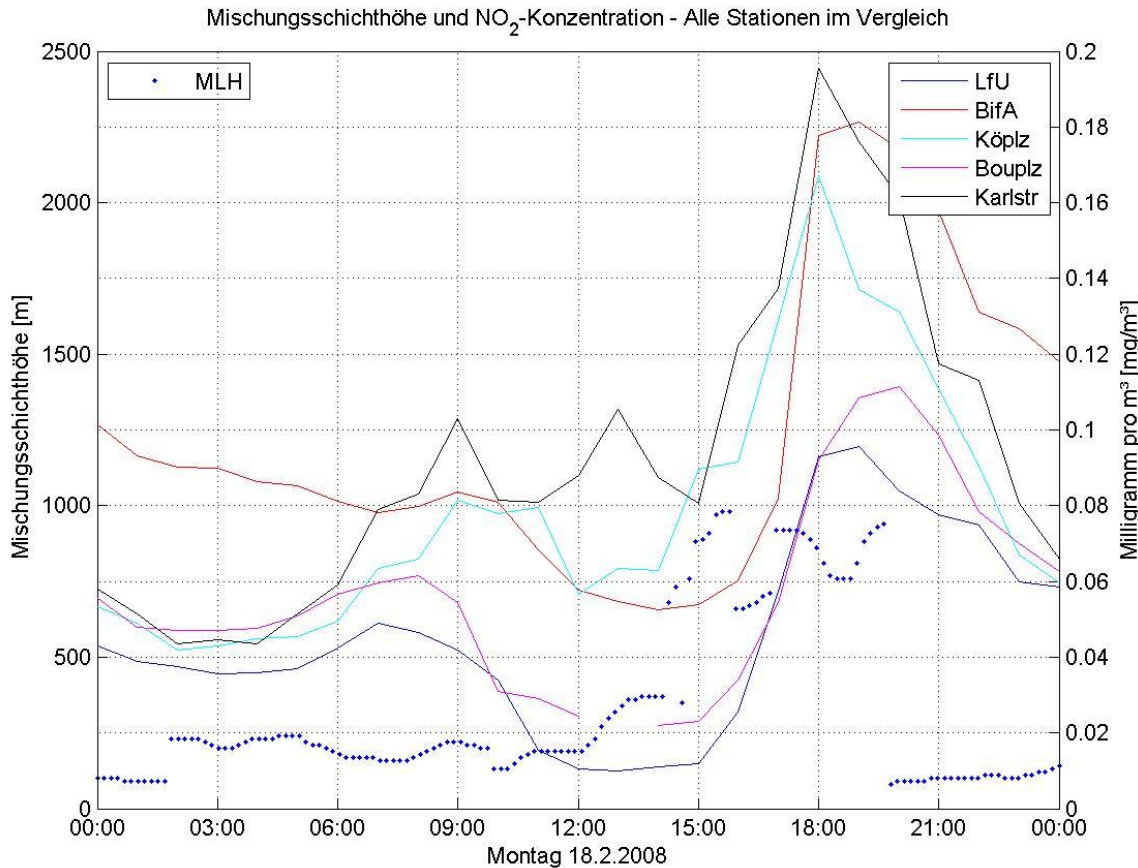


# MLH an klassischem winterlichen Strahlungstag

- Klassischer Strahlungstag
  - T<sub>max</sub>: 8,8°C
  - T<sub>min</sub>: -6,3°C
  - ganztägige Sonneneinstrahlung
  - kein großskaliger Druckgradient
- 1. TH: leichter Wind  
→ MLH konstant.
- 2. TH: kein Wind:  
→ MLH steigt an und zerfällt nach Sonnenuntergang



