

Kotstellenverteilung auf einer Umtriebsweide – Beeinflussung durch das Weidemanagement

B. Tonn, P. Weckherlin und U. Thumm

Universität Hohenheim, Inst. für Pflanzenbau und Grünland, Fg. Grünland und Futterbau

Einleitung

Die lokal konzentrierte Nährstoffrückführung in Kot- und Harnstellen und ihre Verteilung spielen eine wichtige Rolle im Nährstoffkreislauf von Weideökosystemen. Großmaßstäbliche räumliche Heterogenität der Kot- und Harnstellenverteilung wird durch räumliche Unterschiede in der Weideintensität sowie durch eine von der Weideintensität unabhängige Aggregation der Weidetiere in bestimmten Bereichen, z.B. in der Nähe der Tränke oder an Lagerstellen, verursacht. Letztere führt zu Nährstofftransfers innerhalb der Weidefläche und trägt damit wesentlich zur Herausbildung von Nährstoffkonzentrationszonen bei. Diese stellen nicht nur eine unproduktive Festlegung von Nährstoffen innerhalb des Weideökosystems dar, sondern üben durch Nährstoffauswaschung und gasförmige Stickstoffverluste negative Umweltwirkungen aus (WHITEHEAD, 2000).

Ziel der vorliegenden Arbeit war zu untersuchen, welcher Einfluss durch das Weidemanagement, vor allem durch Größe und Abgrenzung der Weidefläche sowie durch Variation der Besatzdichte, auf die räumliche Kotstellenverteilung ausgeübt werden kann.

Material und Methoden

Eine 5,5 ha große Umtriebsweide wurde in den Jahren 2003 und 2004 von einer Mutterkuhherde mit einer Besatzleistung von 410 bzw. 740 GV-Tagen/ha beweidet. Nach jedem der jeweils vier Weidegänge wurden alle Kotstellen mit einem GPS-Gerät kartiert. Im Jahr 2005 wurde die Weide in drei Teilflächen von 3,2 ha, 1,3 ha und 1,0 ha unterteilt, die getrennt von einander jeweils viermal beweidet wurden. Eine Kotstellenkartierung erfolgte nach dem ersten und dem dritten Weidegang auf jeder Teilfläche. Auf der an einem Nordhang gelegenen Weidefläche mit mehreren Gehölzstrukturen wechseln sich ebenere Flächen mit steileren Stufen ab. Die Hangneigung liegt zwischen 6° und 25°, wobei sich die weniger steilen Flächen im nordwestlichen Teil der Weidefläche konzentrieren.

Die kartografische Darstellung der Kotstellendichten erfolgte mittels ArcGIS 9.1 (Kernel-Density, $r=15$ m). Auf Grundlage des digitalen Geländemodells des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg (ATKIS[®]-DGM BW, transformierte Rohdaten last pulse) wurden mit ArcGIS 9.1 Höhen- und Hangneigungsoberflächen berechnet.

Der Einfluss der Weideflächenunterteilung auf die Heterogenität der Kotstellenverteilung innerhalb der gesamten Weidefläche auf einer mittleren, für die Entstehung von Nährstoffkonzentrationszonen relevanten Maßstabsebene, wurde mit einem linearen gemischten Modell geprüft. Dazu wurden für die Jahre 2004 und 2005 alle Kotstellen den Rasterquadraten eines 10 x 10 m-Rasters zugeordnet. Die Anzahl der Kotstellen je Rasterquadrat wurde in Abhängigkeit von der Besatzleistung und dem Jahr (2004) bzw. der Interaktion Jahr*Teilfläche (2005) modelliert. Der Restfehler jedes Rasterquadrats setzt sich aus einem konstanten Haupteffekt des i -ten Rasterquadrats (f_i) und einer jahresspezifischen Abweichung (e_{ij}) zusammen. Die Varianz des Schätzwerts von e_{ij} [$\text{var}(e_{ij})$] wurde als Maß für die Heterogenität der – um die Besatzleistung korrigierten – Kotstellenverteilung in-

nerhalb der gesamten Weidefläche genutzt. Dieser Varianz wurden zwei verschiedene Modelle angepasst. Das erste enthält allein einen Jahreseffekt und prüft damit den Einfluß der Unterteilung der Weidefläche im Jahr 2005 im Vergleich zur ungeteilten Weidefläche im Jahr 2004. Das zweite Modell berücksichtigt zusätzlich den Effekt der unterschiedlichen Besatzdichten (Tab. 3). Alle Auswertungen wurden mit der Prozedur „Mixed“ in SAS 8.0 durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Kotstellenzahlen

