

## Bestimmung des Bodenstickstoffs mittels der Ertragskurve

Von F. van der Paauw<sup>\*)</sup>

(Eingegangen: 18. 4. 1966)

Es kann wichtig sein, einen Boden mittels einer genauen Bestimmung des den Pflanzen zur Verfügung stehenden Bodenstickstoffs charakterisieren zu können. Die Stickstofflieferung ist u. a. ein Maß für die Ertragsfähigkeit eines Bodens. Wiefern es möglich ist, aus Stickstoff-Ertragskurven abzuleiten, was der Boden in situ der Pflanze darbieten kann, wird einer kritischen Betrachtung unterworfen werden.

*Mitscherlich* (7) hat versucht, die Beziehung zwischen Stickstoffdüngung und Ertrag mathematisch zu formulieren. Bei Anwendung seiner Formel kann die ganze Ertragskurve durch Extrapolation bestimmt werden. Interessant ist diese Extrapolation bis zum Ertrag null, weil der Abstand zwischen dem Punkt, in dem die Kurve die Abszisse schneidet und dem Nullpunkt des Koordinatensystems ein Maß liefert für die Wirkung des Bodenstickstoffs in kg Kunstdüngerstickstoff und als sogenannter *b*-Wert zum Ausdruck gebracht wird.

*Mitscherlich* (5) hat erfahren, daß der nach der Formel berechnete Höchstertrag *A* in der Praxis nur selten erreicht wird, weil oft Ertragsdepressionen bei den höheren Stickstoffgaben auftreten. In einer „zweiten Annäherung des Ertragsgesetzes“ wurde daher ein Schädigungsfaktor *k* in die Formel eingeführt. Hierbei wurde angenommen, daß dieser Faktor den Ertrag auch beeinflusst, wenn das Optimum noch nicht erreicht ist. Dies bedeutet, daß Versuchsdaten, welche oberhalb der optimalen Gabe erhalten werden, den Verlauf der Kurve im suboptimalen Gebiet mitbestimmen. Diese Annahme ist von *Lemmermann* (4) bestritten worden. Er betrachtete aus physiologischen Gründen die Folgerung: ein im Übermaß schädlicher Faktor wirke von Anfang an schädlich und die anfänglich geringe schädliche Wirkung sei nur nicht zu fassen, als wenig wahrscheinlich.

---

<sup>\*)</sup> Dr. F. van der Paauw, Institut für Bodenfruchtbarkeit, Groningen, Niederlande.

In diesem Gedankengang erscheint es vielmehr logisch, den unteren, nicht durch die Lagerung beeinflussten Teil zu extrapolieren. Wir werden darauf eingehen, ob die originelle Mitscherlichsche Formel für dieses Verfahren geeignet ist. Mitscherlich hat nämlich klar erfaßt, daß der Anstiegteil der Ertragskurve annäherungsweise durch eine logarithmische Funktion wiedergegeben werden kann. Ein konstanter c-Wert (Wirkungsfaktor) wird hierbei aber nicht angenommen (von Boguslawski [1], van der Paauw [8]).

Beim Überblicken aller in verschiedenen Jahren auf dem gleichen Versuchsfeld erhaltenen Ertragskurven zeigt sich, daß diese sehr unterschiedlich sind. Folglich variiert auch b stark. Zum Teil wird dies durch die Anwesenheit gelösten Nitratstickstoffs im Boden verursacht, welcher nach trockenen Wintern in den oberen Bodenschichten angehäuft worden ist (van der Paauw [9, 10]).

