„Airpokalypse“ erklärt

Villigen, 17.09.2014 - Wie Chinas rekordhohe Feinstaubbelastung vom Winter 2013 zustande kam. Anfang 2013 deckte eine graubraune Dunstglocke über mehrere Monate weite Teile Chinas zu. Die Feinstaubbelastung übertraf um 1 bis 2 Grössenordnungen die üblicherweise in Westeuropa oder USA gemessenen Werte. Nun deckt ein international zusammengesetztes Forscherteam unter der Leitung des Paul Scherrer Instituts PSI und der chinesischen Akademie für Wissenschaften CAS in Xi’an die Quellen hinter der "Airpokalypse" auf. Die in der Zeitschrift Nature veröffentlichte Studie zeigt auch, mit welchen Massnahmen einer solchen Umweltkrise in Zukunft vorgebeugt werden kann.

In den sozialen Medien fanden Chinesen schnell dramatische Bezeichnungen für die wahrlich ernsthafte Lage, die sich Anfang 2013 über mehrere Monate erstreckte. Namen wie Airpokalypse und Airmaggedon spiegelten die akute Sorge vieler Menschen um die drastisch verschlechterte Luftqualität in Städten wie Beijing, Shanghai, Guangzhou und Xi’an. Die chinesische Regierung verfügte die temporäre Schliessung von Schulen, rief die Bevölkerung dazu auf, zu Hause zu bleiben; Baustellen wurden mit Wasser bespritzt, um Staub auszuwaschen. Die Anzahl gemeldeter Patienten mit akuten Atemwegbeschwerden stieg dennoch rasant. Die Reaktion der Regierung folgte prompt: Mit einem amibitionierten Aktionsplan zur Vorbeugung und Überwachung der Luftverschmutzung setzte sie sich das Ziel, bis 2017 die Feinstaubbelastung gegenüber den Werten von 2012 um 25 Prozent zu senken.

Erhebliche Wissenslücken zu Feinstaubquellen

Doch mittel- und langfristig wirksame Massnahmen zur Drosselung der Verschmutzung durch Feinstaub werden in China durch ein fundamentales Manko erschwert: das ungenügende Wissen darüber, wo der Feinstaub überhaupt herkommt. Eine internationale Kooperation unter der Leitung von Forschenden des Labors für Atmosphärenchemie des PSI und der CAS in Xi’an hat nun eine in diesem Detaillierungsgrad in China einzigartige Untersuchung vorgelegt, die Quellen und chemische Zusammensetzung des Feinstaubs (PM2.5) während der rekordhohen Verschmutzungsperiode identifiziert. Die Autoren der Studie zeigen damit, welche Massnahmen zur Feinstaubreduktion in Zukunft sinnvoll wären.

Indirekte Emissionen dominieren

Die wichtigste Erkenntnis formuliert André Prévôt vom Paul Scherrer Institut wie folgt : Will man eine Wiederholung von 'Airmaggedon' verhindern, muss man sein Augenmerk verstärkt auf Emissionen richten, die erst indirekt zur Feinstaubbildung führen. Rund die Hälfte bis drei Viertel des Feinstaubs in den Städten Beijing, Shanghai und Guangzhou wurde in der betreffenden Periode nämlich nicht direkt als Feinstaub ausgestossen, sondern bildete sich erst in der Luft aus gasförmigen Vorläufersubstanzen. Diese Substanzen werden im Gegensatz etwa zu Russ erst durch chemische Umwandlung in der Atmosphäre zu Feinstaub. Zu den wichtigsten Feinstaubvorläufern zählen Schwefeldioxid (primär aus der Kohleverbrennung), Stickoxide (aus Verkehr und Kraftwerken) Ammoniak und sogenannte flüchtige organische Verbindungen (aus der Verbrennung von Kohle, Biomasse oder Kraftstoffen in Verbrennungsmotoren). Nur in der westchinesischen Stadt Xi’an stellten die Forschenden eine dominierende Rolle von direkten Feinstaub-Emissionen fest, die vermutlich zum grossen Teil aus benachbarten Wüstengebieten stammten – wenngleich auch die rege Bautätigkeit sowie der Verkehr in der Stadt nicht zu unterschätzende Mengen beigesteuert haben dürften. Doch selbst in Xi’an trug der sekundär gebildete Feinstaub zu 30 Prozent zur Verschmutzung bei.

