

Vom Aufwuchs im Herbst auf die Frühjahrsdüngung schließen

N-Düngung von Winterraps an der Nachhaltigkeit ausrichten

Bei der Bemessung der N-Düngung von Winterraps rücken neben den fachrechtlichen Anforderungen zur guten fachlichen Praxis beziehungsweise nachhaltigen Landbewirtschaftung derzeit auch die Vorgaben zur Treibhausgas-Minderung in den Vordergrund. Wie sich die gesetzlichen Nachhaltigkeitskriterien neben den rein ökonomischen Variablen auf die optimale N-Düngung von Winterraps auswirken, erläutert Dr. Stefan Weimar vom DLR Rheinhausen-Nahe-Hunsrück.

Nach der Erneuerbare-Energien-Richtlinie, die bis zum Jahr 2020 einen Ersatz von 20 Prozent des Gesamtverbrauchs durch erneuerbare Energien verlangt, muss auch im Verkehrssektor ein Anteil an erneuerbaren Energieträgern von mindestens 10 Prozent realisiert werden. Diese Vorgaben werden in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung umgesetzt.

Biokraftstoffe, wie zum Beispiel Raps-methylester (RME), können nur in Verkehr gebracht werden und auf die Biokraftstoff-beziehungsweise ab 2015 auf die Treibhausgas (THG)-Minderungsquote angerechnet werden, wenn sie die definierten Nachhaltigkeitsanforderungen bei Produktion, die Verarbeitung und Transport erfüllen.

Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe

Ab dem Jahr 2015 wird die bisherige Beimischungsquote durch eine THG-Minderungsquote (Dekarbonisierung) abgelöst, die ab dem Jahr 2015 3,0 Prozent, ab 2017 4,5 Prozent und ab dem Jahr 2020 dann 7 Prozent betragen soll, jeweils in Bezug auf die Gesamtmenge an verbrauchtem Otto- und Dieselmethylester. Um Rapsmethylester als nachhaltigen Biokraftstoff zu zertifizieren, ist ein THG-Minderungspotenzial von derzeit 35 Prozent gegenüber einem fossilem Referenztreibstoff nachzuweisen. Ab 2017 wird nach der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung sogar ein THG-Minderungspotenzial in Höhe von 50 Prozent verbindlich vorgeschrieben.

Bislang durften die Landwirte den Nachweis des THG-Minderungspotenzials von 35 Prozent aus THG-Standardwerten für festgelegte Gebietskulturen gemäß der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung in Form einer Selbsterklärung erbringen. Demnach gilt die Rapsernte als nachhaltig erzeugt und für die Biodieselherstellung zertifiziert, wenn 29 g CO₂-Äquivalent/MJ RME beim Anbau unterschritten wer-



Durch Wiegen des oberirdischen Aufwuchses zum Vegetationsende lässt sich der im Herbst aufgenommene Stickstoff gut abschätzen, um die vorgesehene N-Düngung im Frühjahr entsprechend anzupassen.

Foto: agrar-press

den. Die ab dem Jahr 2017 vorgeschriebene Halbierung der THG-Emissionen spricht eher für eine betriebsindividuelle Berechnung. Als Zielgröße für den Anbau werden dazu maximal 23 g CO₂-Äquivalent/MJ RME angestrebt. Derzeit wird im Rahmen eines bundesweiten FNR/UFOP Verbundprojekts das EDV-gestützte Rechenmodul ENZO₂, das seit dem Jahr 2013 auch von der BLE akzeptiert ist, für den Praxiseinsatz optimiert.

N-Versorgung von Raps muss nachweislich effizienter werden

Sowohl die THG-Emission bei der Düngemittel-Herstellung als auch die N-aufwand-abhängige bodenbürtige N₂O-Emission dominieren mit anteilig mehr als 75 Prozent die THG-Bilanz beim Anbau von Winterraps zur Verwertung als Biodiesel. Insofern kommt der Präzisierung des N-Düngebedarfs und der Verbesserung der N-Effizienz eine Schlüsselfunktion zu. Praktische THG-Minderungsmaßnahmen setzen dort bei der gezielten N-Zufuhr, der Vermeidung von gasförmigen N-Verlusten beziehungsweise Auswaschungsverlusten, der Präferenz von emissionsarmen mineralischen N-Düngemitteln sowie deren anteilige Substitution durch organische Düngemittel an.