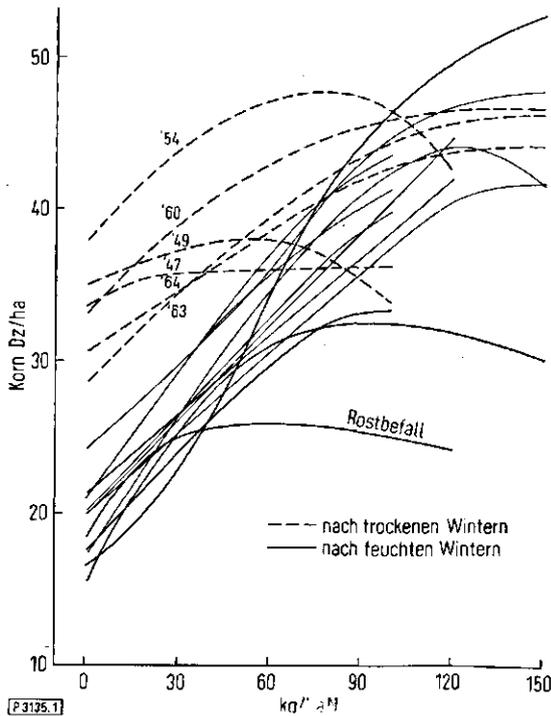


Abbildung 1

Stickstoffertragskurven für Roggen (Korn) eines Versuchsfeldes auf moorkolonialem Boden. Die nach trockenen Wintern erhaltenen Kurven (gestrichelt) unterscheiden sich stark von den nach feuchten Wintern erhaltenen

Nitrogen yield curves for rye (grain) of a trial field on a moor soil. The curve obtained after a dry winter (broken line) differs markedly from that obtained after a wet winter

Auf einem Versuchsfeld auf moorkolonialen Boden wurde Roggen in 18 Versuchsjahren angebaut. Deutlich unterscheiden sich die nach trockenen und die nach feuchten Wintern gefundenen Ertragskurven (Abb. 1). Nach den ersteren enthält der Boden, wie Bodenuntersuchungen zeigten, noch beträchtliche Mengen „überwinterten“ Nitratstickstoff in den oberen Schichten, nach den zweiten ist das Profil praktisch leer. Im letzten Fall ist die Streuung nicht übermäßig groß. Teilweise kann diese Streuung dem Zufall zugeschrieben werden. Es erscheint darum zulässig, die Reaktion des Roggens auf diesen Boden mittels einer mittleren nach feuchten Wintern erhaltenen Ertragskurve zu charakterisieren. Ähnliche mittlere Kurven wurden für die anderen Fruchtarten und Böden festgestellt.

Für den genannten und einen anderen moorkolonialen Boden lassen sich nach *Mitscherlich* Ertragskurven berechnen, die das mittlere Ergebnis für das praktisch wichtige Gebiet beschreiben (Abb. 2). Nur bei höherer Düngung tritt eine Abweichung der tatsächlich erhaltenen Kurven von den berechneten auf. Die bei den zwischen 0 und 80 kg Stickstoff je ha variierenden Gaben erhaltenen Erträge erlauben eine Extrapolation der *Mitscherlich*kurven und eine Bestimmung der *b*-Werte. Eine gleichartige Erfahrung wurde mit anderen Fruchtarten und mit anderen Böden gemacht. Der *b*-Wert ist auf dem alten, ehemals mit Stadtmüllkompost gedüngten, älteren Boden (etwa 300 Jahre) bedeutend höher als auf dem Boden der kürzer in Kultur ist (30—40 Jahre, nur mit Kunstdüngern gedüngt).

Außer Roggen wurden auf diesen Versuchsfeldern jährlich auch Kartoffeln und Hafer, auf anderen Versuchsfeldern Weizen statt Roggen angebaut.

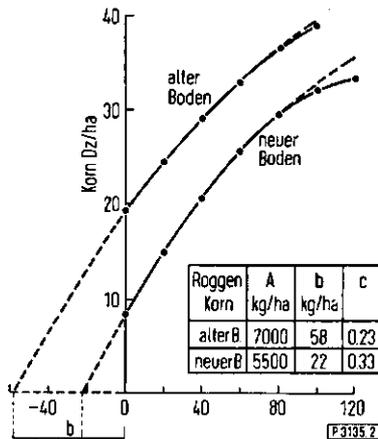


Abbildung 2

Nach *Mitscherlich* berechnete und gefundene (vollgezogen mit Punkten) mittlere Ertragskurven von Roggen auf zwei moorkolonialen Böden

Average curves for rye on two moor soils both calculated from Mitscherlich's formula and found (unbroken with points)

