

WZU

Wissenschaftszentrum Umwelt
Universität Augsburg

Jahresbericht 2013



UNA
Universität
Augsburg
University

Klimawandel und Feinstaubbelastung in Bayern

PROJEKTEAM

- Dr. Christoph Beck,
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de,
Tel.: 0821 598-2129
- Claudia Weitnauer,
claudia.weitnauer@geo.uni-augsburg.de,
Tel.: 0821 598-2765
- Prof. Dr. Jucundus Jacobeit,
jucundus.jacobeit@geo.uni-augsburg.de,
Tel.: 0821 598-2264

FÖRDERUNG

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

LAUFZEIT

01.10.2012 – 30.09.2015

Motivation und Feinstaub-Datengrundlage

Feinstäube (PM10) und bodennahes Ozon zählen derzeit zu den wichtigsten Indikatoren der Luftverschmutzung, die besonders in urbanen Ballungsräumen gefährliche Konzentrationen für die menschliche Gesundheit annehmen können.

Atmosphärische Aerosole mit einem aerodynamischen Durchmesser $< 10 \mu\text{m}$ bezeichnet man in der Wissenschaft als Particulate Matter, kurz PM10. Obwohl von feinen (PM2.5) und ultrafeinen (PM1) Partikeln eine stärkere Gesundheitsgefährdung für den Menschen ausgeht, sind diese Parameter der Luftqualität aufgrund der aufwendigen Messverfahren nur vereinzelt und erst seit Kurzem Teil der operationellen Luftmessnetze der

Länder und des Bundes (z.B. Kuttler 2011). Für PM10 hingegen sind bereits längere Messzeitreihen verfügbar. In Bayern sind direkte PM10-Messungen seit 2000 Teil des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems (z.B. LÜB 2013). Aus Gesamtschwebstaubmessungen lassen sich seit 1980 Werte abschätzen, so dass für den Zeitraum 1980-2011 ein Datensatz täglicher Feinstaubwerte für 46 Messstandorte in Bayern vorliegt. Diese Stationen liegen alle im städtischen Raum und sind als urbaner Hintergrund – verkehrsnah sowie industrienah entsprechend Eol (Exchange of Information (Richtlinie 2001/752/EC)) – klassifiziert.

Im Rahmen des hier vorgestellten Projektes „Klimawandel und Feinstaubbelastung in Bayern“ werden diese PM10-Daten, ergänzt durch Messungen der ländlichen Hintergrundstationen Hohenpeißenberg des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißbergs (Deutscher Wetterdienst) sowie der grenznahen Stationen Schmücke (Thüringen) und Schauinsland (Baden-Württemberg) des Umweltbundesamtes, analysiert.

Abbildung 1 zeigt die Standorte von 16 Stationen, die für den Zeitraum 1980-2011 eine Datenverfügbarkeit von mindestens 90% aufweisen. Aus Korrelationsanalysen der Tagesmittelwerte dieser Stationsauswahl ergibt sich eine generell hohe Korrespondenz zwischen den einzelnen Stationen, mit relativ erhöhten Korrelationskoeffizienten zwischen räumlich benachbarten PM10-Stationen. Ein weitergehendes, gebräuchliches Verfahren zur Identifizierung von Raummustern der zeitlichen Variabilität verschiedener meteorologischer Parameter ist die sogenannte s-modale Hauptkomponentenanalyse (s-mode Principal Component Analysis, kurz PCA) (z.B. Hertig/Jacobeit 2013). Auf Basis der Hauptkomponentenladungen,