Auch der vorzugsweise pfluglose Anbau von Winterraps nach Körnerleguminosen kann tendenziell zur Senkung der THG-Emission innerhalb einer Fruchtfolge beitragen. Darüber hinaus vermindert der Ersatz von fossilem Dieselmethylester durch Biodiesel die THG-Emission beim Anbau von Winterraps.

Die Anforderungen der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung sehen außerdem vor, dass Biomasse zur Verwertung als Biokraftstoff nicht dem Naturschutz dienenden Flächen und Flächen mit hohem ober- beziehungsweise unterirdischem Kohlenstoffbestand, wie zum Beispiel Feuchtgebiete, entstammen darf. Der damit verbundene Herkunftsnachweis der Rapssaat von seither ausschließlich ackerbaulich genutzten Flächen gilt mit der Bestätigung des Ackerflächenstatus vor dem 1. Januar 2008 als erfüllt.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der guten fachlichen Praxis (Cross Compliance) verbindlich einzuhalten. In diesem Zusammenhang sieht die novellierte Düngeverordnung ab dem Düngejahr 2018 einen zulässigen N-Bilanzsaldo von maximal 50 kg N/ha im Betriebsdurchschnitt vor. Dieser kann damit indirekt auch als Prüfkriterium für die N-Effizienz von Düngungsmaßnahmen bei Winterraps zugrunde gelegt werden. →

Düngungsversuche unter neuen Aspekten der Nachhaltigkeit

Anhand der mehrjährigen N-Düngungsversuche zu Winterraps an den Standorten Nomborn und Kumbdchen wurde das wirtschaftliche Optimum unter Berücksichtigung der erläuterten Nachhaltigkeitskriterien abgebildet. Das wirtschaftliche Optimum wurde für Erzeugerpreise von 25 bis 45 Euro/kg Rapssaat unter Bewertung des Ölgehalts aufgetragen. Pro Prozent Öl über dem Mindestgehalt von 40 Prozent Öl wurde ein Zuschlag von 1,5 Prozent auf den jeweiligen Grundpreis kalkuliert. Die Schwefelversorgung al-

ler Versuchsvarianten wurde einheitlich mit 50 kg/ha bemessen.

Zunehmende Markterlöse sowie fallende Nährstoffkosten bewirken eine höheres N-Optimum und umgekehrt. Für eine Erlösspanne von 25 bis 45 Euro/dt Rapssaat erhöht sich für die betrachteten Versuchsstandorte die optimale N-Menge um rund 5 kg N/ha pro 5 Euro/dt Preisanstieg bei Nährstoffkosten von 1 Euro/kg N.

Standort Nomborn: nachhaltig und wirtschaftlich bei 50 dt/ha

Am Standort Nomborn wurde das wirtschaftliche Optimum für Markter-

löse zwischen 25 bis 45 Euro/dt Rapssaat bei einem kalkulatorischen N-Aufwand zwischen 150 und 165 kg N/ha bei Kornerträgen von rund 50 dt/ha erreicht. Eine weitere Erhöhung der N-Menge bewirkte nur noch geringfügige Ertragszuwächse zu Lasten des Ölgehalts. Dieser sinkt mit zunehmendem N-Aufwand im Durchschnitt um etwa ein Prozent pro 70 kg N/ha. Ein Überschreiten des N-Bilanzsaldos um mehr als 50 kg N/ha wäre rein rechnerisch erst bei einer N-Menge von mehr als 210 kg N/ha eingetreten, die damit bereits deutlich über dem wirtschaftlichen N-Optimum gelegen hätte.

