

# **Forschungsberichtsblatt zur Untersuchung „Feinstaubbelastungen und deren gesundheitliche Wirkungen bei Kindern“ (BWB 21007)**

Autoren: Link, Gabrio, Zöllner, Schwenk, Siegel, Schultz, Scharring, Borm

## **1. Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse**

Zur Charakterisierung der Partikelexposition von Kindern in Baden-Württemberg wurden im Zeitraum zwischen November 2001 und Mai 2002 an stationären Messstellen in Mannheim und im ländlichen Bereich um Aulendorf / Bad Waldsee die Konzentrationen von  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  (Tagesmittelwerte) in der Außenluft gemessen und in den gesammelten Stäuben verschiedene Staubinhaltsstoffe (BaP, Ruß, Schwermetalle u.a.) untersucht. Im gleichen Zeitraum wurden bei insgesamt 126 Kindern in Mannheim, Stuttgart, Kehl und Aulendorf / Bad Waldsee in den Wohnungen, vor den Wohnungen und in den Schulen  $PM_{2,5}$ , Grobstaub und verschiedene Staubinhaltsstoffe als Wochenmittelwerte bestimmt. In Mannheim und Aulendorf / Bad Waldsee wurde in bzw. an den Wohnungen und Schulen zusätzlich die Partikelanzahlkonzentration über einen Zeitraum von 8 Stunden registriert. Zur Erfassung möglicher gesundheitlicher Wirkungen wurde bei den Kindern über einen Elternfragebogen die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und Allergien ermittelt sowie die Lungenfunktion, die Konzentration von endogen gebildetem Stickstoffmonoxid in der Atemluft, das Komplementprodukt C3c im Blut und die Sensibilisierung gegenüber Inhalationsallergenen (SX1-Test auf IgE-Antikörper im Blut) bestimmt.

### **Messungen in der Außenluft:**

Die Tagesmittelwerte der  $PM_{2,5}$ -Konzentration in der Luft variierten im Messzeitraum in Abhängigkeit der meteorologischen Situation zwischen 1 und  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Mittelwert über 5 Monate unterschieden sich die Standorte nur wenig (Mannheim-Neckarstadt/West  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Aulendorf  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Wegen des parallelen Verlaufs der Belastungen über die Zeit an beiden Stationen waren diese Unterschiede trotz der großen Streuung der Einzelwerte signifikant. Einzelne Wochenmittelwerte können aufgrund der Streubreite einen Standort jedoch nicht repräsentativ beschreiben.

Messungen von  $PM_{10}$  und in noch stärkerem Maße von TSP wiesen vor allem in städtischen Regionen deutlich höhere Werte gegenüber  $PM_{2,5}$  auf. Besonders hohe Konzentrationen von TSP ergaben sich dabei in Straßennähe wegen der Aufwirbelung von Straßenstaub. Die Korrelation der Messwerte von  $PM_{10}$  und TSP zwischen verschiedenen Standorten war geringer ausgeprägt als bei  $PM_{2,5}$ .

Die mittleren Anteile der an Partikel gebundenen Schwermetalle wiesen standort- und elementspezifische Unterschiede auf, wobei in der Regel Stäube aus städtischen Regionen höhere Belastungen aufwiesen als Stäube aus ländlichen Regionen. In Verbindung mit den höheren Staubkonzentrationen in städtischen Regionen führte dies insbesondere bei Blei und Nickel in Ballungsgebieten zu deutlich höheren Schwermetallkonzentrationen in der Luft.

Die Außenluftkonzentrationen von Kohlenmonoxid und Stickstoffoxide zeigten im Unterschied zu  $PM_{2,5}$  eine wesentlich stärkere Standortabhängigkeit und wiesen insbesondere in Straßennähe hohe Konzentrationen auf. Aus diesem Grund sind sie als Indikator für die Feinstaubbelastung wenig geeignet.

Feinstaub aus der städtisch-industriell geprägten Region Mannheim zeigte eine höhere Kapazität zur Freisetzung von Hydroxylradikalen in Gegenwart von Wasserstoffperoxid als Feinstaub aus der ländlichen Region um Aulendorf und Bad Waldsee. Analog dazu setzte der Feinstaub aus der städtischen Region bei Inkubation mit Humanblut mehr Interleukin 8 frei. Dagegen führte die Inkubation von Feinstaub aus dem ländlichen Bereich mit Alveolarmakrophagen zu einer stärkeren Induktion der NO-Freisetzung.

