

Pflanzenernährung und Digitalisierung

Einordnung digitaler Techniken für die N-Düngebedarfsermittlung zur Implementierung im nationalen Düngerecht

Die Position des Industrieverbands Agrar e. V.
Frankfurt am Main, August 2026

Die Stickstoff-(N)-Düngebedarfsermittlung (nachfolgend zur besseren Lesbarkeit nur Düngebedarfsermittlung genannt) ist ein zentrales Element der geltenden Düngeverordnung (§4 DüV). Sie muss zu Beginn der Düngeaison anhand von Ertragserwartung, Fruchtfolge und weiterer Faktoren erstellt werden (§3 mit Verweis auf §4 DüV). Dieser statische Ansatz ignoriert die im Jahresverlauf tatsächlich eintretenden Wachstumsbedingungen und damit das aktuelle Ertragspotenzial und steht in Teilen sogar den Zielen des Düngegesetzes (insbesondere Sicherstellen der Ernährung von Nutzpflanzen, Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, nachhaltiges und ressourceneffizientes Nährstoffmanagement; §1 DüngeG) entgegen. Die Ermittlung des tatsächlichen Düngebedarfs durch digitale Verfahren während der Vegetationsperiode kann diesen Widerspruch beheben. Die Nutzung dieser Verfahren zur Bestimmung der Düngemengen kann die Ernährung von Nutzpflanzen und einen ressourceneffizienten Stickstoffeinsatz mit geringeren N-Emissionen in die Atmosphäre, Grundwasser und oberirdische Gewässer besser gewährleisten und gleichzeitig einen Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit leisten.

Daher sollten diese dynamischen Verfahren zur Düngebedarfsermittlung explizit in die DüV aufgenommen werden, um den aktuellen Versorgungszustand bzw. den Düngebedarf der Pflanzen rechtssicher in die Entscheidung über die Düngehöhe einbeziehen zu können.

Hierzu sind §3 und §4 DüV entsprechend anzupassen und zu erweitern. Die Praktikabilität der in §3, Abs. 3, Satz 3 und 4 DüV bereits vorgesehen nachträglichen Anpassung des zu Vegetationsbeginn ermittelten Düngebedarfs wird durch die zunehmende Verfügbarkeit zuverlässiger digitaler Technologien deutlich erhöht. Zur Steigerung der Rechtssicherheit und zur Reduktion des bürokratischen Aufwands für Betriebe und Behörden sollte die dynamische Düngebedarfsermittlung in der DüV explizit ermöglicht werden. Das nachfolgend beschriebene modulare Konzept zeigt, wie durch die Kombination von digitalen Tools, agronomischem Wissen und modell-gestützten Prognosen eine präzisere und dem aktuellen Pflanzenbedarf angepasste Stickstoffdüngung möglich wird. Je nach betrieblichen Voraussetzungen kann ein geeignetes

Verfahren gewählt werden, um die Akzeptanz und die Adaption des überlegenen (dynamischen) Ansatzes zu gewährleisten und die Potenziale des dynamischen Ansatzes besser nutzen zu können.

Bewertungsgrundlagen für verwendete digitale Werkzeuge

Damit die dynamische Bestimmung der Düngemenge den Anforderungen der DüV (z. B. Vermeidung von Nährstoffüberschüssen) entspricht, muss gewährleistet werden, dass die Verfahren tatsächlich dazu geeignet sind, valide Abschätzungen des Nährstoffbedarfs zu generieren. Hierzu sollte ein System zur Beurteilung etabliert werden, anhand dessen eine „Positivliste“ für solche Verfahren erstellt werden kann. Validierungsdaten können beispielsweise aus offiziellen Stickstoffsteigerungsversuchen der Länder abgeleitet werden. Sowohl Landwirtschaftskammern als auch zuständige Landesbehörden führen solche Versuche durch. Daraus werden bspw. auch offizielle Stickstoffbedarfswerte abgeleitet, was deren Eignung für eine rechtssichere Nutzung belegt.

Als Bewertungsinstitutionen kommen wiederum die Landwirtschaftskammern bzw. -behörden selbst (organisiert in der Bund-Länderarbeitsgruppe, BLAG, Düngung), der Wissenschaftliche Beirat für Düngungsfragen (WBD) sowie das Julius Kühn-Institut (JKI), infrage. Ziel ist es dem Landwirt eine Positivliste mit geeigneten digitalen Werkzeugen bereitzustellen, die durch die Anbieter anhand der Validierungsdaten geprüft und durch ein Expertengremium aus den oben genannten Institutionen zugelassen werden.

