



UNIVERSITÄT HOHENHEIM
INSTITUT FÜR BODENKUNDE
UND STANDORTSLEHRE

HOHENHEIMER BODENKUNDLICHE HEFTE

Herausgeber:

Ellen Kandeler – Martin Kaupenjohann – Karl Stahr

Heft 48

Barbara Ramsperger

**Einfluß von Staubdepositionen
auf die ökologischen Eigenschaften der Böden
in der semiariden bis subhumiden
Pampa Argentiniens**

1999

UNIVERSITÄT HOHENHEIM (310), D-70593 STUTTGART

ISSN 0942-0754

9 Zusammenfassung - Summary - Resúmen

Einfluß von Staubdepositionen auf die ökologischen Eigenschaften der Böden in der semiariden bis subhumiden Pampa Argentinien

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit ist die qualitative und quantitative Erfassung äolischer Depositionen, um zu klären, inwieweit Stäube auf Bodenentwicklung und Nährstoffanlieferung in der semiariden bis subhumiden Pampa im SO Argentinien Einfluß nehmen und ob sie zur Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit bei extensiv betriebener Landwirtschaft beitragen können.

Es wurden die Staubdepositionen an vier (Brache-) Standorten in drei unterschiedlichen Klimaregionen und in unterschiedlicher Entfernung zum Meer regelmäßig über 2-3 Jahre hinweg mit passiven Staubdeposimetern quantitativ erfaßt und im Hinblick auf mögliche Beeinflussung der Böden qualitativ beschrieben. Die Nährstoffdeposition in gelöster Form (= Niederschlags-Deposition) wurde ebenfalls regelmäßig bestimmt.

Durch den Vergleich der Eigenschaften der 'Pampa-Stäube' mit denen der Böden an den Untersuchungsstandorten sowie von Oberbodenproben aus dem westlichen Argentinien soll der Einfluß der Stäube ermittelt und ggf. die potentiellen Liefergebiete in den westlich angrenzenden Halbwüsten- und Andenrandgebieten eingegrenzt werden.

Die in unterschiedlicher Höhe gemessenen monatlichen Staubdepositionen variieren deutlich zwischen den Monaten und Standorten, zeigen jedoch keine klare saisonale Differenzierung. Beim Vergleich der Probenahmehöhen 0, 2 und 4 Meter wird ersichtlich, daß die in 0 Meter gemessene, deutlich höhere Materialmenge hauptsächlich auf lokale Verwehungen (Saltation) der Partikel zurückzuführen ist. In 2 und 4 Meter Höhe sind die Unterschiede in den Depositionsmengen dagegen nicht signifikant. Die mittlere jährliche Staubdeposition beläuft sich auf 370 bis 770 kg·ha⁻¹.

Offensichtlich sind die Staubprozesse (Mobilisierung, Transport und Deposition) in der Pampa stark von den lokalen Windverhältnissen geprägt, da der geringste Eintrag am Standort mit der größten Zahl windstillen Tage und der höchste Eintrag am Standort mit der höchsten (monatlichen, jährlichen und maximalen) Windgeschwindigkeit (Bahia Blanca) festzustellen ist. In Bahia Blanca sind außerdem durch nahegelegene größere Gebäude Windturbulenzen

möglich, die eine Mobilisierung sandreichen lokalen Materials fördern können, weshalb dieser Standort eine Ausnahme darstellt. Eine klare Abhängigkeit vom Niederschlag kann hingegen an keinem der Standorte nachgewiesen werden.

Die Hauptkomponenten der Stäube der vier Standorte sind Feldspäte, Quarz, Magnetit, vulkanisches Glas, Calcit und organisches Material. Die vulkanische Herkunft des Materials wird durch das starke Auftreten von Ca-haltigen Plagioklasen, vulkanischen Gläsern, Magnetit und einer überwiegend vulkanisch geprägten Schwermineralzusammensetzung belegt. Die Tonminerale werden von Smectit dominiert, daneben sind Illit, Wechsellagerungsminerale und Kaolinit vertreten. Die Stäube sind, abgesehen von einem höheren Smectit- und Calcitanteil in Bahia Blanca, als relativ homogen hinsichtlich ihrer Mineralzusammensetzung anzusehen. Weder die mineralogische noch die chemische Zusammensetzung der Stäube weist ein saisonales Muster auf.

Da alle untersuchten Staubproben Feinsand enthalten, sind lokale Einträge wahrscheinlich. Dies wird bestätigt durch die höchsten Sandgehalte am windreichsten Standort, durch höhere Salzgehalte in Staub und Regenwasser an den küstennahen Standorten sowie durch höhere Basensättigung und Carbonatgehalte in Bahia Blanca, wo die Tosca (Kalkkruste) teilweise oberflächlich ansteht.

Die Gesamtgehalte der Stäube schwanken nur wenig zwischen den Standorten und Höhen und deuten wie auch die relativ homogene Mineralzusammensetzung auf eine (oder multiple) gemeinsame Staubquelle hin. Die als Nährelemente wichtigen Kationen werden an allen Standorten von Ca dominiert.

