

Ruhr-Universität Bochum

**Fakultät für Geowissenschaften
Geographisches Institut
Fachbereich Bodenkunde/Geoökologie**



Diplomarbeit

**Der Humusvorrat als Basisindikator für den Grad der
Bodendegradation in anthropogen veränderten Araukarien-
wäldern auf der Hochfläche *Rio Grande do Sul* (Südbrasilien)**

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der Eiselen-Stiftung, Ulm

Bearbeitet von:

Rita Haag

7. Schlußfolgerungen und Ausblick

In diesem Kapitel soll versucht werden, die Richtigkeit der Arbeitsthese anhand der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zu überprüfen und die Ergebnisse zu bewerten. Zu klären war, ob bodendegradierende Störungen durch anthropogene Nutzung hervorgerufen wurden.

1. Es besteht eine direkte Verbindung zwischen der Landnutzung (Vegetationsform) und der Quantität der organischen Substanz

Die untersuchten Profile, die als repräsentativ für die jeweilige Vegetationsform gelten sollen, waren stark humos. Eine direkte Verbindung bestand sowohl zwischen unterschiedlichen Flächen ähnlicher Vegetationsform, als auch zwischen Landnutzung und Quantität der organischen Substanz. Die Flächen unter Grünland (Campo) verfügten im Durchschnitt über höhere Vorräte organischer Substanz als die Flächen unter Wald und Sukzession. Einen starken Einfluß auf die Vorräte hatte vermutlich die Veränderung durch Landnutzung. Die Vorratsmengen organischen Kohlenstoffs bei den weniger anthropogen beeinträchtigten Flächen waren bei den Grünlandflächen um 45% (Campo brachliegend vs. Campo beweidet) und bei den Waldflächen um 38% (Primärwald vs. Sukzessionsfläche) bzw. 47 % (Primärwald vs. Sekundärwald) höher, als bei den stärker gestörten Flächen. Die C_{org} -Gehalte der Auflagehorizonte waren im Primärwald höher als im Sekundärwald (66 und 59 kg $C_{org} m^{-2}$).

→ Verminderung der Intensität der Landnutzung führt zur Erhaltung der Vorräte an organischer Substanz der Böden des Projektgebiets

2. Anthropogene Veränderungen bedingen neben Quantitäts- auch Qualitätseinbußen in der organischen Substanz

Das C/N-Verhältnis dient als Maßzahl für das Zersetzungsverhalten organischer Stoffe. Die N_T -Vorräte der durch Landnutzung stärker beeinträchtigten Flächen war niedriger als bei der Primärwald- und der brachliegenden Campofläche. Teilweise höhere C/N-Verhältnisse waren dementsprechend nicht auf niedrige N-Gehalte, sondern verhältnismäßig hohe C_{org} -Gehalte zurückzuführen. Die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe ist in den untersuchten Böden des Projektgebiets hauptsächlich von der organischen Substanz als Sorbent abhängig. Die Nachlieferung der Nährstoffe der Auflagehorizonte ist nicht zu vernachlässigen, da sie bei zahlreichen Elementen (besonders bei P und K) zur Erhöhung der Vorräte bis um den Faktor 5 führte. Allgemein waren bei den untersuchten Flächen niedrige Mengen austauschbarer Kationen (Mg, Ca, K) und hohe Mengen austauschbaren Aluminiums festzustellen. Die niedrigsten Nährstoffmengen lagen, resultierend aus den niedrigen Umsatzraten und den hohen Al_{aust} -Gehalten, in den anthropogen weniger veränderten Flächen vor. Dabei waren die Al_{aust} -Mengen um den Faktor 3 höher als die Summe der

austauschbaren Nährstoffkationen und können im Austausch-Pufferbereich zu einer Gefährdung durch Al-Toxizität führen.

- Notwendigkeit der Erhaltung der Vegetationsbedeckung
- Erhöhung der Nährstoffgehalte verdrängt vermutlich die anspruchslosen Vegetationsformen Araukarienwald und natürliches Campo

3. Die Landnutzung hat einen starken Einfluß auf die Verdichtung der Flächen

Die Nutzung der Böden führt allgemein zur Komprimierung und damit zu gesteigerter Erosionsgefahr durch niedriger Infiltrationsraten der Böden. Im Projektgebiet waren die Lagerungsdichten widererwartend allgemein aufgrund der hohen Gehalte organischer Substanz ($r = -0,81$; $p < 0,01$) sehr niedrig. Es konnte eine Differenz der Lagerungsdichten zwischen weniger und stärker gestörten Flächen bestimmt werden, bei denen die stärker veränderten Flächen um 0,1 bis 0,2 g cm⁻³ T.S. (20-40 kg 0,2 m⁻³ T.S.) höhere Lagerungsdichten aufwiesen.

- Die Verringerung der Nutzung oder alternative Nutzungssysteme, die nicht zur Verringerung der organischen Substanz führen sind ein aktiver Beitrag zum Erosionsschutz und Erhalt der Qualität der Böden.

4. Es bestehen Hemmfaktoren beim Abbau der organischen Substanz:

Neben den klimatischen Verhältnissen des Hochplateaus mit kühlerem Klima als in tiefer oder nicht soweit südlich gelegenen Gebieten Brasiliens muß die Abbauresistenz der organischen Substanz durch andere Faktoren beeinflusst werden.