Buntes regionales Quellenmuster

Die Messungen und deren statistische Analysen belegen, dass bezüglich der direkten Emissionen die Kohleverbrennung im Norden (Beijing) und im Westen (Xi’an) sehr wichtig ist. Im Umkreis von 1000 Kilometern um diese Städte sind Kohleheizungen nämlich stark verbreitet. Die Verbrennung von Kohle setzt grosse Mengen an sogenannten polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs) sowie an Schwermetallen wie Arsen und Blei frei – Schadstoffe, die sich auf das Herzkreislaufsystem und auf die Atemwege schädlich auswirken können. In Xi’an machte sich zudem eine zögerliche Umsetzung von Emissionsvorschriften bei Fahrzeugen bemerkbar. Dort belastet der Strassenverkehr die Luft

deutlich stärker mit Feinstaub als in den anderen Städten, obwohl die Verkehrsflotte von Xi'an wesentlich kleiner ist. Des Weiteren ist die Biomasseverbrennung, im Winter vor allem von Holzfeuerungen, von Bedeutung, und steuert ähnliche relativen Anteile in den verschiedenen Städten. Für alle Feinstaubquellen gilt, dass auch der Feinstaub-Transport über Luftmassen aus der umliegenden Region – zumal in grossen Städteagglomerationen – überwacht werden sollte; in den Städten ist Feinstaub nämlich nur zum Teil ein hausgemachtes Problem.

Was tun?

Die Studienautoren folgern aus der Analyse ihrer Messdaten, dass neben den direkten auch die indirekten Feinstaubemissionen vermehrt in den Mittelpunkt zukünftiger Massnahmen gegen Feinstaubverschmutzung in China rücken sollten. Der Ausstoss von Substanzen, die erst in der Luft zu Feinstaub umgewandelt werden - wie etwa Schwefeldioxid, Stickoxide und besonders die flüchtigen organischen Verbindungen aus Verbrennungsvorgängen- sollte stärker eingeschränkt werden. Bei Schwefeldioxid hat die chinesische Regierung bereits erste Fortschritte verzeichnet: Durch die Anwendung von Technologien zur Entschwefelung der Abgase aus Kohlekraftwerken ist die Schwefeldioxid-Konzentration in der Luft seit 2006 zurückgegangen. Bei den Stickoxiden nimmt die gemessene Konzentration jedoch immer noch zu – und zwar auf Grund des gestiegenen Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen und Kraftwerken gepaart mit den teilweise noch laxen Emissionsvorschriften oder fehlender Umsetzung. Dringenden Handlungsbedarf sehen die Studienautoren bei den bisher weitgehend unbeachteten flüchtigen organischen Verbindungen, die hinter 18 bis 33 Prozent der gemessenen Feinstaubmasse stecken. Die Emissionen dieser Nebenprodukte von Verbrennungsprozessen könnten durch effizientere Kohleheiz- und Holzöfen oder striktere Emissionsvorschriften für Fahrzeuge deutlich gesenkt werden.

Die Forschenden haben für ihre Untersuchungen ein breites Spektrum von Mess- und Analysetechniken angewandt, die entweder Stand der Technik oder sogar Neuentwicklungen darstellen. Beispielsweise wurde eine neue am PSI entwickelte Aerosolmassenspektrometermethode zur Analyse der organischen Feinstaubmasse von PM2.5 sowie eine von der Universität Bern entwickelte Radiokarbon-Methode zur Unterscheidung von fossilem und nicht-fossilem Kohlenstoff angewandt. Die Sammlung von Filterproben ist sehr üblich und relativ kostengünstig. Ähnliche Messkampagnen könnten deshalb auch in anderen Entwicklungs- oder Schwellenländern mit ähnlichen Situationen bezüglich Feinstaubbelastung durchgeführt werden.

Text: Paul Scherrer Institut/Leonid Leiva

Über das PSI
Das Paul Scherrer Institut PSI entwickelt, baut und betreibt grosse und komplexe Forschungsanlagen und stellt sie der nationalen und internationalen Forschungsgemeinde zur Verfügung. Eigene Forschungsschwerpunkte sind Materie und Material, Energie und Umwelt sowie Mensch und Gesundheit. Die Ausbildung von jungen Menschen ist ein zentrales Anliegen des PSI. Deshalb sind etwa ein Viertel unserer Mitarbeitenden Postdoktorierende, Doktorierende oder Lernende. Insgesamt beschäftigt das PSI 1900 Mitarbeitende, das damit das grösste Forschungsinstitut der Schweiz ist. Das Jahresbudget beträgt rund CHF 350 Mio.

Adresse für Rückfragen:

Dr. André Prévôt, Labor für Atmosphärenchemie,
Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen PSI
Telefon: +41 56 310 4202, Mobil: +41 79 561 89 50,
E-Mail: andre.prevot@psi.ch

Herausgeber:

Paul Scherrer Institut

Zusätzliche Verweise:

Bilder / Images[1]

Laboratory of Atmospheric Chemistry[2]

Alle Links dieser Seite(n)

1. http://psi.ch/meXk
2. http://www.psi.ch/lac