

	<p>Global Atmosphere Watch</p> <h2 style="margin: 0;">GAW Brief</h2> <h3 style="margin: 0;">des Deutschen Wetterdienstes</h3> <p style="margin: 0;">Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg</p>	
www.wmo.ch/web/arep/gaw/gaw_home.html	http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm	
<p>Allgemein Klima Strahlung Treibhausgase Spurengase Aerosol Niederschlag Analysen Trends Ursachen</p>		

Zunahme des Feinstaubes in der Luft

Uwe Kaminski, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Der Gesamtschwebstaubgehalt der Luft ging in den letzten Jahren auf Grund von Emissionsminderungsmaßnahmen (Filtertechnik) in deutschen Ballungszentren auf Jahresmittelwerte von 40 bis 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zurück. An ländlichen Stationen liegt der Wert sogar nur noch bei etwa 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Während Grobstäube (Partikeldurchmesser größer 10 μm) relativ leicht abgeschieden werden können, stellt die Emissionsminderung von Feinstäuben immer noch ein Problem dar. Feinstaub ist ein komplexes Partikelgemisch (Schwermetalle, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Ruß, Dioxine, Furane, PAKs). Diese Partikeln können entweder direkt durch Verbrennungsvorgänge, industrielle Produktionsprozesse, mechanischen Abrieb von Reifen, Bremsen sowie Straßenbelag entstehen (Primärpartikeln) oder indirekt aus gasförmigen Vorläufern gebildet werden (Sekundärpartikeln). Die Feinstaubfraktion umfasst die Gesamtmasse aller Staubpartikeln in der Atmosphäre mit Durchmessern kleiner 10 μm – abgekürzt PM_{10} . Ebenfalls gebräuchlich ist eine Angabe als $\text{PM}_{2.5}$ Wert, da die Korrelation zwischen möglichen Gesundheitseffekten und der Masse aller Partikeln mit Durchmessern kleiner 2.5 μm

deutlich höher ist. Nach neuen EU-Richtlinien, die 2005 in Kraft treten, darf der Jahresmittelwert des Feinstaubgehaltes der Luft 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Die gleiche EU-Richtlinie schreibt auch vor, dass nur 35-mal pro Jahr ein höherer Tageswert als 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Feinstaub erreicht werden darf. An vielen stark verkehrsbelasteten Orten ist aber mit deutlich mehr als 35 Überschreitungen zu rechnen.

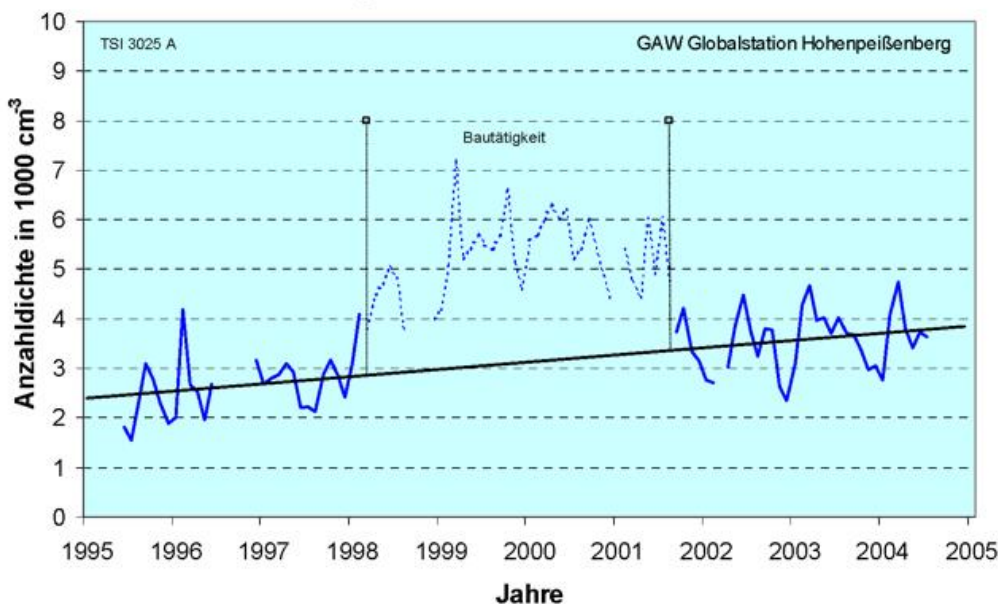


Abb. 1: Anzahl von 0.004 – 3 μm Partikeln am Hohenpeißenberg mit Trendgerade.

