

Bodenversauerung unter *Pinus caribaea*- Aufforstungen in der brasilianischen Savanne

Andreas Schwarz* **, Juliane Lilienfein*, Wolfgang Wilcke*,
Lourival Vilela***, Samuel do Carmo Lima****, Richard Thomas*****
und Wolfgang Zech*

-
- * Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie, Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth;
- ** derzeitige Adresse: Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, D-70593 Stuttgart;
- *** EMBRAPA, Caixa Postal 08223, 73301-970 Planaltina-DF, Brasilien;
- **** Universidade federal de Uberlândia, 38406-210 Uberlândia-MG, Brasilien;
- ***** CIAT, Apertado aéreo 6713, Cali, Kolumbien.

Einleitung

Vor 30 Jahren wurden große Teile der brasilianischen Savanne („Cerrado“) gerodet und mit *Pinus* aufgeforstet. Die Streulage ist unter Nadelwald mächtiger und saurer als unter Nadelwald. In Böden mit niedrigen H^+ -Pufferraten kann dies zu einer verstärkten Bodenversauerung führen (PARFITT et al., 1997).

Um eine mögliche Versauerung unter jungen *Pinus*-Aufforstungen zu erkennen, kann es sinnvoller sein, die Bodenlösung zu untersuchen und nicht die Festphase. In Ökosystemen der gemäßigten Breiten reagiert die Lösung schneller und sensitiver auf Nutzungsänderungen als die Bodenfestphase (DAHLGREEN & DRISCOLL, 1994; BÄUMLER & ZECH, 1998).

Ziel dieser Arbeit war es, eine mögliche Bodenversauerung zu erkennen, indem (1) die Bindungsformen von Al, Cu, Fe, Mn und Zn in den Böden und (2) pH-Wert, Al-, Ca-, Cu- und Fe-Konzentrationen in der Bodenlösung unter der natürlichen Savanne und unter *Pinus caribaea* Morelet-Aufforstungen verglichen wurden.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet liegt nahe Uberlândia (Minas Gerais), 400 km südlich von Brasília. Jeweils drei räumlich getrennte Flächen in der natürlichen Savanne (CE) und in 20jährigen *Pinus caribaea* Morelet-Plantagen (PI) wurden ausgewählt. In der Regenzeit zwischen Oktober 1997 und April 1998 wurden mit Saugkerzen Lösungsproben aus der Auflage (nur PI) und aus 0,15, 0,3, 0,8, 1,2 und 2 m Tiefe gewonnen. Die Lösungen wurden auf den pH-Wert sowie am Flammen- bzw. Graphitrohr-AAS (Varian SpectrAA 400 bzw. Varian SpectrAA 400Z) auf Al-, Ca-, Cu- und Fe-Konzentrationen untersucht.

* Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie, Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth;
** derzeitige Adresse: Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, D-70593 Stuttgart;
*** EMBRAPA, Caixa Postal 08223, 73301-970 Planaltina-DF, Brasilien;
**** Universidade federal de Uberlândia, 38406-210 Uberlândia-MG, Brasilien;
***** CIAT, Apertado aéreo 6713, Cali, Kolumbien.

In den Oberbodenproben wurden der pH-Wert in 1 M KCl in einem Boden:Lösungs-Verhältnis von 1:2,5 und die effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) durch Extraktion mit 1 M NH_4 -Acetat bestimmt.

Die Oberbodenproben (0-0,15 m) wurden in sieben Fraktionen (F) sequentiell extrahiert (ZEIEN & BRÜMMER, 1989). Die Pflanzenverfügbarkeit nimmt von F1 zu F7 ab, die Bindungsstärke zu. Die Extrakte wurden auf Al, Cu, Fe, Mn und Zn analysiert.

Die Eigenschaften der Oberbodenproben und Al-, Ca-, Cu-, Fe-, Mn- und Zn-Gesamtgehalte sind in *Tabelle 1* dargestellt.

