

## Ein Verfahren der N-Düngebedarfsermittlung zur Anwendung in der Praxis

Stieber, J.<sup>1</sup>, Kolbe, H.<sup>2</sup> & Jäckel, U.<sup>1</sup>

*Keywords: Stickstoff, Düngebedarfsermittlung*

### Abstract

*The aim of the research project was to develop an algorithm to calculate the N fertilizer amount in organic farming, based on reduced data basis of agricultural practice. The cultivation conditions of organic farming, such as predominantly organic fertilization and the great importance of crop rotation, had taken place in the algorithm. Based on a long-standing method for conventional farming in the program BESyD, an algorithm for winter grain was developed for the federal states of Saxony, Brandenburg and Bavaria. Based on crop type, yield and quality dependent fertilizer amount, recommendations for fertilizer quantity, timing and grading are given.*

*The algorithm and master data sets were compiled based on literature research and evaluation of field trials. The subsequent delivery from organic fertilization of the previous four years is also included, as well as the delivery of precrop and preprecrop. Parallel to the implementation of the algorithm in the program webBESyD, it is tested on organic farms. An extension to other crops and federal states is planned for the future.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Landbau sind die Erträge in den letzten zwei Jahrzehnten kaum angestiegen, während zeitgleich im konventionellen Ackerbau ein jährlicher Zuwachs von 2 % erzielt worden ist (Mayer & Mäder, 2016). Ursächlich dafür sind neben dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten- und schädlingen ein unangepasstes Nährstoffmanagement. Schlagbezogene Auswertungen der Humus- und Stickstoffsalden in 32 Ökobetrieben Sachsens zeigten im Betriebsmittel ein N-Saldo zwischen -23,0 kg und +86,2 kg N/ha\*a. Innerhalb eines Betriebes konnten allerdings Differenzen im N-Saldo zwischen den Einzelschlägen von bis zu 120 kg N/ha\*a erhoben werden (Meyer et al., 2021).

Zudem müssen Landwirte heute eine Vielzahl rechtlicher Anforderungen erfüllen, bspw. auf Basis der Düngeverordnung (DüV) oder der Kontrolle zur EU-Öko-VO. Um dieser zunehmenden Dokumentationspflicht nachzukommen, werden von Seiten der Praxis einfache digitale Lösungen nachgefragt. Diese Verfahren sollen über die Absicherung gesetzlicher Vorgaben hinaus auch Landwirte bei der Aufdeckung von Schwachstellen unterstützen sowie zur Optimierung des Nährstoffmanagements in den Betrieben beizutragen.

Mit dem entwickelten Algorithmus und den Stammdaten soll es möglich sein, schlagbezogen auf Basis einer begrenzten Datenverfügbarkeit in der Praxis den

---

<sup>1</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Waldheimer Straße 219, 01683, Nossen, Deutschland, [jette.stieber@smekul.sachsen.de](mailto:jette.stieber@smekul.sachsen.de), <https://www.lfulg.sachsen.de/>

N-Düngebedarf im Ökolandbau zu ermitteln. Auf der Grundlage einer fruchtarten-, ertrags- und qualitätsbezogenen Düngebedarfsermittlung werden unter Beachtung betrieblich verfügbarer Düngemittel Handlungsempfehlungen zu Düngermenge, -termin und -staffelung gegeben. Dieses Verfahren wird Landwirten im Rahmen des Programms webBESyD, zunächst in den Bundesländer Sachsen, Brandenburg und Bayern für alle Wintergetreidearten zur Verfügung gestellt.

## Methoden

Mit dem Programm BESyD werden Landwirte in den Bundesländern Sachsen, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen unterstützt, die düngerechtlichen Regelungen im ökologischen und konventionellen Landbaus zu erfüllen. Aktuell findet eine Übertragung der Algorithmen vom Access-basierten BESyD in die Web-Applikation webBESyD statt. Zusätzlich zur Bearbeitung düngerechtlicher Regelungen bietet das Programm umfangreiche Möglichkeiten Nährstoffe zu bilanzieren und den Düngebedarf von Kulturen in fachlich erweiterten Verfahren zu berechnen. Ein fachlich erweitertes Verfahren für Stickstoff steht allerdings nur im konventionellen Landbau zur Verfügung. Die Anpassung der Parameter der bereits hinterlegten Berechnungsfolge auf die Produktionsbedingungen des Ökolandbaus erfolgte auf Basis von Versuchsauswertungen. Dabei wurde der Bedeutung der organischen Düngung, mit zum Teil langjähriger Nachlieferung, sowie der Bedeutung der Fruchtfolge Rechnung getragen. Die Eingabedaten wurden weitestgehend auf die Daten eingegrenzt, die im Rahmen der DüV durch den Landwirt erhoben werden müssen.