# Verhalten der Stickoxide an einem Strahlungstag



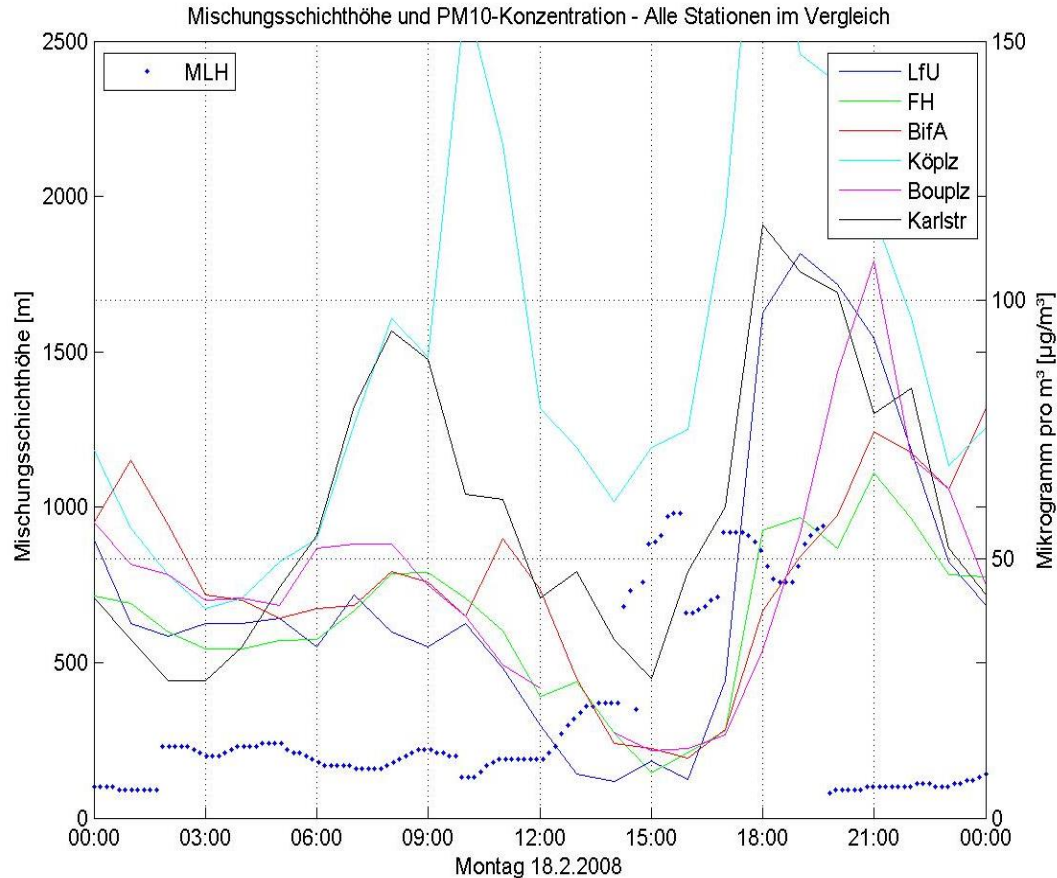
■ Morgens: viel Verkehr, aber schwacher Wind → mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration

■ Tagesverlauf: viel O<sub>3</sub> → NO<sub>2</sub>-Konzentration sinkt, obwohl MLH noch nicht steigt

