

EINFLUSS DER STICKSTOFFDÜNGUNG
AUF RAPSERTRAG UND EIWEISSGEGHALT DER KÖRNER
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG
VON HARNSTOFFSPRITZUNGEN WÄHREND DER VEGETATION
EINSCHLIESSLICH DES ZEITRAUMES DER BLÜTE UND NACHBLÜTE

G. Geisler

Untersuchungen zum Einfluß der Stickstoffdüngung auf Rapskornenertrag sowie Fett- und Eiweißgehalte sind in einigen Arbeiten publiziert worden (HOLLSTEIN, 1957; KNAUER; KÜRTEIN, 1966; WUTH, 1961). Die Wirkung geteilter N-Gaben wurde ebenfalls überprüft (ANDERSSON et al., 1958; KÜRTEIN, 1966; OHNESORGE, 1958). Extreme Spätdüngungen, die zum Zeitpunkt der Blüte bzw. nach der Vollblüte, z. B. unter Verwendung von Harnstoffspritzungen durchgeführt werden können, scheinen aber noch nicht Gegenstand experimenteller Arbeiten gewesen zu sein.

Aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen geht hervor, daß insoweit eine positive Korrelation zwischen dem Kornenertrag und der N-Düngung besteht, als Ertragssteigerungen bis zu N-Gaben von ca. 240 kg/ha erwartet werden können (ANDERSSON et al., 1958). Soweit auch geteilte N-Gaben überprüft wurden, handelt es sich um N-Düngungen zum Zeitpunkt des Schossens sowie um Spätdüngungen bis zum Zeitpunkt des Blühbeginns (OHNESORGE, 1958).

Untersuchungen zum Eiweißgehalt in Abhängigkeit von der N-Düngung zeigen, wie beim Kornenertrag, eine positive Korrelation; Erhöhungen der Eiweißgehalte konnten mit N-Düngungen bis zu 240 kg/ha nachgewiesen werden (KNAUER).

Die Auswertung der vorhandenen Literatur zeigt ferner, daß negative Korrelationen zwischen der Ertragshöhe und dem Fettgehalt (KNAUER; KÜRTEIN, 1966) sowie zwischen dem Fettgehalt und dem Eiweißgehalt auftreten (STOLLE, 1954). Bestimmend für den Fettertrag (als Flächenleistung) ist die Höhe des Kornertes, so daß trotz negativer Korrelation des Kornertes zum Fettgehalt mit steigenden Kornertes höheren Fetterträge je Fläche erzielt werden können (KNAUER). Ähnliche Beziehungen gelten auch für Kornenertrag und Eiweißgehalt; die negative Korrelation zwischen Kornertes und Eiweißgehalt wird hinsichtlich des Eiweißertes je Fläche auf Grund des dominierenden Einflusses des Kornertes nur relativ wirksam.

In den vorliegenden Untersuchungen sollte überprüft werden, inwieweit Wirkungen von Harnstoffspritzungen zur Zeit der Vollblüte bzw. in den auf die Vollblüte folgenden Wachstumsphasen auf Ertrag, Eiweiß- und Fettgehalt sowie Eiweiß- und Fetterträge je Fläche nachzuweisen sind. Hierbei war insbesondere auch zu prüfen, welche Zeiträume nach der Vollblüte noch

eine Beeinflussung dieser Ertragsmerkmale gestatten. Gleichzeitig sollte festgestellt werden, inwieweit die bekannten Beziehungen zwischen Kornertrag sowie Fett- und Eiweißgehalt bei einer N-Spätdüngung wirksam werden. Einführend in die Untersuchungen wurde an einem Feldversuch auch die Wirkung von Harnstoffspritzungen in dem Zeitraum vor der Blüte überprüft, um gegen bekannte Untersuchungen zur N-Spätdüngung bei Winter-raps eine Abgrenzung der vorliegenden Experimente zu erreichen.

Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden als Feldversuche auf dem Versuchsgut Hohenschulen durchgeführt. Hierbei wurden die Jahre 1972 und 1973 berücksichtigt. Für die Auswertung der Untersuchungen dürfte ein Vergleich dieser beiden Jahre besonders interessant sein, da 1972 relativ hohe Erträge erzielt wurden, während 1973 auf Grund der trockenen Witterung die Erträge deutlich zurückblieben.