Tabelle 1

Bodenart	Anzahl Versuchs- jahre	Fruchtart	mittlere N-Gabe je Stufe kg/ha N	mittlerer N-Gehalt (in der Trocken- substanz) %	Ertüngen Korn + Stroh bzw. Knollen	b (kg/ha N) berechnet aus		N-Aufnahme nach Mitscher- lich	N-Aufnahme nach gerad- liniger Extrapol.	N- Ausbeute (Mehr- aufnahme in % der niedrigen N-Gabe)
						Erträge	N-Aufnahme			
1. Moorkolonialer Boden (alt)	9	Kartoffeln	0 85,5	1,71	1,03	1,25	1,53	173	151	45
	7	Roggen	0 51	102	0,76	0,71	0,83	64	92	33
	4	Hafer	0 46	92	0,93	0,93	1,02	57	73	53
2. Moorkolonialer Boden (neu)	7	Kartoffeln	0 88,5	177	0,96	1,23	1,46	63	59	53
	6	Roggen	0 54	108	0,67	0,67	0,75	23	27	45
	4	Hafer	0 57	114	0,92	0,81	0,91	12	18	54
3. Sand	4	Kartoffeln	0 108	180	1,03	1,26	1,52	117	102	57
	4	Roggen	0 66	114	0,97	0,81	0,90	48	99	41
4. Lehm	5	Kartoffeln	0 100	200	1,07	1,23	1,52	79	79	60
	5	Weizen	0 70	130	0,95	0,94	1,11	38	53	53
5. Marsch (leicht)	4	Hafer	0 60	120	0,99	1,01	1,25	53	75	48
	6	Kartoffeln	0 93	186	1,01	1,19	1,46	61	71	53
	6	Weizen	0 48,5	97	1,06	1,00	1,05	54	90	52
6. Marsch	7	Hafer	0 41,5	83	0,96	0,88	0,95	38	64	53
	4	Weizen	0 55	110	0,93	0,91	1,01	63	91	56
	3	Hafer	0 49,5	99	0,91	0,94	1,05	31	44	69
7. Flussmarsch	5	Kartoffeln	0 95	190	1,19	1,29	1,60	120	143	42
	6	Weizen	0 48	96	0,95	0,96	1,03	84	94	45
	4	Hafer	0 44	88	0,88	0,84	0,95	48	108	45
Mittel je Fruchtart	0	Kartoffeln	0 95	184	1,05	1,24	1,52	102	101	52
	0	Hafer	0 50	100	0,93	0,90	1,02	40	64	54
	0	Roggen	0 57	108	0,80	0,73	0,83	45	81	40
Mittelwerte einiger Böden	0	Weizen	0 55,5	108	0,97	0,95	1,05	60	82	52
	Moorkoloniale Böden	Kartoffeln					118	105	113	
	(2 Versuche)	Roggen					44	60	63	56
Marsch + Lehm (3 Versuche)	0	Hafer					35	46	48	
	0	Kartoffeln					87	98	118	
	0	Weizen					59	79	108	101
0	Hafer					46	82	94		

Je Fruchtart ist der *b*-Wert verschieden, namentlich bei Kartoffeln ist dieser viel größer als bei Getreide (Tab. 1, Spalte 6). Auch *Mitscherlich* (6) hat einen etwa doppelt so hohen *b*-Wert für Kartoffeln wie für Hafer gefunden und dies der ungleichen Bewurzelungstiefe zugeschrieben. Im allgemeinen ist diese Auffassung für diese Pflanzen wohl nicht richtig (vgl. aber Seite 24). Es führt uns zu einer kritischen Betrachtung der Bedingungen, welche der Bestimmung von *b* mittels Ertragskurven zu Grunde liegen.

An erster Stelle ist es fraglich, ob aus dem Verlauf der Ertragskurve quantitativ etwas abgeleitet werden kann über die Aufnahme des Stickstoffs (*von Boguslawski* [2]). Vorausgesetzt sollte werden, daß zwischen Ertrag und Aufnahme eine genaue Beziehung besteht. Dies würde der Fall sein, wenn der Stickstoffgehalt der Trockensubstanz bei allen Stickstoffgaben gleich ist oder bei steigender Gabe gleichmäßig zunehmen würde. Ist dies aber der Fall? Würde es so sein, wie *Steenbjerg* (12, 13, 14, 15) insbesondere für andere Nährstoffe betont hat, daß der Stickstoffgehalt bei steigender Gabe erst abfällt, um nachher bei höheren Gaben wieder anzusteigen, dann gilt die Voraussetzung nicht. Ungedüngt wird dann die Pflanze einen höheren Stickstoffgehalt haben als bei mäßiger Stickstoffdüngung, oder was dasselbe ist, der Ertrag wird niedriger sein als der Stickstoffaufnahme entspricht. Demzufolge wird die Ertragskurve steiler abfallen als die Stickstoffaufnahme und es wird ein zu niedriger *b*-Wert gefunden werden. In dieser stärkeren Neigung der Kurve kann eine Tendenz zur Bildung einer S-Kurve gesehen werden, welche nach *Steenbjerg* in den meisten Fällen auch tatsächlich gefunden wird. Ausnahmsweise ist diese S-Form nach *Steenbjerg* und *Jacobsen* (15) für Stickstoff nur schwach ausgeprägt. Die Ursachen dieser Depressionen sind auch von *von Boguslawski* (1) und *von Boguslawski* und *Schneider* (3) eingehend diskutiert.

