

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK  
WAGENINGEN

STICKSTOFFANWENDUNG AUF WELSCHES WEIDELGRASS  
FÜR GRÜNDUNG UND DEREN EINFLUSS AUF DEN  
STICKSTOFFBEDARF DER FOLGEFRUCHT

W.A.P. Bakermans und L. ten Holte

CABO-verslag nr. 45

*170/82*

maart 1983

INHALT	Seite
EINLEITUNG	5
VERSUCHSANLAGE	5
WACHSTUM DES GRASES	7
BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE	7
Die Kartoffelerträge	7
Wachstum und Ertrag der Zuckerrüben	8
Einfluss auf den Weizenertrag	10
Einfluss auf das Gras	10
ZUSAMMENFASSUNG	11
LITERATUR	12
ABBILDUNGEN	13

## EINLEITUNG

Bekanntlich reagiert unter die Deckfrucht Winterweizen gesätes welsches Weidelgras stark auf Stickstoffdüngung verabreicht nach der Weizenernte. Mit zunehmender N-Düngung des Grases nimmt die oberirdische Masse stark zu. Die gesamte Wurzelmasse steigt bis etwa 80 kg N/ha an, nimmt aber bei weiteren N-Mengensteigerung wieder ab (Baeumer, 1971; Dilz u.a., 1977). Wenn die günstige Wirkung der Grasgründung hauptsächlich eine Folge der feinen Durchwurzelung des Bodens wäre, wodurch dieser vor Verschlammung geschützt wird, dürfte mit 60 bis 80 kg N/ha das Optimum wohl erreicht sein (Loeters und Bakermans, 1964; Renius, 1961).

Übrigens kann sehr hohe Stickstoffdüngung des Grases Schwierigkeiten verursachen beim Unterpflügen der grossen Menge oberirdischer Grünmasse. Diese Masse kann gleichsam siliert werden, wobei Anaerobie im Boden auftreten kann, mit als weiterer Folge gehemmte Bewurzelung der folgenden Hauptfrucht (Dilz u.a., 1977).

Bei ausreichender Stickstoffdüngung der Kartoffeln oder Zuckerrüben als Folgefrucht macht sich die dem Gras verabreichte N-Menge kaum bemerkbar. Bei geringer N-Düngung der Hauptfrüchte jedoch zeigt sich der dem Grase gegebene N deutlich im Ertrag der Hauptfrucht (Te Velde u.a., 1971). Diese Wirkung ist besonders interessant, wenn bei hohen N-Gaben zu Zuckerrüben oder Kartoffeln Schäden auftreten können als Folge zu hoher Salzkonzentration im Boden (Hitchmough und Sutherland, 1981).

In der Praxis ergeben sich nach Grasgründung öfters unbefriedigende Zuckererträge, die hauptsächlich dem niedrigen Zuckergehalt nach Grasgründung zugeschrieben werden (Te Velde u.a., 1971).

Im Zusammenhang damit erschien es wichtig zu untersuchen, wie auf die Dauer die Wirkung fortgesetzter niedriger und hoher N-Düngung des Grases auf den Ertrag der Folgefrüchte ist.

## VERSUCHSANLAGE

Auf Flussmarsch mit 20 bis 30% Ton wurden im Jahre 1967 bzw. 1968 langjährige Versuche durchgeführt mit der Fruchtfolge: Winterweizen - Kartoffeln - Winterweizen - Zuckerrüben (4 Wiederholungen).

Auf den Versuchsfeldern wurde jedes Jahr eine Kultur aus der vierjährigen Fruchtfolge angebaut, z.B. auf IBS 1114 im Jahre 1968 Kartoffeln, 1969 Winterweizen, 1970 Zuckerrüben, 1971 Winterweizen, 1972 Kartoffeln usw., 1980 Kartoffeln. Tabelle 1 zeigt Wetterangaben der Jahre 1951-1980.

In den Weizen wurde im Frühjahr Welsches Weidelgras gesät, in welchem nach der Weizenernte die folgenden N-Stufen angelegt wurden: 0, 40, 80, 120 und 160 kg N/ha in Form von Kalkammonsalpeter (26% N). In der nächsten Hauptfrucht (Kartoffeln oder Zuckerrüben) wurden auf jeder der genannten Stickstoffvarianten die folgenden Stickstoffgaben verglichen: 0, 90, 180, 270 und 360 kg N/ha auf einmal gegeben als Kalkammonsalpeter (26% N). Die Versuchsfelder blieben an derselbe Stelle, wobei stets die gleichen Parzellen die gleiche Stickstoffdüngung erhielten. Auf diese Weise wurde also der Einfluss einer bestimmten Düngungsfolge auf die Erträge der Hackfrüchte verfolgt. Nach einigen Jahren stellte sich heraus, dass die Wirkung des dem Grase gegebenen Stickstoffs nicht nur in den Hackfrüchten, sondern auch in dem der Hackfrucht folgenden Winterweizen zum Ausdruck kam. Weiterhin wurde deshalb auch der Einfluss auf den Winterweizen untersucht, indem wir anstatt der bei den Hackfrüchten angebrachten Stufen von null bis 360 kg N/ha auf den entsprechenden Weizenparzellen die Düngung von 0 bis 120 kg N/ha variierten.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Niederschlag mm	63	50	51	54	53	69	84	82	61	59	68	72
Strahlung Joules/cm <sup>2</sup>	6640	12395	24262	38847	50616	52519	48346	42930	30136	18026	8142	5297
Höchsttemp. °C	4.3	5.4	8.9	12.4	17.3	20.5	21.4	21.5	18.9	14.3	8.6	5.5
Mindesttemp. °C	-0.7	-0.6	1.2	3.3	7.3	10.3	12.2	12.0	9.7	6.5	2.9	0.6
Durchschnittstemp. °C	1.8	2.1	4.9	8.2	12.4	15.6	16.8	16.6	14.1	10.3	5.7	3.0

Tabelle 1 Durchschnittliche monatliche Wetterangaben 1951-1980 in Wageningen

## WACHSTUM DES GRASES

Das unter den Weizen gesäte Welsche Weidelgras ist bei der Weizenernte im allgemeinen gut zum Vorschein gekommen und nach der Düngung mit Stickstoff schnell herangewachsen. Ausser durch Stickstoff wird das Wachstum des Grases auch bestimmt durch Regenfall und sonstige Witterung in einem bestimmten Jahr und durch den Zeitpunkt der Weizenernte.

Abbildung 1 zeigt den mittleren Verlauf der Graserträge im Zusammenhang mit der N-Düngung; es sind auch die niedrigsten und die höchsten Ertragskurven angegeben. Deutlich ist, dass mit 160 kg N/ha der Höchstertrag der Gras-Frischmasse nicht erreicht wurde.

## BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Die Daten der einzelnen Jahre sind etwas verschieden, so dass es nicht immer möglich war die Zahlen aller Jahre einfach zu mitteln. Im grossen und ganzen deuten die Ergebnisse aber wohl alle in dieselbe Richtung. Deutlichkeitshalber sind in den folgenden Betrachtungen die Ergebnisse nur einiger Jahre angegeben, die repräsentativ sind für alle Jahre.