Die Einordnung erfolgt modular, die praktische Umsetzung stufenweise. Während manche Lösungen und Werkzeuge einen Einstieg in die digitale bzw. dynamische Düngebedarfsermittlung darstellen (bspw. nitraCheck oder N-Tester), eignen sich andere für einen integrierten Ansatz, der es erlaubt, alle vorhandenen Standort- und Bestandsinformationen in die Entscheidung über die Düngehöhe zu berücksichtigen (bspw. webBeSyD). Daraus ergibt sich ein stufenweises Modell für die dynamische Düngebedarfsermittlung in der DüV. Wenn der Landwirt dazu bereit ist, technisch anspruchsvollere Methoden einzusetzen und daraus ein größerer Informationsgehalt über die optimale Düngermenge

erzielt wird, sollte er hinsichtlich der zugelassenen Menge Vorteile haben. Umgekehrt könnten sich einfache Methoden (bspw. Handsensoren) dazu eignen, die Anpassung der Düngemenge um 10 Prozent nach oben zu rechtfertigen und damit der bereits bestehenden Regelung in §3 Abs. 3, Satz 3 DüV eine praktikable Grundlage zu verschaffen. Soll der ökonomisch bzw. physiologisch optimale Ertrag erzielt werden, der aber eine Düngermenge erfordert, die über die bereits zugelassenen 10 Prozent Erhöhung hinaus geht, ist eine umfangreichere Berechnungsmethode zu nutzen.

Somit können Landwirte unabhängig von ihren finanziellen und organisatorischen Möglichkeiten von einer dynamischen Düngebedarfsermittlung profitieren, ohne dass der Gewässerschutz gefährdet wird.

Modul A: Pflanzenbedarf

Das Modul A bildet die Grundlage der dynamischen Düngebedarfsermittlung. Hierbei wird der Ernährungszustand der oberirdischen Pflanzenteile mehrmals während der Vegetationsperiode bestimmt und als **Orientierungswert für den aktuellen Düngebedarf** herangezogen. Manche Systeme beziehen zudem den Biomasseaufwuchs mit ein. Die Erfassung kann sowohl online als auch offline, invasiv oder kontaktlos erfolgen – etwa durch Handsensoren, online-Verfahren oder Messungen der N-Versorgung im Presssaft. Hierbei wird durch Messung oder Abschätzung der oberirdischen Biomasse und/oder durch Messung an der Biomasse (Sensoren) der Ernährungszustand des Bestandes ermittelt und der Düngebedarf abgeleitet.

Die in Modul A eingeordneten Werkzeuge bieten eine hinreichend gute Möglichkeit den Düngebedarf im Sinne der aktuellen Ausgestaltung der DüV zu ermitteln. Der Möglichkeit der nachträglichen Erhöhung des zuvor ermittelten Düngebedarfs um 10 Prozent, die in §3, Abs. 3, Satz 3 DüV ermöglicht wird, wird durch diese Werkzeuge eine fachliche und argumentative Grundlage verschafft.

Modul B: Räumliche Präzisierung durch Kartenintegration

Das Modul B erweitert die Grundlage um **räumlich differenzierte Informationen**. Hierzu zählen Biomassekarten, Ertragskarten, Teilflächenabgrenzungen sowie offizielle und betriebsindividuelle Bodenkarten. Diese Daten liefern eine **agronomische Orientierung**, um den Düngebedarf **flächenbezogen zu differenzieren**.