■ Starker Anstieg durch Verkehr und oxidiertes NO

verkehrsnahe  
→ Konzentrationszunahme

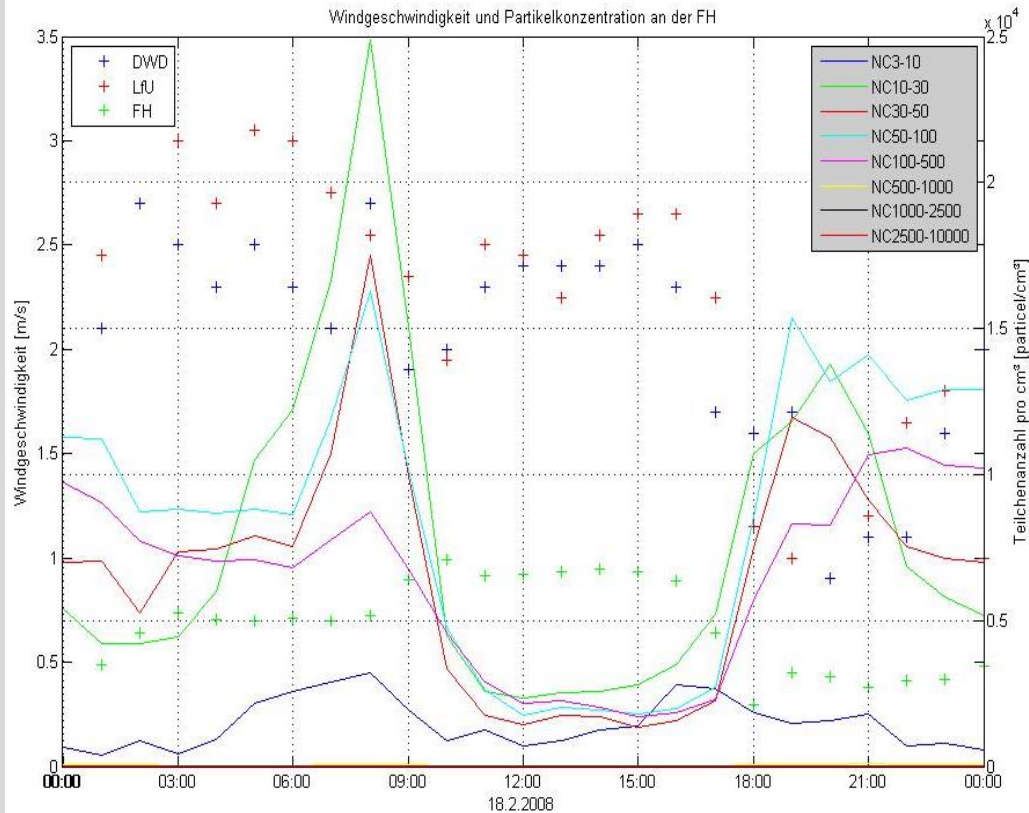
# PM<sub>10</sub> an einem Strahlungstag



- Tagesgang mit 2 Maxima
- Anstieg der MLH passt gut mit dem Rückgang der Partikelkonzentration überein
- Stationen in der Innenstadt haben bis zu 3x höhere Konzentrationen
- LfU bis Mittag sehr niedrig, wegen Südwind
- LfU abends gleich hoch wie Stadtstation

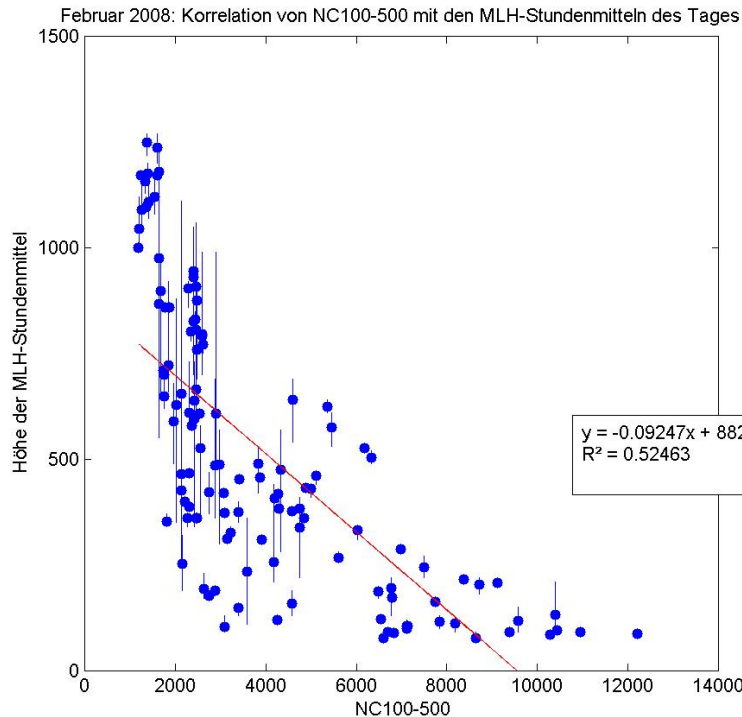


# Partikelgrößenverteilung und Windgeschwindigkeit



- Belastungsspitzen am Morgen und am Abend
- 3-10 nm: relativ konstant im Hintergrund, gering ausgeprägte Maxima, etwas früher als die größeren Partikel
- 10-100 nm: sehr starke Tagesgänge
- 100-500 nm: geringerer Tagesgang, Maxima etwas später als die kleineren Teilchen
- >500 nm: Tagesgänge vorhanden, mit zunehmender Korngröße immer weniger ausgeprägt

