

Optimierung der Stickstoffdüngung bei Winterraps

Dr. Franz-Xaver Maidl, Bernhard Limbrunner, Martin Strenner, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan und Johann Dennert, Versuchsstation Roggenstein, Eichenau

Rapsanbau steht wegen der intensiven Stickstoffdüngung häufig in der Kritik. Laut §6 der Düngeverordnung erfüllt ein Landwirt die Anforderungen der guten fachlichen Praxis unter anderem nur, wenn der betriebliche Stickstoffüberschuss für die Jahre 2009, 2010 und 2011 den Grenzwert von 60 kg N/ha nicht überschreitet. Im nachfolgenden Beitrag wird von mehrjährigen Stickstoffoptimierungsversuchen Weihenstephan berichtet, welche zeigen sollen, wie die N-Düngung möglichst ökonomisch und zugleich umweltfreundlich gestaltet werden kann.



Die Versuche umfassten bis zu 24 Stickstoffvarianten, welche sich in der N-Gesamtmenge, in der Verteilung und in der Terminierung der Teilgaben unterschieden. Als Düngerform wurde bei der Herbstgabe KAS und bei den Frühjahrsgaben ASS verwendet.

Ein für einen Düngungsversuch glücklicher Zufall waren die sehr unterschiedlichen Witterungsverhältnisse der verschiedenen Versuchsjahre. In der Vegetationsperiode 2004/2005 sowie 2008/2009 herrschte eine für den Standort durchschnittliche Witterung mit normalen Temperaturen im Winter und ausreichend Niederschlägen während der Frühjahrsvegetation. Die Vegetationsperiode 2005/2006 war gekennzeichnet durch einen sehr kalten und langen Winter und einem dadurch verspäteten Vegetationsbeginn mit stark abgefrorenen Beständen. In den folgenden Monaten fielen dann aber für den Raps ausreichend Niederschläge. Die folgende Vegetationsperiode 2006/2007 war dagegen das genaue Gegenteil. Der nahezu nicht vorhandene Winter wurde beherrscht von ungewöhnlich hohen Temperaturen, so dass das Pflanzenwachstum praktisch nicht unterbrochen war. Die Rapsbestände kamen somit sehr üppig aus den Wintermonaten. Der März und vor allem der April waren dann aber extrem trocken.

Ergebnisse

Trotz der sehr unterschiedlichen Witterungsverhältnisse und den extrem abweichenden Vegetationsverläufen zeigt die statistische Auswertung der Daten keinen Einfluss des Jahres auf die N-Düngung. Auch in den beiden „Extremjahren“ 2005/2006 und 2006/2007 waren es immer die gleichen Düngevarianten, die zu Maximalerträgen führten. Die höchsten Kornerträge wurden in den Varianten erzielt, die auch mit den höchsten Stickstoffgaben behandelt wurden, wobei bei sehr hohen Düngergaben der



Hohe Gaben können zu Vegetationsbeginn von den Pflanzen nicht verwertet werden und stellen somit eine Umweltgefahr hinsichtlich Nitratauswaschung und N₂O-Ausgasung dar.

Kornertragszuwachs je zusätzlichem Kilogramm Dünger-N nur noch auf einem sehr niedrigen Niveau lag. Die Ölgehalte von Raps reagierten auf ein zunehmendes N-Angebot negativ (Abb. 1). Aufgrund abnehmender Ölgehalte mit steigenden N-Düngermengen wurde das Maximum den Ölertrags bereits bei 200–220 kg N/ha erzielt. Betrachtet man die für den Landwirt letztendlich interessanten Stickstoff-kostenfreien Leistungen (= Marktleistung abzüglich Stickstoffdüngerkosten) verschiebt sich das N-Optimum weiter in Richtung niedrigere Stickstoffgaben. Die höchsten N-kostenfreien Leistungen wurden mit Stickstoffdüngermengen von 180 bis 200 kg N/ha erreicht (Abb. 2). Neben der N-Menge ist die Düngeterminierung von ganz entscheidender Bedeutung für einen erfolgreichen Rapsanbau. Die höheren N-kostenfreien Leistungen wurden in den Varianten 7 und 10, den Varianten mit entspre-

chender Herbst-N-Gabe, niedriger Düngung zu Vegetationsbeginn und Betonung der N-Gabe zu Schossbeginn (EC 30) erreicht (Abb. 3). Selbst Varianten ohne jegliche N-Düngung zu Vegetationsbeginn, aber kräftiger Düngung im Herbst und zu EC 30 (N 9) lagen mit in der Spitzengruppe.