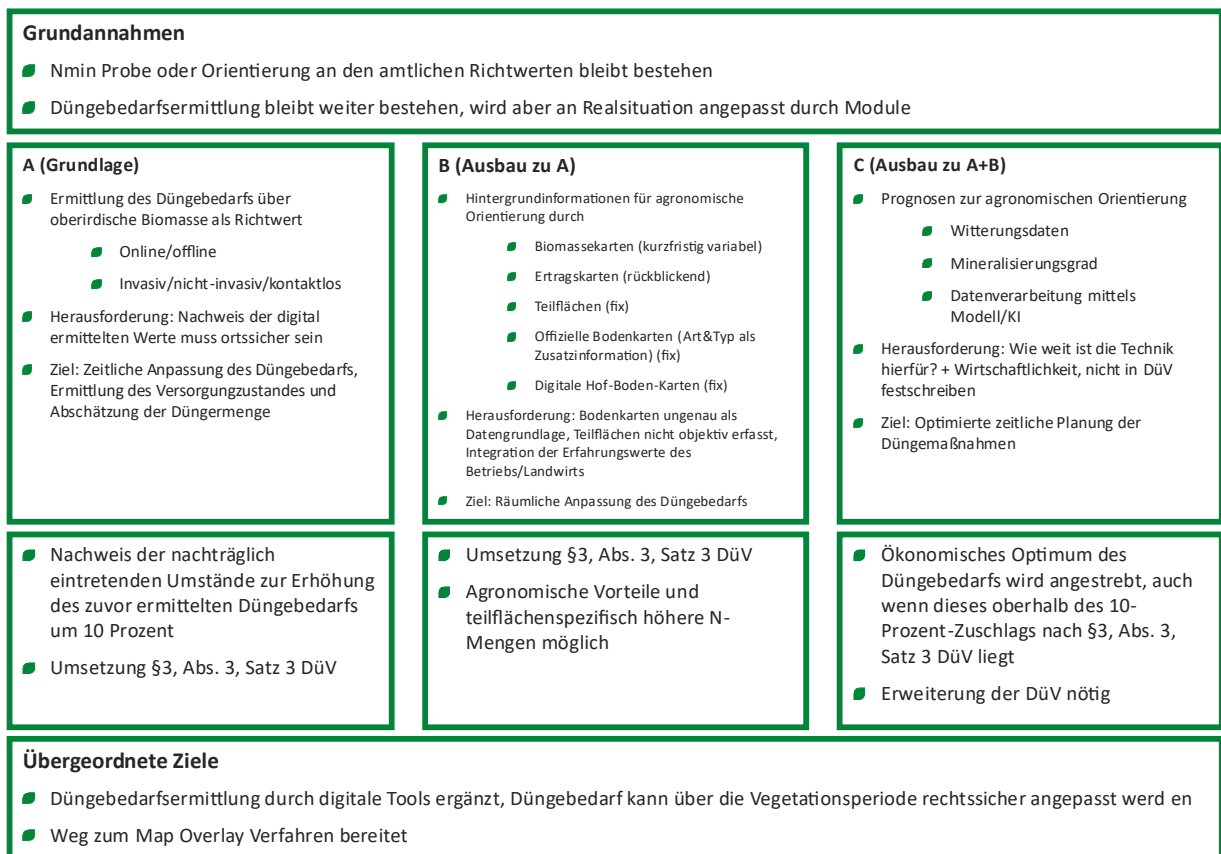
Die Methoden und Werkzeuge aus Modul B helfen dem Landwirt die in Modul A beschriebenen Werkzeuge teilflächengenau einzusetzen und etwaige Hohertragszonen zu identifizieren, in denen eine höhere Düngung als nach §3 Abs. 3, Satz 3 DüV erfolgen kann, wenn im Mittel des Schlags der ermittelte Düngebedarf inklusive des 10-Prozent-Zuschlags eingehalten wird. Die Lösungen in Modul B sind Grundvoraussetzung der Methoden in Modul C.

Modul C: Verknüpfung der Informationen und prognosebasierte Optimierung

Das Modul C stellt die Kombination der Bedarfsanalyse mit räumlicher Information dar und entwickelt daraus sogenannte Map-Overlay-Lösungen, die räumlich und zeitlich variable Düngebedarfe ermittelt. Ergänzt durch **prognosebasierte Elemente** kann dieser Ansatz zu einem integrierten und variablen System weiterentwickelt werden, das einer dynamischen Düngebedarfsermittlung gleichkommt. Es fließen Wetterdaten, das Mineralisierungsgeschehen im Boden sowie **modellgestützte Auswertungen** (künftig unterstützt durch KI) mit ein. Diese ermöglichen **eine vorausschauende Planung und Durchführung** der Düngemaßnahmen, sowie eine ökonomische und ökologische Optimierung der Applikationsmengen.