Als Grundlage der Versuche wurde Winter-raps der Sorte Diamant verwendet, der im Frühjahr mit 150 bzw. 200 kg N/ha gedüngt wurde. Die Zusatzdüngungen erfolgten durch Spritzungen mit Harnstoff. Die hierbei ausgebrachte Menge lag bei ca. 20 kg N/ha. Es wurde jeweils im Abstand von 1 Woche nach der Vollblüte gespritzt. Bei den vorliegenden Zeitvarianten handelt es sich also um folgende Spritztermine: 1, 2, 3 und 4 Wochen nach der Vollblüte. Drei weitere Varianten berücksichtigen eine zweimalige Spritzung nach der Vollblüte, wobei jeweils eine Woche nach der Vollblüte sowie zusätzlich in der 2., 3. und 4. Woche gespritzt wurde. Hieraus ergeben sich die in der Tabelle 6 dargestellten Spritztermine, die jeweils als Spätdüngung zur Grunddüngung von 150 bzw. 200 kg N/ha erfolgten.

Im Feldversuch mit Winter-raps mit Harnstoffspritzung nach Vegetationsbeginn im Frühjahr und vor der Blüte wurden Harnstoffspritzungen zu einer Grunddüngung von 150 kg N/ha mit Vegetationsbeginn bzw. 3, 6 und 9 Wochen später durchgeführt.

Nach der Ernte der Versuchspartellen wurde der Kornertrag als TM/Korn bestimmt, ferner der N-Gehalt und hieraus Rohprotein errechnet. Ferner erfolgte die Bestimmung des Rohfettgehaltes.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt den Einfluß von Harnstoffspritzungen nach Vegetationsbeginn im Frühjahr bis zur Blüte. Zusätzliche Harnstoffspritzungen erhöhen den Ertrag, wobei allerdings erst mit einer relativ späten Harnstoffspritzung eine deutliche Beeinflussung nachgewiesen wird.

Der Eiweißgehalt im Korn wird dagegen durch die Harnstoffspritzungen kaum beeinflusst.

Tabelle 1: Wirkungen von Harnstoffspritzungen nach dem Vegetationsbeginn im Frühjahr bis zur Blüte auf Kornerträge und Eiweißgehalte von Winterraps

Harnstoffspritzungen (ca. 20 kg N/ha)	Kornertrag (dz TM/ha)	Eiweiß (% Korn TM)
zum Vegetationsbeginn	29,03	24,9
3 Wochen nach Vegetationsbeginn	31,62	24,9
6 Wochen nach Vegetationsbeginn	31,23	24,9
9 Wochen nach Vegetationsbeginn	35,06	25,3
GD 5 %	5,34	

Tabelle 2: Wirkungen von Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte auf Kornertrag und Eiweißgehalte von Winterraps in 2 Prüffjahren

Behandlungen Grunddüngung Harnstoff * (kg N/ha)	1972		1973	
	Kornertrag (dz TM/ha)	Eiweiß (%Korn TM)	Kornertrag (dz TM/ha)	Eiweiß (%Korn TM)
150 -	32,6	23,6	25,2	23,6
150 20	34,3	24,4	26,2	23,8
150 40	35,6	24,6	27,2	24,2
200 -	33,7	24,0	27,5	25,1
200 20	35,7	25,2	27,8	25,8
200 40	36,9	25,2	27,6	25,8
GD 5 %	1,48	0,37	1,48	0,37

* Angabe bezieht sich auf ausgebrachte Menge Harnstoff

Tabelle 2 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Kornerträge sowie des Eiweißgehaltes für die Jahre 1972 und 1973. Die Erträge in diesen beiden Jahren liegen auf einem unterschiedlichen Niveau, so daß sowohl die Jahrgangsabhängigkeit der Eiweißgehalte als auch der Kornerträge deutlich wird. Die Eiweißgehalte sind innerhalb der jeweiligen Behandlungsvarianten für 1972 und 1973 nahezu gleich. Dies erscheint um so bemerkenswerter, als die Kornerträge zwischen den beiden Jahren erhebliche Differenzen aufweisen.