Das Verhalten ist nun bei Kartoffeln und Getreide deutlich unterschieden (Tab. 1, Spalte 5). Bei Getreide wird fast immer ein niedrigerer Stickstoffgehalt der Trockensubstanz bei der niederen Stickstoffstufe gefunden; bei der höheren Stufe ist der Gehalt wieder bedeutend gestiegen. Bei Kartoffeln hat aber schon die leichte Düngung mit Stickstoff zu einer beträchtlichen Steigerung des Gehaltes geführt, obwohl auch hier eine schwache Tendenz einer stärkeren Erhöhung bei schweren Gaben nachweisbar ist.

Dies führt uns dazu, *b* nicht nur an Hand der Erträge, sondern auch mittels der aufgenommenen Stickstoffmengen zu bestimmen. Dieser Wert kann mit Hilfe der *Mitscherlich*'schen Formel berechnet werden. Es handelt sich aber hier um sehr schwach gebogene Kurven und der Eindruck besteht, daß der untere Teil fast als eine Gerade betrachtet werden kann. Der *b*-Wert wurde also auch mittels geradliniger Extrapolation bestimmt. Es ist möglich daß die nach *Mitscherlich* berechneten *b*-Werte ein wenig zu niedrig ausgefallen sind, weil für die Berechnung auch die bei hoher Stickstoffdüngung erhaltenen Daten mitgenommen worden sind. Möglicherweise waren diese schon durch eine ge-

wisse Ertragsdepression beeinflusst worden. Andererseits werden vielleicht die mittels geradliniger Extrapolation bestimmten  $b$ -Werte ein wenig zu hoch sein.

Die mittels der Stickstoffaufnahme berechneten  $b$ -Werte sind bei Kartoffeln wenig verschieden von den an Hand der Erträge berechneten. Andererseits sind die ersteren bei Getreide deutlich höher, nämlich im Durchschnitt um gut 50%, wenn nach *Mitscherlich* berechnet wird, und um 80% bei geradliniger Extrapolation (Tab. 1, Spalte 6—8).

Wir schließen, daß der mittels des Ertrags bestimmte  $b$ -Wert für Kartoffeln eine annäherungsweise richtige Aussage über die Stickstofflieferung des Bodens gibt, daß aber das in dieser Weise bei Getreide bestimmte  $b$  zu niedrig ist.

Die Unterschiede zwischen  $b$  bei Kartoffeln und Getreide sind deutlich geringer geworden, obwohl immerhin noch vorhanden, wie die mittleren Ergebnisse zeigen (Tab. 1, Spalte 7—8).

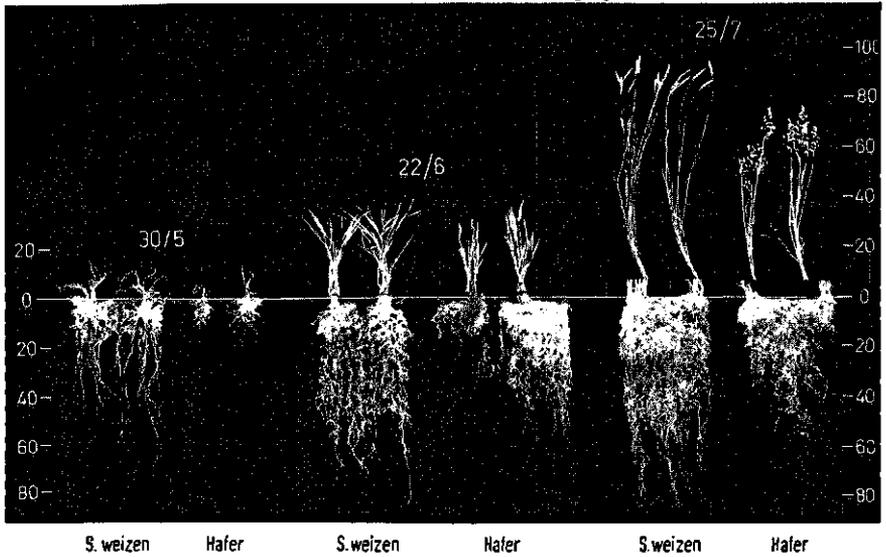
Wir finden hier einen wichtigen Einfluß der Bodenart. Der Unterschied ist besonders groß bei den moorkolonialen Böden, gering auf den Sand- und Tonböden (Tab. 1, unten). Auf Marsch- und Lehmböden sind die mit Kartoffeln an Hand der Stickstoffaufnahme gefundenen  $b$ -Werte nur wenig höher als die mit Getreide erhaltenen. Es wird eine interessante Aufgabe sein den Grund dieser Unterschiede aufzudecken.

