

Stickstoff - eine Versauerungsquelle im Boden?

A. BOHNER

Einleitung

Stickstoff ist quantitativ das wichtigste mineralische Nährelement für alle höheren Pflanzen. Die N-Düngung hat von allen Düngerelementen i.a. den größten Einfluss auf den Ertrag. Stickstoff kann allerdings unter gewissen Voraussetzungen auch zu einer Bodenversauerung und zur Auswaschung kationischer Nährstoffe führen.

Das Ziel dieser Untersuchung ist, die Veränderungen des bodenchemischen Stoffzustandes in der Boden-Sättigungslösung unter einer Kot-Geilstelle auf einer Almweide darzustellen.

Material und Methoden

Die Untersuchung wurde in 1825 m Seehöhe auf einer Almweide mit einem Bürstlingsrasen (*Sieversio-Nardetum strictae*) durchgeführt. Der Boden ist eine Braunerde aus Zweiglimmerschiefer. Die Bodenproben wurden unter einer beinahe vollständig abgebauten Kuhflade und vom umgebenden „Almweideboden“ aus dem A-Horizont (5-10 cm) gezogen. Von den feldfrischen Bodenproben wurde eine Boden-Sättigungslösung (Was-

serzusatz bis zur Fließgrenze) hergestellt. Die Elementbestimmung erfolgte mit ICP und Ionenchromatographie. Die Reduktionskapazität (gelöster C) wurde durch Rücktitration zugeführter und nicht verbrauchter Oxidationsäquivalente bestimmt. Der pH-Wert wurde elektrometrisch und die elektrische Leitfähigkeit konduktometrisch ermittelt. Die Säureneutralisationskapazität (bis pH 3) wurde mit HCL bestimmt.

Theorie

Beim mikrobiellen Abbau organischer N-Verbindungen (z.B. Tierexkremete) wird pro Mol produziertem NO_3^- ein Mol H^+ erzeugt. Wenn die gebildeten NO_3^- -Ionen sofort von den Pflanzen aufgenommen und für den Aufbau N-haltiger Verbindungen verbraucht werden, dann bewirkt die Netto-Mineralisation von organischen N-Verbindungen im Boden keine Bodenversauerung, denn bei der pflanzlichen Aufnahme von einem Mol NO_3^- wird ein Mol OH^- abgegeben. Wenn allerdings mehr NO_3^- -N produziert wird, als die Pflanzen aufnehmen können, dann kommt es zu einer Bodenversauerung (REUSS & JOHNSON, 1986).

Ergebnisse und Diskussion

Der mikrobielle Abbau von Tierexkrementen bewirkt spezifische Veränderungen in der Boden-Sättigungslösung (Tabelle 1-3):

- eine pH-Abnahme durch Salpetersäureimpulse,
- einen Anstieg der Ionenstärke durch Nährstoffzufuhr,
- eine Zunahme der Säureneutralisationskapazität vermutlich infolge einer großen Zufuhr von gelösten organischen Substanzen mit Aminogruppen,
- eine Reduktion von gelöstem C und eine Erhöhung der Humusstabilität,
- eine Zunahme vor allem der K^+ -, Na^+ -, H_2PO_4^- - und NO_3^- -Konzentration,
- eine Abnahme der Alkalinität (negative Alkalinität!) durch NO_3^- -N-Überanreicherung,
- eine beträchtliche Verengung der C/N-, C/P-, C/S- und Ca/K-Mol-Verhältnisse,
- eine ausgeprägte Erweiterung der N/P- und N/S-Mol-Verhältnisse sowie der MAK/MIKNÜ-, MAK/MEBS- und MIKNÜ/MEBS-Mol-Verhältnisse (MAK = Makronährstoffe, MIKNÜ =

Tabelle 1: Kennwerte der Boden-Sättigungslösung

	pH	$\mu\text{S/cm}$ EL	mmol/l J	mval/l SNK	mg/l C	% Hst	MAK	$\mu\text{mol/l}$ MIKNÜ	MEBS	Σ
Weide	6,02	101	1,07	29	34		598	270	41	909
%						0,07	65,8	29,7	4,5	100,0
Kot-Geilstelle	5,45	103	1,15	36	26		1045	284	20	1349
%						0,05	77,5	21,0	1,5	100,0

MAK = $\Sigma \text{NO}_3\text{-N, NH}_4\text{-N, P, S, Ca, Mg, K}$; MIKNÜ = $\Sigma \text{Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni, Na, Si, Co, Cr, V}$; MEBS = $\Sigma \text{Al, As, Cd, Pb}$; J = Ionenstärke; SNK = Säureneutralisationskapazität (bis pH 3); Hst = Humusstabilität (gelöster C in % von C_{org})