Bei den hier geprüften N-Düngungen ist ferner festzustellen, daß eine negative Korrelation zwischen dem Kornertrag und dem Eiweißgehalt nicht vorzuliegen scheint. Zu berücksichtigen ist allerdings das relativ hohe Niveau der N-Düngung, die bereits in der niedrigsten Variante 150 kg/ha beträgt. Soweit zwischen dem Kornertrag und dem Eiweißgehalt eine positive Beziehung besteht, ist darauf hinzuweisen, daß es sich hier um N-Düngungsvarianten handelt, bei denen auch der Zeitraum der N-Applikation Bedeutung hat.

In der Tabelle 3 sind neben der N-Menge die einzelnen Applikationszeiträume wiedergegeben sowie der Einfluß der N-Menge und der Applikationszeit auf den Eiweißgehalt. Grundsätzlich ist mit einer Erhöhung der N-Düngung von 150 auf 200 kg/ha eine Erhöhung des Eiweißgehaltes im Korn nachzuweisen. Auch der Applikationszeitraum wird hinsichtlich des Eiweißgehaltes

Tabelle 3: Wirkungen von Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte auf Eiweißgehalt bei Winterraps

Behandlungen Grunddüngung (kg N/ha)	Harnstoff* Anwendungs- zeit**	Eiweiß (% Korn TM)	Behandlungen Grunddüngung (kg N/ha)	Harnstoff* Anwendungs- zeit**	Eiweiß (% Korn TM)
150	-	23,6	200	-	24,6
150	1	23,6	200	1	25,1
	2	24,0		2	25,7
	3	24,2		3	25,3
	4	24,4		4	25,8
	1 + 2	24,3	20 + 20	1 + 2	25,4
	1 + 3	24,4	20 + 20	1 + 3	25,3
	1 + 4	24,4	20 + 20	1 + 4	25,9
					0,37
GD ₅ %					0,37

* Angabe bezieht sich auf ausgebrachte Menge Harnstoff

** Anwendungszeitraum in Wochen nach Vollblüte

wirksam, wobei offensichtlich mit der Spritzung nach der Vollblüte noch meßbare Erhöhungen des Eiweißgehaltes erreicht werden können. Der Eiweißgehalt steigt bei einer Grunddüngung von 150 kg N/ha von 23,6 auf 24,4 % in der günstigsten Behandlungsstufe. Hierbei scheint der optimale Wirkungszeitraum der N-Spätdüngung etwa 2 Wochen nach der Blüte zu liegen; spätere Applikationen können allerdings ähnlich günstig wirken. Ein entsprechendes Bild ist auch bei einer Grunddüngung von 200 kg N/ha nachzuweisen, wobei eine etwa gleiche Zunahme des Eiweißgehaltes nachgewiesen werden kann.

In der Tabelle 4 ist der Einfluß der N-Spätdüngung auf die Kornerträge in den Jahren 1972 und 1973 dargestellt. Mit einer N-Spätdüngung läßt sich eine Steigerung des Kornertrages um ca. 2 dz/ha erreichen. Diese Steigerung ist für beide Jahre nachzuweisen, lediglich die optimale Applikationszeit verschiebt sich insoweit, als 1972 bereits 1 Woche nach der Vollblüte die höchsten Erträge erzielt werden, während im Jahre 1973 diese Wirkung erst 2 Wochen nach der Vollblüte auftritt.

In der Tabelle 5 ist eine zusammenfassende Darstellung des Eiweiß- und Rohfettgehaltes von der N-Düngung

Tabelle 4: Wirkungen von Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte auf Kornertrag von Winterraps in 2 Prüffjahren

Behandlungen		Anwen- dungszeit **	1972	1973
Grunddüngung	Harnstoff* (kg N/ha)		Kornertrag (dz TM/ha)	
150	-	-	32,6	25,2
	20	1	34,8	25,3
	20	2	33,5	27,5
	20	3	34,4	26,8
	20	4	34,3	25,3
GD ₅ %			1,48	1,48