In den Abbildungen 3 bis 12 sind die Kurven mittels grafischer Polyzusammenhangsanalyse zusammengesetzt. Hierbei werden alle Daten mit einander verglichen und wechselseitig ausgeglichen, wobei eine Art Dachkonstruktion entsteht, wie sie Abbildung 2 zeigt für den Zuckerertrag der Rüben im Jahre 1970.

### Die Kartoffelerträge

Die Wirkung der Stickstoffdüngung auf den Gesamtertrag an Knollen kommt klar zum Ausdruck in Abbildung 3 (Mittelwerte von zwei Versuchen in den Jahren 1968 und 1969). Angegeben ist in Abb. 3a der Zusammenhang zwischen dem den Kartoffeln gegebenen Stickstoff und dem Knollenertrag auf Parzellen, wo das Gras keinen N bekommen hat, und auf Parzellen, wo das Gras mit 160 kg N/ha gedüngt worden ist. Die unterbrochene Kurve gibt den Durchschnitt aller Stickstoffvarianten zum Gras.

Übersichtlichkeitshalber sind die einzelnen Kurven für 40, 80 und 120 kg N/ha zu dem Gras weggelassen. Diese Kurven liegen schön zwischen den äussersten für 0 und 160 kg N/ha.

Die Wirkung des dem Grase gegebenen Stickstoffs ist in Abb. 3b dargestellt, einzeln für keinen und viel N zu den Kartoffeln. Es zeigt sich dass mehr N zu dem Gras den Kartoffelertrag deutlich erhöhte, wenn kein N zu den Kartoffeln verabreicht worden war. Weiter nimmt auch noch der Ertrag zu bei 180 kg N/ha zu den Kartoffeln. Bei 360 kg N zu den Kartoffeln ist N zum Gras des Guten zuviel: der Kartoffelertrag wird dadurch verringert.

Im Durchschnitt war der Höchstertrag an Kartoffelknollen mit 180 kg N zu den Kartoffeln erreicht (Abbildung 3a). Bei 160 kg N zum Gras wurde der höchste Knollenertrag erreicht mit 180 kg N zu den Kartoffeln. Mit mehr N zu den Kartoffeln (und 160 kg N zum Gras) wurde der Ertrag deutlich geringer. Bei null kg N zum Gras wurde der höchste Ertrag erreicht mit 360 kg N/ha zu den Kartoffeln. In diesem Fall gab mehr als 180 kg N zu den Kartoffeln noch einen deutlichen Ertragsanstieg. Wenn nun bei null kg N zum Gras die Stickstoffgabe mit 90 kg N/ha von 180 auf 270 kg N je ha erhöht wird, erhöht sich der Ertrag um 1100 kg je ha, das heisst um 12 kg Kartoffeln je kg N. Vergleicht man den Ertrag bei Düngung mit 180 kg N je ha zu den Kartoffeln, wenn das Gras keinen Stickstoff oder 160 kg N je ha bekommen hat, dann ergibt sich, dass in dieser Situation 160 kg N zum Grase eine Ertragserhöhung bewirkt von etwa 2800 kg je ha, oder 17,5 kg Kartoffeln pro kg N. In dieser Situation, wobei zugleich der optimale Ertrag erreicht wird, ist also der Wirkungsgrad des dem Grase gegebenen Stickstoffs beträchtlich grösser gewesen als der des direkt den Kartoffeln gegebenen Stickstoffs.

Nicht jedes Jahr waren die Ergebnisse so deutlich, aber war es immer doch so, dass der Wirkungsgrad des dem Grase gegebenen Stickstoffs, betrachtet in der Nähe des Optimums des den Kartoffeln gegebenen Stickstoffs, wenigstens ebenso hoch und meistens höher war als der Wirkungsgrad des den Kartoffeln extra gegebenen Stickstoffs. Meistens gab die Kombination von 160 kg N/ha zum Grase und 180 kg N/ha zu den Kartoffeln den Höchstertrag.

### Wachstum und Ertrag der Zuckerrüben

#### a. Die Zahl der Pflanzen je ha

Den Zusammenhang zwischen dem den Rüben gegebenen Stickstoff und der Anzahl der Pflanzen je ha ist in Abb. 4 dargestellt. Weil die Kurven der einzelnen Stickstoffstufen des Grases nahezu parallel laufen, sind nur die Mittelwerte aller N-Stufen des Grases angegeben.

Es zeigt sich, dass die Anzahl der Pflanzen je ha stark abnahm, wenn die Rüben mit mehr als 90 kg N/ha gedüngt wurden. Zwischen 90 und 360 kg N/ha hat jede 100 kg N extra je ha die Anzahl Pflanzen um etwa 7000 verringert. Wie Abbildung 4b zeigt, hat mehr N zum Grase keinen Einfluss auf die Anzahl Pflanzen je ha ausgeübt. Obwohl im Felde meistens kaum sichtlich, muss diese Wirkung des den Rüben gegebenen Stickstoffs wohl auf zu hohe Ionenkonzentration zurückgeführt werden. Das auftreten dieses Schadens ist deutlich von der Witterung im Frühjahr abhängig. Bekanntlich wirkt eine trockne oder warme Periode nach der Saat besonders schädlich (Hitchmough und Sutherland, 1981). Obwohl der hier wiedergegebene Effekt öfters auftritt, gibt es doch auch Jahre, in denen der den Rüben gegebene Stickstoff keinen Negativen Einfluss auf die Pflanzenanzahl hat. Der dem Grase gegebene Stickstoff wirkt sich aber nie negativ aus. Deutlich ist, dass man sich vor der Gefahr zu hoher Ionenkonzentration schützen kann, indem man dem Grase mehr und den Rüben weniger Stickstoff verabreicht.

Interessant ist, dass auf die Dauer (nach 10 bis 12 Jahren) die Fruchtbarkeit der absoluten Null-Parzellen (kein N zum Grase und kein N zu der Hauptfrucht) so sehr herabgesetzt ist, dass auch die Keimung und der Aufgang der Rüben Schaden erleiden. So g. es im Jahre 1978 eine Zunahme der Anzahl Pflanzen, wenn wenigstens einigermaßen mit N gedüngt worden war, sei es zu den Rüben oder zu dem Grase.

#### b. Der Zuckergehalt der Rüben

Abbildung 5a zeigt, dass der den Rüben gegebene Stickstoff stark negativ wirkt auf den Zuckergehalt der Rüben. Auch hier laufen die Kurven der einzelnen N-Stufen des Grases nahezu parallel, so dass die Wiedergabe der Mittelwerte aller N-Stufen genügt.

Je 100 kg N zu den Rüben wird der Zuckergehalt im Durchschnitt um 0,65% verringert. Vielleicht kann dieser starke Effekt auch einigermaßen zusammenhängen mit der in diesem Fall zugleich verringerten Anzahl Pflanzen pro ha.

Abbildung 5b zeigt, dass mit zunehmender Stickstoffdüngung des Grases der Zuckergehalt der Rüben durchschnittlich nur um 0,3% verringert wurde je 100 kg dem Grase gegebenen N. Dieser Zusammenhang wurde immer gefunden. Der dem Grase extra gegebene Stickstoff wirkt fast immer weniger ungünstig auf den Zuckergehalt als der direkt den Rüben gegebene Stickstoff.