Tabelle 1: Bodenkundliche Kenngrößen der Oberböden unter CE und PI (0-0,15 m).

	pH (H ₂ O)	KAK_{eff} [cmol _c kg ⁻¹]	C _{org} —————	Al [g kg ⁻¹]	Fe —————	Ca —————	Cu —————	Mn —————	Zn —————
CE	4,6-5,0	6,1-8,7	21-23	137-155	28-46	29-37	14-24	30-71	10-14
PI	4,5-4,7	5,6-6,4	21-23	94-154	32-38	30-36	16-20	23-48	8-13

Ergebnisse und Diskussion

Über 83 % der Al-, Cu-, Fe-, Mn- und Zn-Gesamtgehalte wurden mit den schwer pflanzenverfügbaren F5-7 (gebunden an Fe-Oxide und Silikate) extrahiert (*Abbildung 1*). Weniger als 6 % von Al, Cu, Fe und Zn und ca. 12 % des Mangans sind pflanzenverfügbar (F1+2, Abb. 1).

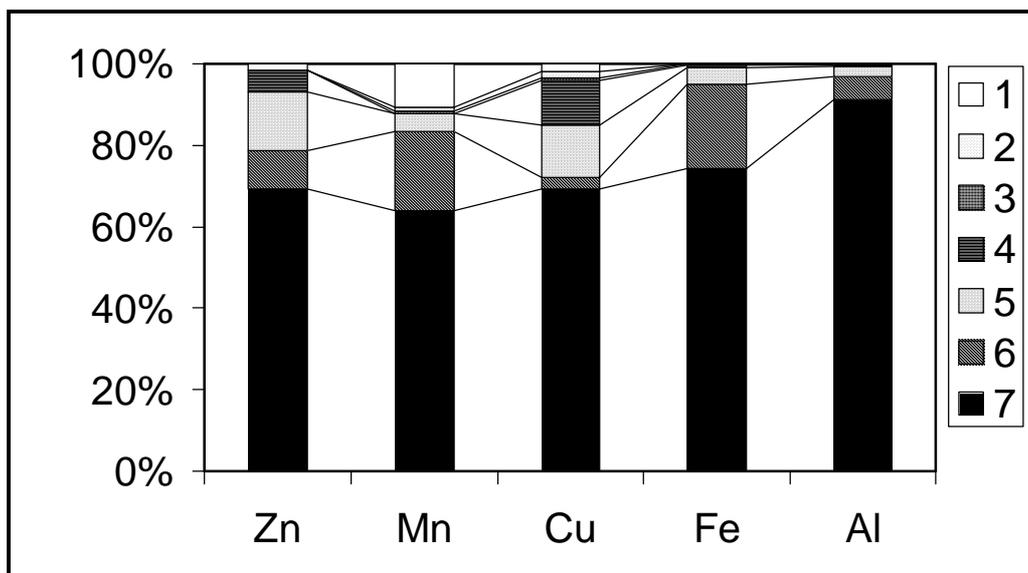


Abbildung 1: Mittlere prozentuale Verteilung von Al, Cu, Fe, Mn und Zn auf die Bindungsformen in den CE-Böden.

Zwischen CE und PI bestehen keine signifikanten Unterschiede in den Bindungsformen (nicht gezeigt). Diese Verteilung der Metalle auf die einzelnen Bindungsformen unterscheidet sich deutlich von derjenigen in Böden der gemäßigten Breiten. Dort wird Mn häufig in der leicht reduzierbaren Phase, die mit F3 extrahiert wird, Cu in organischen Bindungsformen (F4) gefunden (WILCKE & KAUPENJOHANN, 1997).

Während der Hauptregenzeit (23.12.97-14.04.98) liegt der pH-Wert der Bodenlösung unter PI zwischen 0,15 und 1,2 m Tiefe um 0,5 bis 1,0 pH-Einheiten niedriger als unter CE (Abbildung 2). Dagegen besteht in 2 m Tiefe kein signifikanter Unterschied. Dies weist darauf hin, daß die Versauerungsfront in der PI-Aufforstung bis in eine Tiefe zwischen 1,2 und 2 m reicht.

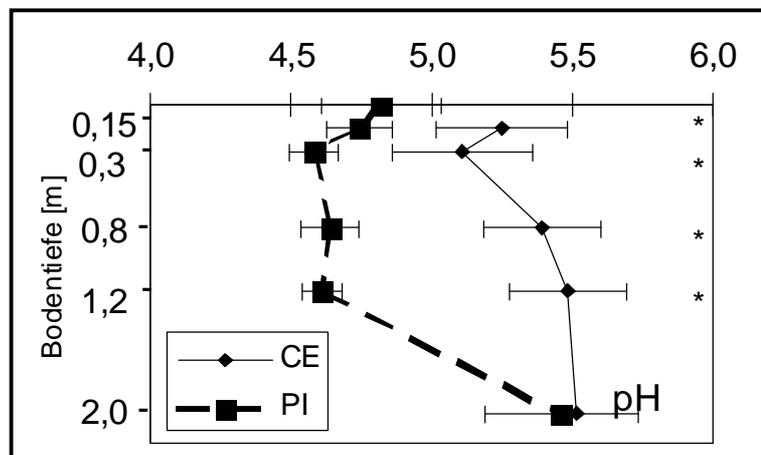


Abbildung 2: Mittlerer pH-Wert der Bodenlösung während der Hauptregenzeit (23.12.97-14.04.98) unter CE und PI.