Auch im Hinblick auf ökologische Aspekte konnten klare Vorteile einer schossbeginnbetonten Düngung gegenüber einer vegetationsbeginnbetonten Düngung nachgewiesen werden. Im direkten Vergleich (N4 zu N5 bzw. N7 zu N8) erzielten die Düngevarianten, bei denen die Hauptgabe zu EC 30 ausgebracht wurde, eine um bis zu 10 kg N/ha verbesserte N-Bilanz. Bei richtiger Terminierung und Dosierung der N-Düngung waren Höchsterträge mit N-Bilanzen von kleiner +40 kg N/ha möglich (Abb. 4). Noch deutlicher zeigte sich der Vorteil einer schossbeginnbetonten Stickstoffdüngung bei

Abb. 1: Kornerträge und Ölgehalte in Abhängigkeit von der N-Gesamtmenge (4 Jahre)

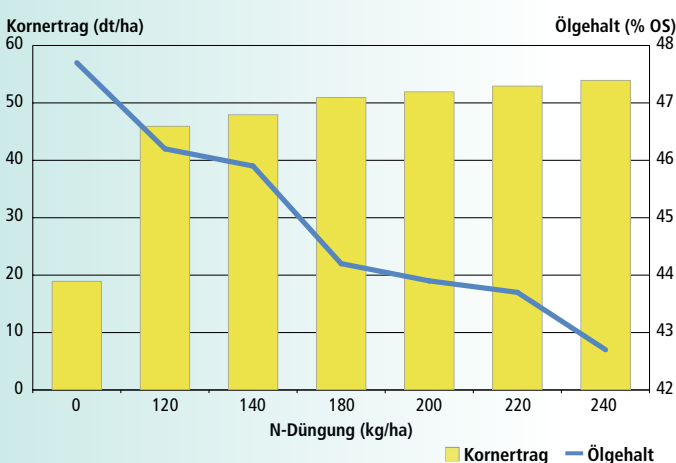
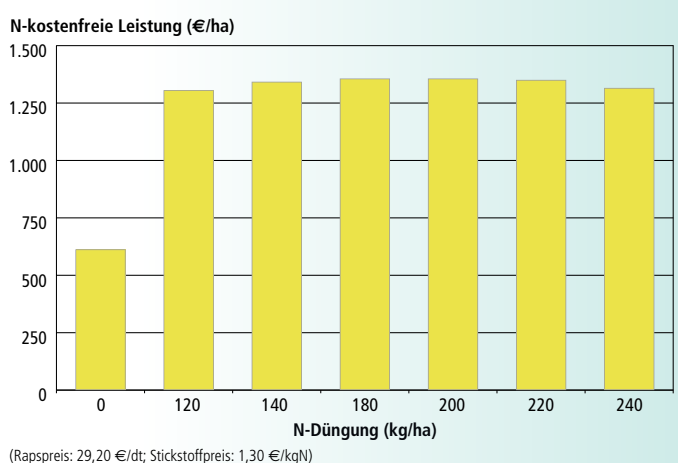
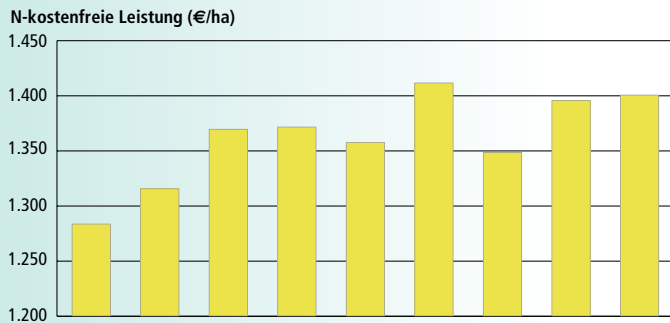


Abb. 2: N-kostenfreie Leistung in Abhängigkeit von der N-Gesamtmenge



Düngung

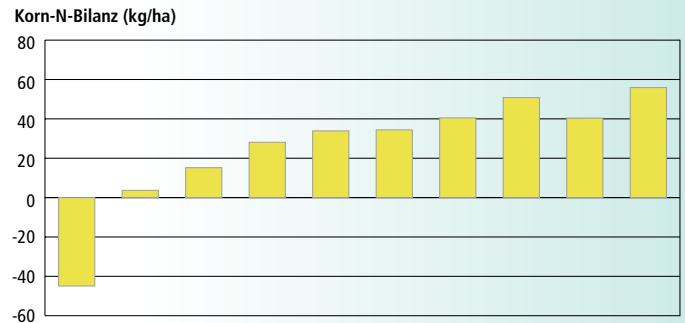
Abb. 3: N-kostenfreie Leistung in Abhängigkeit von der Düngeterminierung



