
Erfassung der Auswaschung von verbrennungsrelevanten Inhaltsstoffen aus Grünlandaufwüchsen durch simulierten Regen

V. Henrici, B. Tonn, U. Thumm und W. Claupein

Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland

Einleitung und Problemstellung

Bei der Verbrennung von halmgutartigen biogenen Festbrennstoffen ist der hohe Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen ein Problem. Stickstoff und Schwefel führen zu Emissionen von NO_x und SO_2 . Durch einen hohen K- und Cl-Gehalt des Brennstoffs kann es zu Korrosion an der Verbrennungsanlage kommen. Des Weiteren hängen die Feinstaubemissionen mit dem Aschegehalt zusammen (HÄRDTLEIN et al., 2004). Eine Einflussmöglichkeit auf den Nährstoffgehalt von Brennstoffen ist die Feldliegezeit, bei der durch auftretende Niederschläge Elemente ausgewaschen werden können. In Feldversuchen, bei denen halmgutartige Festbrennstoffe künstlich beregnet wurden (HARTMANN et al., 2000), wurde versucht die Höhe der dabei auftretenden Auswaschung von

Mineralstoffen zu quantifizieren. In vorliegendem Projekt wurden drei Methoden zur Simulation niederschlagsbedingter Mineralstoffauswaschung aus Grünland-aufwüchsen miteinander verglichen. Ziel ist dabei eine einfach durchführbare Methode zu entwickeln, die unabhängig von spezifischen Berechnungs-parametern, wie der Tröpfchengröße, ist. Dabei soll vorausgesagt werden können, welche Behandlung welchem Niederschlagsereignis entspricht und wie hoch die dadurch entstehende Auswaschung sein wird.

Material und Methoden

Die Versuche wurden mit Heu des ersten Schnitts einer weidelgrasbetonten Dreischnitt-Wiese der Versuchsstation für Nutztierbiologie und Ökologischen Landbau der Universität Hohenheim durchgeführt. (a) Im ersten Versuch wurden 30 g des Heus in Breithalsflaschen (1 l) eingewogen. Anschließend wurden sie mit Wasser aufgefüllt und bei 75 Umdrehungen pro Minute für 5, 10, 20, 40 und 240 min. geschüttelt. (b) In einem zweiten Versuch wurden 70 g des Heus in 30 x 40 cm große Körbe eingewogen und für 0,5, 1, 2, 4 und 8 min. mit einem Schlauch mit Sprühaufsatz, der in einem Meter Höhe fixiert war, besprüht. Die applizierte Wassermenge wurde mittels vierer Bechergläser erfasst, die in der Diagonale in den Körben aufgestellt waren. Die Berechnungsmenge pro Minute betrug durchschnittlich 3,3 mm. (c) Für den dritten Versuch wurden ebenfalls 70 g Heu in die 30 x 40 cm großen Körbe eingewogen. Diese wurden vollständig randomisiert auf einer 7 x 5 m großen Rasenfläche verteilt und für 15, 30, 60, 90 und 120 min. mit einer Sprinklerberegnungsanlage beregnet. Auch hier wurde die Wassermenge mittels kleiner Becher erfasst, die in der Mitte der Körbe platziert waren. Hier betrug die Berechnungsmenge pro Minute durchschnittlich 0,4 mm. Bei jedem dieser Versuche wurde das Heu nach der Behandlung für eine halbe Stunde zum Abtropfen aufgestellt und anschließend für 48 h bei 60 °C getrocknet. Danach wurden die Heuproben auf 1 mm vermahlen. Die Gehalte an K, Ca, Mg und P wurden nach der Methode der VDLUFA, die Cl-Gehalte mittels potentiometrischer Titration bestimmt. Die Aschegehalte wurden nach der Verbrennung im Muffelofen bei 500 °C ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Bei der manuellen Beregnung und der Beregnungsanlage wurde nach Applikation der gleichen Wassermenge eine ähnliche Auswaschung, vor allem der leicht löslichen Elemente, erreicht, trotz sehr unterschiedlicher Beregnungsintensität (Tab. 1). Die Mineralstoffauswaschung pro Zeiteinheit war bei der manuellen Beregnung höher als bei der Beregnungsanlage. Bei der Schüttelflaschenmethode waren nach 10 Minuten Schütteln die Mineralstoffgehalte in dem Bereich, der einem Niederschlagsereignis von etwa 36 mm entsprechen würde.