# Korrelation NC100-500 mit MLH-Stundenmitteln

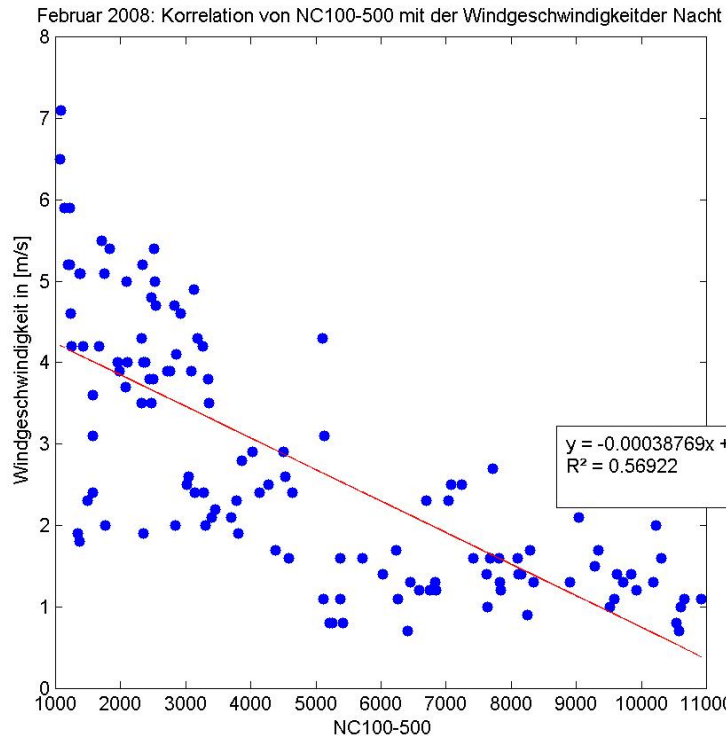


- Gleichung:  

$$y = -0,09247x + 882,9616$$

$$R^2 = 0,52463$$
- deutlicher Abfall der NC100-500 bei abgehobener Mischungsschichthöhe am Tag
- Größere wie auch kleinere Partikel korrelieren jeweils schlechter mit der MLH
- Dieser Effekt ist in der Nacht besonders ausgeprägt, am Tag spielt die Größe eine eher untergeordnete Rolle

# Korrelation NC100-500 mit Windgeschwindigkeit



- Gleichung:  
$$y = -0,00038769x + 4,6258$$
  
$$R^2 = 0,56922$$
- in der Nacht ist die beste Korrelation der Stundenwerte der Windgeschwindigkeit mit den NC100-500 zu erkennen
- Größere wie auch kleinere Partikel korrelieren schlechter mit der Windgeschwindigkeit
- die kleinsten Partikel reagieren hingegen gar nicht auf die Windgeschwindigkeit

