

Borhaltige Dämmmaterialien als Rohstoff für einen neuartigen Bordünger

Boron-stabilized insulation materials as raw material for a novel boron fertilizer

Jakob Santner^{1*}, Olivier Duboc², Frank Radosits², Walter W. Wenzel², Walter Gössler³,
Alexandra Tiefenbacher⁴, Peter Strauß⁴, und Konrad Steiner^{5, 6}

Einleitung

Borat ist von der europäischen Kommission seit 2014 als kritisches Rohmaterial gelistet, da die globalen Vorkommen stark regional konzentriert sind (Türkei, USA), und die EU-Staaten damit von Borat-Importen abhängig sind. Nach Zuschlägen in Gläsern und Glas- und Keramikfritten, ist die Verwendung als Dünger die dritthäufigste Art der B-Verwendung in der EU, wobei die jährliche Düngeraufwandsmenge EU-weit bei 3000-5000 t B liegt (BIO BY DELOITTE 2015, SHORROCKS 1994). In biologischen Dämmmaterialien wie Zellulosedämmstoffen dienen Borate als Flammschutzmittel und zur Schädlingsabwehr. Aufgrund des hohen Borgehalts müssen solche biologischen Dämmmaterialien nach dem Gebäudeabbruch als Problemstoff entsorgt werden. Eine alternative Nachnutzung von borhaltigen biologischen Dämmmaterialien ist der Einsatz als Düngemittel. Ziel dieser Arbeit war es, die Düngewirkung eines Biokohleproduktes, das aus Zellulosedämmung hergestellt worden war, in Topf- und Feldversuch zu testen.

Material und Methoden

Bordünger: Aus borhaltigem Zellulosedämmmaterial wurde Biokohle mit einem Borgehalt von 9.35 g kg⁻¹ hergestellt. Alle Versuche wurden mit dieser Borkohle, sowie mit Borax als Kontrolldünger, und mit einer nicht Bor gedüngten Kontrollvariante durchgeführt. Im Topfversuch wurden die Dünger in den Versuchsboden eingemischt, im Feldversuch wurden die Dünger händisch vor der Pflanzung ausgebracht.

Topfversuch: Sonnenblume und Raps wurden in einer Wachstumskammer für 6 Wochen in Töpfen mit 1.75 kg Boden gezogen. Bor wurde mit 1 kg ha⁻¹ gedüngt. Alle anderen Nährstoffe wurden regelmäßig als Nährlösung gegossen. Der Versuch wurde mit 4 Replikaten durchgeführt.

Feldversuch: Auf den Flächen der HBLA Ursprung (Elixhausen) wurde auf zwei Feldern je ein Feldversuch mit Mais und Sonnenblume mit vier Kleinparzellen pro Variante angelegt. Bor wurde mit 1 kg ha⁻¹ gedüngt. Auf beiden Feldern wurde als Grunddüngung Stallmist ausgebracht.

Ergebnisse und Diskussion

Im Topfversuch nahmen beide Pflanzenarten, Sonnenblume und Raps, signifikant mehr Bor in den gedüngten Varianten als in der ungedüngten Kontrolle auf (Tabelle 1). Während bei Sonnenblume die mit Borkohle gedüngte Gruppe verglichen mit der Borax-Gruppe keine statistisch unterschiedliche Borkonzentration aufwies, war bei Raps ein signifikanter, aber kleiner, Konzentrationsunterschied feststellbar. Die Feldversuche mit Sonnenblume zeigten ein ähnliches Bild: Beide Dünger, führten zu signifikant und deutlich erhöhten B-Konzentrationen in den jüngsten Blättern der Pflanzen (Probennahme August 2018). Am Feld Schachern war zusätzlich B in den Borax-gedüngten Blättern gegenüber der Borkohlevariante signifikant und deutlich erhöht, während kein solcher Unterschied am Feld Spornegg gefunden wurde. Die Feldversuche mit Mais zeigten keine signifikante Unterschiede zwischen der ungedüngten Kontrolle und den B-Düngern.

Diese Daten zeigen klar, dass Biokohle aus borhaltigem Zellulosedämmmaterial geeignet ist, Bor für die Pflanzenaufnahme zur Verfügung zu stellen. Obwohl die Versuchsböden nicht B-arm waren, zeigten die borbedürftigen Arten Sonnenblume und Raps erhöhte B-Aufnahme verglichen mit der ungedüngten Situation. Mais, dessen B-Bedarf gering ist, zeigte kein solches Verhalten. Die geringere

Tabelle 1: **Borkonzentrationen (mg kg⁻¹) in der Sprossbiomasse (Topfversuch) und in den jüngsten Blättern (Feldversuche; Probenahme August 2018) in Sonnenblume, Raps und Mais nach Düngung mit Borkohle und Borax**

Topfversuch						
	Sonnenblume			Raps		
Kontrolle	24.3	2.4	a	11.5	0.6	a
Borkohle	33.6	2.0	b	22.7	0.8	b
Borax	37.6	2.1	b	25.5	1.5	c
Feldversuch Schachern						
	Sonnenblume			Mais		
Kontrolle	27.1	6.3	a	29.7	6.2	a
Borkohle	50.4	4.6	b	38.1	9.6	a
Borax	73.8	10.3	c	42.8	5.7	a
Feldversuch Spernegg						
	Sonnenblume			Mais		
Kontrolle	26.7	5.4	a	37.4	4.8	a
Borkohle	72.8	9.0	b	51.8	8.6	a
Borax	70.4	19.9	b	39.9	3.9	a

Statistik: Welch-ANOVA mit Games-Howell post-hoc Test. Dargestellt sind Mittelwerte (linke Spalte) und Standardabweichungen (mittlere Spalte) von 4 Wiederholungen.