Angesichts des energetisch günstigeren Herstellungsprozesses halbiert sich für Harnstoff nach dem Rechenmodul ENZO₂ der THG-Emissionsfaktor pro Kilogramm Stickstoff im Vergleich zum Kalkammonsalpeter. Insofern kann bei der ökonomisch optimalen N-Menge mit einer Amid-betonen N-Düngung das zukünftig geltende THG-Minderungspotenzial in Höhe von 50 Prozent ertragsneutral eingehalten werden. Auch für eine auf Ammoniumnitrat ausgerichtete N-Düngung erscheint das THG-Emissionsziel bis zu einem kalkulatorischen N-Niveau von etwa 150 kg/ha ohne gravierende Erlöseinbußen realisierbar.

Kumbdchen: Nachhaltigkeit oder Wirtschaftlichkeit

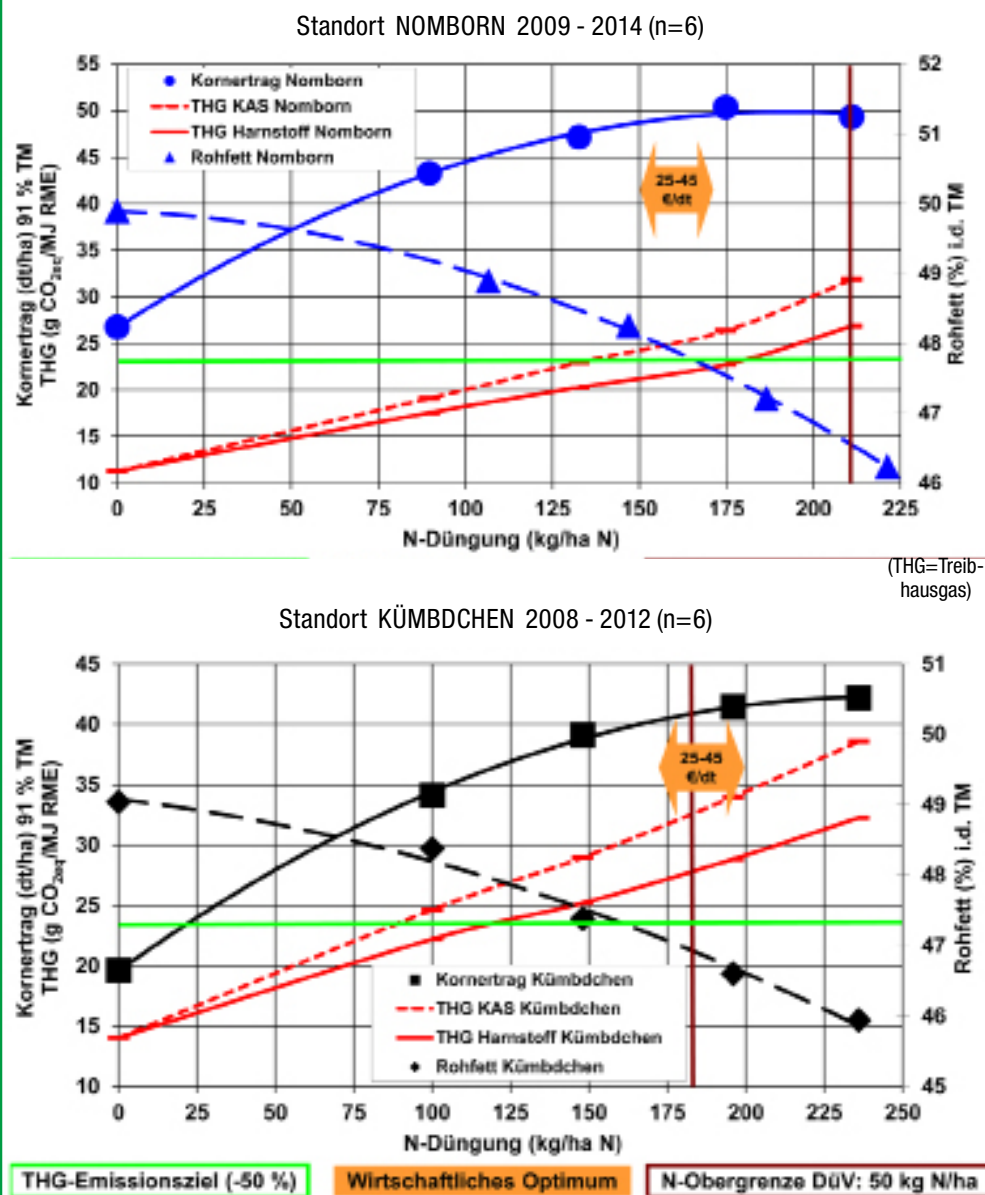
Bei einer N-Zufuhr zwischen 100 und 200 kg/ha liegt der Kornertrag am Standort Kumbdchen jeweils um annähernd 10 dt unter dem Niveau des Standorts Nomborn. Für die genannten Markterlöse leitete sich das mehrjährige wirtschaftliche Optimum rein rechnerisch bei einem N-Aufwand von 175 bis 200 kg N/ha ab.