Feinstaub hat auch Auswirkungen auf das Klima. Partikeln in der Atmosphäre streuen und absorbieren solare und terrestrische Strahlung oder beeinflussen die Wolkenbildung, da feinste Staubpartikeln als Kondensationskerne für Wolkentropfen dienen. Eine Erhöhung des Feinstaubanteils kann zu einer Verringerung der Größe der Wolkentropfen führen (größere Konkurrenz um den vorhandenen Wasseranteil) und die Lebensdauer der Wolkentropfen erhöhen, da die Wolkentropfen erst viel später die zum Ausfallen nötige Größe erreichen (indirekter Aerosoleffekt). Abb.1 zeigt die Zeitrei-

he der Anzahl von ultrafeinen Partikeln mit Durchmessern von etwa 0.004 bis 3 μm seit 1995 an der GAW Globalstation Hohenpeißenberg. Die Trendabschätzung ergibt einen Anstieg von etwa 50 % in den letzten 10 Jahren. Während die Teilchen oberhalb von 0.1 μm hauptsächlich zur Partikelmasse beitragen, spielen bei der Anzahl Partikeln mit Durchmessern kleiner 0.1 μm die dominierende Rolle. Der gestrichelte Zeitraum in Abb.1 von Mitte 1998 bis Mitte 2001 gibt ein anschauliches Beispiel für die Quelle von Primärpartikeln: Während der Bauphase des GAW-Neubaus traten an der Station erhöhte Emissionen durch Baumaschinen, Diesel-Lkw etc. auf. Aus diesem Grund zeigen die Anzahlen von ultrafeinen Partikeln einen im Mittel um den Faktor 2 höheren Wert und wurden deshalb für die Trendabschätzung ausgeblendet. Modellstudien für städtische Hintergrundstationen ergaben, dass etwa 30 % des Feinstaubes dem Verkehr, 20 % der Industrie und etwa 40 % aus gasförmigen Vorläufer-substanzen stammen. Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass der Anteil der verkehrsbedingten Staubemissionen kontinuierlich ansteigt. Gründe hierfür sind: Zunahme des Kfz-Bestandes, Zunahme der gefahrenen Kilometer sowie eine Verschiebung innerhalb

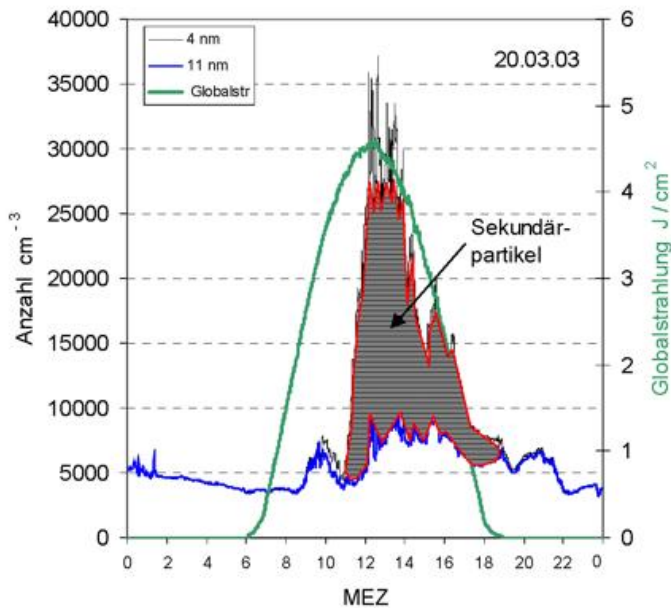


Abb.2: Tagesgang der Partikeln größer 4 und 11 nm und der Globalstrahlung am Hohenpeißenberg.

