

Lichtangebot und Bodentemperatur in Winterroggen unterschiedlicher Bestandesdichte und deren Konsequenzen für die Stickstoffmineralisation

Joachim Raupp¹

Einleitung

Stallmistdüngung (frisch oder verrottet) ergab unter verschiedenen Standortbedingungen eine höhere biologische Aktivität des Bodens als Mineraldüngung (Bachinger, 1996; Pettersson et al., 1992). Soweit die Parameter im Labor bestimmt wurden (z.B. Enzymaktivitäten oder mikrobielle Biomasse), sind die Ergebnisse allein auf qualitative Eigenschaften der Bodenproben zurückzuführen, da die Versuchsbedingungen konstant waren. Im Freiland jedoch sind die äußeren Bedingungen variabel, insbesondere die Bodentemperatur. In zwei Jahren (1996 und 1998) wurde untersucht, ob die Form der Düngung, indirekt über ihren Einfluß auf die Bestandesdichte, auch die Bodentemperatur und damit möglicherweise die Mineralisationsintensität verändert. Im folgenden werden die Ergebnisse von 1998 berichtet.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im Roggenfeld (*Amilo*) mit zwei Varianten des seit 1980 laufenden Düngungsversuches durchgeführt, nämlich mit der Variante Rottemist/Jauche und der Variante Mineraldüngung (Kalkammonsalpeter, Superphosphat, Kalimagnesia), jeweils in der mittleren Düngungsstufe (100 kg/ha Gesamt-N). Das Versuchsfeld liegt ca. 100 m ü. NN in trocken-warmem Klima (590 mm; 9,5 °C) und besteht aus einer stark sandigen Braunerde (87% Sand, 8% Schluff, 5% Ton in der Krume). Abgesehen von der Düngung sind sämtliche Anbaumaßnahmen gleich und entsprechen den im ökologischen Landbau üblichen. Weitere Einzelheiten des Versuches sind an anderer Stelle veröffentlicht (z.B. Raupp, 1997). Die Anzahl aufgelaufener Roggenpflanzen wurde im Oktober bestimmt und die ährentragenden Halme im Mai ausgezählt. In allen 4 Wiederholungen der beiden genannten Düngungsvarianten wurden im Mai und Juni folgende Merkmale erhoben: der relative Lichteinfall im Bestand in 5, 30 und 70 cm Höhe über dem Boden, die Bodentemperatur in 5, 10 und 15 cm Tiefe zwischen den Getreidereihen (Verlauf: Nord-Süd) an sonnigen und bedeckten Tagen, jeweils morgens (zwischen 7.45 und 9 Uhr), mittags (14.30 - 15.00 Uhr) und abends (17.45 - 18.15 Uhr) und die Netto-Nitratmineralisation von neutralem Standardboden nach der Methode von Runge (1970) in 5 cm Tiefe in einem Zeitraum von 6 Wochen. Für die Merkmale Bestandesdichte und Netto-Nitratmineralisation wurde über die Faktoren Düngung (fixiert) und Wiederholung (zufällig) ANOVAs mit dem Programm PLABSTAT (H.F. Utz, Univ. Hohenheim) gerechnet. Die Merkmale Lichteinfall und Bodentemperatur wurden mit dem gleichen Programm und den Faktoren Meßtag (zufällig), Tageszeit (fixiert; betrifft nur die Bodentemperatur), Düngung (fixiert) und Wiederholung (zufällig) statistisch ausgewertet.

¹ Institut für biologisch-dynamische Forschung, Darmstadt

Tab. 1: Bestandesdichte (ausgehend von 285 keimf. Kö./m²) und rel. Lichteinfall (%) in den Bestand in unterschiedlicher Höhe über dem Boden in Abhängigkeit von der Düngung

	Rottemist-Düngung	Mineraldüngung
Pflanzen/m ²	197	205
Ähren/m ²	312 a	361 b
Licht in 70 cm Höhe	52,8 a	42,5 b
in 30 cm Höhe	26,7 a	17,5 b
in 5 cm Höhe	15,3 a	9,0 b

Die Signifikanzkennzeichnung ($p < 0,05$) bezieht sich jeweils auf die Werte einer Zeile.