Die höchsten Auswaschungsverluste zeigten sich bei K und Cl, die in der Pflanze in leicht löslicher Form vorkommen. Bei Ca dagegen ließ sich mit zunehmender Wassermenge ein leichter Anstieg des Gehalts verzeichnen. Da Ca in der Pflanze in schwerlöslichen Verbindungen vorkommt, wird es weniger leicht ausgewaschen und es kommt so zu einer relativen Zunahme am Gesamtgehalt der Mineralstoffe (Abb. 1). Auch P und Mg nehmen mit zunehmender Beregnungsmenge leicht ab. Mit der Auswaschung der Mineralstoffe nimmt auch der Aschegehalt ab (Tab. 1).

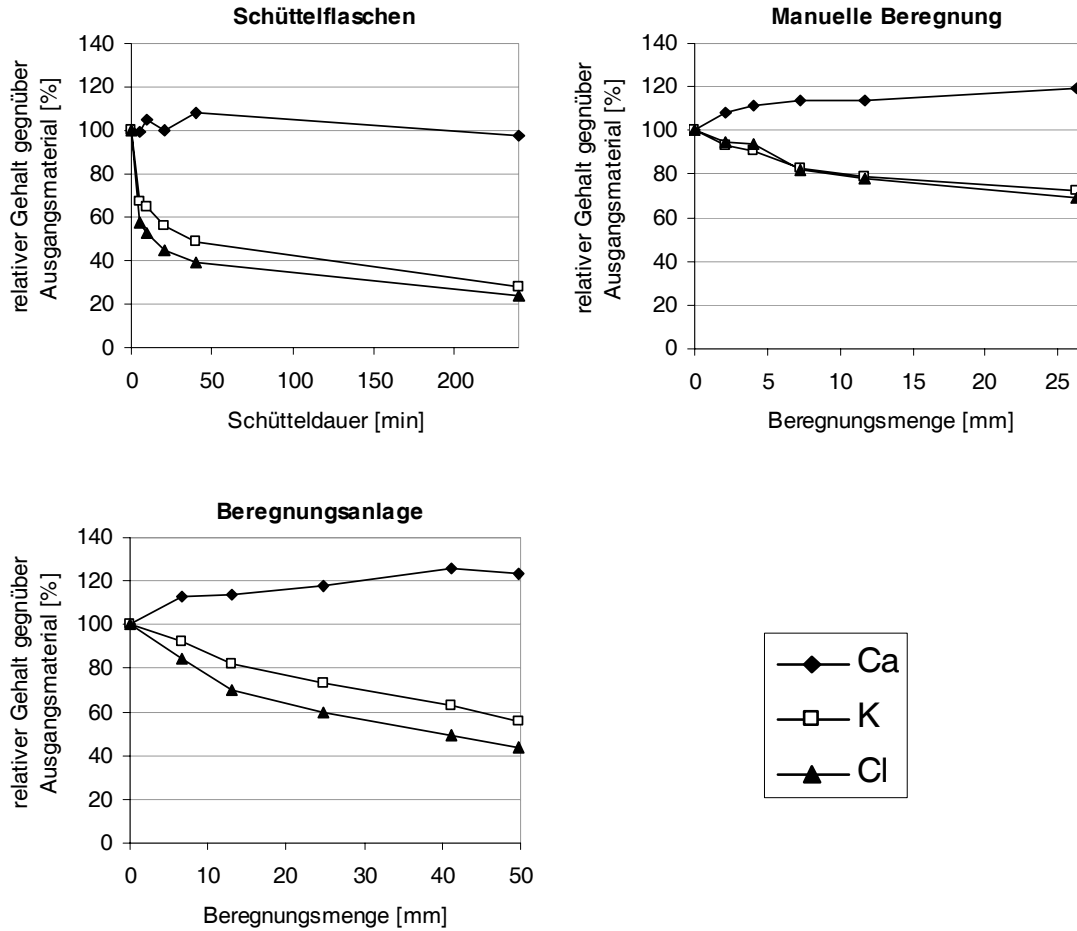


Abb. 1: Relative Auswaschungsverluste aus Heu bei drei verschiedenen Methoden zur Simulation von Niederschlagsereignissen.

Tab. 1: Auswirkung unterschiedlicher Methoden zur Simulation niederschlagsbedingter Auswaschungsverluste bei Heu. Inhaltsstoffe [% in TS] nach unterschiedlicher Behandlung, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD).