Im Vergleich zu den Böden haben die Stäube eine feinere Textur mit deutlich höheren und überdies an allen Standorten gleichen mittleren Tongehalten. Die Unterschiede in der Korngröße zwischen Staub und Boden werden durch Homogenitätsparameter belegt. Die mineralogische Gesamtzusammensetzung von Stäuben und Böden ist ähnlich, aber im Staub werden höhere Smectit- und deutliche Calcitanteile gefunden, wogegen die Oberböden höhere Illitanteile haben und tiefgründig entkalkt sind. Dies sind Hinweise auf die Teilnahme anderer (distaler) Staubquellen. Eine eindeutige Trennung lokaler und distaler Komponenten ist anhand der zur Verfügung stehenden Daten jedoch nicht möglich.

Über verwitterungs- und verlagerungsstabile Elemente läßt sich ein Staubanteil im Solum der Böden von ca. 13% abschätzen, doch ist aufgrund der äolischen Genese der lößartigen

Sedimente im Untersuchungsgebiet eine Identifizierung und/oder Quantifizierung der Staubbeimengungen problematisch.

Die Stäube zeichnen sich im Vergleich zu den Böden auch durch eine höhere Austauschkapazität, höhere Humus- und verfügbare P-Gehalte aus. Deutlich angereichert sind sie auch an wasserlöslichen Salzen- und austauschbaren Kationen und können somit die Trophie der Standorte beeinflussen. Bei fast allen Parametern zeigt die Bodenoberfläche (0-1cm) ebenfalls diese Anreicherung, was ein weiteres Indiz für die 'verjüngende' Wirkung der Staubdepositionen ist.

Die Gesamt-Nährelementdeposition über die Stäube ist aufgrund der geringen Gehaltsschwankungen (zeitlich und räumlich) hauptsächlich von der Depositionsrate bestimmt. Bei der Niederschlags-Deposition hingegen ist Konzentration und Menge des Regens von Bedeutung. Das durch atmosphärische Stäube bereitgestellte und für die Landwirtschaft interessante Nährstoffpotential ist gering - deutlich weniger als die Hälfte der Gesamtnährstoffe der Stäube werden in potentiell verfügbarer und nachlieferbarer Form eingetragen - wird jedoch durch die vergleichsweise hohen Einträge über die Niederschläge aufgewertet. Da die Elementeinträge über den Regen die Einträge als partikuläre Deposition i.d.R. übersteigen, wird die Nährstoffdeposition in gelöster Form in den niederschlagsreicheren Klimaten der Pampa zunehmend bedeutend.

Da die jährlich eingetragenen Staubmengen sehr gering sind, werden rezente Staubdepositionen auf Ackerstandorten bei jährlichen Erosionsverlusten von ca. 10-50 t · ha⁻¹ a⁻¹ kaum zu einem Nettoimport beitragen bzw. die Bodenverluste ausgleichen können. Die Staubeinträge führen nur in Brachestandorten zu einer Nettoakkumulation.

Bei der Bewertung der Nährstoffeinträge ausgehend von Brachestandorten werden Nährstoffverluste durch Erosion, Auswaschung aber auch durch Nachlieferung aus dem Boden zunächst nicht berücksichtigt. Die Gesamtnährstoffeinträge (fest + gelöst) decken den P-Bedarf der Nutzpflanzen nicht und entsprechen teilweise den N- und K-Entzügen der meisten Ackerkulturen. Da die Nährelemente allerdings auch in nicht verfügbarer Form vorliegen, ist der Eintrag verfügbarer Nährstoffe über die Stäube und Niederschläge zumeist nicht ausreichend zur Abdeckung der Entzüge.

Die N-Einträge werden zum größten Teil vom Regenwasser geliefert und sind an zwei Standorten für Kulturen wie Weizen, Mais und Sonnenblume bei für die Region durchschnittlichen Erträgen nahezu ausreichend. Eine N-Nachlieferung aus dem organischen

Bodenmaterial dürfte die Bilanz der übrigen Standorte noch verbessern, wird jedoch längerfristig zu Humusabbau führen.

Da auf Brachestandorten, wo die Staubbinding aufgrund ganzjähriger Vegetationsbedeckung als gut angesehen werden kann, i.a. keine Abfuhr von Pflanzenmaterial erfolgt und Erosionsverluste deutlich geringer sind als auf Ackerstandorten, verbleibt das Nährstoffpotential größtenteils im Boden. Eine Lößbildung ist an solchen Standorten auch heute noch möglich.

Hieraus wird die Bedeutung von Brachestandorten als Ort der Nettoakkumulation atmosphärischer Nährstoffeinträge ersichtlich, der zudem eine wichtige Funktion zur Eindämmung der Winderosion in der Pampa erfüllen kann.

The Influence of Dust Deposition on the Ecological Characteristics of Soils in the Semiarid to Subhumid Argentinean Pampas

Summary

The subject of this work is to quantify dust deposition and to describe dust characteristics in order to estimate the impact of dust on nutrient cycle and pedogenesis in the semiarid to subhumid Pampas in SE-Argentina, and to clarify the question if nutrient input by dust may contribute to the maintenance of soil fertility in low or no input agricultural production systems.