Ergebnisse und Diskussion

Aus einem Anfangsbestand von ca. 200 Pflanzen/m² in beiden Düngungsvarianten im Oktober entwickelte sich bis Mai eine unterschiedlich hohe Bestandesdichte von 312 Ähren/m² bei Rottemistdüngung und 361 bei Mineraldüngung (Tab. 1). Dementsprechend übte der mineralisch gedüngte Bestand eine stärkere Beschattungswirkung aus. Auf allen drei Meßhöhen war der Lichteinfall deutlich schwächer als in der Mistvariante. Nahe der Bodenoberfläche war dieser Effekt am stärksten, in 5 cm Höhe kamen im Mittel aller Meßtage nur noch 9 statt 15% der vollen Lichtmenge an.

Um den Einfluß der Sonneneinstrahlung auf die Erwärmung des Bodens erfassen zu können, wurde die Bodentemperatur bei verschiedener Strahlungsintensität, nämlich an sonnigen und an bedeckten Tagen gemessen (Tagesmittel der Lufttemperatur 19,4 bzw. 11,9°C). Die Bodentemperatur war auf allen drei Meßtiefen in den Rottemistgedüngten Parzellen nachweisbar höher als in den stärker beschattenden, mineralisch gedüngten Beständen, aber nur an sonnigen Tagen und erst im Laufe des Tages (Tab. 2). Morgens wurde unabhängig von der Bodentiefe in beiden Düngungsvarianten einheitlich ca. 17°C an sonnigen Tagen und 14-15°C an bedeckten Tagen gemessen. Zur Mittagszeit stieg die Bodentemperatur an sonnigen Tagen an der Oberfläche in der Rottemistvariante auf 25,2°C und war damit um 0,9°C höher als unter dem mineralisch gedüngten Bestand. In den unteren Schichten der Krume konnte die stärkere Erwärmung der organischen Variante auch festgestellt werden. Die Nachwirkung der intensiveren Sonneneinstrahlung in Variante RM hielt bis abends an und war in allen Tiefen mit einer Differenz von 0,5-0,9°C gegenüber Variante MIN meßbar. Bei bedeckter Witterung jedoch hatte die unterschiedliche Bestandesdichte offensichtlich keinen Effekt. Es stellte sich ein um 8-10°C tieferes Temperaturniveau ein, welches keinen Tagesgang zeigte. Der Faktor Bodentiefe wirkte sich ebenfalls nicht aus. Nur am

Morgen schien es nahe der Bodenoberfläche etwas kühler zu sein als in den tieferen Schichten.

Tab. 2: Bodentemperatur (°C) zwischen den Getreidereihen in 5, 10 und 15 cm Tiefe an sonnigen und bedeckten Tagen in Abhängigkeit von der Düngung (RM = Rottemist, MIN = mineralisch)

		sonnige Tage			bedeckte Tage		
		morgens	mittags	abends	morgens	mittags	abends
5 cm	RM	16,3	25,2 b	22,3 b	13,8	14,7	15,0
	MIN	16,1	24,3 a	21,8 a	13,6	14,4	14,7
10 cm	RM	17,6	24,2 b	22,6 b	14,8	14,3	14,1
	MIN	17,1	22,7 a	21,7 a	14,6	14,3	14,0
15 cm	RM	17,2	22,4 b	22,1 b	15,0	14,8	14,5
	MIN	16,9	21,8 a	21,3 a	14,8	14,6	14,3

Die Signifikanzkennzeichnung ($p < 0,05$) bezieht sich jeweils nur auf den Düngungseffekt innerhalb einer Bodentiefe, Tageszeit und eines Witterungstyps.