Die Partikelanzahlkonzentration war im Stadtgebiet von Mannheim in der Außenluft um ein Mehrfaches höher als im ländlichen Gebiet von Aulendorf/Bad Waldsee; wichtige Einflussgröße ist dabei offensichtlich der Straßenverkehr.

### **Messungen in der Innenraumluft:**

Bei Untersuchungen zur Partikelbelastung in Schulräumen fanden wir im Allgemeinen etwas geringere Gehalte von  $PM_{2,5}$  als in der Außenluft. Im Gegensatz dazu streuten die  $PM_{2,5}$ -Konzentrationen in den Wohnungen der Kinder über einen großen Bereich mit Spitzenbelastungen über  $200 \mu g PM_{2,5}/m^3$  als Wochenmittelwerte. Zwischen dem  $PM_{2,5}$ -Gehalt in der Außen- und Innenraumluft bestand kein enger Zusammenhang.

Grobstaub mit Partikeldurchmessern zwischen  $2,5$  und  $24 \mu m$  überwog in Innenräumen deutlich gegenüber der Außenluft. Als Inhaltsstoffe des Grobstaubs in den Innenräumen waren Epithelien zu finden. Dagegen war der Anteil von schwarzem Grobstaub, der vorwiegend aus Reifenabrieb besteht, im Staub in der Außenluft erhöht und gelangte kaum in das Innere der Räume. In der Außenluft können Pollen saisonal zur Partikelbelastung beitragen.

Durch Kurzzeitmessungen der Partikelzahl mit direktanzeigenden Geräten konnten wir zeigen, dass Aktivitäten wie Tabakrauchen, Kochen, Braten und Backen, die mit thermischen Belastungen verbunden sind, den größten Beitrag zur Anzahl der freigesetzten Partikel leisten. Die Partikelanzahlkonzentration in Innenräumen war dabei weitgehend unabhängig von der Außenluft.

Im Hinblick auf die  $PM_{2,5}$ -Konzentration und auf die Rußbelastung in Innenräumen hat sich der Tabakrauch als wesentliche Einflussgröße erwiesen. So waren Wohnungen mit  $PM_{2,5}$ -Belastungen über  $30 \mu g/m^3$  in der überwiegenden Zahl in Raucherhaushalten zu finden.

### **Gesundheitliche Wirkungen**

Bei den umweltmedizinischen Untersuchungen konnten keine Zusammenhänge zwischen der Partikelexposition und gesundheitlichen Effekten festgestellt werden. Dies war angesichts der geringen Belastungsunterschiede und des im Verhältnis dazu kleinen Untersuchungskollektives nicht verwunderlich. Unabhängig von der Partikelbelastung wurden bei den untersuchten Kindern aus Aulendorf / Bad Waldsee häufiger Asthma und Sensibilisierungen gegen Inhalationsallergene gefunden als bei den Kindern aus den anderen Regionen. Außerdem wiesen die Kinder aus Aulendorf / Bad Waldsee im Schnitt eine höhere NO-Konzentration in der Ausatemluft auf.

## **2. Welche Fortschritte ergeben sich in Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse?**

$PM_{2,5}$  und ultrafeine Partikel wurden in Baden-Württemberg bisher in größeren Untersuchungsreihen nicht ermittelt und werden hier zum ersten Mal vorgestellt. Die Ergebnisse sind vergleichbar mit anderen Untersuchungen in Deutschland. Insgesamt zeigen die Messungen aus Baden-Württemberg, dass regionale Unterschiede bei  $PM_{2,5}$

geringer sind als bei PM<sub>10</sub> oder TSP, dass aber die Zusammensetzung und die Anzahl der ultrafeinen Stäube stärkere standortbezogene Unterschiede aufweist.

