

Universität Hohenheim
Institut für Bodenkunde und Standortlehre
Prof. Dr. K. Stahr

Cadmium- und Bleigehalte
in Böden und Pflanzen indonesischer
Kakaoplantagen

Diplomarbeit
von
Beate Völke
Allgemeine Agrarwissenschaften
Stuttgart-Hohenheim, Oktober 1992

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der Vater und Sohn
EISELEN-STIFTUNG

7 ZUSAMMENFASSUNGEN

7.1 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden die Cadmium- und Bleigehalte in Böden und Kakaopflanzen aus sechs verschiedenen Kakaoanbaugebieten Indonesiens ermittelt, um zu klären, ob durch hohe Schwermetallgehalte in den Böden ein Schwermetalltransfer in die Kakaopflanzen stattfindet.

Anlaß dieser Arbeit sind Ergebnisse aus früheren Untersuchungen über die Schwermetallbelastung von Kakaobohnen verschiedener Anbauländer. Hierbei wiesen Kakaobohnen aus Indonesien im Vergleich zu Kakaobohnen afrikanischer oder südamerikanischer Herkunft deutlich höhere Cd, und teilweise höhere Pb-Gehalte auf.

Die sechs ausgewählten Untersuchungsstandorte befinden sich auf den vier Hauptinseln Indonesiens (Java, Sumatra, Kalimantan und Sulawesi). Im gesamten Untersuchungsraum herrscht ein immerfeuchtes tropisches Regenklima vor. Die östlicher gelegenen Untersuchungsstandorte (Standort 3 und 6) weisen zwei bis dreimonatige Trockenzeiten auf.

An jedem Standort wurde ein Profil zur Beschreibung des Bodentyps und zur Ermittlung der vertikalen SM-Verteilung aufgenommen. Durch flächige Beprobung des Oberbodens wurden die durchschnittlichen SM-Gehalte im Hauptwurzelraum ermittelt. Zur Beurteilung von Mobilität und Pflanzenverfügbarkeit des Schwermetallvorrats der Böden sind wichtige Bodenparameter, die Einfluß auf die Schwermetallverfügbarkeit haben, bestimmt worden. Parallel zur Beprobung des Oberbodens wurden die darauf wachsenden Kakaopflanzen (Blätter und Früchte) zur SM-Analyse entnommen. Aufgrund der Annahme, daß durch Verwendung Cd-reicher Phosphatdüngemittel ein Cd-Eintrag in die Böden erfolgt, wurden verschiedene Phosphatdünger analysiert.

Die an den untersuchten Standorten vorliegenden Böden unterscheiden sich in der Intensität der Bodenentwicklung und dem Mineralbestand sehr stark. Die Böden der Standorte 1, 2 und 3 sind aus vulkanischen Aschen entstanden. An Standort 2 ist die Verwitterung sehr weit fortgeschritten, der Boden wurde als Xanthic Ferralsol klassifiziert. Standort 1 weist eine etwas geringere Verwitterungsintensität auf, und wurde als Stagni-Ferralsol angesprochen. Am 3. Standort ist die Verwitterungsintensität am geringsten, da die Bodenentwicklung durch mehrere Ascheauflagen gestört wurde. Der Bodentyp wurde als Vitric Andosol klassifiziert. Standort 4 fällt durch den hohen

Sandanteil, bedingt durch das sandige Ausgangsmaterial (Küstensediment) und der geringen Entwicklungsdauer auf. Der Bodentyp wurde als Dystric Regosol klassifiziert. Die Böden der Standorte 5 und 6 weisen Tonverlagerung und starke redoximorphe Merkmale auf. Der Boden an Standort 5 wurde als Stagni-Ferric-Alisol, der an Standort 6 als Stagni-Ferric-Acrisol klassifiziert.

Die Cd- und Pb-Gehalte der Böden sind an allen Standorten als gering (Pb) bis sehr gering (Cd) einzustufen. Die höchsten Cd-Gesamtgehalte traten bei Standort 3 mit 0,40 mg/kg auf. Die höchsten Pb-Gehalte im Hauptwurzelraum liegen mit 20,5 mg/kg bei Standort 5. Die geringen Cd-Gehalte sind durch die sehr hohe Mobilität und der dadurch erfolgten starken Auswaschung des pedogenen Cd zu erklären. An den Standorten 2, 4, 5 und 6 ist im Unterboden kein Cd mehr nachweisbar. Im Oberboden, und damit im Hauptwurzelraum der Kakaobäume wird Cd durch Einbeziehung in den Biokreislauf gebunden.

Die hohe Mobilität des Cadmiums ist im wesentlichen auf die niedrigen pH-Werte der Böden zurückzuführen. Nur an Standort 3 besteht aufgrund der höheren pH-Werte und dem hohen Humusgehalt eine geringere Mobilität und damit Pflanzenverfügbarkeit. Mobilität und Verfügbarkeit von Blei wird im wesentlichen durch die Bindung an die mineralischen Bodenkomponenten, insbesondere an die Oxidfraktion bestimmt, und ist im Vergleich zum Cd wesentlich geringer. Bei weiter absinkenden pH-Werten ist eine stärkere Mobilisierung und damit Pflanzenverfügbarkeit zu erwarten. Kritische Gehalte in den Kakaobohnen sind aufgrund des geringen Aufnahmevermögens von Pb dennoch nicht zu erwarten.