Klimawandel und Feinstaubbelastung in Bayern

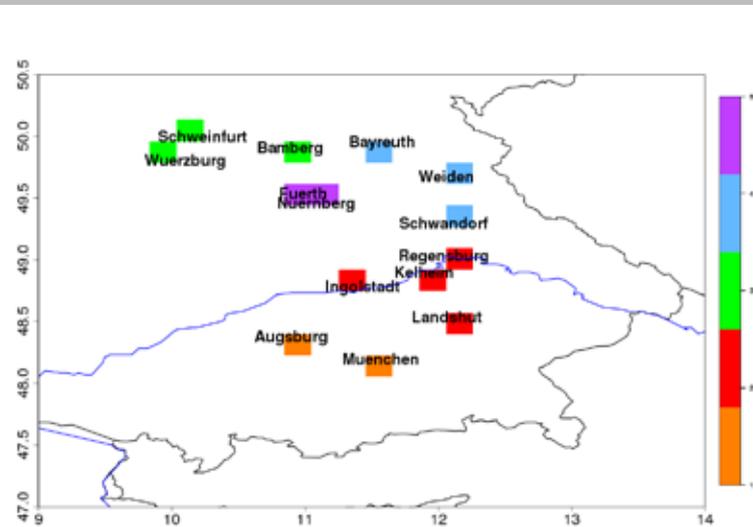


Abbildung 1: Standorte von 16 PM₁₀-Messstationen. Die Zuordnungen der Stationen zu den Hauptkomponenten (Principal Components, kurz PCs) sind mit Farben markiert.

welche die Korrelationskoeffizienten zwischen jeweiliger Hauptkomponente (Principal Component, kurz PC) und Stationen darstellen, werden hierbei Messstandorte mit ähnlicher zeitlicher Variabilität zusammengefasst. Fünf Hauptkomponenten, die zusammen den größten Anteil der Varianz (90.4 %) des Datensatzes erklären, wurden mithilfe des sogenannten Dominanzkriteriums (z.B.: Philipp et al. 2007), identifiziert. Abbildung 1 zeigt neben der Lage der Messstationen in Bayern auch die jeweilige Zuordnung eines Standortes zu einer PC. Das räumliche Muster, das sich aus dieser Analyse ergibt, orientiert sich generell an der Orographie Bayerns. Die erste Hauptkomponente (PC 1, orange) repräsentiert südbayerische Agglomerationen, die zweite (PC 2, rot) Standorte zentral

in Bayern entlang der Donau, die dritte (PC 3, grün) Nordwest-bayerische Stationen, die vierte (PC 4, blau) Nordost-bayerische und die fünfte (PC 5, lila) mittelfränkische Städte.

Für die Analysen im Rahmen des hier vorgestellten Projektes dient diese Stationsgruppierung unter anderem der Datenreduktion, indem Repräsentanten der jeweiligen Hauptkomponente anstelle des gesamten Stationskollektivs verwendet werden. Diese Repräsentanten sind jeweils diejenigen Standorte mit der höchsten Ladung auf die PC, hier Kelheim, München, Schweinfurt, Nürnberg sowie Weiden.

Synoptisch-klimatologische Analysen

Der Einfluss sowohl lokaler meteorologischer Parameter als auch der großräumigen Zirkulationsverhältnisse auf lokale PM₁₀-Konzentrationen wurde in zahlreichen Studien nachgewiesen. Das Projekt „Klimawandel und Feinstaubbelastung in Bayern“ untersucht diese Zusammenhänge mithilfe statistischer Ansätze für den Zeitraum 1980-2011 in Bayern systematisch. Die generierten Modelle werden auf Klimaprojektionen des 21. Jahrhunderts übertragen. Zukünftige klimawandelbedingte Änderungen der lokalen Feinstaubkonzentrationen sollen auf diese Weise abgeschätzt werden können.

Wetterlagen- und Zirkulationsmusterklassifikationen sind gängige Verfahren zur Beschreibung der großräumigen Zirkulationsverhältnisse. Einige Studien haben den Zusammenhang zwischen Zirkulationstypen und lokalen Konzentrationen verschiedener lufthygienischer Parameter nachgewiesen. Trotzdem fehlt eine systematische Optimierung dieser Zirkulationsmusterklassifikationen auf die lokale Zielgröße PM₁₀ hin.