B-Aufnahme aus Borkohle verglichen mit Borax für Raps im Topfversuch und für Sonnenblume am Feld Schachern deuten auf eine geringere B-Löslichkeit aus Borkohle als aus Borax hin. Eine niedrigere Löslichkeit der Borkohle verglichen mit Borax wurde mit bodenchemischen Untersuchungen bestätigt (Daten nicht gezeigt). Eine niedrigere Löslichkeit bei Bordüngern durchaus von Vorteil, da der Konzentrationsbereich zwischen Bormangel und Bortoxizität eng ist, und Bordüngung vor allem in der Keimungsphase zu Toxizitätssymptomen führen kann (ABAT ET AL., 2014, BERGMANN 1988, NABLE ET AL., 1997). Eine niedrigere Löslichkeit verringert ausserdem das Auswaschungsrisiko ins Grundwasser. In einem Versickerungsversuch mit Minilysimetern konnte gezeigt werden, dass bei einer Düngung mit Borkohle mit 1 kg B ha⁻¹ nicht mit einer Überschreitung des Trinkwassergrenzwertes von 1 mg B L⁻¹ im Grundwasser zu rechnen ist (Daten nicht gezeigt).

Die Verwendung von borhaltigen Dämmmaterialien als Dünger in der Landwirtschaft scheint aufgrund der Versuchsergebnisse möglich, und ist hinsichtlich einer effizienten Nutzung von Ressourcen sinnvoll. Momentan werden borhaltige Zellulosedämmungen in Österreich bei Gebäudeabbrüchen als gefährlicher Abfall verbrannt und deponiert, die Verfügbarkeit des Materials zur Düngemittelherstellung sollte also gegeben sein. Andere Verunreinigungen sind aufgrund von Messungen des Schwermetallgehalts und von organischen Schadstoffen (Daten nicht gezeigt) nicht zu erwarten.

Zusammenfassung

Borate sind, neben Rohphosphat, als kritischer Rohstoff in der EU gelistet, da die globalen Vorkommen stark lokal konzentriert sind (Türkei, USA), und die EU über keine eigenen Vorkommen verfügt. Momentan werden in Österreich borhaltige Abfallmaterialien, wie etwa Dämmstoffe, die Borate als Flamm- schutzmittel und zur Schädlingsabwehr enthalten, als gefährlicher Abfall behandelt und entsprechend entsorgt und deponiert. Ziel dieser Arbeit war, die Eignung von Biokohle aus borhaltige Zellulosedämmung als landwirtschaftlichen Bordünger zu testen. Dazu wurden Topf- und Feldversuche mit Sonnenblume, Raps und Mais durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass Biokohle aus Zellulosedämmmaterial

Bor für die Pflanzenaufnahme zur Verfügung stellen kann. Daten aus den Pflanzenversuchen, wie auch aus zusätzlichen Arbeiten zur B-Löslichkeit und zum Schadstoffgehalt (Schwermetalle, organische Schadstoffe) legen eine Nutzung von borhaltiger Zellulosedämmung nach Gebäudeabbrüchen als Dünger nahe.

Abstract

Borates are, like raw phosphate, listed as critical raw material in the EU, as the global borate resources are strongly localised (Turkey, USA), and as there are no borate deposits within the EU. At the moment, boron-containing waste, e.g. insulation materials which are treated with borates as flame retardant and as pest repellent, are treated as dangerous waste and are accordingly disposed and land-filled. The aim of this study was to test the applicability of biochar made from boron-containing cellulose insulation as boron fertiliser. To this end, we conducted pot and field trials with sunflower, rapeseed and maize. The results show, that this boron-containing biochar provides boron for uptake by crop plants. Our data, as well as additional work on the B-solubility of this material and on its contaminant content (heavy metals, organic pollutants) suggest the use of boron-containing cellulose insulation from building demolition as fertilizer.

Danksagung

Wir danken Andreas Hartner, Michael Himmelfreundpointner, Christian Holzer und Johannes Hummer, Schüler der HBLA Ursprung im Maturajahrgang 2019, für die Durchführung der Feldversuche im Rahmen ihrer Diplomarbeit.

Literatur

ABAT M, DEGRYSE F, BAIRD R, MCLAUGHLIN M, 2015. Boron phosphates (BPO₄) as a seedling-safe boron fertilizer source. *Plant and Soil* 391, 153-160.
BERGMANN W, 1988. Ernährungstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
BIO BY DELOITTE, 2015. Study on Data for a Raw Material System Analysis: Roadmap and Test of the Fully Operational MSA for Raw Materials. Prepared for the European Commission, DG GROW.
NABLE RO, BANUELOS GS, PAULL JG, 1997. Boron toxicity. *Plant and Soil* 193, 181-198.
SHORROCKS VM, 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil* 193, 121–148.

Adressen der Autoren

¹ BOKU, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Institut für Pflanzenbau, Konrad-Lorenz-Strasse 24, 3430 Tulln

² BOKU, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Bodenforschung, Konrad-Lorenz-Strasse 24, 3430 Tulln

³ Karl-Franzens-Universität, Institut für Chemie, Universitätsplatz 1/III, 8010 Graz

⁴ Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, 3252 Petzenkirchen

⁵ Ingenieurbüro für Biologie und Erdwissenschaften, Kalchgrub 1, 5165 Berndorf

⁶ HBLA Ursprung, Ursprungstrasse 4, 5161 Elixhausen

* Ansprechpartner: DI Dr. Jakob Santner, jakob.santner@boku.ac.at