Die untersuchten Kakaobohnen weisen aus lebensmittelhygienischer Sicht keine kritischen Pb-Gehalte auf. Die Cd-Gehalte liegen, abgesehen von Standort 1 ebenfalls unter dem für Kakaobohnen vorgeschlagenen Richtwert von 0,3 ppm und insgesamt in dem Bereich wie er bei afrikanischen, bzw südamerikanischen Proben festgestellt wurde. Die im Gegensatz zu den Cd-Gesamtgehalten der Böden relativ hohen Cd-Gehalte in den Pflanzen bestätigen die an allen Standorten hohe Pflanzenverfügbarkeit des gesamten Cd im Boden. Weiterhin muß davon ausgegangen werden, daß die verhältnismäßig hohen Cd-Gehalte in den Pflanzen durch ein starkes Akkumulationsvermögen der Kakaopflanzen für Cadmium bedingt sind.

Die untersuchten Phosphatdüngemittel wiesen nur geringe Cd-Gehalte auf. Deren Düngung würde nur zu einer minimalen Anhebung der Cd-Konzentration in den Böden führen. Daß andere, Cd-reichere Phosphatdüngemittel verwendet wurden und mit zu der Anreicherung im Oberboden beigetragen haben kann nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

7.2 Summary

This paper deals with the research of Cd and Pb contents in soils and cocoa plants of six different Indonesian cocoa production areas, to determine if higher contents of heavy metals in the soils lead to a heavy metal transfer into the cocoa plants.

The bases for this investigation are the results from research regarding the extend of heavy metal contamination of cocoa beans in various production countries. Here, Indonesian cocoa beans in comparison with cocoa beans of African or South-American origin showed distinctly higher Cd, and partially even higher Pb-contents.

The six selected sites are located on the four major islands of Indonesia (Java, Sumatra, Kalimantan and Sulawesi). The entire region of research has a constantly moist tropical rainforest climate. The locations in the east have two to three months of dry season.

At each site a profile was established to describe the type of soil and to determine the vertical heavy metal distribution. By sampling a large area of the surface horizon, the average heavy metal content in the main rooting zone were determined. In order to assess mobility and plant availability of the heavy metal supply in the soils, important soil parameters, which influence the heavy metal availability were described.

Parallel to sampling the surface horizon, cocoa plants (leaves and beans) were collected for heavy metal analysis.

Based on the assumption that the use of phosphate fertilizer results in the Cd input into soils, different phosphate fertilizers were analysed.

The soils of the research sites vary greatly in intensity of soil genesis and mineralogical suite. The soils of site 1, 2 and 3 have developed from volcanic ashes. On the second site weathering is the most advanced, according to FAO-classification the soil was classified as Xanthic Ferralsol. The weathering of site 1 is slightly lower and was classified as Stagni-Ferralic Cambisol. At the third site consecutive eruptions in the last three decades lead to a formation of relatively young, little weathered soil. The soil type is a Vitric Andosol. The striking feature of site 4 is the high content of sand due to the sandy parent material (coastal sediment) and the short duration of genesis. Soil classification is Dystric Regosol. The soils at site 5 and 6 show illuviation of clay and stagnic properties. They are classified as Stagni-Ferric-Alisol at site five, and Stagni-Ferric-Acrisol at site six.

The Cd and Pb contents in the soil of all sites are to be categorised as low (Pb) to very low (Cd), ranging from 2 to 22 ppm dry soil (site 5) for Pb and up to 0,4 ppm dry soil

(site 3) in the upper layer. The low Cd contents in the soils were due to the very high mobility and the resulting massive leaching of pedogenetic Cd. At the sites 2, 4, 5 and 6 there is no more Cd detectable in the subhorizons. In the surface, and thus the main rooting zone of the cocoa trees, Cd is bound by incorporation into the biological cycle. In essence the high mobility of Cd can be attributed to the low pH of the soils. Site 3 is the only site where a lower mobility and thus plant availability exists due to the higher pH and the content of organic matter.

Mobility and availability of lead, in essence is determined by the adsorption to mineral soil fractions, particularly to oxides, and in comparison to Cd is considerably lower. In case of a further decrease of the pH, increasing mobility and resulting plant availability is to be expected. However, toxic levels in the cocoa beans are not to be expected due to the low plant uptake capability.

The investigated beans do not show critical Pb contents. With exception of site 1, the Cd contents in the beans as well are below the recommended level of 0,3 ppm and the whole within the same range of contents as determined in african and south-american samples.

The relatively high Cd contents in the plants versus the total amount of Cd of the soils prove the high plant availability of the entire Cd in the soil. Furthermore it must be assumed that the relatively high contents in the plants are due to a great accumulation capability for Cd by the cocoa plants.

The analysed phosphat fertilizers only contained small amounts of Cd. Their use would only lead to a minimal increase of the Cd-concentration in the soils. But it cannot be said for certain if other phosphat fertilizers, with a higher Cd content were used contributing to the accumulation in the surface horizons.