Dust was collected regularly during 2-3 years with bulk deposition samplers (open bucket type) at four fallow sites different in rainfall and distance to the sea. Dust properties were analysed with regard to evaluate the effect on soil and site properties. The nutrient deposition by precipitation was also determined.

Comparing dust properties with those of adjacent soils at the investigation sites and with topsoil samples of central-western Argentina, the impact of dust can be evaluated and the potential dust source regions at the pediplains of the Andes may be described.

Dust deposition vary distinctly between months and sites without showing a clear seasonal pattern. Between the different sampling heights (0, 2 and 4 meters) the dust amount collected at soil surface (0 meter) is significantly higher due to the addition of saltating grains. Between 2 and 4 meters height no significant difference in dust amount was observed. The annual dust deposition ranges from 370 to 770 kg.yr.⁻¹.

Obviously, the dust-related processes in the Pampas are strongly influenced by local wind conditions resulting in lowest dust amounts at the site, where calm days are more common and in maximum deposition at the site, where wind velocity is highest (Bahia Blanca). At Bahia Blanca wind turbulences are possible due to high buildings not far from the samplers, and may promote the mobilisation of local, sandy material. Therefore, this site is to be regarded apart.

Between dust deposition and precipitation a clear correlation cannot be found.

Main components of the dusts are feldspars, quartz, magnetite, volcanic glass, calcite and organic material. The volcanic origin of the material is substantiated by the dominance of Ca-feldspars, glasses, magnetites and heavy minerals, which mainly characterise the volcanic source. The clay minerals are dominated by smectite, further components are illite, interlayered minerals and kaolinite. The mineral composition of the dusts is, with exception of a higher smectite and calcite content in Bahia Blanca, relatively homogeneous over space and time. Seasonal pattern in the chemical composition is not found either.

Due to the high sand contents in all dust samples, local inputs are assumed. These local influences are supported by highest sand contents at the site with highest wind velocities, higher salt content in dust and rainwater at the coastal sites, and higher base saturation and carbonate contents in Bahia Blanca, where the tosca partly appears at the surface.

The total element contents of the dust samples are similar at all sites and sampling heights, indicating the same dust source(s). At all investigation sites, Ca is dominating the nutritive cations.

Comparing the dust with the adjacent soils, the dust samples show a finer texture. The clay contents of the dust samples are similar at all sites, and distinctly higher as in the soils. The differences in particle size between soil and dust are substantiated by parameters of homogeneity. Concerning the mineralogical composition, dust samples show higher smectite and calcite contents, whereas in the topsoils illite content is higher and carbonate is absent. These differences may be regarded as a hint toward remote dust sources, but a clear separation of local and distal dust sources is not possible with the data provided by this study.

Using stable elements, a dust portion in the solum of approximately 13% can be estimated, but due to the aeolian genesis of the loessical sediments in the Pampas, an identification and/or quantification of dust component in the soil is difficult.

Comparing to adjacent soils, the dust samples have higher cation exchange capacity, higher organic matter content and higher content of available P. They are also enriched in water-soluble salts and exchangeable cations, and may therefore affect the nutrient status of the sites. Nearly all parameters show higher values at soil surface (0-1 cm), which is an additional indication for the dust as an renewal factor.

Due to spatially and temporally similar element contents, the element deposition by dust is mainly determined by deposition rates, whereas wet deposition is dependent on concentration and amount of the precipitation. The available fractions of the nutrients provided by the dust are low. Therefore, the input of nutrients important for agricultural production, is negligible, but through precipitation receives a vulnerable contribution. Since the element input by precipitation exceeds the input by particular deposition, the solved nutrients are of increasing importance in the more humid climates of the Pampas.

Since the annually imported dust amounts are low, recent dust deposition on agricultural sites with erosion losses of $10-50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ may neither contribute to a net nutrient import nor compensate the actual soil losses. Only in fallow areas, the atmospheric deposition leads to a net accumulation of material (and nutrients). Evaluating the nutrient input based on fallow sites, nutrient losses by erosion and leaching but also nutrient delivery from the soil are not taken into account. The total nutrient input (particular and dissolved) does not compensate the P-demand of cash-crops and approximately corresponds to the N- and K-demands of most cash-crops cultivated in the Pampas. Since nutritive elements not only are provided in available forms, the input of available nutrients by dust and rainwater mostly is not sufficiently high for compensating the nutrient uptake.

The N-input is mainly provided by rainwater and nearly sufficient for wheat, corn and sunflower at two investigation sites. Delivery of N from soil organic material may improve the supply at the other sites, on the long run however, this will result in a decrease of the organic matter pool.

Fallow sites may be regarded as dust trapping areas due to permanent vegetation cover throughout the year, and without export of plant material. In addition, erosion losses are distinctly reduced compared to agricultural sites. Therefore, added nutrients are not exported from the soils. At those fallow sites, recent loess accumulation is still possible.

Thus, the function of fallow sites as accumulation areas for atmospheric nutrient infall is obvious, and beyond this, they play an important role in reducing wind erosion in the Pampas.