

[Aus dem Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg — Bereich Bad Lauchstädt — der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR]

Einfluß mineralischer und organischer Düngung auf die CO₂-Freisetzung aus Böden unterschiedlicher Standorte¹⁾

Influence of Mineral and Organic Fertilization on the Production of CO₂ by Soils from Different Sites

E.-M. KLIMANEK

Mit 2 Abbildungen

Summary

In order to study the production of CO₂ by differently fertilized soils, samples were taken from the sites of 11 long-time agricultural experiments and investigated by means of incubation tests. The results demonstrate that after both, mineral and organic fertilization, the generation of CO₂ depends on the site of the soil, the duration of the agricultural experiment taken under consideration and the applied crop rotation. But if the levels of fertilization and the climatic conditions are comparable, essentially agreeing production of CO₂ is observed even with soils from very different sites. The convertible humus content of a soil is significantly influenced by the fertilization only after longer times which obviously depend on its site.

Zusammenfassung

Bodenproben unterschiedlich gedüngter Prüfglieder aus 11 Dauerversuchen wurden im Inkubationsversuch auf ihre CO₂-Produktion untersucht. Die Ergebnisse zeigen, daß die Zufuhr organischer und mineralischer Dünger die CO₂-Freisetzung des Bodens in Abhängigkeit vom Standort, der Versuchsdauer und der Fruchtfolge beeinflußt. Bei gleichem Düngungsniveau und gleichen klimatischen Bedingungen ist auch eine weitgehend übereinstimmende CO₂-Produktion sehr unterschiedlicher Standorte zu verzeichnen. Eine Veränderung des umsetzbaren Humusgehaltes des Bodens durch Düngungsmaßnahmen erfolgt in Abhängigkeit vom Standort erst über längere Zeiträume.

Zur Erzielung hoher und stabiler Erträge sowie zur Erhaltung und Mehrung der Bodenfruchtbarkeit ist es erforderlich, dem Boden organische und mineralische Dünger zuzuführen. Diese Maßnahmen bleiben nicht ohne Auswirkung auf die biologische Aktivität eines Bodens. Alle in den Boden gelangenden organischen Substanzen unterliegen mannigfachen Abbau- und Umsetzungsvorgängen. Ein Endprodukt dieser Stoffwechselvorgänge ist CO₂, das vielfach als Kriterium der biologischen Aktivität eines Bodens angesehen wird. Unter natürlichen Bedingungen ist die Bodenatmung von einer Reihe von Faktoren wie Temperatur, Bodenfeuchte, Acidität des Bodens sowie Zufuhr und Stabilität der organischen Substanz abhängig, die unter Laborbedingungen z. T. konstant gehalten werden können und vergleichbare Ergebnisse liefern.

1) Vortrag des Symposiums „Mikrobiologische Aspekte anthropogener Bodenbeeinflussung“, Reinhardtsbrunn 24.—29. 5. 1982.

Im Rahmen eines umfangreichen Untersuchungsprogramms wurden in Bebrü-
tungsversuchen die Böden unterschiedlich gedüngter Prüfglieder von 11 Dauer-
versuchen der DDR auf ihre CO_2 -Produktion untersucht.

Material und Methoden

Die Bodenproben wurden 1977 von unterschiedlichen Düngungsvarianten mehrerer Dauer-
versuche auf unterschiedlichen Standorten aus einer Tiefe von 0–20 cm entnommen, luftgetrock-
net und auf 2 mm abgesiebt. Die Inkubation der Bodenproben (100 g atro) erfolgte in modifizier-
ten Plastgefäßen (APFELTHALER und LÖBL 1966, NOVAK u. a. 1970) mit einem Volumen von
1600 cm^3 bei 25 °C und einer WK_{max} von 50 % über einen Zeitraum von 35 Tagen. Es wurde mit
fünf Wiederholungen gearbeitet. Die CO_2 -Messung erfolgte im Gaskreislaufverfahren (GREILICH,
FRANKO und KLIMANEK 1978) mit Hilfe eines Ultrarotabsorptionsgerätes.