Die über alle vier Weidegänge summierte mittlere Kotstellendichte lag in den Jahren 2003 und 2004 bei 0,21 bzw 0,25 Kotstellen/m² (Tab. 1). Im Jahr 2005 traten zwischen den drei Teilflächen große Unterschiede auf (Tab.2.). Die summierte mittlere Kotstellendichte des ersten und dritten Weidegangs betrug auf der westlichen Teilfläche 0,11, auf der mittleren 0,18 und auf der östlichen 0,27 Kotstellen/m².

Die Kotstellenzahl je GV und Tag variiert zwischen den Weidegängen stark. Der Mittelwert über alle Weidegänge von 4,2 Kotstellen je GV und Tag liegt deutlich unterhalb der Literaturangaben von 11–16 Defäkationen je Kuh und Tag (WHITEHEAD, 2000). Es ist daher davon auszugehen, dass nicht alle Kotstellen erfasst werden konnten.

Tab. 1: Beweidungsdaten, Kotstellenzahl und Kotstellendichte bei Beweidung der gesamten Weidefläche in den Jahren 2003 und 2004

Jahr	Weidegang	Datum	Besatz [GV]	Besatzdichte [GV/ha]	Besatzleistung [GVd/ha]	Anzahl Kotstellen	Kotstellen/ha
2003	1	28.03.-08.04.	24	4	51	1368	246
	2	12.05.-28.05.	44	8	125	3359	605
	3	07.07.-04.08.	44	8	219	6134	1105
	4	07.10.-10.10.	44	8	31	1057	190
2004	1	22.04.-26.04.	83	15	45	2949	531
	2	26.05.-05.06.	77	14	223	3976	716
	3	20.07.-26.07.	79	14	396	2804	505
	4	07.09.-13.09.	92	17	66	4082	735

Tab. 2: Beweidungsdaten, Kotstellenzahl und Kotstellendichte bei Beweidung der in drei Teile unterteilten Weidefläche im Jahr 2005

Weide- teil	Weidegang	Datum	Besatz [GV]	Besatzdichte [GV/ha]	Besatzleistung [GVd/ha]	Anzahl Kotstellen	Kotstellen/ha
West	1	03.05.-09.05.	71	22	154	1632	508
	3	27.08.-03.09.	71	22	176	2155	671
Mitte	1	13.05.-17.05.	38	28	140	1056	780
	3	12.09.-18.09.	25	18	128	1430	1056
Ost	1	17.05.-20.05.	38	38	154	1238	1253
	3	18.09.-24.09.	24	25	175	1472	1490

Räumliche Verteilung der Kotstellen

In den Jahren 2003 und 2004 ist eine deutliche Konzentration der Kotstellen im nordwestlichen Teil der Weidefläche zu beobachten (Abb. 1.). Im Gegensatz zur übrigen Weidefläche liegt die Hangneigung in diesem Bereich unter 10° . Die Nähe zu den als Lagerstellen bevorzugten Gehölzgruppen (s.u.) oder zum dem hauptsächlich genutzten westlichen Tor sind weitere Faktoren, die zu einer größeren Attraktivität dieses Bereichs für die Weidetiere beigetragen haben können. In der Nähe der Tränkstellen war die Kotstellendichte nicht erhöht.