Auch zwischen den Getreidearten wurden noch ziemlich große Unterschiede von  $b$  gefunden. Dies führt zu einer anderen Bedingung, welche der einwandfreien Bestimmung des  $b$ -Wertes gestellt werden muß, nämlich daß das Stickstoff absorbierende Vermögen der Pflanzenwurzel bei allen Varianten, also auch ohne Stickstoffdüngung, gleich sein muß. Würden die Pflanzen den Untergrund ohne Düngung nicht in ebenso starker Weise durchwurzeln, dann würde eine zu geringe Aufnahme die Folge sein. Daß dieser Fall nicht oft zutrifft, wird schon durch die Geradlinigkeit der Aufnahmekurve angedeutet. Meistens wird kein Hinweis gefunden, daß die Stickstoffentnahme bei der Null-Variante relativ zu niedrig ist. Die im Vergleich zu Sommerweizen zu niedrigen  $b$ -Werte bei Hafer, welche in bestimmten Fällen gefunden wurden, können vielleicht in dieser Weise gedeutet werden. Es hat sich gezeigt, daß die Symptome von Stickstoffmangel bei Hafer auf dem leichten Marschboden öfters mehr ausgeprägt sind als die des Weizens. Dies führte uns dazu, die Wurzelsysteme beider Pflanzen zu untersuchen. Die Untersuchung wurde von Dr. *J. J. Schuurman* (11) durchgeführt.

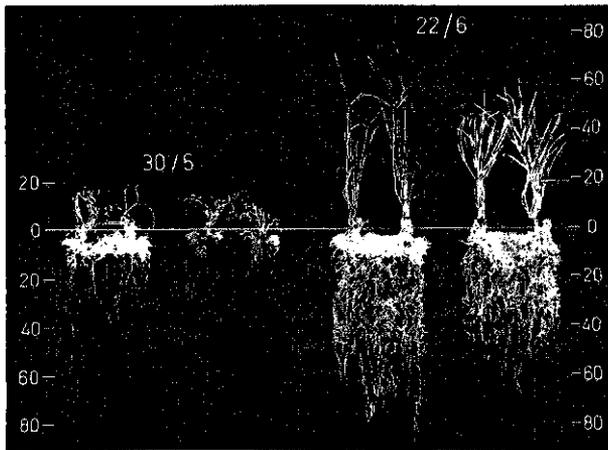
Die Wurzelentwicklung ist auf dem im Frühjahr nassen und stark verschlammten Boden bei Hafer insbesondere ohne Düngung stark zurückgeblieben (Abb. 3). Hiermit kann also der niedrigere  $b$ -Wert des Hafers in einem solchen Fall gedeutet werden.

Bis jetzt wurde der an Hand der Erträge gefundene  $b$ -Wert kritisiert und hierbei der mittels der Aufnahme gefundene als Vergleichswert genommen. Es ist wichtig, auch letzteren kritisch zu betrachten.

Leichter Marschboden 1961 ohne N-Düngung



Mit N-Düngung



	N-Aufnahme kg/ha	
	0	150   100 N
S. weizen	58   86	105
(K+Str.)		
	0	144   88 N
Hafer	29.5   48	77
(K+Str.)		

b [Korn-Ertrag]  
Weizen 63, Hafer 22

S. weizen 75 kg N      Hafer 66 kg N  
S. weizen 75 kg N      Hafer 66 kg N per ha

[P4135.3]

Abbildung 3

Wurzelentwicklung von gleichzeitig gesättem Hafer und Sommerweizen, ohne und mit Stickstoffdüngung, an verschiedenen Daten.