Ergebnisse und Diskussion

Die in Abb. 1 dargestellten Bodenatmungskurven ausgewählter Böden lassen eine
deutliche Abhängigkeit der CO_2 -Produktion von der Düngung erkennen. Im Vergleich
zur Null-Variante führte sowohl organische als auch alleinige mineralische Düngung

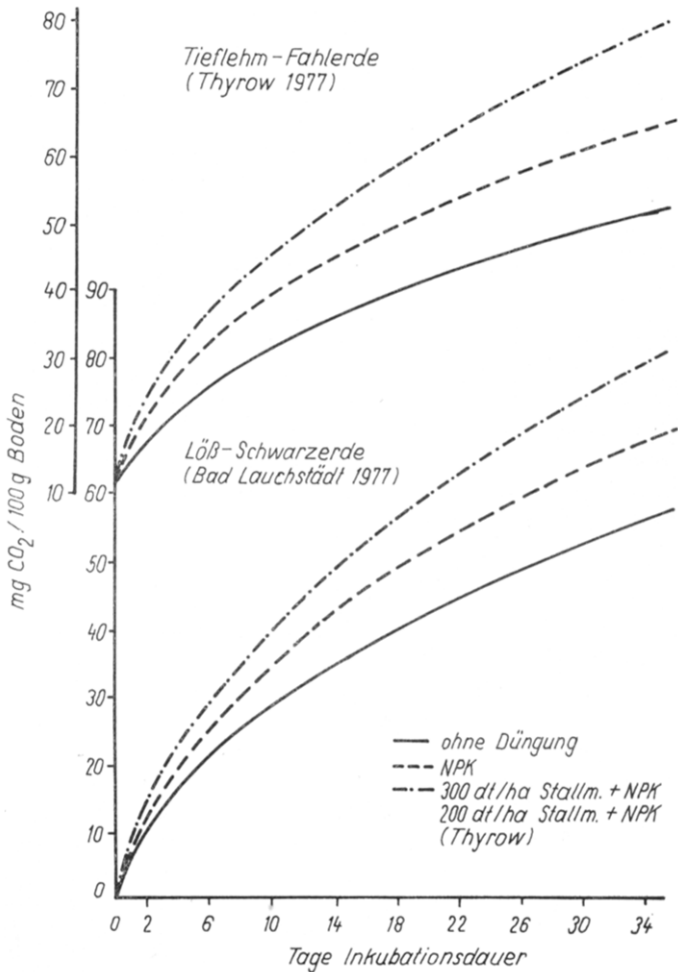


Abb. 1. CO_2 -Freisetzung in Abhängigkeit von der Düngung während einer Inkubationsdauer von 35 Tagen

zu einem signifikant höheren C_t -Gehalt und damit zu einer stärkeren Bodenatmung. Sie war bei der kombinierten Düngung am höchsten. Dieser Befund ist aus zahlreichen Veröffentlichungen hinreichend bekannt. Wenige Angaben liegen dagegen in der Literatur über die CO_2 -Freisetzung aus Böden unterschiedlicher Standorte unter vergleichbaren Bedingungen vor.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, unterscheidet sich die Bodenatmung der Proben von den geprüften Standorten bei annähernd gleicher Düngung nur geringfügig.

Während auf dem gleichen Standort eine deutliche Abhängigkeit der Bodenatmung vom C_t -Gehalt des Bodens vorhanden war, spiegelten sich die großen Unterschiede im C_t -Gehalt zwischen den unterschiedlichen Standorten in der Bodenatmung nicht wider. Das deutet auf geringe Standortunterschiede im umsetzbaren Humusgehalt hin. Die größte Differenz in der CO_2 -Produktion betrug zwischen den Standorten 42% (Thyrow-Methau), während die Differenzen im C_t -Gehalt $> 300\%$ waren.