Die Karte der Kotstellendichte des ersten und dritten Weidegangs im Jahr 2005 spiegelt zunächst die Unterschiede der mittleren Kotstellendichte zwischen den drei Weideteilen wider. Innerhalb des westlichen Weideteils zeigt sich ein ähnliches Muster wie in den Jahren 2003 und 2004. Im Gegensatz zu diesen Jahren treten jedoch auch im oberen Hangbereich hohe Kotstellendichten auf. Auch im mittleren und vor allem im östlichen Weideteil zeigen sich ausgeprägte Kotstellenkonzentrationszonen. Im östlichen Weideteil liegen diese im Bereich einer Verebnung entlang des ansonsten verhältnismäßig steilen Hangabschnitts. Beim mittleren Weideteil stehen die Bereiche hoher Kotstellendichte in gewissem Zusammenhang zur Entfernung zum Tor bzw. zur Tränke.

Auffallend sind in allen Versuchsjahren geringe Kotstellendichten im Bereich der Gehölzgruppen. Der stark zertretene, fast vegetationsfreie Boden in diesen Bereichen lässt darauf schließen, dass es sich um bevorzugte Lagerstellen handelt. Die dort zu erwartende hohe Kotstellendichte konnte jedoch nicht erfasst werden, da aufgrund des starken Tritteinflusses am Ende eines Weideganges einzelne Kotstellen nicht mehr zu identifizieren waren.

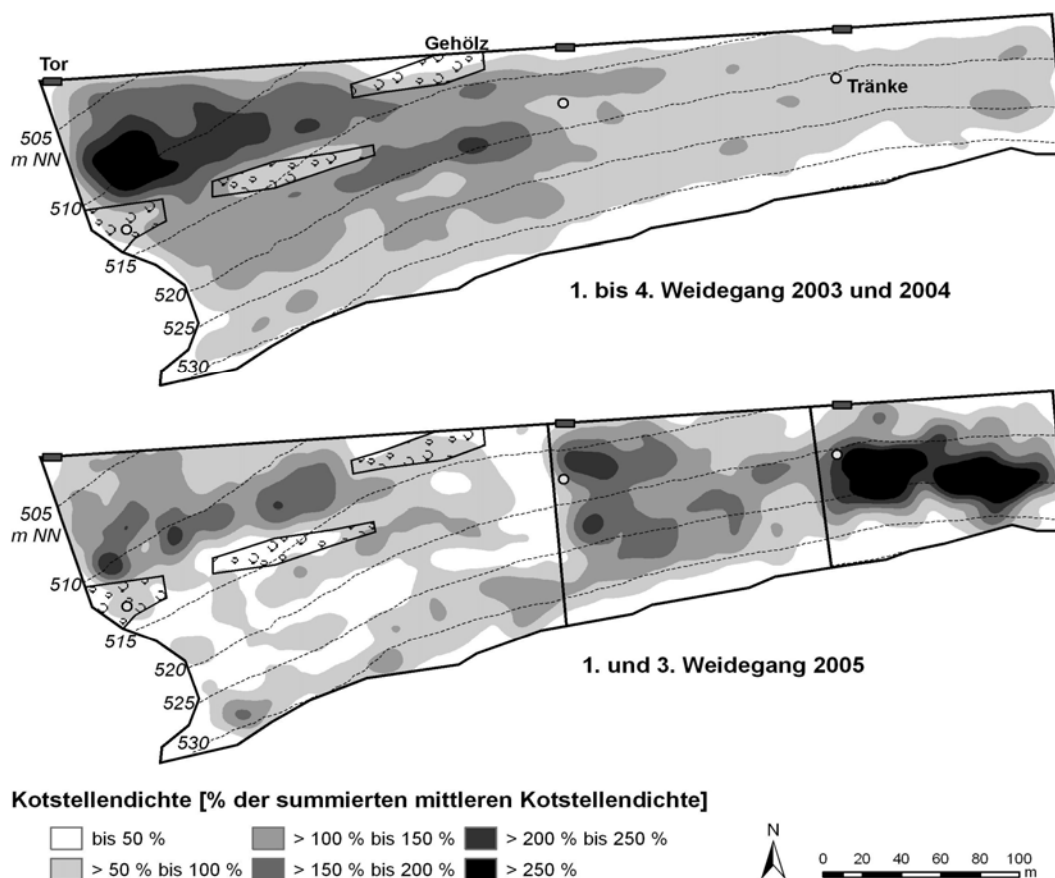


Abb. 1: Kotstellenverteilung vor und nach Unterteilung der Weidefläche (Berechnungsgrundlage: Kreis mit $r = 15$ m)