Wohl ist im Laufe der Zeit der Zuckergehalt der Rüben der absoluten Null-Parzellen niedriger geworden als von Parzellen, die doch eine gewisse Stickstoffdüngung erhielten. Das heisst: der höchste Zuckergehalt kann nur erzielt werden, wenn ein gewisses Mindestmass an Stickstoff vorhanden ist (Boon, 1979).

Abbildung 6a und 6b zeigen die Verhältnisse im Jahre 1978. Ohne N zum Grase ist mehr als 90 kg N zu den Rüben notwendig um den höchstmöglichen Zuckergehalt zu erzielen. Bei 120 kg N zum Grase wird ein noch etwas höherer Gehalt

erzielt mit etwa 90 kg N zu den Rüben. Mit mehr als 90 kg N zu den Rüben zeigt sich starkes Abfallen des Zuckergehalts bei zunehmender Stickstoffdüngung: im Durchschnitt ein um etwa 0,85% geringerer Zuckergehalt je 100 kg N/ha. Abbildung 6b zeigt, dass bei 90 kg N zu den Rüben der dem Grase gegebene Stickstoff den Zuckergehalt kaum beeinflusst. Bei 0 kg N zu den Rüben gibt es eine deutliche Zunahme, bei mehr als 180 kg N je ha zu den Rüben hingegen eine deutliche Abnahme des Zuckergehaltes mit steigender Stickstoffdüngung des Grases.

Nur wenn die Rüben schon mehr als optimal mit N gedüngt worden sind, gibt mehr Stickstoff zu dem Gras auch Gehaltsabnahme. Im allgemeinen können wir feststellen, dass der dem Grase extra gegebene Stickstoff weniger ungünstig auf den Zuckergehalt wirkt als der den Rüben selbst gegebene Stickstoff.

#### c. Blattertrag

Abbildung 7a zeigt die Wirkung des den Rüben gegebenen Stickstoffs auf den Blattertrag an Hand des mittleren Verlaufs, weil die einzelnen Kurven nahezu parallel laufen. Es ergibt sich eine starke Zunahme der Blattentwicklung bei mehr N zu den Rüben: etwa 140 kg Blatt pro kg N/ha.

Abbildung 7b zeigt als Wirkung des dem Grase gegebenen Stickstoffs eine deutlich weniger starke Zunahme, nämlich etwa 75 kg Blatt je kg N/ha. Diesen Zusammenhang findet man immer. Der den Rüben gegebene Stickstoff wirkt viel stärker auf die Blattentwicklung als der dem Grase gegebene Stickstoff. Wie in Abb. 7b wurde in keinem Versuchsjahr ein Maximum gefunden, in Abb. 7a mitunter, wie in dem dargestellten Fall. Auch bei Düngung zu den Rüben selbst wurde das Maximum oft nicht erreicht.

#### d. Der Rübenenertrag

Abbildung 8a zeigt die Wirkung des Stickstoffs auf den Rübenenertrag in Tonnen je ha. Anders als bei Pflanzenanzahl, Zuckergehalt und Blattertrag ergibt sich beim Rübenenertrag immer eine deutliche Wechselwirkung zwischen N zu den Rüben und N zum Grase. Übersichtlichkeitshalber sind die Kurven bei 40 und 120 kg N zum Grase weggelassen. Sie schmiegen sich schön zwischen den gezeichneten Kurven ein. Bis 80 kg N zum Grase gab es kein Maximum bei steigender N-Düngung zu den Rüben. Bei 160 kg N zum Grase aber ist ein deutliches Maximum sichtbar bei etwa 180 kg N zu den Rüben.

Die Höchsterträge werden erzielt bei 160 kg N zum Grase und 180 kg N zu den Rüben, also mit insgesamt 340 kg N, oder auch mit 80 kg N zum Grase und 360 kg N zu den Rüben, also mit insgesamt 440 kg Stickstoff je ha.

Diese Verhältnisse kommen auch in Abbildung 8b zum Ausdruck. Zur Erzielung des Höchstertrages ist eine Kombination von 160 kg N zum Grase und z.B. 180 kg N zu den Rüben vorteilhafter. Man kommt mit weniger Stickstoff aus, als wenn man allen Stickstoff den Rüben gibt.

Die Ergebnisse der einzelnen Jahre sind nicht wesentlich verschieden. Das Resultat ist immer dasselbe, nämlich Höchsterträge mit 160 kg N zum Grase und nicht zu viel zu den Rüben.

#### e. Der Zuckerertrag

In Hinsicht auf den Zuckerertrag tritt immer eine deutliche Wechselwirkung auf zwischen dem den Rüben und dem dem Grase gegebenen Stickstoff. Weiter ist im Laufe der Jahre auch einigermaßen eine Verschiebung in den Zusammenhängen aufgetreten, in dem Sinne, dass anfangs der höchste Zuckerertrag erzielt wurde, wenn der Stickstoff nur dem Grase gegeben wurde (und zwar 160 kg N/ha). Später wurden die absoluten Null-Parzellen zu arm und war auch zu den Rüben N notwendig.

Abbildung 9 gibt einen guten Durchschnitt der Zusammenhänge. Abbildung 9a zeigt den Höchsterertrag bei 90 kg N/ha zu den Rüben und 120 kg N zum Gras. Man sieht in 9b eine starke Zunahme des Zuckerertrags bei mehr N zum Gras, wenn kein N zu den Rüben gegeben wurde. Bei 90 kg N zu den Rüben wurde das Maximum erzielt mit 120 kg N zum Gras. Bei mehr als 90 kg N zu den Rüben nimmt der Zuckerertrag wieder ab. Die Wirkung von mehr N zum Gras wird bei mehr als 180 kg N zu den Rüben bald negativ.

Im allgemeinen kommt deutlich zum Ausdruck, dass zur Förderung des Zuckerertrages wie des Zuckergehaltes der N hauptsächlich dem Grase und nicht den Rüben gegeben werden soll. Auf diese Weise kann zugleich am insgesamt benötigten Stickstoff gespart werden.

Vergleichen wir in Abbildung 9b die Zuckererträge in der Nähe des Optimums, das heisst also bei 120 kg N zum Gras: von 0 bis 90 kg N zu den Rüben wurde hier ein Mehrertrag erzielt von 1200 kg/ha, das ist 13,3 kg Zucker je kg N. Bei 0 kg N zu den Rüben gibt 160 kg N statt 120 kg N zum Gras einen Zuckermehrertrag von 650 kg, das ist 16,2 kg Zucker je kg Stickstoff.

### Einfluss auf den Weizenertrag

Wie erwähnt, ist anfangs nicht der mögliche Einfluss des dem Grase gegebenen Stickstoffs auf den Weizenertrag bestimmt worden. Nach einigen Jahren zeigte sich jedoch ein gewisser Einfluss.

Abbildung 10 zeigt die Zusammenhänge bei nach Rüben angebautem Weizen. Der Verlauf der Kurven war immer derselbe, so dass in Abbildung 10 die Mittelwerte von drei Versuchsjahren zusammengefasst sind.

