

Kurzfassung

Bei der Bewertung der Luftqualität in städtischen Ballungsgebieten sind die Emissionen des Straßenverkehrs nach wie vor ein zentraler Faktor. Grenzwerte für die Partikelmasse (PM₁₀) wurden europaweit eingeführt und es wurden Maßnahmen zur Einhaltung dieser Grenzwerte (Umweltzonen) ergriffen. Der seit 2010 für NO₂ gültige Grenzwert wird zurzeit an vielen Messstellen deutlich überschritten. Ab 2015 werden in diesem Zusammenhang verschärfte Sanktionen eingeführt und wirksame Maßnahmen zur Emissionsreduktion werden zwingend notwendig. Mobile Messungen sind hier ein in besonderer Weise geeignetes Instrumentarium zur Bewertung der Auswirkungen von entsprechenden Reduktionsmaßnahmen.

Mit dem MOBILAB wurde eine Plattform zur Durchführung von mobilen Messungen entwickelt. Das Grundkonzept wurde bereits in einer vorangegangenen Arbeit von *Urban* [2010] ausgearbeitet. Im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit wurde die Instrumenten-Ausstattung erheblich erweitert. Die Partikelmessetechnik umfasst nunmehr neben einem PM₁₀-Filterprobensammler zur diskontinuierlichen Analyse im Labor einen zeitlich hochauflösenden Partikelzähler sowie ein **Electrical Low Pressure Impactor (ELPI)** zur größen aufgelösten Partikelmessung von 7 nm bis 10 µm. Die Gasphasenmesstechnik umfasst Geräte zur zeitlich hochauflösenden Messung von NO, NO₂, Ozon, CO, CO₂, CH₄ sowie ein Sammelsystem zur diskontinuierlichen Sammlung von Behälterproben für die spezifische VOC-Analyse im Labor. Die Zuverlässigkeit und die maximale Dauer der täglichen Messungen konnten deutlich gesteigert werden.

Das MOBILAB wurde zur Vermessung eines weiten Konzentrationsbereichs eingesetzt, der sich von gering belasteten Hintergrund-Gebieten bis hin zu den städtischen „Hotspots“ erstreckte.

Im Rahmen der Pegasos-Messkampagne in den Niederlanden wurden im Mai 2012 ausführliche Messungen in den ländlichen Hintergrund-Gebieten in der Region um Rotterdam durchgeführt. Das MOBILAB diente dabei als mobile Bodenstation. Es konnte gezeigt werden, dass sich die an Bord des Zeppelins gemessenen Höhenprofile mit den MOBILAB-Messungen am Boden verknüpfen lassen, um so die verschiedenen Schichten der Atmosphäre während des Aufbrechens der morgendlichen Inversionsschicht zu untersuchen. Gleichzeitig dienten die MOBILAB-Messungen in den Niederlanden zur Evaluierung der im Rahmen der Pegasos-Kampagne erstellten EURAD-Modellvorhersagen. Hier konnte gezeigt werden, dass die Modell-Resultate z.B. für CO gut mit den real gefundenen Konzentrationen übereinstimmen. Bei den Stickoxiden zeigte das EURAD-Modell dagegen eine deutliche Unterschätzung (bis zu einem Faktor fünf). Weiterhin wurde in den Niederlanden auch die Partikelgrößenverteilung in den ländlichen Gebieten untersucht und mit Messungen aus städtischen Gebieten verglichen. So konnte demonstriert werden, dass die Emissionen aus Diesel-Motoren die Hauptemissionsquelle für Partikel in städtischen Gebieten darstellen. In den ländlichen Gebieten war dies nicht der Fall.

Bei Messungen in städtischen Straßentunneln in Düsseldorf und Bonn wurde das Emissionsprofil des aktuellen Verkehrs unter realen Bedingungen untersucht. So konnte gezeigt werden, dass die VOC-Emissionen aus dem Straßenverkehr nahezu ausschließlich auf die Emissionen von benzinbetriebenen PKW zurückgeführt werden können. Bei den Stickoxiden konnten dagegen die Diesel-PKW als Hauptverursacher der Emissionen identifiziert werden. Außerdem konnte anhand von Box-Modellrechnungen gezeigt werden, dass die Erhöhung des Anteils oxigener Substanzen an

den VOC-Emissionen eine Verringerung der Ozonbildung und damit eine Verringerung des luftchemischen Spurenstoffabbaus mit sich bringt.

Als weitere Möglichkeit zur Emissionsreduktion wurde das Reduktionspotential von alternativen Kraftstoffen anhand von Messungen auf einem Rollenprüfstand untersucht. Bei Versuchen mit optimierten Motoren konnte im Motorenlabor von *Simon et al.* [2013] nachgewiesen werden, dass bei Verwendung von Wasser-in-Diesel-Emulsionen bzw. -Mikroemulsionen eine signifikante Reduktion der Stickoxid- und Partikelemissionen erreicht werden kann. Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, inwieweit sich diese Einsparpotentiale bei einem serienmäßigen PKW unter realitätsnahen Versuchsbedingungen auf einem Rollenprüfstand realisieren lassen. In Bezug auf die Stickoxide konnte kein signifikantes Einsparpotential nachgewiesen werden. Bei den Partikelemissionen wurde dagegen eine deutliche Reduktion der Partikelmasse gefunden. Gleichzeitig änderte sich auch die Partikelzusammensetzung. Die Emissionen von elementarem Ruß wurden um eine Größenordnung gegenüber Diesel reduziert, so dass hier Vorteile bei der Regeneration von Diesel-Partikelfiltern erwartet werden können. Zur Reduktion der Emissionen der nahezu unveränderten OC-Phase empfiehlt sich dagegen der Einsatz eines zusätzlichen Oxidationskatalysators.

Im Zuge der Abgas-Emissionsuntersuchungen wurde auch der Einfluss von modernen Diesel-PKW mit Partikelfilter auf die Partikelkonzentration in der Umgebung erforscht. Diese Untersuchungen wurden in einer Halle mit ähnlichen Konzentrationsbedingungen, wie sie auch in den Innenstadtbereichen von städtischen Ballungsgebieten angetroffen werden, durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass auch moderne Diesel-PKW mit DPF organische Substanzen emittieren, die zu einem Anwachsen der Partikelmasse in der Umgebung führen.

So zeigt sich exemplarisch, dass es auch in Zukunft wichtig ist, die Folgen von Änderungen an den Abgasnachbehandlungssystemen und Motorkonzepten aus dem Blickwinkel der Luftchemie zu untersuchen. Ein aktueller Aspekt wäre z.B. die Untersuchung des Anstiegs der Emissionen von Ammoniak und Isocyanensäure als Nebeneffekte der Einführung von Systemen zur Reduktion der Stickoxid-Emissionen von neuen Diesel-Fahrzeugen.