Die b-Werte betragen 22 bzw. 63 kg/ha Stickstoff

Root development of oats and summer wheat sown simultaneously with and without nitrogen at various dates. The value of b lies between 22 and 23 kg/ha

Erstens soll man sich darüber klar sein, daß diese b-Werte zwar etwas aussagen über die durch die Pflanze aufgenommene Stickstoffmenge (also über die Menge, welche tatsächlich während der Wachstumsperiode vom Boden geliefert wird), aber nicht über den wirksamen Stickstoff, welcher zur Ertragsbildung geführt hat. Über letzteren liefert nur der mittels der Erträge berechnete b-Wert Bescheid. Bei der Zielstellung dieser Veröffentlichung geht es dennoch in erster Stelle darum, etwas über die Stickstofflieferung des Bodens zu lernen.

Ein wichtigerer Einwand gegen diese an Hand der Stickstoffaufnahme berechneten b-Werte ist die Frage, ob die in den Ernteprodukten bei den verschiedenen Varianten gefundenen Stickstoffmengen tatsächlich ein richtiges Bild geben der Verhältnisse in den noch nicht abgereiften Pflanzen. Ein Fehler kann entstehen, wenn bei den stark mit Stickstoff gedüngten Parzellen bei der Abreifung relativ mehr Stickstoff verloren geht als bei der Null-Variante. Hieraus würde eine zu schwache Neigung der Kurve und demzufolge ein zu hoher b-Wert resultieren.

In den letzten Jahren wurde die Stickstoffaufnahme von Kartoffelpflanzen während der Vegetation bestimmt. Daß der genannte Fehler möglich ist, zeigt Abbildung 4. In 1964 fing das Absterben des Krautes auf der gedüngten Parzelle früher an als auf der ungedüngten. Die Verluste waren im ersten Fall zweifellos größer, so daß das Verhältnis zwischen den aufgenommenen Mengen sich in den letzten Wochen wesentlich geändert hat. Hierdurch wurde also ein zu hoher b-Wert gefunden.

Der vorläufige Eindruck ist aber, daß dies eine Ausnahme ist und das Jahr 1962 mehr der Norm entspricht. Die Gefahr eines Fehlers droht aber insbesondere, wenn das Absterben bei den verschiedenen Varianten ungleichzeitig verläuft.

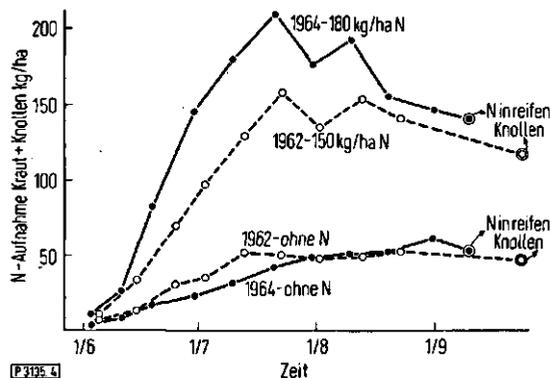


Abbildung 4

Verlauf der Stickstoffaufnahme von Kartoffelpflanzen mit und ohne Stickstoffdüngung in zwei Jahren auf dem Versuchsfeld auf leichtem Marschboden

The pattern of nitrogen uptake by potatoes with and without nitrogen in two years in field trials on light marsh soils

Ein letzter Einwand gegen die Anwendung von  $b$  als Maß für die Stickstofflieferung des Bodens ist die Tatsache, daß die Wirkung des Bodenstickstoffs *auf die Wirkung des Kunstdüngers* bezogen wird,  $b$  ist kein absolutes, sondern nur ein relatives Maß. Wenn der Stickstoff des Kunstdüngers immer vollständig in den Bereich der Pflanze käme oder die Abweichung hiervon nur schwach wäre, würde dieser Einwand nicht ernst zu nehmen sein. Dies ist aber nicht der Fall. In einem feuchten Jahre, so wie 1965, können bedeutende Mengen ausgewaschen werden ohne der Pflanze zur Verfügung zu stehen. Ist das z. B. die Hälfte, und das ist keine unglaubliche Annahme, dann bedeutet es automatisch eine Verdopplung von  $b$ . Eine ähnliche Einschränkung der Düngerwirkung kann zufolge Trockenheit eintreten; die Verfügbarkeit des Bodenstickstoffs braucht sich nicht in gleicher Weise zu ändern. Auch wenn das Gewächs sich nur spärlich entwickelt, ist eine unvollständige Aufnahme zu erwarten.