Es zeigt sich, dass mit 120 kg N/ha zum Weizen den Höchstertrag nie erreicht wurde. In Übereinstimmung hiermit wurde auf allen Stufen von 0 bis 120 kg N/ha zum Weizen ein etwas höherer Ertrag erzielt, wenn dem vor zwei Jahren gewachsenen Grase mehr Stickstoff gegeben worden war. Die Wirkung war ziemlich stark, wo kein N zum Weizen gegeben war (Abbildung 10b), nämlich 4,1 kg Körner je kg N, und noch 0,65 kg Körner pro kg N, wo 120 kg N zum Weizen gegeben war. In der Nähe des Maximums, das heisst also von 90 bis 120 kg N/ha zum Weizen, wurde:

bei 0 kg N zum Gras 5,3 kg Weizen je kg N und  
bei 120 kg N zum Gras 3,3 kg Weizen je kg N erzielt.

Stärker noch ist die Wirkung des dem Grase gegebenen Stickstoffs bei nach Kartoffeln angebautem Weizen, wie es Abbildung 11 zeigt.

Es sind die Mittelwerte von drei Versuchsjahren wiedergegeben.

Nach Kartoffeln ist der Boden noch so stickstoffreich, dass abhängig von dem dem Grase gegebenen Stickstoff mit 30 bis 60 kg N/ha zu dem Weizen das Maximum schon erreicht wird. Besonders interessant ist, dass mit mehr N zum Gras nicht nur der Höchstertrag sich verschiebt nach weniger N zum Weizen hin, doch dass zugleich auch ein höherer Höchstertrag erzielt wird.

Im dreijährigen Durchschnitt wurde bei von 0 bis 160 kg steigender Stickstoffdüngung des Grases der Höchstertrag des Weizens erhöht von 5980 auf 6190 kg/ha bei gleichzeitiger Einsparung von etwa 30 kg N/ha zum Weizen.

Bei 0 N zum Weizen gab 160 kg N zum Gras 1520 kg Körner mehr, das ist 9,5 kg je kg N.

Bei 30 N zum Weizen (also im Bereich des Höchstertrags) gab 160 kg N zum Gras noch 480 kg Weizenmehrertrag, oder 3 kg Kornertrag je kg dem vor zwei Jahren gewachsenen Grase gegebenen Stickstoff.

### Einfluss auf das Gras

Schliesslich hat der dem Grase gegebene Stickstoff nicht nur direkt seine Wirkung auf das Wachstum des Grases, sondern indirekt auch auf das Gelingen des zwei Jahre später neugesäten Grases als Unterfrucht.



Obwohl Welsches Weidelgras, unter Winterweizen gesät, meistens gelingt, kann es doch unter schwerem mit viel Stickstoff gedüngtem Weizen auch völlig fehlschlagen oder doch wenigstens weniger gut zum Vorschein kommen.

Abhängig von der Witterung im Sommer wurde mehrmals erfahren, dass mehr N zum Weizen den Stand (die Entwicklung) des Grases direkt nach der Weizenernte mehr oder weniger geschädigt hat, während der früher (zwei Jahre zuvor) dem Grase gegebene Stickstoff viel weniger Schaden zur Folge hat.

Abbildung 12 zeigt die Zusammenhänge im Jahre 1973 nach Kartoffeln.

Mit mehr als 30 kg N je ha zum Weizen sehen wir deutlich zunehmenden Schaden am Gras, während der dem Gras gegebene Stickstoff (zwei Jahre zuvor gegeben) wenigstens in Kombination mit 0 oder 30 kg N zum Weizen nahezu keine ungünstige Wirkung hat.

In Abbildung 11 haben wir gesehen, dass wenigstens nach Kartoffeln die Kombination 160 kg N zum Gras und 30 kg zum Weizen den höchsten Kornertrag liefert hat.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Auf Flussmarsch mit 20 bis 30% Ton wurden mehrjährigen Versuche durchgeführt mit der Fruchtfolge: Winterweizen - Kartoffeln - Winterweizen - Zuckerrüben. In den Weizen wurde im Frühjahr Welsches Weidelgras gesät, in welchem nach der Weizenernte die folgenden Stickstoffvarianten angebracht wurden: 0, 40, 80, 120 und 160 kg N/ha in Form von Kalkammonsalpeter (26% N).

In der nächsten Hauptfrucht - Kartoffeln oder Zuckerrüben - wurden auf jeder der genannten Stickstoffvarianten die folgenden Stickstoffgaben verglichen: 0, 90, 180, 270 und 360 kg N/ha, auf einmal gegeben als Kalkammonsalpeter.

Die Versuchsfelder blieben an derselben Stelle, wobei stets die gleichen Parzellen die gleiche Stickstoffdüngung erhielten. Eigentlich wurde also der Einfluss einer bestimmten Düngungsfolge auf die Erträge der Hackfrüchte verfolgt.

Der Einfluss auf den Winterweizen wurde untersucht, indem man anstatt der bei den Hackfrüchten angebrachten Stufen von null bis 360 kg N/ha auf den entsprechenden Weizenparzellen die Düngung von null bis 120 kg N/ha variierte.

Durch die Düngung des Grases mit viel Stickstoff (160 kg N/ha) wurde ein fruchtbarer Boden aufgebaut, auf dem bei verhältnismässig leichter Düngung von Kartoffeln, Rüben und Weizen optimale Erträge von diesen Früchten erzielt wurden. So konnte häufig an der Gesamtstickstoffmenge je Fruchtfolge gespart werden. Und indem man dem Grase den Stickstoff gab, wurde die Zahl der Rübenpflanzen kaum herabgesetzt, der Rübenblattertrag nicht übermässig gesteigert und der Zuckergehalt der Rüben weniger stark beeinträchtigt.

LITERATUR

- BAEUMER, K.: Allgemeiner Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 1971.
- BOON, R.: Resultaten van stikstofopzoeken. Agricultura (Heverlee) 1979, 27 (3), 331 - 382.
- DILZ, K., L. VAN DEN BOS EN L. KNOT: De stikstofbemesting van grasgroenbemesters. Stikstof, augustus 1977, nr. 86, 45 - 52.
- HITCHMOUGH, R.A. AND G.P. SUTHERLAND: Salt tolerance of sugar beet at various temperatures. New Zealand J. Agric. Res., Vol. 24 (1981): 67 - 71.
- LOETERS, J.W.J. EN W.A.P. BAKERMANS: De invloed van enkele groenbemestingsgewassen en hun beworteling op de structuur van zandgronden. Mededelingen Dir. Tuinbouw 27 (1964), 11, 565 - 572, 's-Gravenhage.
- RENIUS, W.: Der Zwischenfruchtbau. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt (Main), 1961.
- VELDE, H.A. TE, J.A. GROOTENHUIS EN J.K. SMIT: Invloed van grasgroenbemesting op het opbrengstniveau en de stikstofbehoefte van aardappelen en suikerbieten. Stikstof, februari 1971, nr. 67, 256 - 263.