Schüttelflaschen													
Beh. dauer [min]	Wasser- menge [mm]	Cl		K		Ca		P		Mg		Asche	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
0	---	0,11	0,003	1,44	0,034	0,33	0,040	0,19	0,007	0,08	0,006	5,57	0,075
5	---	0,06	0,004	0,96	0,058	0,33	0,023	0,15	0,010	0,06	0,006	4,49	0,229
10	---	0,06	0,003	0,93	0,034	0,35	0,010	0,16	0,005	0,06	0,002	4,58	0,088
20	---	0,05	0,003	0,81	0,036	0,33	0,016	0,15	0,008	0,06	0,001	4,27	0,080
40	---	0,04	0,003	0,71	0,034	0,36	0,013	0,14	0,008	0,06	0,002	4,22	0,134
240	---	0,03	0,002	0,41	0,013	0,32	0,018	0,11	0,006	0,06	0,003	3,48	0,132
Manuelle Beregnung													
Beh. dauer [min]	Wasser- menge [mm]	Cl		K		Ca		P		Mg		Asche	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
0	0	0,11	0,003	1,44	0,034	0,33	0,040	0,19	0,007	0,08	0,006	5,57	0,074
0,5	2,1	0,10	0,004	1,34	0,010	0,35	0,005	0,19	0,002	0,08	0,002	5,40	0,080
1	4,1	0,10	0,003	1,31	0,030	0,36	0,021	0,19	0,003	0,08	0,002	5,48	0,135
2	7,3	0,09	0,004	1,20	0,032	0,37	0,011	0,19	0,003	0,08	0,001	5,32	0,219
4	11,8	0,08	0,003	1,14	0,051	0,37	0,031	0,19	0,016	0,08	0,005	5,02	0,195
8	26,3	0,07	0,002	1,03	0,030	0,39	0,020	0,18	0,003	0,08	0,002	4,68	0,123

Berechnungsanlage													
Beh. dauer [min]	Wasser- menge [mm]	Cl		K		Ca		P		Mg		Asche	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
0	0	0,11	0,003	1,44	0,034	0,33	0,040	0,19	0,007	0,08	0,006	5,57	0,075
15	6,6	0,09	0,005	1,32	0,041	0,37	0,010	0,19	0,003	0,07	0,004	5,26	0,199
30	13,0	0,08	0,005	1,18	0,055	0,37	0,031	0,18	0,004	0,07	0,005	5,16	0,405
60	24,8	0,07	0,001	1,05	0,033	0,39	0,027	0,17	0,004	0,07	0,004	4,96	0,083
90	36,0	0,05	0,004	0,91	0,024	0,41	0,019	0,16	0,002	0,07	0,003	4,70	0,118
120	50,8	0,05	0,002	0,80	0,007	0,41	0,010	0,16	0,007	0,07	0,001	4,67	0,030

Die Durchführung der Methoden der manuellen Berechnung und der Berechnungsanlage sind sehr wetterabhängig. Bereits bei geringer Windstärke kommt es zur Abdrift und somit zu einer ungleichmäßigen Wasserverteilung. Dagegen kann die Methode der Schüttelflaschen unabhängig von der Witterung im Labor durchgeführt werden. Im Vergleich zur Berechnungsanlage ist die Wasserverteilung bei der manuellen Berechnung sehr ungleichmäßig. Ein weiterer Nachteil der manuellen Berechnung besteht darin, dass durch die höhere Berechnungsintensität die Bechergläser jede Minute geleert werden müssen, um die applizierte Wassermenge zu erfassen. Die Methode der Schüttelflaschen ist einfach und schnell durchführbar, jedoch steht für die folgenden Laboruntersuchungen nur wenig Material (30 g) zur Verfügung.

Schlussfolgerungen

Die Methode der manuellen Berechnung und der Berechnungsanlage zeigten bei gleicher applizierter Wassermenge eine ähnliche Auswaschung. Durch Vergleich mit diesen Ergebnissen lassen sich für die Schüttelflaschenmethode Parallelen zwischen der Schütteldauer und der applizierten Wassermenge mit gleichem Auswaschungspotential ziehen. Aus den Versuchsergebnissen lässt sich schließen, dass Niederschläge theoretisch die Brennstoffqualität von Grünlandaufwüchsen verbessern können. Ob diese Erkenntnis in die Praxis umgesetzt werden kann, hängt von der Höhe der dabei auftretenden Biomasseverluste und vom Risiko eines Totalverlustes bei Mahd in Niederschlagsperioden ab.

Literatur

HÄRDTLEIN, M., ELTROP, L. und THRÄN, D. (Hrsg.) (2004): Voraussetzungen zur Standardisierung biogener Festbrennstoffe. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ 23. Münster: Landwirtschaftsverlag.

HARTMANN, H., BÖHM, T., MAIER, L. (2000): Naturbelassene biogene Festbrennstoffe – umweltrelevante Eigenschaften und Einflussmöglichkeiten. Abschlussbericht. Schriftenreihe "Materialien" 154. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.