Ein deutlich abweichendes Verhalten zeigte der Standort Lauterbach. Bei einem sehr hohen C_t -Gehalt des Bodens erfolgte unter Laborbedingungen auch eine sehr hohe CO_2 -Freisetzung. Die CO_2 -Menge liegt gegenüber den anderen Standorten etwa doppelt so hoch. Da Lauterbach im Vergleich zu den anderen Standorten wesentlich andere Klimabedingungen aufweist, läßt sich dieser Befund nur aus den klimatischen Bedingungen dieses Standortes erklären. Bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 900 mm und einer Jahresdurchschnittstemperatur von $6,3^\circ C$ werden die Umsetzungsvorgänge am Standort selbst nur langsam verlaufen, und es kommt bei einer reichlich bemessenen organischen Düngung (es wurden bis zu $270 m^3/ha$ Gülle jährlich gegeben) zu einer Akkumulation leicht umsetzbarer organischer Stoffe, die unter optimalen Bedingungen im Bebrütungsversuch mineralisiert werden.

Die Ergebnisse der untersuchten Standorte zeigten, daß annähernd gleiche organisch-mineralische Düngung unter gleichen klimatischen Bedingungen zu annähernd gleichen Mengen an freigesetztem CO_2 führt. Dagegen verlief die CO_2 -Produktion des Bodens ohne Düngung auf den unterschiedlichen Standorten differenzierter. Versuchsdauer und Fruchtfolge spielten hierbei keine unwesentliche Rolle.

Tabelle 1. CO_2 -Produktion aus Böden unterschiedlicher Standorte bei annähernd gleicher organischer Düngung (nach 35 d Inkubationsdauer: 1977)

Versuchsort	NStE	Versuchsdauer Jahre	Düngung Stalldung dt/ha/a	mineralisch	C_t %	mg CO_2 / 100 g Boden
Bad Lauchstädt	Lö 1	75	100	NPK	2,17	75,8
Seehausen	Lö 4	20	200	NPK	1,09	89,9
Methau	Lö 4	11	100	NPK	1,59	100,3
Thyrow	D 2/3	39	100	NPK	0,65	70,6
Müncheberg	D 3	14	120	NPK	0,62	76,3
Groß Kreutz	D 4	8	100	NPK	0,70	82,9
Spröda	D 4	11	70	NPK	1,13	87,4
Straußfurt	V 1	7	100 ¹⁾	NPK	3,17	86,1
Bad Salzungen	V 4	11	100	NPK	0,83	77,3
Lauterbach	V 9	7	270 ¹⁾	NPK	3,74	149,0

¹⁾ m^3 Gülle

Tabelle 2. Einfluß der Düngung auf die CO₂-Produktion unterschiedlicher Böden in Abhängigkeit von der Versuchsdauer (1977)

Versuchsstandort/ NStE	Versuchsdauer (Jahre)	Düngung		mg CO ₂ / 100 g Boden
		Stalldüngung dt/ha/a	mineralisch	
Lauchstädt	75	150	NPK	81,3
		—	NPK	75,8
Lö 1		—	—	57,2
		GD (x 5 %)		2,2
Seehausen	10	200	NPK	89,9
		—	NPK	79,0
Lö 4		—	—	86,6
		GD (x 5 %)		3,3
Methau	11	100	NPK	100,3
		—	—	101,3
Lö 4		GD (x 5 %)		5,6
Thyrow	39	100	NPK	70,6
		—	NPK	55,9
D 2/3		—	—	43,3
		GD (x 5 %)		1,4
Müncheberg	14	120	NPK	76,3
		—	NPK	67,8
D 3		—	—	56,8
		GD (x 5 %)		2,9
Groß Kreutz	8	100	NPK	82,9
		—	—	72,8
D 4		GD (x 5 %)		1,7