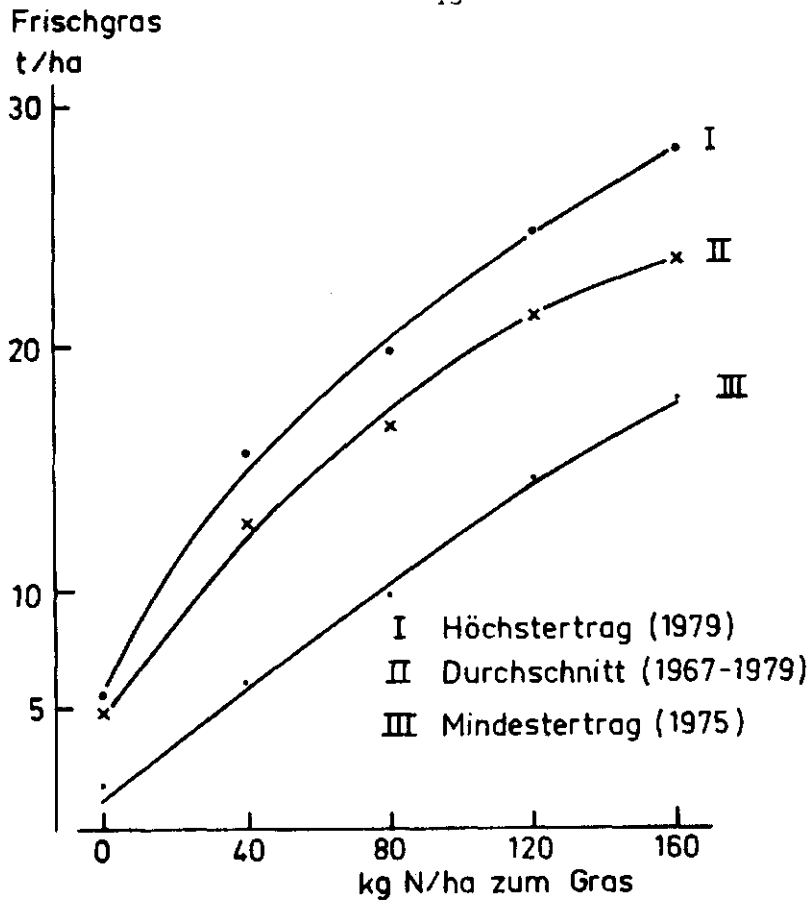


Abb. 1 Stickstoffdüngung und Grasertrag in 12 Versuchen.

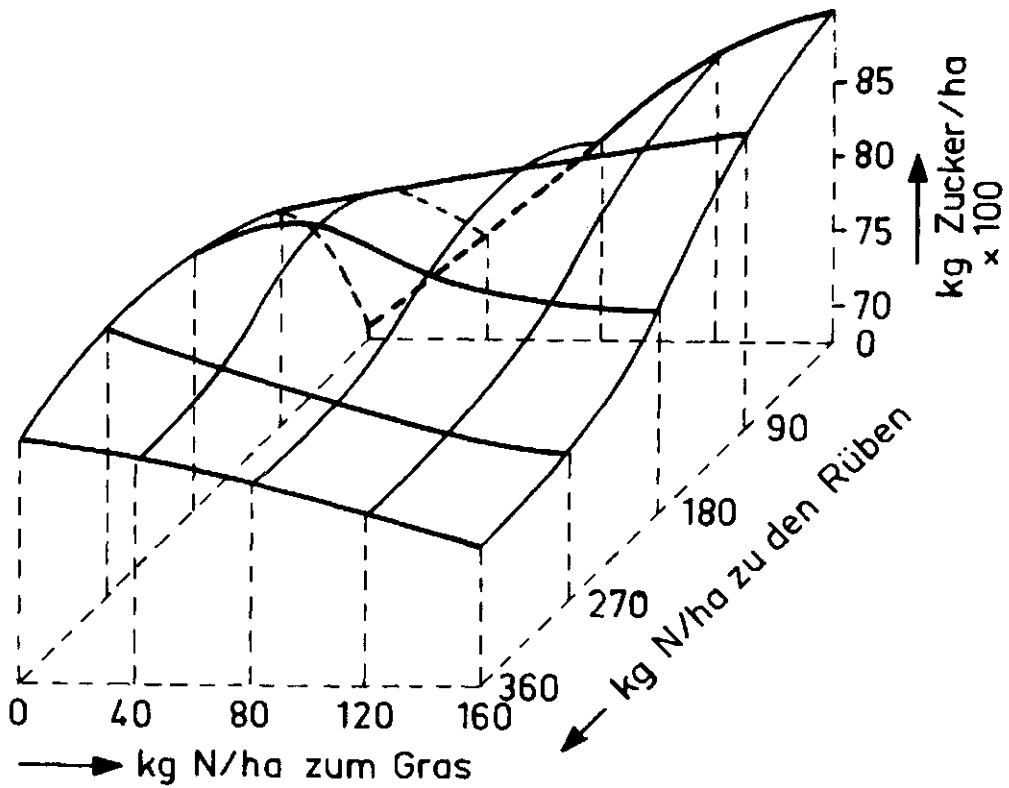


Abb. 2 Zuckerertrag im Zusammenhang mit der Stickstoffdüngung des Grases und der Rüben.

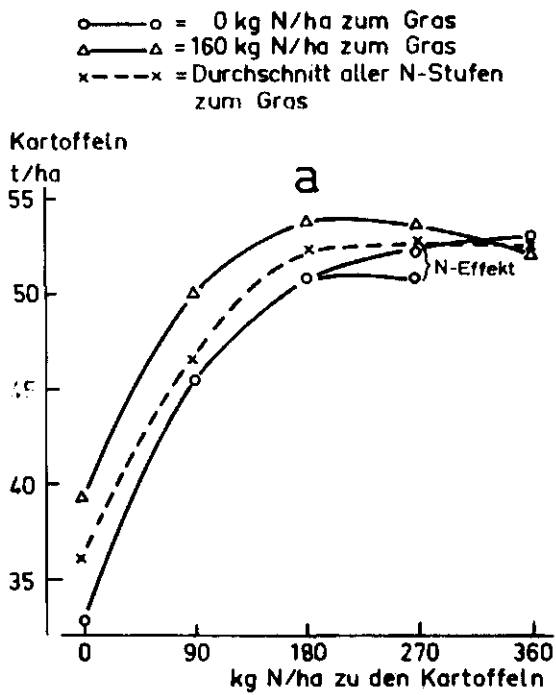


Abb. 3a Zusammenhang zwischen der Stickstoffdüngung und dem Ertrag von Kartoffeln bei verschiedener N-Düngung des vorhergegangenen Grases (Mittelwerte von IBS 1114 und IBS 1217 im Jahre 1968 und 1969).

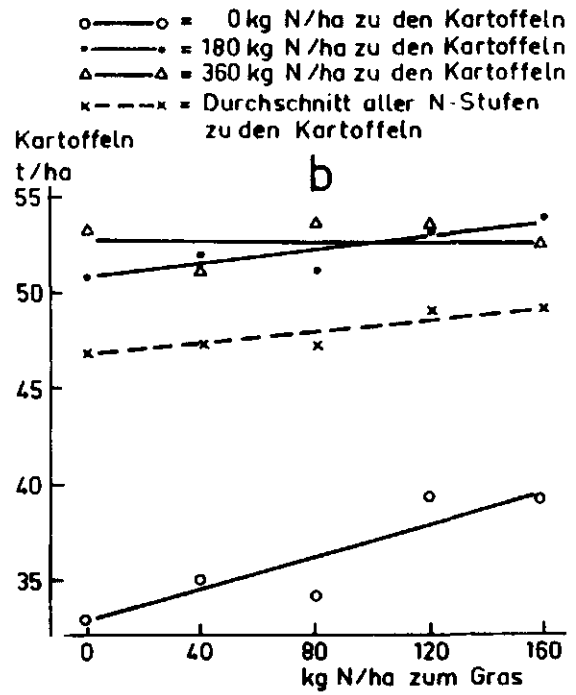


Abb. 3b Zusammenhang zwischen der Stickstoffdüngung des Grases und dem Kartoffelertrag bei verschiedener Stickstoffdüngung der Kartoffeln (Mittelwerte von IBS 1114 und IBS 1217 im Jahre 1968 und 1969).