Für den Landwirt erwächst durch die Nutzung der Lösungen aus Modul C die Möglichkeit den physiologischen bzw. ökonomischen Pflanzenbedarf voll auszudüngen und Ertrags- bzw. Qualitätspotenziale auszuschöpfen. Die begrenzte Anhebung des zuvor ermittelten Düngebedarfs um 10 Prozent, die aktuell §3 Abs. 3, Satz 3 DüV vorsieht, wird durch die Nutzung der Lösungen in Modul C nicht mehr gedeckelt. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass durch die Berücksichtigung

des ökonomischen Optimums, das die Düngung als Kosten einbezieht, die maximale Stickstoffdüngung auch in Zukunft nicht wesentlich über die schon aktuell geltenden Ausnahmen hinaus geht. Vielmehr können nun insbesondere hinsichtlich der Weizenqualität Potenziale ausgeschöpft werden, ohne die Atmosphäre, das Grundwasser und oberirdische Gewässer zu belasten.



Übergeordnete Ziele und Ausblick

Das stufenweise Konzept verfolgt das Ziel, die klassische statische Düngebedarfsermittlung mit Hilfe **digitaler Werkzeuge durch eine dynamische Düngebedarfsermittlung zu erweitern**. Durch die Aufnahme dieses Ansatzes im nationalen Düngerecht ist eine **rechtssichere Anpassung des Düngebedarfs über die Vegetationsperiode** möglich. Es bereitet den Weg für das sogenannte **Map-**

Overlay-Verfahren (MOV), bei dem verschiedene digitale Karten übereinandergelegt und kombiniert werden, um eine präzisere und nachhaltigere Düngestrategie zu entwickeln. Das MOV stellt eine agronomische Entscheidungshilfe dar, dessen digitale Karten neben der Applikationskarte (hier verstanden als IST, nicht SOLL) Teil der Dokumentation der Düngebedarfsermittlung werden. Vielmehr sollen Informationen, die mit Hilfe digitaler Werkzeuge gewonnener Daten ermittelt werden, in die Düngebedarfsermittlung einfließen und diese äquivalent der bisher zu berücksichtigenden Informationen wie die Fruchtfolge, den Nmin- oder Humus-Gehalt, verbessern. Der daraus ermittelte Düngebedarf ist somit praxisnah und gleichermaßen rechtssicher.

Herausforderungen

Modul A: Die Herausforderung ist es, erhobene Daten in einem verarbeitbaren (prozessierbaren) Format bereitzustellen, um Übertragungsbrüche zu vermeiden.

Das Ziel ist eine **zeitlich flexible Anpassung** des Düngebedarfs, basierend auf dem tatsächlichen Versorgungszustand der Pflanzen. Es muss daher neben der Nachweisbarkeit vor allem auch aus agronomischen Gründen sichergestellt werden, dass der Ort der Probenahme für die weitere Verarbeitung der erhobenen Daten dokumentiert werden kann.

Modul B: Es bestehen Herausforderungen in der **Genauigkeit der Bodenkarten** und der **objektiven Erfassung von Teilflächen**. Zudem müssen **betriebliche Erfahrungswerte** sinnvoll integriert und von subjektiven Einschätzungen in objektiv messbare Information überführt werden. Ziel ist eine **räumlich präzisierte Düngeplanung**, die auf die Heterogenität der Flächen eingeht. Die Informationsquellen dienen dabei als Erweiterung zu Modul A.

Modul C: Die zentrale Herausforderung besteht in der **technischen Umsetzbarkeit** solcher Systeme auf Seiten der landwirtschaftlichen Betriebe. Die Methoden haben das Potenzial, die **zeitliche Planung der Düngung weiter zu optimieren** und auf zukünftige Entwicklungen flexibel zu reagieren.

Enabler

Um Rechtssicherheit dieser dynamischen Düngebedarfsermittlung und digitaler Werkzeuge und Entscheidungshilfen insgesamt zu gewährleisten, sollten diese bei der geplanten Novellierung des nationalen Düngerechts berücksichtigt und in die Düngeverordnung aufgenommen werden. Dies ergänzt bereits vorhandene Regelungen und hilft, die Ziele des Düngegesetzes zu erreichen, ohne einen zusätzlichen Aufwand für den Gesetzgeber bei geringerer Belastung der Verwaltung. Gleichzeitig wird eine größere Handlungsfähigkeit und Flexibilität für den Landwirt ermöglicht sowie ein besserer Schutz der Umwelt (Atmosphäre, Gewässer- und Grundwasser) durch moderne Technik sichergestellt.