des Pkw-Bestandes von Benzin- zu Dieselmotoren. Dieselmotoren besitzen einerseits einen höheren Wirkungsgrad, andererseits emittieren sie ohne Partikelfilter aber etwa 1000-mal mehr Feinstäube als Benzinmotoren. Auch führen neuste Entwicklungen an Verbrennungsmotoren zur Verschiebung der Partikelemissionen hin zu feineren Partikeln.

Damit die neuen Grenzwerte für Feinstaub eingehalten werden können, müssen die PM_{10} Emissionen drastisch reduziert werden. Ein Schritt in die richtige Richtung wäre die Um- bzw. Ausrüstung der Dieselflotte (insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen) mit Partikelfiltern sowie die Reduktion der Vorläufergase. Gerade Dieselruß-Partikeln stehen unter dem Verdacht krebserzeugend zu sein. Selbst wenn es gelingen sollte die Emissionen von Primärpartikeln zu senken, stellen die Sekundärpartikeln immer noch ein großes Potential dar. Die Abb. 2 gibt ein Beispiel für die Bildung von Sekundärpartikeln bei schönem Wetter: Dargestellt ist sowohl der Tagesgang für ultrafeine Partikeln größer 0.004 μm (schwarz) als auch der für Partikeln größer 0.011 μm (blau). Während die größeren Partikeln nur geringere Variationen zeigen, beobachtet man bei den kleinsten Partikeln (rote Fläche) einen markanten Anstieg, der anscheinend durch die Sonnenstrahlung (grüne Kurve) getriggert wird und der nur entstehen kann, wenn laufend aus der Gasphase Partikeln neu gebildet werden können. Die Lebensdauer dieser kleinsten Partikeln liegt nämlich nur im Bereich von Minuten bis Stunden. Genauere Bedingungen für die Bildung, insbesondere die Frage, welche Spurengase hauptsächlich in diese Prozesse involviert sind, sind zur Zeit noch Forschungsgegenstand (s. a. GAW Briefe 4 und 6). Die Bildung von Sekundärpartikeln wird am Hohenpeißenberg besonders häufig im Frühjahr beobachtet.

Die Anzahl von Kondensationskernen ist ein guter Indikator für das momentane Gleichgewicht zwischen Partikelproduktion und Abbaumechanismen. Ein Anstieg des Feinstaubes zeigt, dass dieses Gleichgewicht sich zu verschieben beginnt mit möglichen Einflüssen auf das Klima und die menschliche Gesundheit. Sowohl die luftchemische Überwachung von Aerosolpartikeln als auch die von meteorologischen Größen ist notwendig, um wirkungsvolle Maßnahmen zur Einhaltung von Luftqualitätsvorgaben einleiten zu können.

Der gestrichelte Zeitraum in Abb.1 von Mitte 1998 bis Mitte 2001 gibt ein anschauliches Beispiel für die Quelle von Primärpartikeln: Während der Bauphase des GAW-Neubaus traten an der Station erhöhte Emissionen durch Baumaschinen, Diesel-Lkw etc. auf. Aus diesem Grund zeigen die Anzahlen von ultrafeinen Partikeln einen im Mittel um den Faktor 2 höheren Wert und wurden deshalb für die Trendabschätzung ausgeblendet. Modellstudien für städtische Hintergrundstationen ergaben, dass etwa 30 % des Feinstaubes dem Verkehr, 20 % der Industrie und etwa 40 % aus gasförmigen Vorläufer-substanzen stammen. Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass der Anteil der verkehrsbedingten Staubemissionen kontinuierlich ansteigt. Gründe hierfür sind: Zunahme des Kfz-Bestandes, Zunahme der gefahrenen Kilometer sowie eine Verschiebung innerhalb