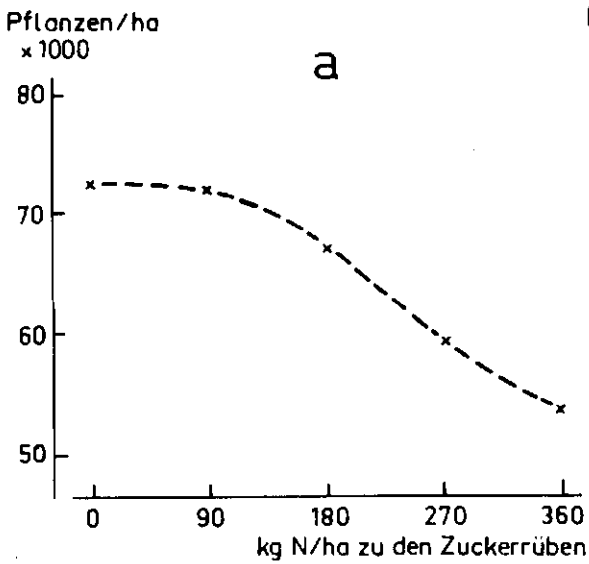


Abb. 4a Zusammenhang zwischen dem den Zuckerrüben gegebenen Stickstoff und der Pflanzenzahl je ha (Durchschnitt aller Stickstoffstufen zum Gras, IBS 1114 - 1970)

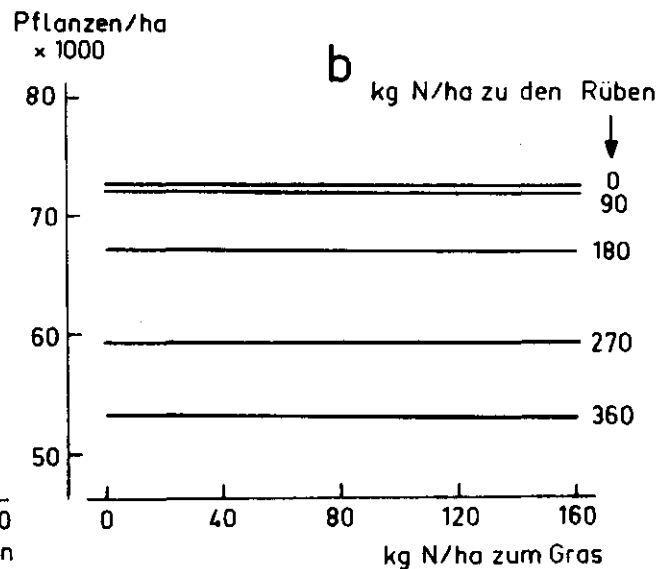


Abb. 4b Zusammenhang zwischen dem dem Grase gegebenen Stickstoff und der Rübenpflanzenzahl je ha (bei verschiedener Stickstoffgaben zu den Rüben, IBS 1114 - 1970).

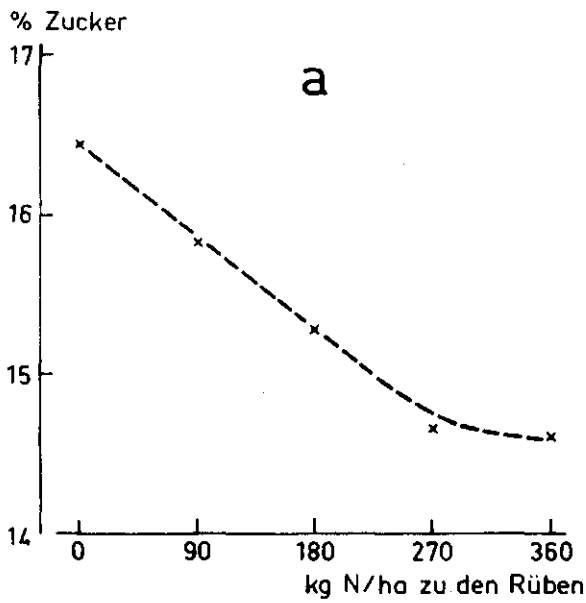


Abb. 5a Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung und Zuckergehalt der Rüben (Durchschnitt aller Stickstoffstufen zum Gras im Jahre 1970).

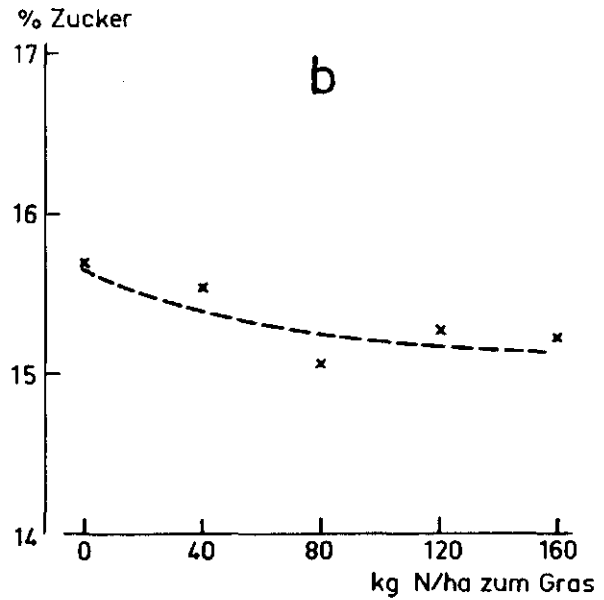


Abb. 5b Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung des Grasses und Zuckergehalt der Rüben (Durchschnitt aller Stickstoffstufen zu den Rüben im Jahre 1970).

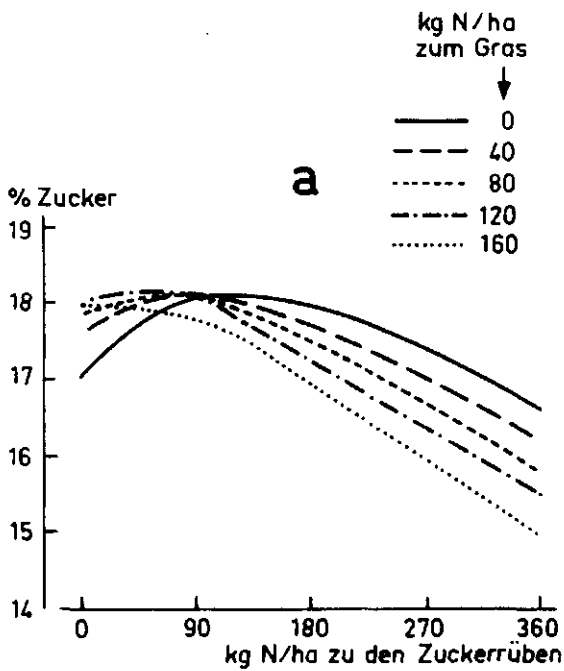


Abb. 6a Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung und Zuckergehalt der Rüben im Jahre 1978.