Tabelle 2: Stoffzusammensetzung in der Boden-Sättigungslösung

	Ca	Mg	i_+ $\mu\text{val/l}$		Na	Σi_+	H_2PO_4	SO_4	i_- $\mu\text{val/l}$		Σi_-	$\mu\text{val/l}$ $\Sigma i_+ - \Sigma i_-$
			K	NH_4					NO_3	Cl		
Weide	334	49	115	7	30	535	88	250	71	160	569	-34
%	62,4	9,2	21,5	1,3	5,6	100,0	15,5	43,9	12,5	28,1	100,0	
Kot-Geilstelle	245	49	189	0	57	540	134	250	450	160	994	-454
%	45,3	9,1	35,0	0,0	10,6	100,0	13,5	25,1	45,3	16,1	100,0	

Autor: Dr. Andreas BOHNER, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Referat Botanik und Pflanzensoziologie, Altiarding 11, A-8952 IRDNING



Tabelle 3: Mol-Verhältnisse in der Boden-Sättigungslösung

	C/N	C/P	C/S	N/P	N/S	Ca/K	Mg/K	MAK/MIKNÜ	MAK/MEBS	MIKNÜ/MEBS
Weide	36,0	32,2	22,7	0,9	0,6	1,5	0,2	2,2	14,6	6,6
Kot-Geilstelle	4,8	16,1	17,3	3,4	3,6	0,7	0,1	3,7	53,5	14,5

Mikronährstoffe und nützliche Elemente, MEBS = metallische und metalloide Ballast- und Schadelemente).

Das C/N_{anorg} -Verhältnis ist in der Boden-Sättigungslösung unter der Kot-Geilstelle mit 4,8 extrem niedrig; dies weist auf einen beträchtlichen Überschuss an anorganischem N unter der Kot-Geilstelle hin. Ein wesentlicher Teil des verfügbaren N wird von den Pflanzen offensichtlich nicht aufgenommen; das N-Angebot übersteigt den N-Bedarf der Pflanzen zum Zeitpunkt der Probenahme bei weitem. Die Boden-Sättigungslösung ist primär mit NO_3^- -Ionen angereichert; diese resultieren aus einer raschen und exzessiven Ammonifikation und Nitrifikation von organischen N-Verbindungen. Dies bewirkt eine Abnahme der Alkalinität und erzeugt Acidität in der Boden-Sättigungslösung. Die beträchtliche negative Alkalinität ($\sum i_+ \ll \sum i_-$), die aus der Akkumulation von NO_3^- -Ionen stammt, ermöglicht einen Transport von

Acidität in tiefere Bodenschichten. Das ausgeprägte Kationendefizit unter der Kot-Geilstelle wird ausgeglichen durch H^+ -Ionen (nur $3,6 \mu\text{val/l}$), Kationensäuren und vor allem durch organische Kationen. Auf Grund von Salpetersäureimpulsen werden gelöste organische Substanzen mit Aminogruppen (insb. Aminosäuren und Aminosucker) durch Protonierung positiv geladen. Es entstehen organische Kationen; sie werden durch Adsorption zum Teil aus der Bodenlösung entfernt. Dies ist eine wichtige Pufferreaktion und bewirkt eine Reduktion von gelöstem C (Anstieg der Humusstabilität).

Schlussfolgerung

Wenn bei der Mineralisation von organischen N-Verbindungen mehr NO_3^- -Ionen gebildet werden als die Pflanzen aufnehmen können, dann versauert die Bodenlösung durch Salpetersäureimpulse und sie reichert sich mit NO_3^- -N an. Die Aus-

waschung der NO_3^- -Ionen bewirkt auch einen Verlust an kationischen Nährstoffen und bei negativer Alkalinität erfolgt ein Transport von Acidität in tiefere Bodenschichten. Um Versauerungseffekte und Auswaschungsverluste zu vermeiden, sollte die Menge und der Zeitpunkt der Applikation von organischem Dünger dem Pflanzenbestand angepasst werden. Entscheidend ist, dass die N-Zufuhr nicht die pflanzliche Aufnahmekapazität übersteigt und dass der mineralisierte anorganische Stickstoff während eines hohen pflanzlichen Bedarfs angeboten wird.

Literatur

- BOHNER, A. and E.M. PÖTSCH, 2002: Nitrogen, a source of soil acidification under dung rank patches? 19. EGF-Meeting, La Rochelle (France), 27.-30.5.2002, 664-665.
- REUSS, I.O. and D.W. JOHNSON, 1986: Acid deposition and the acidification of soils and waters. Ecological Studies 59, Springer Verlag, 119 S.