Wie die Ergebnisse in Tabelle 2 erkennen lassen, haben sich in der CO₂-Freisetzung zwischen den unterschiedlich gedüngten Prüfgliedern auf den D-Standorten bereits nach kurzer Zeit größere Differenzen eingestellt als auf Lö-Standorten. So sind die Unterschiede zwischen den unterschiedlich gedüngten Prüfgliedern auf den Lö-Standorten Methau und Seehausen nach 11 bzw. 20 Jahren zwar signifikant, jedoch im Vergleich zu den D-Standorten Groß Kreutz, Müncheberg und Thyrow bei einer Versuchsdauer von >8 Jahren noch sehr gering. Im Statischen Versuch Lauchstädt (Löß-Schwarzerde) lag die CO₂-Produktion der Null-Variante nach 75jähriger Versuchsdauer nur 30% niedriger als die des Prüfgliedes mit Volldüngung, während dieser Unterschied auf Tieflehm-Fahlerde des Standortes Groß Kreutz bereits nach 8 Jahren erreicht wurde. Im Thyrower Bodenfruchtbarkeitsversuch war nach 39jähriger Versuchszeit eine Differenz von 40% in der CO₂-Freisetzung zwischen den Prüfgliedern „ohne“ und „Volldüngung“ festzustellen.

Der Einfluß der Versuchsdauer bei Düngungsmaßnahmen wird ebenfalls an Versuchsergebnissen aus dem Statischen Versuch Lauchstädt deutlich. 1978 erfolgte auf 2 Schlaghälften eine Umstellung der Düngung (Abb. 2).

Bei Differenzen von ca. 0,6% C_t innerhalb des Versuches wurden als Prüfglieder der Schlaghälfte 5 jedes 2. Jahr mit 300 dt/ha Stalldüngung versehen, auf der Schlaghälfte 4 wurde ab 1978 keine organische Düngung mehr gegeben. Nach zwei Jahren zeigte sich, daß zwischen den untersuchten, bis 1978 gleichgedüngten Prüfgliedern

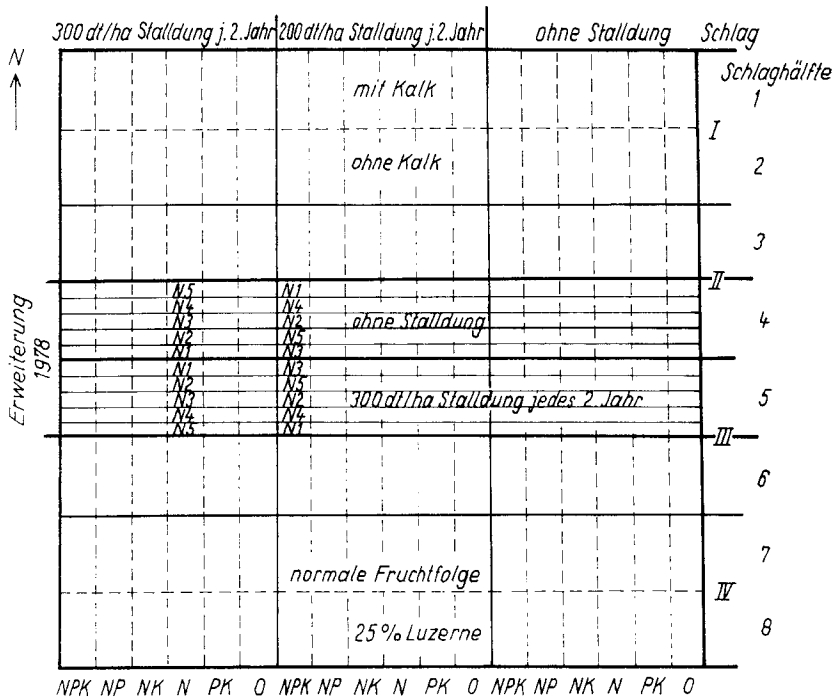


Abb. 2. Lageplan des Statischen Versuches Lauchstädt seit 1978

der beiden Schlaghälften keine Unterschiede in der CO_2 -Freisetzung zu verzeichnen waren (Tabelle 3). Zum Zeitpunkt der Probenahme konnte auf den ehemaligen Mangelparzellen keine Wirkung der zugeführten organischen Substanz mehr nachgewiesen werden, während auf den seit 1978 organisch nicht mehr gedüngten Varianten eine Nachwirkung der langjährigen organischen Düngung vorhanden war. Aus den Ergebnissen wird gleichzeitig der Einfluß der vorhergehenden Versuchsfrucht und der Termin der Bodenprobenahme auf die CO_2 -Produktion des Bodens deutlich.