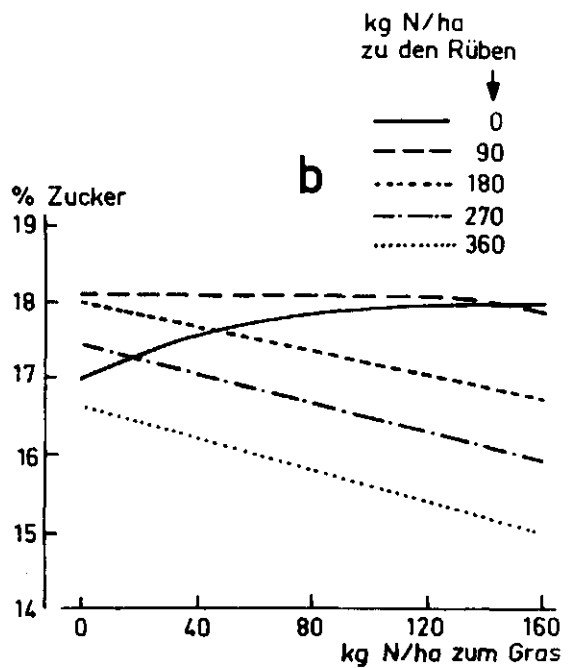


Abb. 6b Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung des Grasses und Zuckergehalt der Rüben im Jahre 1978.

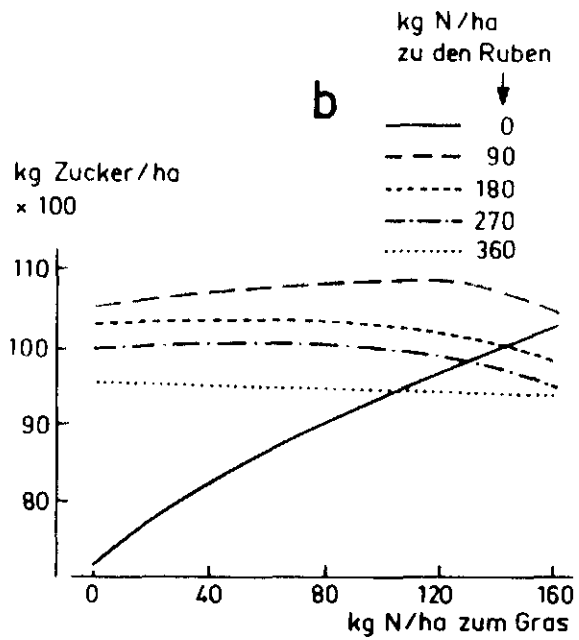
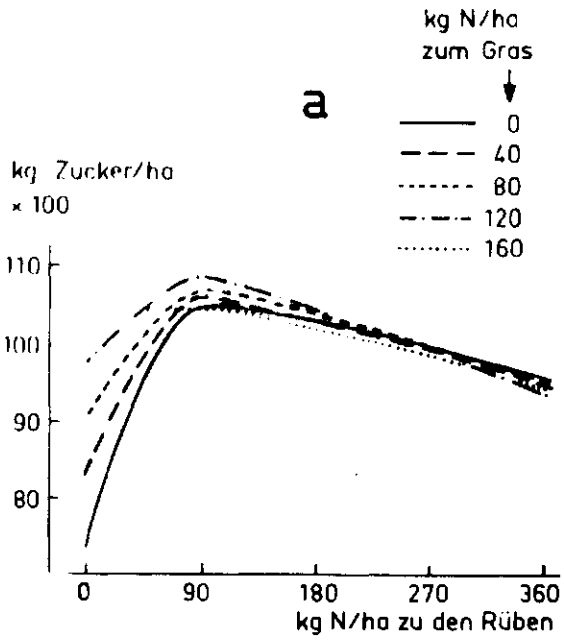


Abb. 9a Zusammenhang zwischen dem Zuckerertrag und der Stickstoffdüngung der Rüben bei verschiedenen Stickstoffstufen zum Gras im Jahre 1978.

Abb. 9b Zusammenhang zwischen dem Zuckerertrag der Rüben und der Stickstoffdüngung des Grases bei verschiedenen Stickstoffstufen zu den Rüben im Jahre 1978.

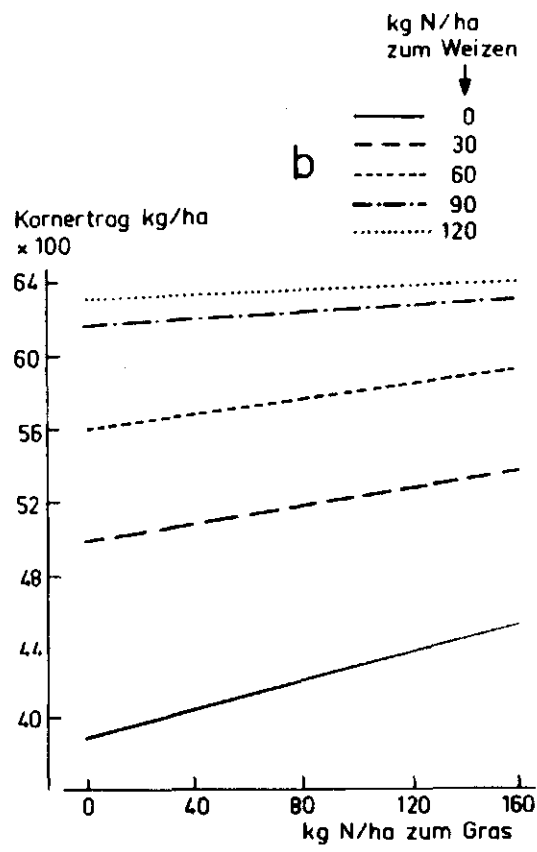
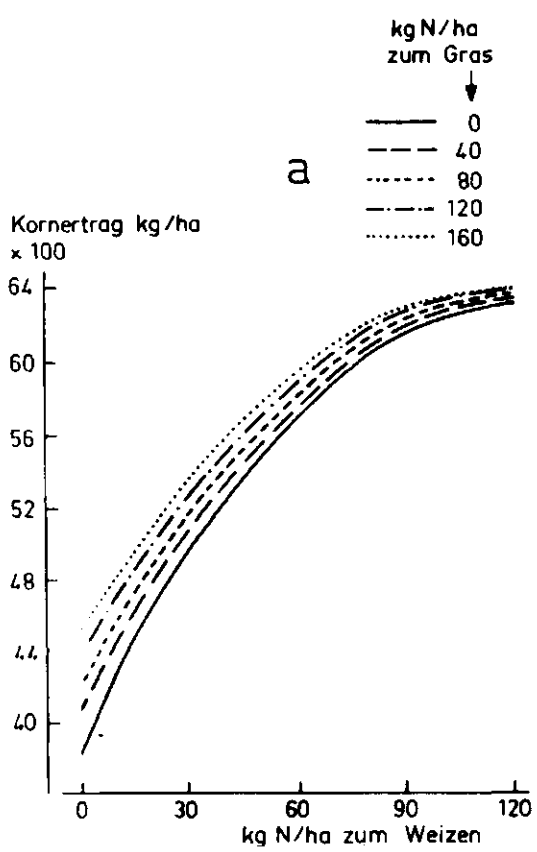


Abb. 10a Zusammenhang zwischen der Stickstoffdüngung und dem Kornertrag des Winterweizens nach Zuckerrüben bei verschiedener Stickstoffdüngung des zwei Jahre vorher angebautes Grases (Durchschnitt von drei Versuchsjahren).