* Angabe bezieht sich auf ausgebrachte Menge Harnstoff

** Anwendungszeitraum in Wochen nach Vollblüte

Tabelle 5: Wirkungen von Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte auf Eiweiß- und Fettgehalt von Winterraps

Behandlungen		Eiweiß (% Korn TM)	Rohfett (% Korn TM)
Grunddüngung	Harnstoff* (kg N/ha)		
150	-	23,6	43,3
150	20	24,1	44,9
150	40	24,4	43,4
200	-	24,6	42,6
200	20	25,5	41,9
200	40	25,5	42,8
GD ₅ %		0,37	0,40

* Angabe bezieht sich auf ausgebrachte Menge Harnstoff

bzw. zu den Applikationszeiten wiedergegeben. Der Eiweißgehalt nimmt mit steigenden N-Düngungen bei entsprechenden Applikationszeiten zu, während der Rohfettgehalt negativ mit dem Eiweißgehalt korreliert ist, wenn Untersuchungsergebnisse auf der Grunddüngung von 150 kg N/ha mit denen von 200 kg N/ha verglichen werden. Innerhalb dieser beiden Varianten sind dagegen keine negativen Korrelationen zum Eiweißgehalt festzustellen.

Eine zusammenfassende Darstellung der Versuchsergebnisse wird in der Tabelle 6 vorgelegt. Der Kornertrag sowie der Eiweiß- und Fettertrag werden als Leistungskriterien der N-Düngungsvarianten dargestellt. Ergänzend ist eine Umrechnung der Erträge in Kalorien angefügt. Zwischen einer Grunddüngung von 150 kg N/ha und 200 kg N/ha zeigt sich eine Zunahme des Eiweißertrages um ca. 100 kg. Werden die Harnstoffspritzungen

Tabelle 6: Wirkungen von Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte auf Korn-, Eiweiß- und Fettertrag von Winterraps

Behandlungen Grunddüngung Harnstoff (kg N/ha)	* Anwendungs- zeit **	Kornertrag (dz TM/ha)	Eiweiß (kg/ha)	Rohfett (dz/ha)	kcal (in Mill.)
150	-	25,2	593	10,9	12,1
	1	25,3	591	11,5	12,7
	2	27,5	654	12,4	13,7
	3	26,8	636	12,0	13,3
	4	25,3	616	11,2	12,5
	1 + 2	29,1	700	13,0	14,4
	1 + 3	27,5	667	11,9	13,3
	1 + 4	24,9	601	10,6	11,9
200	-	27,5	689	11,7	13,2
	1	27,4	696	11,6	13,2
	2	30,4	787	12,8	14,6
	3	28,1	720	11,7	13,3
	4	25,3	663	10,5	12,0
	1 + 2	28,8	735	12,3	13,9
	1 + 3	27,7	708	11,8	13,4
	1 + 4	26,2	687	11,3	12,9
GD _{5%}		1,48			

* Angabe bezieht sich auf ausgebrachte Menge Harnstoff

** Anwendungszeitraum in Wochen nach Vollblüte

berücksichtigt, so ist bei 150 kg N/ha mit Harnstoff ebenfalls eine Steigerung des Eiweißtrages bis zu 100 kg nachzuweisen. Innerhalb der 200 kg N/ha-Variante ist eine weitere Steigerung von ca. 100 kg Eiweiß nachzuweisen. Faßt man beide Varianten zusammen, so kann gegenüber der Düngung von 150 kg N/ha bei der günstigsten Variante eine Ertragssteigerung von ca. 200 kg Eiweiß/ha erzielt werden.

Die Wirkungen der N-Düngungen und Harnstoffspritzungen sind beim Fett-ertrag ähnlich günstig zu beurteilen. Innerhalb der 150 kg N/ha-Variante ist eine Zunahme von 10,9 auf 13,0 dz Rohfett/ha nachzuweisen. In der 200 kg N/ha-Variante liegen die Werte zwischen 11,7 und 12,8 dz Rohfett/ha. Hohe Rohfetterträge sind danach bereits auf der Grundlage einer Düngung von 150 kg mit Harnstoff zu erzielen.