Klimawandel und Feinstaubbelastung in Bayern

Anhand täglicher gegitterter Felder ($2.5^\circ \times 2.5^\circ$ horizontale Auflösung) verschiedener atmosphärischer Einflussvariablen werden für den Zeitraum 01.01.1980 bis 31.12.2011 mithilfe einer nichthierarchischen Clusteranalyse (DKM) und eines Schwellenwertwert-basierten Ansatzes (GWT) Wetterlagen bzw. Zirkulationsmuster klassifiziert. Die unterschiedlichen Optimierungsansätze der Klassifikationsverfahren beinhalten hierbei die Verwendung verschiedener Klassenanzahlen, Variablen in unterschiedlichen Druckniveaus oder variierende Betrachtungsregionen und -zeiträume. Als großräumige atmosphärische Eingangsvariablen werden die Lufttemperatur, zonale und meridionale Windkomponenten, spezifische und relative Feuchte, Bodenluftdruck und geopotentielle Höhe in drei Druckniveaus verwendet. Bisherige Ergebnisse aus diesen Optimierungsschritten zeigen, dass Ergebnisse des clusteranalytischen Ansatzes (DKM) angewendet auf Bodenluftdruckfelder einer kleineren Betrachtungsregion (7.5° W bis 27.5° O, 40° N bis 60° N) mit einer mittleren Klassenanzahl den deutlichsten Zusammenhang mit den lokalen bayerischen Feinstaubkonzentrationen aufweisen. Als Ergebnis lässt sich festhalten: Erhöhte Feinstaubkonzentrationen treten an allen bayerischen Stationen gleichermaßen in den Wintermonaten bei stabilen Hochdruckwetterlagen über Mitteleuropa und antizyklonalen Südwestlagen auf, mit mittleren täglichen PM10-Werten zwischen $60\text{-}70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Literatur

- Beck C.; Weitnauer, C.; Jacobeit, J. (2013): A comparison of two classification based approaches for downscaling of monthly PM10 concentrations. Geophysical Research Abstracts, 15, EGU2013-10642, 2013.
- Hertig, E.; Jacobeit, J.: A novel approach to statistical downscaling considering nonstationarities: application to daily precipitation in the Mediterranean area. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 118, 520-533.
- Kuttler, W. (2011): Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 1, Wirkungen. Environmental Sciences Europe, 23,11.
- Landesamt für Umwelt in Bayern (2013): Das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB). 2013.
- Philipp, A.; Della-Marta, P. M.; Jacobeit, J.; Fereday, D. R.; Jones, P. D.; Moberg, A.; Wanner, H. (2007): Long-term variability of daily north atlantic-european pressure patterns since 1850 classified by simulated annealing clustering. Journal of Climate, 20, 4065-4095.
- Weitnauer, C.; Beck, C.; Jacobeit, J. (2013): Objective Circulation type classifications for the estimation of local PM10 concentrations in Bavarian cities (Germany). Geophysical Research Abstracts, 15, 7140, 2013.
- Weitnauer C.; Beck, C.; Jacobeit, J. (2013): Characterizing the connection between large-scale atmospheric conditions and local PM10 concentrations in Bavaria by means of circulation and weather type classification. Abstracts, 13th Annual Meeting of the European Meteorological Society and 11th European Conference on Applications of Meteorology ECAM, Reading.
- Weitnauer C.; Beck, C.; Jacobeit, J. (2013): Estimating the influence of large-scale atmospheric conditions on local PM10 concentrations in Bavaria by means of circulation and weather type classification. Abstracts, Deutsch-Österreichisch-Schweizerische Meteorologentagung DACH, Innsbruck.

WZU

Wissenschaftszentrum Umwelt
Universität Augsburg

Wissenschaftszentrum Umwelt
Environmental Science Center
Universität Augsburg
Universitätsstraße 1a
86159 Augsburg
Tel.: +49 821 598-3560
Fax: +49 821 598-3559
E-mail: info@wzu.uni-augsburg.de
www.wzu.uni-augsburg.de

Der Jahresbericht 2013 umfasst den Berichtszeitraum von
Januar bis Dezember 2013.

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Armin Reller
Prof. Dr. Jucundus Jacobeit
Prof. Dr. Marita Krauss
Dr. Jens Soentgen

REDAKTION

Dr. Jens Soentgen
Dr. Katrin Vogel
Michael Hilgers

LAYOUT

Michael Hilgers
2bex Design+Konzept, Kaufbeuren

Klimaneutral gedruckt auf Recyclingpapier