Bereits bei Erzeugerpreisen von mehr als 30 Euro/dt Rapssaat und Nährstoffkosten in Höhe von 1 Euro/kg N wurde mit dem ökonomisch optimalen N-Aufwand der N-Bilanzsaldo von 50 kg N/ha überschritten.

Das bislang geltende THG-Minderungspotenzial von 35 Prozent, das bei 29 g CO₂-Äquivalent/MJ RME liegt, wäre zumindest bei der N-Düngung mit Harnstoff noch annähernd deckungsgleich mit dem ökonomischen N-Optimum. Um das zukünftige THG-Minderungspotenzial von 50 Prozent verfolgen zu können, würde das N-Optimum bei Amid-betonter Versorgung rein kalkulatorisch auf 125 kg/ha und bei Ammonitrat-betonter N-Zufuhr sogar auf 100 kg/ha absinken.

Anhand der mehrjährigen Optimumskurve würde sich ein Ertragsverzicht in Höhe von 5 beziehungsweise 8

Kornertrag und Qualität von Winterraps in Abhängigkeit von der N-Düngung für die Standorte Nomborn und Kumbdchen



Bei einer N-Zufuhr zwischen 100 und 200 kg/ha liegt der Kornertrag in Kumbdchen um annähernd 10 dt unter dem des Standorts Nomborn. Für die Markterlöse leitete sich das wirtschaftliche Optimum rein rechnerisch bei einem N-Aufwand von 175 bis 200 kg N/ha ab. Bereits bei Erzeugerpreisen von mehr als 30 Euro/dt Raps und Nährstoffkosten in Höhe von 1 Euro/kg N wurde mit dem ökonomisch optimalen N-Aufwand der N-Bilanzsaldo von 50 kg N/ha überschritten.

dt/ha Rapssaar ableiten, der einer Ertragsminderung von 175 beziehungsweise 280 Euro/ha bezogen auf einen Basispreis von 35 Euro/dt entspricht.

Um die Nachhaltigkeit und Rentabilität des Rapsanbaus langfristig dennoch aufrecht zu erhalten, sind die standörtlichen Optimierungspotenziale neben der N-Düngung auf weitere pflanzenbauliche Handlungsfelder wie zum Beispiel die Fruchtfolge-Gestaltung, die Bodenreaktion beziehungsweise Kalkversorgung sowie die Bodenbearbeitung auszurichten.

Biomasse-Bestimmung im Herbst präzisiert den N-Düngebedarf

Der N-Bedarf im Frühjahr kann nach Maßgabe des $N_{\min}$ -Gehalts zum Vegetationsbeginn, der bodenbürtigen N-Nachlieferung und der Pflanzenentwicklung zum Zeitpunkt der ersten N-Gabe ermittelt werden. Für Kornerträge zwischen 35 und 45 dt/ha leitet sich nach der $N_{\min}$ -Methode Rheinland-Pfalz eine N-Düngung in Höhe von insgesamt 165 bis 195 kg N/ha vom Vegetationsbeginn bis zum Schossen ab.

In mehrjährigen Erhebungen variierte der zu Vegetationsbeginn untersuchte $N_{\min}$ -Gehalt in 0 bis 60 cm Bodentiefe bei drei Viertel der repräsentativen N-Testflächen mit einer Ackerzahl von bis zu 50 zwischen 10 und 40 kg N/ha, der Medianwert liegt bei rund 28 kg N/ha. Bei höherer Bodenbonität und regelmäßiger organischer Düngung oder schwach entwickelten Rapsbeständen stieg der Schwankungsbereich um etwa 5 kg N an.