Abb. 10b Zusammenhang zwischen der Stickstoffdüngung des zwei Jahre vorher angebautes Grases und dem Kornertrag des Winterweizens nach Zuckerrüben bei verschiedener Stickstoffdüngung des Weizens (Durchschnitt von drei Versuchsjahren).

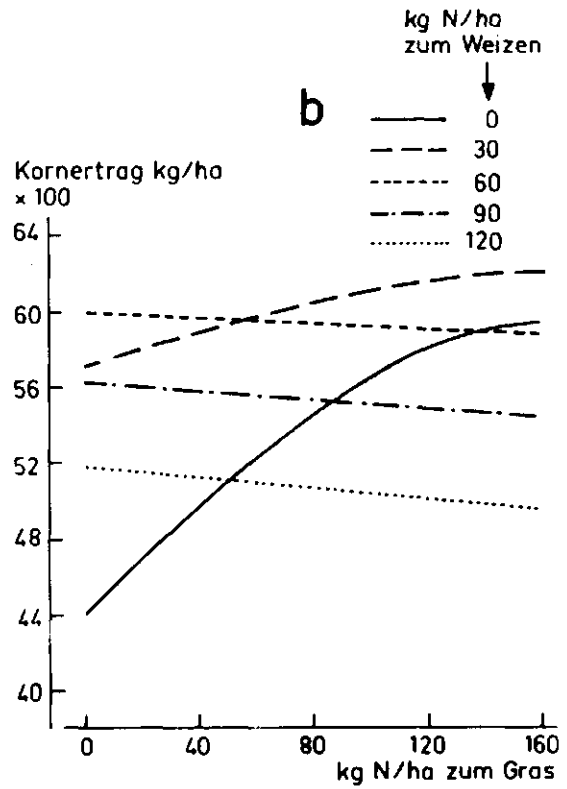
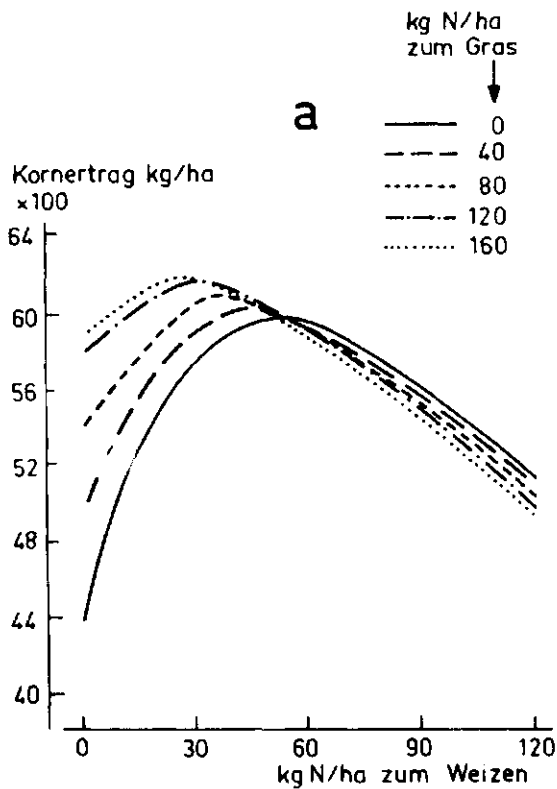


Abb. 11a Zusammenhang zwischen der Stickstoffdüngung und dem Kornertrag des Winterweizens nach Kartoffeln bei verschiedener Stickstoffdüngung des zwei Jahre vorher angebautes Grases (Durchschnitt von drei Versuchsjahren).

Abb. 11b Zusammenhang zwischen der Stickstoffdüngung des zwei Jahre vorher angebautes Grases und dem Kornertrag des Winterweizens nach Kartoffeln bei verschiedener Stickstoffdüngung des Weizens (Durchschnitt von drei Versuchsjahren).

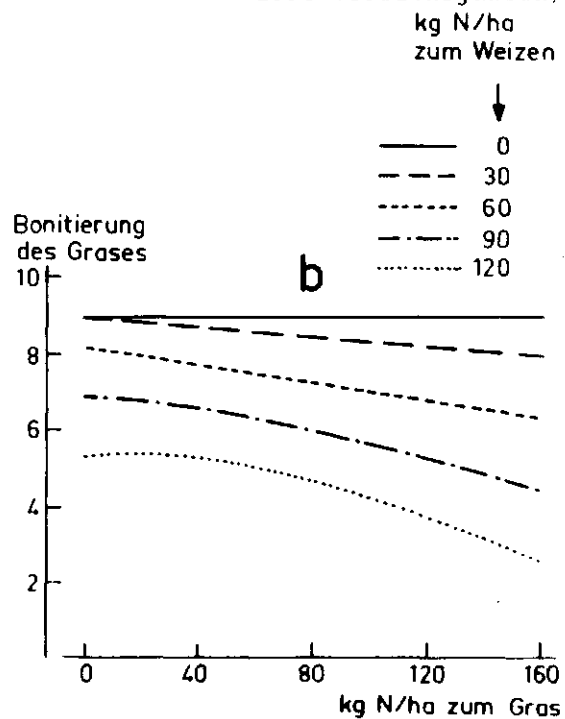
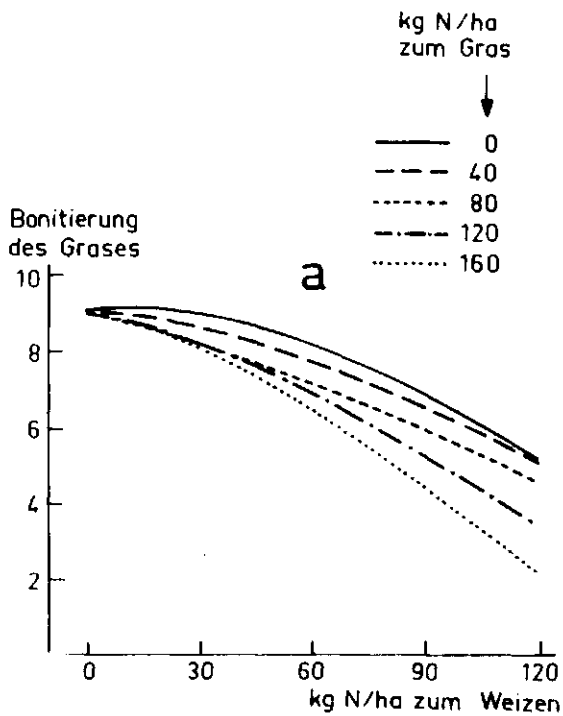


Abb. 12 a Zusammenhang zwischen dem Stande des Grases (gleich nach der Weizenernte) und der Stickstoffdüngung zum Weizen bei verschiedener Stickstoffdüngung des zwei Jahre vorher angebautes Grases im Jahre 1973.

Abb. 12b Zusammenhang zwischen dem Stande des Grases (gleich nach der Weizenernte) und der Stickstoffdüngung des zwei Jahre vorher angebautes Grases bei verschiedener Stickstoffdüngung zum Weizen im Jahre 1973.