Die eine Fruchtart entzieht einen größeren Teil der angewendeten Gabe als die andere; bei Roggen wurde ein mittlerer Entzug von 40% in den Ernteprodukten, bei Weizen einer von 52% gefunden (Tab. 1, letzte Spalte). Man kann fragen, ob Roggen vielleicht dem Boden beim Abreifen mehr Stickstoff zurückgegeben hat. Jedenfalls ist es nicht sicher, ob die mit diesen beiden Pflanzen gefundenen  $b$ -Werte ganz vergleichbar sind. Die gleiche Gefahr droht bei dem Vergleich verschiedener Jahre oder verschiedener Bodenarten. Es wird jedenfalls ratsam sein, Ergebnisse, welche unter einigermaßen extremen Verhältnissen erhalten worden sind, außer Betracht zu lassen.

Zum Schluß kann festgestellt werden, daß dem nach *Mitscherlich* bestimmten  $b$  ein gewisser Wert zur Charakterisierung der Fruchtbarkeit des Bodens mittels der Stickstoffbildung nicht entsagt werden kann, wenn über eine genügende Zahl von Ertragskurven verfügt werden kann. Bei Kurven von einzelnen oder Mittelwerten von nur wenigen Jahren muß mit der Möglichkeit beträchtlicher Fehler gerechnet werden. Bestimmte Bedingungen müssen aber erfüllt sein, um  $b$  als eine annäherungsweise genaue Charakteristik zu benutzen. Insbesondere bei Kartoffeln kann der an Hand der mittleren Ertragskurve gefundene  $b$ -Wert ziemlich zuverlässige Angaben über die Mineralisierung des Bodenstickstoffs geben, wenn nur die Jahre mit trockenen Wintern und extreme Bedingungen außer Betracht gelassen werden. Für Getreide muß mit zu niedrigen Werten gerechnet werden.

### Zusammenfassung

Die bekannte *Mitscherlich*-Formel, welche die Beziehung zwischen Kunstdüngermenge und Ertrag darstellt, erschien in auf verschiedenen Bodenarten durchgeführten Stickstoff-Dauerversuchen die Beziehung zwischen Stickstoffmenge und Ertrag bei Kartoffeln, Roggen, Hafer und Weizen für das praktisch wichtige Gebiet richtig erfassen zu können.

Die mit Hilfe dieser Formel berechneten mittleren  $b$ -Werte, welche die Stickstofflieferung des Bodens charakterisieren können, sind annäherungsweise richtig

für Kartoffeln, für Getreide aber viel zu niedrig. Der Grund hierfür ist der insbesondere von *Steenbjerg* beschriebene Abfall des Stickstoffgehaltes der Trockensubstanz bei mäßiger, und das erneute Ansteigen bei höherer Stickstoffdüngung. Die Substanzbildung ist also ohne Stickstoff für Getreide relativ zu niedrig, demzufolge fällt die Ertragskurve zu steil ab und gibt kein richtiges Bild der aufgenommenen Menge. Bei Kartoffeln wird dagegen ein regelmäßiges Ansteigen der Stickstoffgehalte bei erhöhter Düngung gefunden.

Die an Hand der aufgenommenen Stickstoffmengen („N-Erträge“) berechneten *b*-Werte sind bei Getreide um 50 bis 80% höher als die mittels der Erträge berechneten. Bei Marsch- und Lehm Böden sind sie dann nur wenig niedriger als die für Kartoffeln auf dem gleichen Versuchsfeld gefundenen. Die Unterschiede sind aber bedeutend größer bei moorkolonialen Böden. Der Grund für dieses unterschiedliche Verhalten ist noch nicht aufgeklärt worden.

Unterschiede in *b* bei gleichzeitig auf demselben Felde angebauten Getreidearten können bisweilen durch ungleiche Bewurzelung verursacht werden. Insbesondere wurde bei Hafer ohne Stickstoffdüngung eine ungenügende Bewurzelung nachgewiesen, was einen niedrigen *b*-Wert erklären könnte.