N-Stufe	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Herbst	0	20	0	0	20	20	20	40	40
VB	60	60	60	120	60	60	120	0	60
EC 30	60	60	120	60	60	120	60	120	120
EC 55	0	0	0	0	40	0	0	40	0
Gesamt	120	140	180	180	180	200	200	200	220

(Rapspreis: 29,20 €/dt; Stickstoffpreis: 1,00 €/kg)

Abb. 4: N-Bilanz in Abhängigkeit von der Düngeterminierung



N-Stufe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Herbst	0	0	20	0	0	20	20	20	40	40
VB	0	60	60	60	120	60	60	120	0	60
EC 30	0	60	60	120	60	60	120	60	120	120
EC 55	0	0	0	0	0	40	0	0	40	0
Gesamt	0	120	140	180	180	180	200	200	200	220

den in der Tabelle dargestellten Düngevarianten mit extrem unterschiedlicher Terminierung. Es wurde bei gleicher Herbstgabe (40 kg N/ha) die Frühjahrsdüngung in einer einzigen Gabe zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten ausgebracht (Variante 1: VB; Variante 2: EC 30; Variante 3: EC 35). Trotz der in 2007 sehr früh einsetzenden Vegetation nach der Winterruhe und der sehr trockenen Witterung während der Regeneration und der Entwicklung der Seitensprosse konnten hier die höchsten Erträge und N-kostenfreien Leistungen bei der Variante mit der alleinigen Düngung zu Beginn des Schossens (EC 30) erzielt werden. Sogar Variante 3 mit einer sehr späten Düngung zu EC 35 war der Variante mit alleiniger Düngung zu Vegetationsbeginn deutlich überlegen. Dies bedeutet, dass sogar eine „versäumte“ Schossbeginndüngung einer Vegetationsbeginn betonten Düngung klar vorzuziehen ist.

Die Vorteile einer verhaltenen Düngung zu Vegetationsbeginn leitet sich aus einer zunächst sehr zögerlichen N-Aufnahme des Bestandes ab.

Tab.: Kornerträge und N-kostenfreie Leistung bei einmaliger Düngung im Frühjahr

Variante	Terminierung		Kornertrag (dt/ha)	N-kostenfreie Leistung (€/ha)	
1	160	0	0	48,7	1.517
2	0	160	0	55,3	1.703
3	0	0	160	52,7	1.603

Zwischen Vegetationsbeginn und Schossbeginn (EC 30) nimmt der Bestand nur eine relativ geringe Menge an Stickstoff auf (etwa 1 kg N/ha/Tag). Hohe Gaben (> 80 kg N/ha) zu Vegetationsbeginn können in dieser Entwicklungsphase von den Pflanzen nicht verwertet werden und

stellen somit eine Umweltgefahr hinsichtlich Nitratauswaschung und N₂O-Ausgasung dar. Ab Schossbeginn steigt die tägliche N-Aufnahme dagegen auf einen sehr hohen Wert von etwa 5 kg N/ha und Tag an. Von Schossbeginn bis Blühbeginn werden mehr als 100 kg N/ha aufgenommen, bis zum N-Aufnahmemaximum sogar weitere 100 kg N/ha. Dies ist wohl der Grund für die bessere Wirkung und für die günstigere N-Effizienz einer schossbetonten N-Düngung gegenüber einer vegetationsbetonten. Trotz der extrem unterschiedlichen Witterungen in den verschiedenen Jahren war die optimale N-Aufnahme zu den untersuchten Terminen über alle Jahre hinweg auf einem ähnlichen Niveau. Besonders wichtig ist eine kräftige Herbstentwicklung mit N-Aufnahmen von ca. 60 kg N/ha. Zwei Faktoren sind für die Herbstentwicklung wichtig: eine zeitgerechte Saat und eine angepasste Herbst-N-Gabe. Schwache Herbstbestände lassen sich auch durch hohe N-Gaben zu Vegetationsbeginn nicht „reparieren“.

Die aus unseren Versuchen zu favorisierende Düngeempfehlung setzt sich somit aus einer dem Standort angepassten Herbstgabe, 40–50% der Frühjahrsgabe zu Vegetationsbeginn und 50–60% der Frühjahrsgabe zu Beginn des Schossens zusammen. Mit der hier empfohlenen Düngestrategie ist auch in Zukunft noch intensiver Rapsanbau zu ökologisch vertretbaren Bedingungen möglich.

Von Schossbeginn bis Blühbeginn werden mehr als 100 kg N/ha aufgenommen.



Dr. Franz-Xaver Maidl

Fon 0 81 61/71 34 25

Fax 0 81 61/71 30 31

maidl@wzw.tum.de

