

Größenverteilung polyzyklisch aromatischer Kohlenwasserstoffe an atmosphärischen Partikeln

Katrin Burkart, Humboldt-Universität zu Berlin, Math.-Nat.II, Geographisches Institut, Klimatologie

Kurzfassung

Der epidemiologisch gut belegte Zusammenhang zwischen Luftbelastung und verschiedenen gesundheitlichen Folgeerscheinungen, unter anderem eine Häufung von Krebserkrankungen, erfordert die Regulation von Emissionen und Immissionen. Mit der 1996 in Kraft getretenen EU-Rahmenrichtlinie 96/62/EG über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität und den entsprechenden Tochterrichtlinien, wurden bereits erste Grenzwerte für Feinstaub, Schwefeldioxid, Blei, Kohlenmonoxid, Benzol und Ozon festgelegt. Für das Jahr 2012 ist weiterhin ein verbindlicher Höchstwert für den stark krebserregenden polyzyklisch aromatischen Kohlenwasserstoff Benzo(a)pyren vorgesehen. Zur sinnvollen Festlegung von Grenzwerten ist eine genaue Kenntnis der Zusammensetzung von Luftbelastungen und insbesondere ein genaues Wissen über die gesundheitsrelevanten Schadstoffe erforderlich. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht der Zusammenhang zwischen Luftbelastung und Krebserkrankung. Sowohl anhand epidemiologischer Studien, als auch durch Tierversuche konnte die Belastung mit luftgetragenen Partikeln als starker Verursacher der Krebsentstehung identifiziert werden. Bereits das mechanische Einwirken von Partikeln kann dabei zur Kanzerogenese führen. Verstärkt wird der Prozess durch krebserregende Inhaltsstoffe des Aerosols. Den polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffen (PAH) kommt aufgrund ihrer starken kanzerogenen Wirkung eine wesentliche Rolle bei. Für die inhalative Aufnahme der PAH ist deren Bindung an Partikel erforderlich. Eindringtiefe, Verweildauer und Abscheidegrad des Partikels und somit des Aromaten hängen in entscheidendem Maße von dessen Größe ab, wobei alle drei Parameter mit abnehmendem Radius zunehmen. Dieser Umstand legt die Untersuchung der Verteilung der PAH über verschiedene Größenbereiche des Schwebstaubs nahe. Weiterhin ist aus lufthygienisch-medizinischen Aspekten heraus relevant, in wie fern die Belastung der Partikel variiert bzw. durch welche Parameter sie gesteuert wird. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einfluss atmosphärischer Zustandsgrößen, wie Temperatur, Feuchte und Luftdruck auf die PAH-Konzentration bzw. die Belastung der Partikel mit PAH untersucht. Die Probenahme des Schwebstaubs erfolgte mittels Low-Volume Sammelgeräten mit Impaktoraufsatz am Standort Westend, einem stark verkehrsbelasteten Messpunkt in Berlin Charlottenburg. Insgesamt wurde 80 Filterproben, eines 3-monatigen Messzeitraums im letzten Quartal des Jahres 2005 mittels HPLC-gekoppelter Fluoreszenzdetektion untersucht.

Entgegen der üblichen Vorgehensweise, welche die Bewertung der Kanzerogenität anhand der Leitkomponente BaP vorsieht, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Dosis-Additionsmodell angewandt. Dieses berücksichtigt die Wirkungsstärke einer Komponente sowie deren Konzentration in der Umwelt. Zur Erfassung der von PAH ausgehenden Kanzerogenität verfasste die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) einen Alternativvorschlag zu den üblicherweise analysierten 16 Komponenten die auf einer Empfehlung der Environmental Protection Agency (EPA) der USA beruhen. Dieser Alternativvorschlag enthält 17 Komponenten, die sich in stärkerem Maße als kanzerogen erwiesen haben und weiterhin in höheren Konzentrationen in der Umwelt vorkommen. Entgegen der standardmäßig bestimmten PAH, ist die Analytik der 17 Verbindungen des DFG-Vorschlags nicht unproblematisch. Besondere Schwierigkeiten verursacht dabei die Trennung der Komponenten sowie die geringen Response einzelner Verbindungen.

Die Untersuchung der Verteilung der PAH über verschiedene Größenbereiche, zeigt eine starke Anreicherung der Verbindungen in der Fraktion der Partikel mit einem Durchmesser zwischen 0,35 bis 1,2 μm . Insgesamt sind über zwei Drittel der PAH-Masse an lungengängige Partikel (< 1,2 μm) gebunden. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass höhermolekulare Verbindungen sich verstärkt an kleinere Partikel anlagern, was sich in sofern als problematisch erweist, als dass die Kanzerogenität der PAH mit zunehmender Molekülgröße tendenziell steigt bzw. sich in der Fraktion der höhermolekularen Komponenten entweder zahlreiche mäßig krebserregende Verbindungen oder wenige stark krebserregende Verbindungen befinden.

Die Anwendung des Dosis-Additionsmodells auf die untersuchten Proben, identifizierte acht PAH, die etwa 90 Prozent der Gesamtkanzerogenität aller analysierten Komponenten repräsentieren. Die Wirkungsanteile der einzelnen Komponenten variiert dabei um 40 bis 50% (relative Standardabweichung), so dass der Bezug auf eine Komponente, die stellvertretend die Konzentrationen der anderen repräsentiert, nicht sinnvoll ist. Ein Grenzwert, der alle acht Verbindungen mit einbezieht wird daher vorgeschlagen.

Weiterhin korrelieren die PAH-Belastung und die Partikelbelastung nur in sehr geringem Maße miteinander. Die beiden Parameter werden durch verschiedene Einflussgrößen bzw. Mechanismen gesteuert. Jedoch konnte der Einfluss verschiedener meteorologischer Parameter auf die PAH-Belastung bzw. die Bindung der PAH an den Partikel dargestellt werden. Hierbei zu nennen ist u.A. eine verringerte Konzentration bei erhöhter Temperatur und Sonnenscheindauer bzw. erhöhte Konzentrationen bei hohen Feuchtwerten.

Die Identifikation von Quellen der PAH-Emission mittels PAH-Profilen und –Verhältnissen ergab verschiedenen Hinweise, die für einen starken Beitrag des Verkehrs sprechen. Die Ergebnisse sind jedoch nicht eindeutig und lassen keinesfalls eine Quantifizierung der Immissionsanteile verschiedener Quellen zu. Hierfür wären verschiedene Messstellen erforderlich ebenso wie die Anwendung multivariater statistischer Methoden.