Die hohen Gehalte an organischer Substanz sind in einer geringen Abbaurate aufgrund niedriger mikrobiologischer Aktivität begründet. Diese These gilt zumindest für die weniger gestörten Flächen, da dort niedrige Aktivitätsraten vorlagen. Als Gründe für diese niedrige, aber aus dem metabolischen Quotienten ermittelbare effiziente Kohlenstoffnutzung können zum einen die hohen Al-Mengen, die durch die Bildung metallorganischer Komplexe die organische Substanz der mikrobiellen Zersetzung entziehen. Zum anderen führen hohe Al-Sättigung und niedrige pH-Werte zu einer Dezimierung der mikrobiellen Biomasse bzw. zu einer Änderung in der Zusammensetzung. Ein weiterer Faktor sind vermutlich die schwer zersetzbaren aromatischen Kohlenstoffverbindungen aus rezenten und historischen Vegetationsbränden. Im Gegensatz dazu war die Effektivität des mikrobiellen Stoffwechsels auf den anthropogen stärker beeinträchtigten Flächen niedrig. Der physiologische Zustand der mikrobiellen Biomasse läßt sich gut durch den metabolischen Quotienten beschreiben, der bei den Campoflächen um den Faktor 4 und den Waldflächen um den Faktor 2,5 höher lag, als bei der gleichen weniger veränderten Vegetationsform.

- Die Landnutzung verringert die Effizienz der mikrobiellen Umsatzleistungen

Vegetationstyp und Nutzung bedingen Unterschiede im Nährstoffkreislauf und der Quantität der mikrobiellen Biomasse. Wieder waren sowohl Abhängigkeiten von der Vegetationsform, als auch Einfluß der Landnutzung festzustellen. Die Stickstoffvorräte sind

nicht als Mangelfaktor einzustufen, was auch durch die niedrigen N-Gehalte der mikrobiellen Biomasse unterstrichen wird. Die höchsten Mengen lagen auf den Campoflächen vor. Die Mengen mikrobiell immobilisierten Kohlenstoffs waren auf den Campoflächen mehr als doppelt so hoch als bei den Waldflächen und unter der Baccharis-Sukzessionsfläche. Trotz der jeweils höheren Werte waren die C/N-Verhältnisse der mikrobiellen Biomasse unter Grünland weiter als unter Wald und Sukzession.

5. Die Mächtigkeit der Ah-Horizonte ist nicht in einer rezenten Bildung bedingt
Die Akkumulation der Ah-Horizonte bis zu Mächtigkeiten von 1m sind unter aktuellen klimatischen Bedingungen eher unwahrscheinlich. Als Ergebnis von Pollenanalysen bei anderen Campoflächen Südbrasilien handelt es sich bei den Campoböden um reliktsche Steppenböden, die sich sowie unter der kälteren und trockeneren Klimate des Pleistozäns als auch der warmen und trockenen Klimate des frühen und mittleren Holozäns gebildet haben. Die Persistenz der organischen Substanz ist auf die oben genannten Faktoren pyrogener Kohlenstoff, metall-organische Komplexe und niedrige pH-Werte, die mit einer niedrigen mikrobiellen Aktivität einher gehen, zurückzuführen. Die Funktion als Kohlenstoffspeicher wird den Untersuchungsergebnissen zur Folge durch intensive Landnutzung gestört. Der damit verbundene Verlust an organischer Substanz führt zur Degradierung der Böden.

→ Die Degradierung der Böden aufgrund nutzungsbedingter und erosiver Verluste an organischer Substanz ist nicht durch eine rezente Akkumulation von Humus auszugleichen.

8. 1 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegende Diplomarbeit war die Untersuchung und Bewertung der organischen Substanz im Araukarienwaldschutzgebiet Pró-Mata in Südbrasilien. Die Humusvorräte sollten dabei als Indikator für die Degradierung der Böden aufgrund von Landnutzung verwendet werden. Eine Abhängigkeit der Bodeneigenschaften von der Vegetationsform, aber auch vom Grad der anthropogenen Veränderung konnte festgestellt werden. Die stärker gestörten Böden wiesen niedrige Vorräte an Kohlenstoff und Stickstoff, höhere Mengen austauschbarer Nährstoffe und eine stärkere mikrobielle Aktivität sowie

Die untersuchten Böden des Untersuchungsgebiets waren stark humos. Die Humusakkumulation in dieser Region hängt mit der Abbauresistenz des organischen Materials zusammen. Zum einen hemmen die niedrigen Temperaturen der Hochfläche die mikrobielle Aktivität, zum anderen verzögern vermutlich niedrige Nährstoffgehalte, niedrige pH-Werte sowie schwer abbaubare metall-organische Komplexe und pyrogener Kohlenstoff den Abbau der organischen Substanz. Das ursprüngliche Vegetationsmosaik aus Araukarienwäldern und Campo der Hochflächen Südbrasilien ist an diese humusreichen und nährstoffarmen Böden angepaßt. Eine intensive Landnutzung hat zur Degradierung der Böden geführt. Die anthropogene Veränderung hat einen Verlust an organischer Substanz bewirkt, da durch die Veränderung eine verstärkter Humusabbau stattgefunden hat. Des weiteren war eine Degradierung der Böden aufgrund einer niedrigen Effizienz der mikrobiellen Aktivitäten (höherer metabolischer Quotient qCO_2) bei den stärker gestörten Flächen festzustellen.