

GLOBAL SOURCES – LOCAL IMPACTS: NATURAL AND ANTHROPOGENIC SOURCES OF MATTER DEPOSITION IN THE ANDES OF ECUADOR

RÜTGER ROLLENBECK

ZUSAMMENFASSUNG

Langfristige Beobachtungen der Stoffeinträge über Regen und Nebel an der regenreichen Ostabdachung der ecuadorianischen Anden belegen die Telekonnektion verschiedener Ökosysteme. Die wöchentlich entlang eines Höhengradienten von 1960 bis 3180 m gesammelten Proben wurden auf pH, Leitfähigkeit und die wichtigsten Ionen (K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-}) analysiert. Durch geostatistische Auswertung von Rückwärtstrajektorien, Fernerkundungsdaten und modellierten Datenfeldern kann auf die Herkunft der Einträge geschlossen werden. Etwa 35% der wöchentlichen Proben seit März 2002 weisen sehr niedrige Ionenkonzentrationen auf und ihr pH-Wert liegt über 5, die Leitfähigkeit unter $10 \mu S/cm$. Die entsprechenden Luftmassen stammen aus natürlichen kontinentalen Gebieten, in denen es nur wenige oder keine offensichtlichen Verschmutzungsquellen gibt. Etwa 65% sind jedoch erkennbar angereichert mit Kationen und Anionen, die pH-Werte liegen mit 3.5 bis 4.0 sehr niedrig und die Leitfähigkeit erreicht $50 \mu S/cm$. Die Analyse von Rückwärtstrajektorien zeigt daß die Luftmassen Gebiete intensiver Brandrodung, vulkanischer Aktivität und Meeresregionen überquert haben. Episodisch wird auch Wüstenstaub aus der Sahara und der Namib transportiert. Erhöhte Werte von SO_4^{2-} und NO_3^- können vorwiegend auf Brandrodungen und industrielle Emissionen zurückgeführt werden. Die Analyse von Emissionskatastern weist auf dominante Einflüsse der industriellen Emissionen hin, die Auswertung von Feuerbeobachtungen zeigt aber abweichende Resultate. Erhöhte Werte von Na^+ , K^+ , und Cl^- stammen offenbar von marinen Aerosolen. Sie treten vorwiegend bei den selteneren Westwindlagen auf, die diese Emissionen meist in weniger als 5 Tagen zum Untersuchungsgebiet transportieren. Luftmassentransporte aus afrikanischen Wüstengebieten führen zu Episoden erhöhter Ca^{2+} und Mg^{2+} -Einträge. Satellitenbeobachtungen der atmosphärischen Aerosolkonzentration belegen den jahreszeitlichen Wechsel der entsprechenden Quellgebiete: Auf der Nordhemisphäre (Sahara) und auf der Südhemisphäre (Namib). Die wenigen erkennbaren Einträge von PO_4^{3-} hängen mit Luftmassen aus den nordafrikanischen Phosphatgewinnungsgebieten zusammen.

Schlüsselworte: Niederschlag, Nebel, atmosphärische Deposition, Ferntransport, Brandrodung, Trajektorienmodellierung

ABSTRACT

Long-term monitoring of matter deposition through rain and fog on the humid eastern escarpment of the Ecuadorian Andes supports the teleconnection of different ecosystems. Samples of precipitation were collected along an altitudinal gradient from heights of 1960- to 3180 m and analysed for pH, electric conductivity and the major ions (K⁺, Na⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻). The origin of these inputs can be deduced by geostatistical modelling of backward-trajectories, remote sensing products and model output of emission inventories. About 35% of the weekly samples showed rather low ionic concentrations and the pH-value was well above 5 with conductivity being well below 10 µS/cm. The corresponding atmospheric influences represent continental areas with no apparent pollution sources. However, the remaining 65% of samples were considerably charged with specific combinations of ions, they had low pH-values of 3.5 to 4.0 and conductivity was up to 50 µS/cm. Backward trajectories were evaluated for the entire period and clearly showed, that air masses during weeks of high deposition crossed areas of intensive biomass burning, volcanic activity and marine regions. Some episodes also brought dust from the Sahara and the Namib desert. Elevated values of SO₄²⁻ and NO₃⁻ can be traced back to biomass burning and industrial emissions, mostly in Brazil. The analyses of emission inventories point to a major influence of industrial emissions, but the evaluation of fire observations shows different results. Na⁺, K⁺, and Cl⁻ in precipitation are mainly associated with the less frequent occurring westerlies, transporting marine aerosols from the Pacific. Air masses from African deserts lead to episodes of elevated Ca²⁺ and Mg²⁺-immisions. Satellite observations of the atmospheric aerosol-concentrations prove the seasonal change of the respective source areas: The Sahara is associated with north-hemispherical, the Namib desert with south hemispherical winds. The few recognizable inputs of PO₄³⁻ apparently are connected to air masses from North African phosphate mining.

Keywords: Precipitation, fog, atmospheric deposition, long-range transport, biomass burning, trajectory modelling