Sowohl der ausgeprägte Tagesgang an den sonnigen Tagen, ausgehend von gleichen Morgentemperaturen, als auch die kaum veränderten Temperaturen an den bedeckten Tagen sprechen dafür, daß die Intensität der Sonneneinwirkung eine wesentliche Ursache für die Ausprägung der Bodentemperatur war. Dies wurde sicherlich durch die Drillrichtung Nord-Süd sehr begünstigt. Auf die Nährstoffdynamik im Boden hatte die zeitweise bessere Erwärmung aufgrund geringerer Bestandesdichte jedoch keinen deutlichen Einfluß. Die Netto-Nitratmineralisation des Standardbodens unterschied sich in den Rottemist- und den Mineraldünger-Beständen nicht signifikant (Tab. 3). Dafür waren die aufgetretenen Temperaturunterschiede zwischen den Düngungsvarianten, in der Größenordnung von 1°C, wohl zu gering. Die niedrigere Bestandesdichte hatte also keinen positiven Effekt auf die biologische Aktivität des Bodens.

In anderer Hinsicht kann sich eine stärkere Belichtung der Bodenoberfläche infolge reduzierter Bestandesdichte sogar negativ auswirken, wenn dadurch nämlich das Unkrautwachstum gefördert wird. Dies wurde in anderen Versuchen mit Weizen festgestellt, allerdings nur wenn Sorten mit erectophiler Blatthaltung mit sehr großem Reihenabstand (24 statt 12 cm) oder in Nord-Süd- statt Ost-West-Richtung angebaut wurden (Eisele und Köpke, 1997). Ob die stärkere Verunkrautung ertragsrelevant war, ist dem Bericht nicht zu entnehmen. Unter unseren Standortbedingungen jedoch erwies sich die Nährstoffversorgung als deutlich wichtiger für die Höhe der Unkrautdeckung als das Lichtangebot. Auch der Getreideertrag der organischen und mineralischen Düngungsvarianten ließ keinen Effekt des jeweiligen Unkrautbesatzes erkennen

(Raupp et al., 1998). Die Bestandesdichte war sicher für das Ertragsniveau von großer Bedeutung, aber nicht wegen des damit verbundenen Einflusses auf das Unkrautwachstum.

Tab. 3: Netto-Nitratmineralisation (ppm NO₃-N/g TS) von einheitlichem Standardboden, inkubiert in 5 cm Tiefe für einen Zeitraum von 6 Wochen

Inkubation im Bestand der Rottemist-Variante	16,5
Inkubation im Bestand der Mineraldünger-Variante	13,6

Anmerkungen

Für die Überlassung der Luxmeter danke ich Herrn Prof. Dr. Michael Runge, Lehrstuhl für Geobotanik (Univ. Göttingen). Frau Julia Kaiser danke ich für die engagierte Mitarbeit bei der Versuchsdurchführung im Jahr 1998.

Literatur

BACHINGER, J. (1996): Der Einfluß unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und -mikrobiologischen Parametern der C- und N-Dynamik sowie auf das Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen. Diss. Univ. Gießen. Schriftenreihe Bd. 7, Inst. f. biol.-dyn. Forschung, Darmstadt.

EISELE, J.-A.; KÖPKE, U. (1997): Choice of cultivars in organic farming: New criteria for winter wheat ideotypes. II. Weed competitiveness of morphologically different cultivars. Pflanzenbauwiss. **1**, 84-89.

PETTERSSON, B.D.; REENTS, H.J.; WISTINGHAUSEN, E.v. (1992): Düngung und Bodeneigenschaften. Ergebnisse eines 32-jährigen Feldversuches in Järna, Schweden. Schriftenreihe: Band 2, Institut für biologisch-dynamische Forschung, Darmstadt.

RAUPP, J. (1997): Yield, product quality and soil life after long-term organic or mineral fertilization. In: Lockeretz, W. (ed.): Agricultural production and nutrition. Proc. Int. Conf. Boston, Massachusetts, March 19-21, 1997; 91-101.

RAUPP, J.; SCHNIEDERS, K.; RUNGE, M. (1998): Ackerwildkrautvegetation in Sommerweizen und Winterroggen bei langjähriger Rottemist- oder Mineraldüngung. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XVI, 57-65.

RUNGE, M. (1970): Untersuchungen zur Mineralstickstoff-Nachlieferung am Standort. Flora Abt. B **159**, 233-257.