Tabelle 3. Einfluß der Düngung und des Termins der Bodenprobenahme auf die CO_2 -Produktion im „Statischen Versuch“ Lauchstädt

Düngung Stalldg. dt/ha	minera- lisch	Termine der Bodenprobenahme				
		25. 10. 1977	März 1978	19. 11. 1979	Sept. 1980	Sept. 1980
300	NPK	81,3	74,2	90,6	139,8	135,3
200	NPK	75,8	67,2	83,3	127,1	149,0
ohne	NPK	69,6	61,2	70,9	118,6	114,6
ohne	ohne	57,2	54,9	43,9	95,3	97,7
Versuchsfrucht		Z.-Rübe	Z.-Rübe	W.-Weizen	W.-Weizen	W.-Weizen
Schlaghälfte		4	4	3	4 ¹⁾	5 ¹⁾

¹⁾ umgestellt seit 1978

4: ohne org. Düngung

5: alle Prüfglieder mit 300 dt/ha Stalldung

Tabelle 4. Einfluß unterschiedlicher Düngung in Abhängigkeit von der Fruchtfolge auf die CO₂-Produktion (Tieflehm-Fahlerde, Noitzsch — 1977)

Fruchtfolge	Versuchs- dauer Jahre	Düngung		C _t %	mg CO ₂ / 100 g Boden
		Stalldg. dt/ha/a	mineralisch		
33 % Kartoffeln	6	300	NPK	1,25	80,2
		300	—	1,37	78,1
		—	NPK	1,18	69,2
		—	—	1,03	70,5
Kartoffel- monokultur	6	300	NPK	1,33	80,1
		300	—	1,20	75,2
		—	NPK	0,95	64,2
		—	—	0,86	54,0
GD (α 5 %)					2,5

Der Einfluß der Fruchtfolge auf die Bodenatmung bei gleicher Düngung und gleicher Versuchszeit zeigte sich besonders auf dem Standort Noitzsch (Tabelle 4). Nach einer Versuchszeit von 6 Jahren waren bei 33 % Kartoffeln in der Fruchtfolge lediglich Unterschiede zwischen den organisch gedüngten und organisch ungedüngten Prüfgliedern zu erkennen. Monokultur Kartoffel dagegen führte in der gleichen Zeit zu einem starken Abfall des C_t-Gehaltes und einer signifikanten Differenzierung der CO₂-Produktion bei unterschiedlicher Düngung. Die Fruchtfolge wirkte sich besonders auf den rein mineralisch und ungedüngten Prüfgliedern aus. Eine jährliche Düngergabe von 300 dt/ha Stalldung mit oder ohne mineralische Düngung konnte dagegen die Bodenatmung gleichhalten.

Literatur

- APFELTHALER, R., und LÖBL, F.: Ein Polyäthylengefäß zur interferometrischen Bestimmung der Respirationkurven von Böden, organischen Düngemitteln und Abfallstoffen. Zbl. Bakt. II **120** (1966), 604—610.
- GREILICH, J., FRANKO, U., und KLIMANEK, E.-M.: Messung der CO₂-Produktion in Inkubationsgefäßen mit einem Ultrarotabsorptionsmeßgerät in einem Gaskreislaufverfahren. Zbl. Bakt. II **133** (1978), 201—203.
- NOVÁK, B., BÖNISCHOVÁ-FRANKLOVÁ, S., und POKORNA-KOZOVÁ, J.: Gefäße für makrorespirometrische Messungen von Bodenproben. Zbl. Bakt. II **124** (1970), 473—487.

Eingegangen am 2. 11. 1982.

Anschrift des Verfassers:

Dr. EVA-MARIA KLIMANEK, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg (Bereich Bad Lauchstädt) der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, DDR - 4204 Bad Lauchstädt, Hallesche Straße 44.