Die bodenbürtige N-Nachlieferung wird mit jeweils einem kg N pro Bodenkörper ab der Basis-Ackerzahl von 40 bewertet und vom ertragsabhängigen N-Sollwert in Abzug gebracht. Nach derzeitigen Erkenntnissen besteht zwischen der N-Aufnahme der Rapsbestände im Herbst und der optimalen N-Düngung im Frühjahr ein stärkerer Zusammenhang als zum $N_{\min}$ -Vorrat im Frühjahr.

Mittels Wägung des oberirdischen Aufwuchses zum Vegetationsende lässt sich der im Herbst bereits aufgenommene Stickstoff gut abschätzen, um die vorgesehene N-Düngung entsprechend zu präzisieren. Dazu werden den Rapsbeständen am Ende der Vegetation mehrere repräsentativ verteilte Schnittpuben von jeweils einem Quadratmeter entnommen und das Gewicht der oberirdischen Frischmasse festgestellt.

Bei einem Trockenmassegehalt der Blattrosette von im Mittel 10 Prozent und einem durchschnittlichen N-Gehalt in Höhe von 4,5 Prozent N in der

Trockenmasse errechnet sich die aufgenommene N-Menge des Bestandes, indem man die gewogene Frischmasse pro m^2 mit dem Faktor 45 multipliziert.

Treffsicherer als $N_{\min}$ -Untersuchungen im Frühjahr

Bei normaler Bestandesentwicklung haben die Pflanzen bis zum Vegetationsende durchschnittlich ca. 50 kg/ha aufgenommen. Wie umfangreiche Untersuchungen der Universität Kiel bestätigen, kann der über die Menge von 50 kg N/ha hinaus aufgenommene Stickstoff mit 70 Prozent angerechnet und von der im Frühjahr vorgesehenen N-Düngung abgezogen werden. Hat ein Bestand im Herbst mit 2 kg/ m^2 oberirdischem Aufwuchs bereits etwa 90 kg N/ha (Faktor: 45) aufgenommen, lässt sich die ortsübliche N-Düngung im Frühjahr um 28 kg N/ha, vorzugsweise zur zweiten N-Gabe, ertragsneutral reduzieren.

Bisher konnte die rechnerisch ermittelte optimale N-Düngung mit einem pauschalen Zu- und Abschlag von bis zu 30 kg N/ha korrigiert werden. Anhand der Biomasse-Bestimmung vor der Vegetationsruhe lässt sich die N-Aufnahme im Herbst treffsicherer nachvollziehen. Mit der vorgesehenen Staffelung der Zu- und Abschläge findet diese stärker als bisher Berücksichtigung bei der N-Bedarfsermittlung. Insbesondere die einmalige N-Düngung zum Vegetationsbeginn, die von der Praxis stark favorisiert wird, verlangt eine sehr präzise Einschätzung des Düngebedarfs.

Ertragsneutrale Reduzierung der N-Düngung im Frühjahr möglich

In den bisherigen Düngungsversuchen mit Rapsbeständen von bis zu 50 Pflanzen/ m^2 variierte die Frischmasse der Blattrosette zum Vegetationsende zwischen knapp 1 und 1,8 kg/ m^2 . Nach aktuellen Praxis-Erhebungen von etwa zehn Standorten hatten die Rapsbestände bis Anfang Dezember 2014 witterungsbedingt im Median rund 3 bis 4 kg/ m^2 an oberirdischem Aufwuchs bei Bestandesdichten von 30 bis 50 Pflanzen/ m^2 entwickelt. Rein rechnerisch steht einer N-Aufnahme von 135 bis 180 kg N/ha bis zum Vegetationsende eine ertragsneutrale Reduzierung der N-Düngung zwischen 60 und 90 kg N/ha im Frühjahr gegenüber.

Selbst bei einem frostbedingten Verlust des Blattapparates ist zu erwarten, dass der Stickstoff aus der leicht zersetzbaren Blattmasse bereits zur Kornbildung weitestgehend wieder pflanzenverfügbar und ertragswirksam wird. ■