Die Zusammenstellung der Kalorienträge/ha zeigt, daß Höchstträge bereits bei einer Düngung von 150 kg N/ha mit Harnstoffspritzungen erreicht werden; bei einer Grunddüngung von 200 kg N/ha kann eine wesentliche Steigerung nicht mehr erzielt werden. Dieses Ergebnis ist auf den höheren Anteil der Rohfetterträge an den Kalorienträgen zurückzuführen.

Zusammenfassung

In Feldversuchen wurde die Bedeutung einer Harnstoffspritzung nach der Vollblüte im Rapsanbau untersucht.

1. Mit Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte läßt sich sowohl der Ertrag als auch der Eiweißgehalt signifikant erhöhen. Der Fettgehalt wird dagegen relativ wenig beeinflusst.
2. Der günstige Zeitraum liegt etwa bei ein bis zwei Wochen nach der Vollblüte.
3. Die Kornerträge sind bei einer Grunddüngung von 200 kg N/ha zwar höher als bei 150 kg N/ha, durch Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte können aber bei einer Grunddüngung von 150 kg N/ha Ertragssteigerungen erzielt werden, die nicht wesentlich unter denen einer Grunddüngung von 200 kg N/ha liegen.
4. Eine Gegenüberstellung der Grunddüngung von 150 und 200 kg N/ha zeigt eine negative Beeinflussung des Fettgehaltes mit höherer Grunddüngung. Innerhalb der Varianten von 150 bzw. 200 kg N/ha ist aber in Abhängigkeit von der Applikationszeit keine negative Korrelation zur Höhe der N-Düngung nachzuweisen.
5. Die Fetterträge weisen aufgrund der spezifischen Abhängigkeit der Fettgehalte von der Höhe der N-Düngung bei der relativ niedrigen Grunddüngung von 150 kg N/ha und Harnstoffspritzungen nach der Vollblüte etwa gleiche Ertragsleistungen wie bei 200 kg N/ha auf.

Literaturverzeichnis

1. ANDERSSON, G., R. OLERED und G. OLSSON (1958): Zur Nährstoffaufnahme des Winterrapses.
Z. Acker- und Pflanzenbau 107, 171-179.
2. HOLLSTEIN, H. (1957): Stickstoffsteigerung und Stickstoffzeitenversuch zu Winterraps 1955 und 1956.
Ber. über die Versuche der Jahre 1955 und 1956. Inst. f. landw. Vers. - und Unters. -Wesen, Jena, 191-231.
3. KNAUER, N.: Rapsanbau - fachgerecht.
Bauernblatt 27/123. Jahrg., 10. Ausg., 812-814.
4. KÜRTEIN, P. W. (1966): Düngung des Winterrapses nach Getreide.
Mitt. DLG 81, 1424.
5. NEHRING, K., P. RZYMKOWSKI und J. SCHÜTTE (1945): Über den Einfluß der Stickstoffdüngung, insbesondere zusätzlicher N-Gaben auf den Ertrag und die Zusammensetzung von Ölsaaten.
Z. Pfl. ern., Dgg., Bodenk. 35, 247-270.
6. OHNESORGE, M. (1958): Zur Stickstoff-Blütendüngung.
Mitt. DLG 73, 446-447.
7. RIEMANN, K. H. (1963): Untersuchungen zur Variabilität verschiedener Merkmale beim Raps und ihre Auswirkungen auf züchterische Maßnahmen. I. Mitteilung: Erkenntnisse zur Variabilität und Vererbung des Ölgehaltes und ihre Anwendung in der Erhaltungszüchtung.
Züchter 33, 217-226.
8. RÖBBELEN, G. (1971): Zur Qualitätsbeurteilung von Ölkuchen.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 73, 3, 161-166.
9. STOLLE, G. (1954): Ein Beitrag zur Ertragszüchtung beim Winterraps.
Züchter 24, 202-215.
10. WUTH, E. (1961): Zeitlich variierte Stickstoffdüngungsversuche zu Winterraps.
Ber. über die Versuche der Jahre 1957 - 1959. Inst. f. landw. Vers. - und Unters. -Wesen, Jena, 69-93.

Fräulein K. Schulze möchte ich für die sorgfältige Betreuung und Auswertung der Versuche danken.