

Düngebedarfsermittlung nach korrigierten Normen

Autor/innen: Thomas Guillaume, Christoph Carlen, Anina Gilgen, Frank Liebisch
Version: 1 / November 2023

Die Anpassung der Stickstoffdüngungsnormen auf der Grundlage bekannter Informationen ermöglicht eine Düngung nahe am Bedarf der Kultur ohne Durchführung von Bodenanalysen. Die in den «Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD)» beschriebene Methode der korrigierten Normen berücksichtigt für die Anpassung der Stickstoffdüngung neben der Norm und dem Ertrag sechs Faktoren im Zusammenhang mit den Bodenbedingungen, den klimatischen Bedingungen im Winter und Frühling und der Bewirtschaftung.

Tabelle 1: Eckdaten der Massnahme

Anwendungsgebiet	Vor allem Ackerbau und Gemüsebau, ähnliche Konzepte finden auch in anderen Anbausparten Anwendung
Umsetzungsebene	Landwirte/-innen, Kanton/Vollzug
Wirkungsebene	Feld, Betrieb
Wirtschaftlichkeit	Die Massnahme ist wirtschaftlich. Die Anwendung ist in der Regel mit einem Gewinn verbunden.
Wirkungsziel	Stickstoff (N), Phosphor (P)
Unterkategorie Wirkungsziel	Atmosphäre: Ammoniak (NH ₃), Lachgas (N ₂ O); Hydrosphäre: Nitrat (NO ₃ ⁻)
Wirkungszeitraum	kurzfristig (< 1 Jahr) bis mittelfristig (2–5 Jahre)
Wirkung/Reduktionspotenzial	hoch: > 1000 t N; > 100 t P

Wirkungsprinzip

Der Bedarf der Pflanzen an Düngemitteln hängt unter anderem von der Stickstoffversorgung durch den Boden ab. Die derzeit in der Suisse-Bilanz verwendete Methode mit unkorrigierten Normen geht von einem festen Beitrag des Bodens aus, der für Standardbedingungen ermittelt wird (AGRIDEA und BLW, 2022). Dieser Beitrag wird dann durch die Düngung entsprechend der Norm für die betreffende Kultur und bei bestimmten Kulturen unter Berücksichtigung des Ertrags ergänzt. Tatsächlich hängt das Stickstoffangebot des Bodens von den Bodenbedingungen (z. B. Menge an organischer Substanz und Tonanteil) und den klimatischen Bedingungen des betreffenden Jahres ab, welche die Aktivität der Mikroorganismen und somit auch den Eintrag von Stickstoff aus dem Boden in die Kultur bestimmen. Dieser Eintrag wird zusätzlich beeinflusst durch die Bewirtschaftung, namentlich Bodenbearbeitung, Vorfrucht und Nachwirkung von Hofdünger. Da sich die Wetterbedingungen jedes Jahr ändern und die Schweizer Böden sehr unterschiedlich sind, muss die Düngung entsprechend angepasst werden, um eine Über- oder Unterversorgung zu vermeiden. Die Folge wäre eine schlechtere Stickstoffnutzung bzw. ein reduzierter Ertrag.

Um diese Aspekte zu berücksichtigen, hat Agroscope einen Ansatz entwickelt, der in den GRUD (Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz, www.grud.ch) als Methode der korrigierten Normen beschrieben wird (Sinaj et al., 2017). Ähnliche Ansätze gibt es in mehreren europäischen Ländern (Jordan-Meille et al., 2023). Die Methoden verwenden 3–10 Faktoren, um den N-Bedarf zu bewerten, und bieten meist Methoden zur Schätzung von mineralischem Boden-N als Alternative zur Bodenanalyse an.



Zusätzlich zu diesen prognostischen Methoden zur Abschätzung des N- und P-Bedarfs der Kulturen können auch diagnostische Methoden zur Beurteilung des Ernährungszustands der Kulturen angewendet werden, um die Düngung an die tatsächlichen Standortbedingungen und die Wetterbedingungen des laufenden Jahres anzupassen.