Die Charakterisierung der Feinstäube anhand der IL8-Freisetzung bei der Inkubation mit Blut bzw. anhand der NO-Freisetzung bei Inkubation mit Alveolarmakrophagen zeigen gegenläufige Tendenzen, die in dieser Form bisher nicht beschrieben wurden, die aber aufgrund der geringen Anzahl von Messungen noch in weiteren Untersuchungen bestätigt werden müssen. Die hier vorgenommenen in-vitro-Tests stellen eine wichtige Ergänzung zur Erklärung möglicher Feinstaubwirkungen dar.

In Innenräumen sind Feinstaubmessungen in Deutschland bisher in dem hier vorgestellten Umfang nicht durchgeführt worden. Überraschend waren die teilweise sehr hohen PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen in Wohnungen, für die offenbar das Rauchen verantwortlich war. Der Beitrag des Kochens und Backens zur Belastung mit ultrafeinen Stäuben ist auch in anderen Untersuchungen festgestellt worden. Bisher ist allerdings nicht klar, ob Ultrafeinstäube aus den verschiedenen Innenraumquellen unterschiedliche toxikologische Bedeutung besitzen. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

Bei den umweltmedizinischen Untersuchungen erwies sich die Messung von NO in der Ausatemluft als interessanter Parameter, der im Gegensatz zur Lungenfunktion deutlichere Zusammenhänge mit allergischen Reaktionen aufwies. Die NO-Messung könnte daher in epidemiologischen Untersuchungen von Allergien als sinnvoller Parameter eingesetzt werden.

### **3. Welche Empfehlung ergibt sich aus dem Forschungsergebnis für die Praxis?**

Untersuchungen chronischer gesundheitlichen Wirkungen von Feinstäuben, gemessen als PM<sub>2,5</sub>, erscheinen in Baden-Württemberg wenig Erfolg versprechend. Untersuchungen von Kurzeffekten durch kurzfristig erhöhte Feinstaubbelastungen, wie sie beispielsweise bei Inversionswetterlagen regelmäßig auftreten, könnten hier eher Aussicht auf Erfolg haben. Sofern im Rahmen von Untersuchungen auf EU-Ebene oder in Zusammenarbeit mit außereuropäischen Ländern stärkere Belastungsunterschiede im Hinblick auf die Feinstaubkonzentrationen gefunden werden, könnten sich jedoch Möglichkeiten für vergleichende Untersuchungen im Hinblick auf gesundheitliche Wirkungen eröffnen.

Möglicherweise bietet die Untersuchung der Außenluft auf Endotoxine und andere pyrogen wirksame Bestandteile einen Ansatzpunkt zur Erklärung der höheren Prävalenz allergischer Erkrankungen in ländlichen Gebieten, die wir bei Untersuchungen im Rahmen des Projekts "Beobachtungsgesundheitsämter" in den letzten Jahren immer wieder gefunden haben. Auch bei der hier vorliegenden Studie hatten Kinder aus der Region Aulendorf/Bad Waldsee eine höhere Rate bei allergischen Erkrankungen und bei der Sensibilisierung gegenüber Inhalationsallergenen und wiesen im Durchschnitt höhere NO-Konzentrationen in der Ausatemluft auf als Kinder aus den anderen Untersuchungsregionen.

Weiteren Untersuchungsbedarf sehen wir auch im Hinblick auf die Ultrafeinstäube. Hier scheinen in der Außenluft die Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Regionen deutlich stärker ausgeprägt zu sein als bei PM<sub>2,5</sub>. Dies könnte möglicherweise aus gesundheitlicher Sicht von Bedeutung sein. Ebenso liegen noch unzureichende Kenntnisse im Hinblick auf die gesundheitliche Relevanz der Innenraumbelastungen mit Ultrafeinstäuben vor. Dabei stellt sich insbesondere die Frage, inwiefern die Herkunft bzw. die chemische Zusammensetzung der Staubpartikel (z.B. Wasser kochen / Tabakrauch) für die gesundheitliche Wirkung von Bedeutung ist.

Als Hauptursache erhöhter PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen in Wohnungen hat sich der Tabakrauch erwiesen. Die Förderung von Maßnahmen zur Reduktion der Passivrauchbelastung der Kinder bleibt damit eine wichtige Präventionsmaßnahme und sollte insbesondere für den öffentlichen Gesundheitsdienst einen hohen Stellenwert besitzen.