

Universität Hohenheim
Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie
Fachrichtung Ökotoxikologie und Pflanzenökologie
Prof. Dr. Uwe Arndt

**Zur Akkumulation kupferhaltiger Fungizide
in verschiedenen Kompartimenten von
Kakaopflanzen Südbahias, Brasilien**

Diplomarbeit im Studiengang Agrarbiologie
von
Monika B. Zurek

Stuttgart-Hohenheim, Juni 1996

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der EISELEN-STIFTUNG, Ulm

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie befaßt sich mit den Auswirkungen der Anwendung kupferhaltiger Fungizide im Kakaoanbau Südbahias, einer Provinz in der nördlichen Küstenregion Brasiliens. Dieses Landnutzungssystem, das seit über 200 Jahren das wirtschaftlich Rückgrat der gesamten Region darstellt, wird seit Mitte der 80er Jahre durch den Verfall der Kakaopreise und die Einschleppung des Hexenbesenpilzes (*Crinipellis perniciososa*) bedroht. Die oft jahrzehntelange Anwendung von Agrochemikalien in den Plantagen, besonders von Kupferfungiziden gegen Pilzbefall, bergen sowohl für den Kakaoanbau selber als auch für alternative Landnutzungsformen ökologische Risiken. Auf den Plantagen werden 2 mal bis 6 mal im Jahr während der Regenzeit von März bis September Kupferoxide mit Handpumpen ausgebracht; die Aufwandmenge beträgt dabei je nach Häufigkeit der Applikation 3 g oder 6 g Fungizid je Baum.

Die vorliegende Untersuchung sollte zunächst die Frage klären, ob eine langfristige Behandlung mit kupferhaltigen Fungiziden zu veränderten Gehalten in einzelnen Bestandteile der Kakaobäume führt. Aus diesem Grund wurden auf vier Plantagen im Gebiet Ilhéus-Itabuna Untersuchungen der Kakaobäumen vorgenommen. Die Plantagen unterschieden sich durch die Zeitdauer, seit der Kupferfungizide appliziert wurden:

- Plantage Entomologia: keine Fungizidapplikation
 - Plantage San Antonio: 10 Jahre Fungizidapplikation
 - Plantage Pancada Formosa: 22 Jahre Fungizidapplikation
 - Plantage Quadrat H': 10 Jahre Fungizidapplikation, seit 5 Jahren nicht mehr
- Die Probenahmen begannen zwei Wochen nach der letzten Fungizidausbringung, die Mitte August 1995 stattfand.

Auf den Plantagen wählte man jeweils zehn Kakaobäume aus, von denen die folgende Teile entnommen wurden:

- alte Blätter
- junge Blätter
- Borke
- Fruchtschale
- Fruchtwand
- Kakaobohnen mit Pulpe
- Streu

Die Probenahme fand auf den beiden nicht mehr behandelten Plantagen nur einmal statt, um hier den Ist-Zustand zu dokumentieren. Die behandelten Plantagen wurden jeweils dreimal im Abstand von 4 Wochen beprobt. Damit sollte untersucht werden, ob sich die Kupfergehalte der Pflanzenorgane in zeitlichem Abstand von der letzten Fungizidspritzung verändern. Im Labor analysierte man alle Proben auf ihre Kupferkonzentration (HNO_3 conc + HClO_4 , Messung mit AAS).

Um Unterschiede in den Kupferkonzentrationen der vier Plantagenböden zu ermitteln, wurden in etwa 50 cm Entfernung von jedem untersuchten Baum eine Bodenprobe aus den Tiefen gezogen:

- 0 - 10 cm
- 10 - 20 cm
- 20 - 40 cm

Die Proben wurden auf ihren pH-Wert (H_2O), Gehalt an Humus (0,4 N K-Bichromat-Lsg), an verfügbarem Kupfer (0,1 N HCl) und an oxidischem Eisen (0,1 M HAsc/Ox) analysiert. Anschließend sollte eine Sequenzanalyse nach ZEIEN & BRÜMMER (1989) darüber Aufschluß geben, an welche Bodenfraktionen das Kupfer gebunden ist.

Während der Begehung der Plantagen sollten zusätzlich visuelle Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Plantage, zu Beispiel in der Begleitflora, festgestellt werden. Dabei fielen die auf den Stämmen und Ästen der Kakaobäume aufsitzenden Flechten auf. Eine erste Untersuchung der Flechten wurde mit zwei verschiedenen Methoden durchgeführt:

- mit einem Schätzrahmen von 50 cm Höhe und 15 cm Breite in Anlehnung an die Richtlinie des VDI 3799, Blatt I, für die Kartierung von Flechten zur Bestimmung der Luftreinheit; der Rahmen ist in 5 gleichgroße Rechtecke eingeteilt, in denen die Gesamtbedeckung des Stammes mit Flechten und die Anzahl der Kolonien geschätzt wird
- mit einem in 20 gleiche Teile eingeteiltem Gummiband, das in verschiedenen Höhen um den Stamm gelegt wird; jeder Abschnitt repräsentiert 5 % der Stammoberfläche, so kann der Deckungsgrad einzelner Flechtenkolonien am gesamten Stamm geschätzt werden

Mit der Schätzrahmenmethode wurden 30 senkrecht wachsende Bäume mit einem Stammdurchmesser zwischen 8 cm und 15 cm in der unbehandelten Plantage Entomologia und der am längsten gespritzten Plantage Pancada Formosa untersucht. Jeweils 7 dieser Bäume wurden ein zweites Mal mit der Gummibandmethode getestet. Von den Bäumen wurden auch Flechtenproben

für eine taxonomische Bestimmung der Arten genommen. Da es jedoch kaum Bestimmungsliteratur dafür gibt, wurde auf eine weitere Auswertung im Rahmen dieser Diplomarbeit verzichtet. Die bisher gesammelten Erkenntnisse weisen jedoch auf eine geringere Artenanzahl und Schädigungen der Flechten durch die Kupferfungizide in der behandelten Plantage hin.

In der Untersuchung der verschiedenen Pflanzenorgane der Kakaobäume zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den gespritzten Plantagen und der unbehandelten Kontrollplantage. Die Kupfergehalte der Borke, der Blätter, der Streu und Teilen der Früchte sind deutlich gegenüber der Kontrolle erhöht. Nur die Konzentrationen in den Kakaobohnen mit der Pulpe sind nicht signifikant unterschiedlich zur Kontrolle. Das den Bäumen anhaftende Kupfer wird mit der Zeit vom Regen abgewaschen, wie sich beim Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Probenahmezeitpunkte auf den beiden bis heute behandelten Plantagen zeigt. Dieser Effekt ist besonders an der Borke und den Blättern zu beobachten. Auch die Böden der vier untersuchten Plantagen lassen den Einfluß der Kupferapplikationen erkennen. Der Oberboden der behandelten Plantagen weist deutlich höhere Kupferkonzentrationen als der der Kontrollplantage auf. Diese Akkumulation bleibt auch noch nach Beendigung der FungizidAusbringung über den langen Zeitraum von fünf Jahren bestehen, wie die nicht mehr gespritzte Plantage beweist; in den Bäumen dagegen gehen, außer in der Borke, die Konzentrationen wieder auf ihre Ausgangswerte zurück. Das im Oberboden angereicherte Kupfer ist zum großen Teil nicht geogen gebunden, sondern durch die organische Substanz und die Eisenoxide fixiert. Dadurch ist es stärker pflanzenverfügbar und beweglicher im Boden. Die Gefahr einer Auswaschung in tiefere Bodenschichten und in die Gewässer der Region ist somit gegeben.