Frühere Abreifung mit größeren Verlusten an Stickstoff bei den vollgedüngten Pflanzen kann zu einer Herabsetzung der Unterschiede der Stickstoffmengen in den Ernten führen. Ein mittels der aufgenommenen Mengen berechneter *b*-Wert kann in einem solchen Fall zu groß sein.

Der *b*-Wert ist relativ, weil er auf den des Kunstdüngerstickstoffs bezogen wird. Bei ungenügender Aufnahme des letzteren, wie dies z. B. durch Auswaschung in feuchten Frühjahren der Fall sein kann, gibt *b* eine zu hohe Andeutung des tatsächlich vorhandenen Bodenstickstoffs.

Die Stickstoffentnahme verschiedener Fruchtarten braucht nicht gleich zu sein; Roggen entnimmt dem Boden vielleicht weniger als die anderen Fruchtarten. Ein Vergleich zwischen mit verschiedenen Pflanzen bzw. Böden erhaltenen *b*-Werten ist nicht ohne Bedenken.

Es wurde geschlossen, daß *b* zur Charakterisierung der Fruchtbarkeit eines Bodens ein gewisser Wert nicht entsagt werden kann, wenn nur gewisse Bedingungen erfüllt sind.

#### Schrifttum

- (1) *Boguslawski, E. von*: Das Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren bei der Ertragsbildung. *Z. Acker-Pflanzenbau* 98, 145—186 (1954). — (2) *Boguslawski, E. von*: Zur Kenntnis des „*b*-Wertes“. *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde* 66, 109—118 (1954). — (3) *Boguslawski, E. von* und *Schneider, B.*: Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes. I. *Z. Acker-Pflanzenbau* 114, 221—236 (1961—62). — (4) *Lemmermann, O.*: Bemerkungen zu dem Vortrage von *E. A. Mitscherlich*: „Die zweite Annäherung des Wirkungsgesetzes der Wachstumsfaktoren.“ *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde* A 12, 283—289 (1928). — (5) *Mitscherlich, E. A.*: Die zweite Annäherung des Wirkungsgesetzes. *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde* A 12, 273—283 (1928). — (6) *Mitscherlich, E. A.*: Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens mittels Feld- und Gefäßversuch. *Landw. Jahrb.* 71, 445—467 (1930). — (7)

## The Determination of Soil Nitrogen Using the Yield Curve

by *F. van der Paauw*

The well known Mitscherlich formula, which provides the relation between artificial fertilizer quantities and yield, reveals in long-term nitrogen trials in different soil types the relation between nitrogen levels and yield for potato, rye, oats and wheat correctly for the practically important range.

The average value of *b*, calculated with the help of this formula, which can characterise nitrogen levels in the soil, is approximately correct for potatoes, but is much too low for cereals. The reason for this is the decrease in nitrogen content of dry matter, especially described by *Steenbjerg*, with moderate and the renewed rise higher levels of nitrogen fertilising. Growth of cereals is relatively low without nitrogen. Accordingly the yield curve falls rapidly and gives no correct picture of uptake. A regular rise in nitrogen content with increasing fertilizer, on other hand, is found with potatoes.

pH values, calculated on the basis of nitrogen uptake ( ${}^n$ N-yield), are with cereals about 50—80% higher than those calculated by means of the yield. On marsh and loam soils they are found to be only slightly lower than values for potatoes on similar plots. The differences, however, are much greater on moor soils. The reason for this different behaviour is still not yet clear.

Differences in *b* can be produced in cereals grown in the same field by uneven rooting. Insufficient rooting is especially noticeable with oats not receiving, which a low *b* value can explain.

Premature maturing with larger losses of nitrogen with completely fertilised plants can lead to a reduction in differences in the amounts of nitrogen in the crop. A value of *b*, calculated by means of amount taken up, can be too large in such cases.

The *b* value is relative, since it is obtained from artificial nitrogen fertilizers. With inadequate uptake of the latter, such as occurs during the early wet part of the year, *b* gives too high an indication of actual status of soil nitrogen.

The nitrogen uptake of various crops is not equally utilised; rye takes possibly less from the soil than other crops. A comparison of *b* values, obtained with different plants and soils, is not without suspicion.

It is concluded that *b* cannot be denied a definite value for the characterisation of soil fertility, if only certain conditions are fulfilled.

[3135]

(Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde 113, 19—29 [1966])