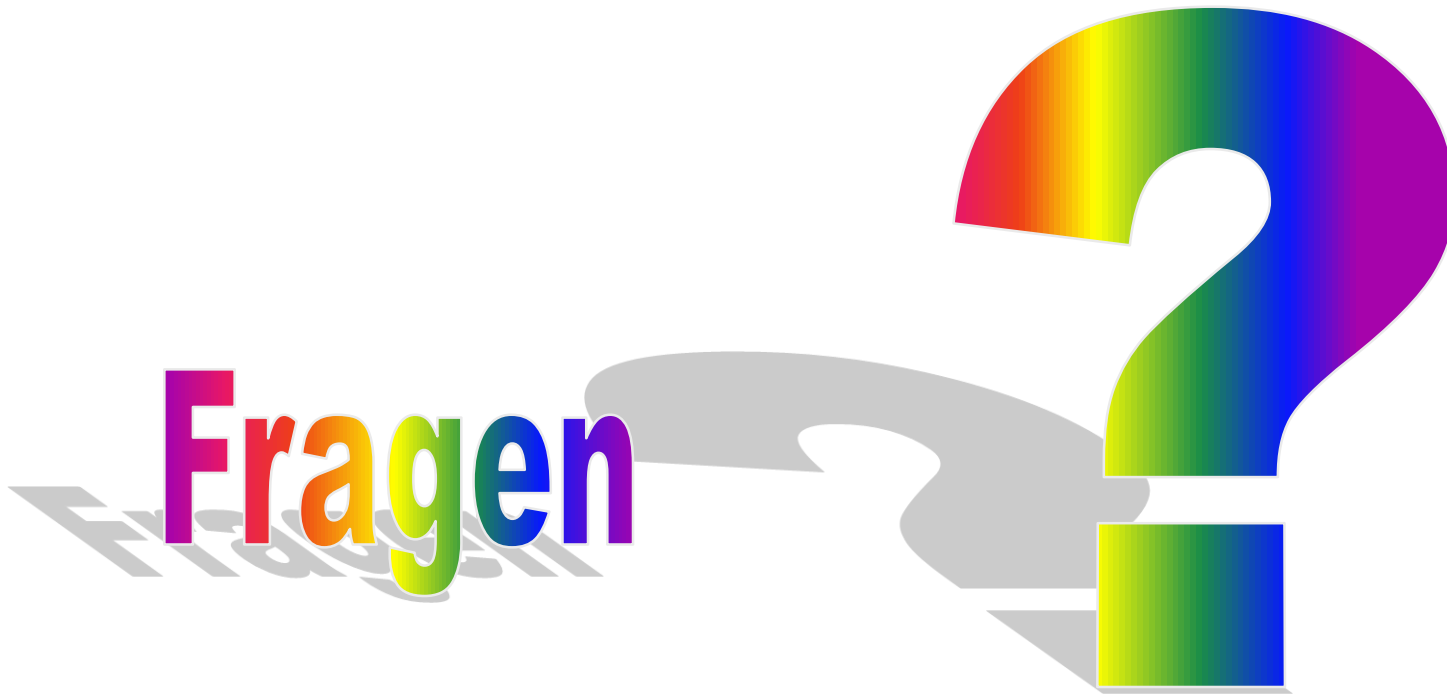
# Zusammenfassung

- Die Mischungsschichthöhe:
  - Wird durch großskalige synoptische Ereignisse, aber auch durch lokale Faktoren wie Sonneneinstrahlung am Boden, Windgeschwindigkeit und Orographie beeinflusst
  - Eignet sich gut, um Interaktionen mit Partikeln verschiedener Größenklassen zu beschreiben, weniger geeignet für die Spurengase  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$
- Stickoxide und Ozon:
  - Die Konzentrationsmaxima sind hauptsächlich vom Sonnenstand abhängig
  - Stickoxid-Konzentrationen decken sich nur teilweise mit der tageszeitlichen Entwicklung der MLH, Ozon-Konzentration ist nahezu unabhängig von der MLH - ist ein sekundärer Luftschadstoff

# Zusammenfassung

- Partikel:
  - Der Tagesgang der Feinstaubkonzentration ist direkt mit der MLH gekoppelt
  - Die einzelnen Partikelgrößen reagieren sehr unterschiedlich auf die Entwicklung der Mischungsschicht und auf die Windgeschwindigkeit
  - Signifikante Korrelation der NC100-500 mit der MLH am Tag; größere wie auch kleinere Partikel korrelieren jeweils schlechter mit der MLH
  - Kleinere Partikel werden emittiert und **akkumulieren** sehr zeitnah zu **größeren** → es werden mehr kleine Teilchen emittiert **als in der Luft** gemessen werden können
  - **Die Anzahl größerer** Partikel, besonders NC500-1000, wird von der Feuchte (**Partikelwachstum**) und der Bildung sekundärer Partikel beeinflusst

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit.



# Stickoxidreaktion - Zusatzfolie