Die bereits hinterlegten Stammdaten im Ökolandbau für die Fruchtarten sowie für organischen Düngemittel wurden aktualisiert und ggf. erweitert. Die Festlegung der oberen und unteren Ertragsgrenze in den Boden-Klima-Räumen (BKR) erfolgte anhand der Ertragsschwankungen in den Landessortenversuchen, die mittlere Ertragshöhe ist aus Ergebnissen von Buchführungsbetrieben abgeleitet. Transfermulche und deren Silagen wurden in die Liste der organischen Düngemittel aufgenommen. Dabei flossen Ergebnisse aus dem BÖLN-Projekt VORAN ein. Zusätzlich erfolgte die Anlage eines Feldversuches, in dem mittels  $^{15}\text{N}$  der N-Umsatz aus Rotklee-Transfermulch in Boden und Pflanze ermittelt wird.

Eine Nachlieferung aus Vor- und Vorvorfrüchten erfolgte über die Integration der Gleichung zur ertragsabhängigen Berechnung der Menge von Ernte-Wurzel-Rückständen nach Kolbe (2022). Anhand der Auswertung von isotopengestützten Versuchen zur N-Umsetzung wurde eine Matrix erstellt, um die prozentuale Nachlieferung aus den Ernte- und Wurzelrückständen (EWR) der Vorfrucht und der Vorvorfrucht zu berechnen.

## Ergebnisse und Diskussion

Dem Landwirt steht mit der vorgestellten Anwendung parallel zur Berechnung des N-Düngebedarfs laut DüV eine fachlich erweiterte Berechnung zur Verfügung. Der N-Sollwert wird anhand der Ertragserwartung als gesamt-pflanzlich gebundener Stickstoff ermittelt. Die Höhenlage des Schlages, die Bestandentwicklung, der  $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens, die Zuordnung zu einem BKR, die zwei vorangegangenen Hauptfrüchte, die Düngung der letzten vier Jahre sowie auf dem Feld verbliebene

Erntereste und Zwischenfrüchte fließen in die Berechnung des N-Sollwertes ebenso ein (Tab.: 1).