Die Metallkonzentrationen in den Bodenlösungen unter CE und PI sind im Vergleich zu denjenigen in gemäßigten Breiten niedrig (LILIENFEIN et al., 1999). Kupfer und Fe konnten in den Bodenlösungen nicht nachgewiesen werden.

Die Al-Konzentration steigt unter PI aufgrund des abnehmenden pH-Wertes bis 1,2 m Tiefe an und ist bis zu 60fach höher als in CE (Abbildung 3). Unterhalb der Versauerungsfront nimmt die Al-Konzentration unter PI wieder ab und unterscheidet sich in 2 m Tiefe nicht signifikant von derjenigen unter CE.

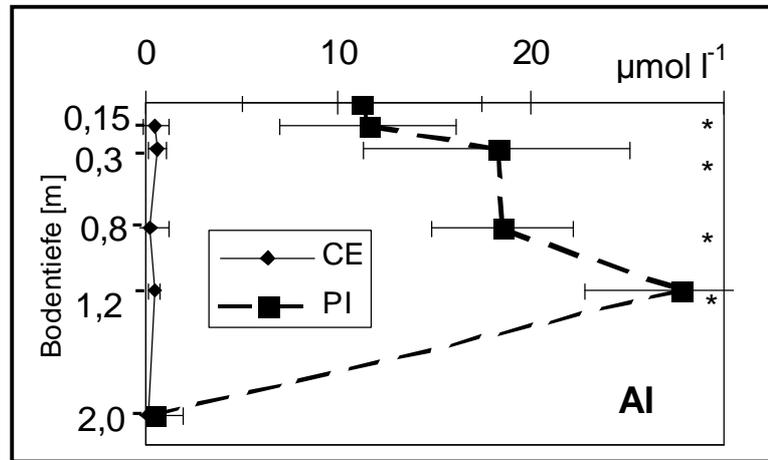


Abbildung 3: Mittlere Al-Konzentrationen in der Bodenlösung während der Hauptregenzeit (23.12.97-24.04.98) unter CE und PI.

Schlußfolgerungen

Während sich die Bodenfestphasen unter der natürlichen Savanne (CE) und der Pinus-Aufforstung (PI) nicht signifikant unterscheiden, deuten signifikant niedrigere pH-Werte und höhere Metallkonzentrationen in der PI-Bodenlösung auf eine nutzungsbedingte Versauerung bis 1,2 m Tiefe hin.

Dank

Wir danken der DFG für die finanzielle Unterstützung (Az. Ze 154/36-1).

Literatur

- BÄUMLER, R. & W. ZECH (1998): Soil solution chemistry and impact of forest thinning in mountain forests in the Bavarian Alps. *For. Ecol. Manage.* 108: 231-238.
- DAHLGREEN, R.A. & C.T. DRISCOLL (1994): The effects of whole-tree clear-cutting on soil processes at the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire, USA. *Plant Soil* 158: 239-262.
- LILIENFEIN, J., W. WILCKE, M.A. AYARZA, L. VILELA, S.D.C. LIMA & W. ZECH (1999): Soil acidification in *Pinus caribaea* forests on Brazilian savanna oxisols. *For. Ecol. Manage.* Im Druck.
- PARFITT, R.L., R.L. PERCIVAL, R.A. DAHLGREEN & L.F. HILL (1997): Soil and solution chemistry under pasture and radiate pine in New Zealand. *Plant Soil* 191: 279-290.
- WILCKE, W. & M. KAUPENJOHANN (1997): Differences in concentrations and fractions of Al and heavy metals between aggregate interior and exterior. *Soil Sci.* 162: 323-332.
- ZEIEN, H. & G. BRÜMMER (1989): Chemische Extraktion zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Böden. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Ges.* 59: 505-510.