Einfluss des Weidemanagements auf die räumliche Heterogenität der Kotstellenverteilung

Dem zugrundegelegten Modell zufolge hat die Heterogenität der Kotstellenverteilung von 2004 zu 2005 abgenommen (Tab.3.). Wie das zweite, erweiterte Modell jedoch zeigt, ist dies ausschließlich auf die erhöhten Besatzdichten im Jahr 2005 zurückzuführen. Die Unterteilung der Weidefläche als solche hat im betrachteten Fall nicht zur Verringerung der Heterogenität der Kotstellenverteilung beigetragen.

Tab. 3: Einfluss des Jahres und der Besatzdichte auf die var (e_{ij}) als Maß für die räumliche Heterogenität der Kotstellenverteilung

1. Modell: Nur Jahreseffekt	2. Modell: Jahres- und Besatzdichteneffekt
$\text{var}(e_{ij}) = \sigma^2_{\text{Jahr}}$	$\text{var}(e_{ij}) = \sigma^2_{\text{Jahr}} + \sigma^2 \exp(\beta \cdot \text{Besatzdichte})$
mit: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = \text{jahresspezifische Restvarianz}$	
2004: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,4693$	2004: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,3219$
2005: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,4499$	2005: $\sigma^2_{\text{Jahr}} = 0,3452$
→ Varianz nimmt von 2004 zu 2005 ab	→ um Besatzdichte bereinigte Varianz nimmt von 2004 zu 2005 zu
	$\beta = -0,03972$
	→ Varianz sinkt mit steigender Besatzdichte

Schlussfolgerungen

Durch die 2005 erfolgte Unterteilung der Weidefläche konnte das Muster der Kotstellenverteilung deutlich beeinflusst werden. Einer homogeneren Verteilung der Kotstellen zwischen den Teilflächen steht allerdings nur eine relativ geringe Abnahme der Heterogenität auf einer mittleren Maßstabsebene (10 x 10 m-Raster) gegenüber. Eine genauere Analyse zeigt, dass diese Abnahme nicht durch die Verkleinerung der zur Verfügung stehenden Weidefläche an sich, sondern vielmehr durch die damit verbundene Erhöhung der Besatzdichte verursacht wurde.

Die Kotstellenverteilung zeigt eine starke Beeinflussung durch die Hangneigung sowie durch das Lagerverhalten der Tiere, die jedoch nur schwer quantifiziert werden kann. Sollen negative Umweltwirkungen von Weideflächen minimiert werden, ist der Wirkung dieser Einflussfaktoren auf den Nährstoffhaushalt verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken.

Der nordwestliche Teil der Weidefläche weist auch nach der Unterteilung eine hohe Kotstellendichte auf. Darüberhinaus zeigen sich auch in der mittleren und der östlichen Teilfläche Bereiche mit stark überdurchschnittlichem Kotstellenaufkommen. Wenn die Weidefläche in den Folgejahren in gleicher Weise unterteilt wird, ist daher, wie von WEST et al. (1989) vermutet, mit der Herausbildung neuer Nährstoffkonzentrationszonen zu rechnen. Angesichts der in der vorliegenden Arbeit aufgewiesenen Schwierigkeit, dieser Entwicklung durch Maßnahmen des Weidemanagements entgegenzuwirken, sollten auch andere Ansätze, wie z. B. teilflächenspezifische Düngung von Weideflächen, in Erwägung gezogen werden.

Literatur

- WHITEHEAD, D. C. (2000): Nutrient elements in grassland. Soil-Plant-Animal Relationships. Wallingford: CABI Publishing, 369 S.
- WEST, C. P.; MALLARINO, A. P.; WEDIN, W. F.; MARX, D. B. (1989): Spatial variability of soil chemical properties in grazed pastures. Soil Sci. Soc. Am. J. 53: 784-789.