**Tabelle 1: Berechnungsschritte und Parameter im Algorithmus der N-Düngebedarfsermittlung**

|    | Berechnungsschritt                          | Inhalt  |
|----|---|---|
| 1  | Korrigierter N-Bedarf                       | • N-Sollwert laut DüV wird auf den N-Bedarf entsprechend der Ertragerwartung korrigiert   |
| 2  | Zu/Abschlag Boden-Klima-Raum                | • Ausweisung eines BKR spezifischen N-Sollwertes<br>• Korrektur des Sollwertes auf Ertragerwartung  |
| 3  | Höhe NN                                     | • Zuschläge (max. 8 kg N*ha <sup>-1</sup> ) für Schläge die oberhalb von 250 m ü. NN liegen   |
| 4  | N <sub>min</sub> 0-90 cm                    | • Abzug des im Boden vorliegenden N <sub>min</sub> nach Beprobung oder nach Richtwerten und BKR<br>• Berechnung N <sub>min</sub> in 60-90 cm möglich  |
| 5  | Nachlieferung Vorfrucht                     | • N-Nachlieferung aus Vorfrucht in Abhängigkeit von Kulturart, C/N und Ertrag der Vorfrucht, Kulturdauer der aktuellen Kultur, sowie der Bodenart<br>• max. 25 % des in den Ernte-Wurzel-Rückständen gebundenen N |
| 6  | Nachlieferung Vorvorfrucht                  | • N-Nachlieferung aus Vorvorfrucht in Abhängigkeit der Kulturart und dem Ertrag der Vorvorfrucht und der Bodenart<br>• max. 10 % des in den Ernte-Wurzel-Rückständen gebundenen N                                 |
| 7  | Pflanzenentwicklung                         | • Berücksichtigung von Bestandesdichte und BBCH-Stadium (max. ± 15 kg N*ha <sup>-1</sup> )  |
| 8  | Organische Düngung Vorfrucht                | • die Nachlieferung aus organischer Düngung der Vorfrucht in Abhängigkeit von Düngerart, Düngermenge und N-Gehalt   |
| 9  | Organische Düngung Herbst                   | • Abzug in Abhängigkeit von Düngerart, Düngermenge, N <sub>i</sub> und NH <sub>4</sub> -N-Gehalt  |
| 10 | Organische Düngung aktuelles Jahr -2 bis -4 | • N-Nachlieferung aus organischer Düngung im aktuellen Jahr -2 bis -4 abhängig von Düngerart, Düngermenge & N-Gehalt<br>• alternativ Angabe über die durchschnittliche Düngermenge der vorangegangenen Jahre      |
| 11 | Zwischenfrucht/ Grünmasse                   | • N-Nachlieferung aus ZF oder aufgebrachtener Grünmasse wird anhand von Menge, N-Gehalt und Kulturdauer der aktuellen Kultur berechnet  |
| 12 | Aufteilung Gaben                            | • wenn mehrere Gaben ermöglicht werden können erfolgt ab einer festgesetzten Grenze eine Aufteilung   |
| 13 | Geplante org. Düngung                       | • Angabe bereits geplanter Düngemaßnahmen, Abzug in Abhängigkeit von Düngerart, Düngermenge, N <sub>i</sub> und NH <sub>4</sub> -N-Gehalt   |
| 14 | Prüfung gesetzlicher Vorgaben               | • ggf. Begrenzung auf Düngebedarf laut DüV<br>• Erfüllung Vorgaben im WSG   |

Der N<sub>min</sub>-Gehalt des Bodens wird nach Beprobung oder als Richtwert in einer Tiefe von 0-60 cm vollständig vom N-Sollwert abgezogen. Aktuell bietet kein Bundesland spezifische Richtwerte für den Ökolandbau an, so dass ggf. konventionelle Werte genutzt werden müssen. Der N<sub>min</sub> in 60-90 cm kann als Probe oder Richtwert

verwendet werden, zudem ist eine Berechnung des Wertes anhand des Nmin-Gehaltes in 30-60 cm, dem Feinbodenanteil und der Ackerzahl möglich.

Wenn dem Landwirt Düngemittel zur Verfügung stehen, die eine Gabenteilung ermöglichen, wird der N-Sollwert mit Überschreiten eines kulturartspezifischen Wertes aufgeteilt. Es erfolgt ein Abgleich und ggf. eine Begrenzung auf den N-Düngebedarf laut DüV. Zudem findet ein Abgleich mit den Anforderungen laut Wasserschutzgebietsverordnung statt.

Der Algorithmus wird im Anbaujahr 2021/22 getestet und anschließend ggf. angepasst. Zukünftig erfolgt eine Ausweitung auf Sommergetreide, Hackfrüchte und Ackerfutterpflanzen, zudem ist eine Anwendbarkeit in weiteren Bundesländern vorgesehen.

## **Danksagung**

Das Projekt webMan wurden im Rahmen des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefördert (FKZ 2818OE050)

## **Literatur**

- Kolbe, H. (2022): Parameterdatensätze organischer Materialien. Berichte aus dem Ökolandbau 2022,
- Mayer, J., Mäder, P. (2016): Langzeitversuche – Eine Analyse der Ertragsentwicklung. In: Freyer, B.: Ökologischer Landbau – Grundlagen, Wissensstand und Herausforderungen. UTB, Stuttgart, S. 421-445.
- Meyer, D., Schmidtke, K., Wunderlich, B., Lauter, J., Wendrock, Y., Grandner, N., Kolbe, H. (2021): Analyse des Nährstoff- und Humusmanagements sowie der Fruchtfolgegestaltung in 32 Betrieben des ökologischen Landbaus im Freistaat Sachsen. Berichte aus dem Ökolandbau 2021.