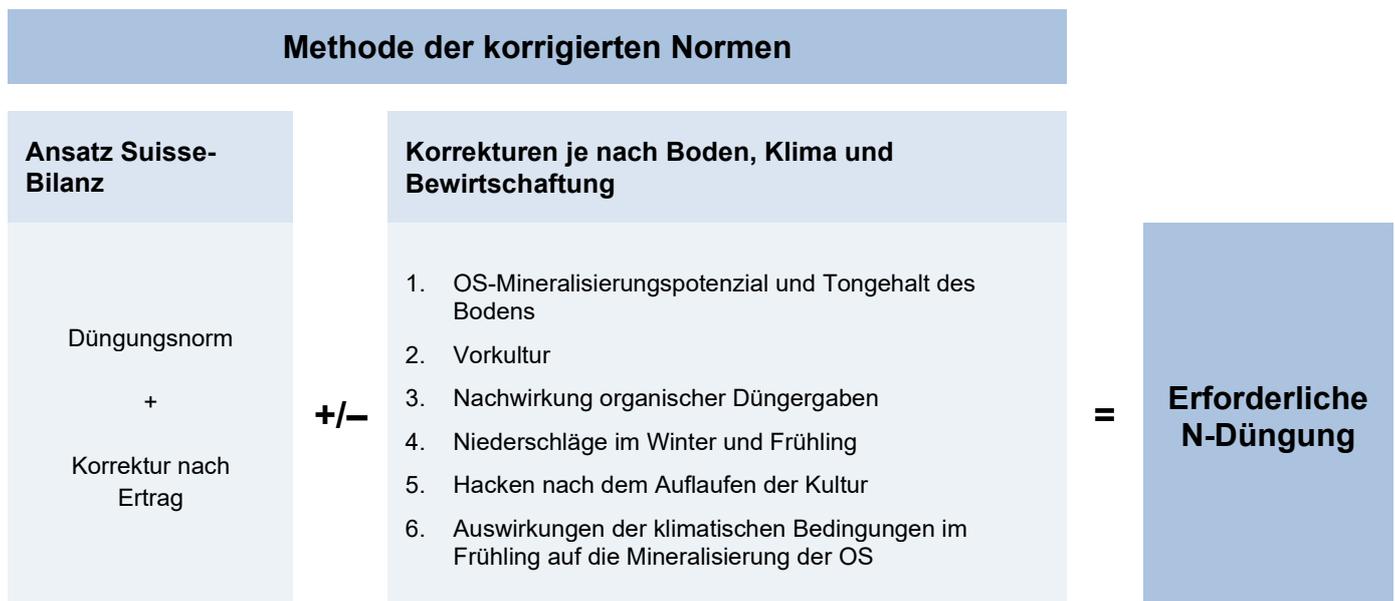


Abbildung 1. Vergleich des Suisse-Bilanz-Ansatzes mit der Methode der korrigierten Normen zur Bestimmung der Stickstoffgabe, die zur Deckung des Bedarfs der Kultur erforderlich ist. Die Methode der korrigierten Normen übernimmt die im Suisse-Bilanz-Ansatz berechnete Dosis und korrigiert sie um 6 Faktoren (angepasst von Sinaj et al., 2017). N = Stickstoff, OS = organische Substanz des Bodens.

Vorteile/Synergien

- Optimierte Düngung
- Einsparungen beim Kauf von Düngemitteln oder Steigerung des Ertrags
- Angepasst an Schweizer Verhältnisse
- Keine Änderungen der Betriebsführung
- Keine zusätzlichen Kosten
- Keine zusätzlichen Informationen neben den Daten, die bereits für den ökologischen Leistungsnachweis erforderlich sind.
- Grosses Potenzial für eine Anwendung durch die Landwirtschaftsbetriebe

Nachteile/Limitierungen/Zielkonflikte

- Der Ansatz ist eine Vorhersage des N- und P-Bedarfs der Kulturen für Jahre mit durchschnittlichen Boden- und Klimabedingungen auf der Grundlage von Feldversuchen und Expertenwissen. Deshalb ist die Vorhersage für klimatische Extreme, d. h. stark von den bisherigen Beobachtungen abweichende Jahre, mit Unsicherheiten verbunden.
- Mit dieser Methode lassen sich für die Anpassungen nur die Wetterbedingungen des Jahres bis zum Winterende berücksichtigen.
- Da für die Umsetzung noch kein anwendungsfreundliches Tool zur Verfügung steht, ist zusätzliche Planungsarbeit erforderlich, auch wenn alle notwendigen Daten vorhanden sind.
- Der Skalenunterschied der Suisse-Bilanz (Betriebsebene) und der korrigierten Normen (Ebene der Parzelle) schränkt die gemeinsame Funktion und Kontrolle der beiden Methoden ein.

Interaktionen

Die Planung einer bedarfsgerechten Düngung je nach Standort und Bedingungen ist ein grundlegendes und vielseitiges Instrument, das viele Massnahmen sinnvoll ergänzt und selbst durch andere Massnahmen optimiert werden kann. Dazu einige Beispiele:

- Das Führen eines digitalen Feldkalenders, mit dem die Düngung und ihre Planung dokumentiert wird.
 - An den Ernährungszustand der Kulturen angepasste N-Düngung
 - N_{min}-Methode
 - Methoden zur Anwendung und Optimierung von Düngemitteln
 - Präzisionslandwirtschaft
- usw.

Umsetzung: Aufwand/Ablauf/Anwendung/Durchführbarkeit

Die Methode wird in der Schweiz seit Langem angewendet und wurde validiert. Sie kann direkt angewendet werden. Allerdings steht noch kein anwendungsfreundliches IT-Tool zur Verfügung, mit dem diese Korrekturen vereinfacht oder automatisch anhand von Informationen vorgenommen werden können, die bereits in anderen Datenbanken vorhanden sind. Aktuell bearbeiten Agridea und Agroscope entsprechende Projekte.

Die Kompatibilität mit der Suisse-Bilanz muss überprüft werden, insbesondere für Fälle, in denen der Wert nach Suisse-Bilanz aufgrund von Anpassungen der Normen nach oben überschritten wird.

Voraussetzungen/Bedingungen

- Benötigt ein anwendungsfreundliches Werkzeug (App) zur Planung der parzellenspezifischen Düngung
- Erfordert spezielle Verfahren zur Überprüfung der Korrekturen

Bewertungen

Wirtschaftlichkeit

- Keine direkten Kosten für die Umsetzung
- Einsparungen aufgrund geringerer Mengen von ausgebrachten Düngemitteln und möglicherweise geringerer Mechanisierungs- und Arbeitsaufwand
- Zusätzlicher Arbeitsaufwand für parzellenspezifische Planung
- Indirekte Kosten für die Kontrollorgane möglich (nur bei Überprüfung)

Die Wirtschaftlichkeit wird im Folgenden qualitativ bewertet, weil die Kosten der Düngplanung noch nicht im Detail untersucht wurden. Da eine Düngplanung und Dokumentation gemäss Gesetzgebung als Teil des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) eine Voraussetzung für den Erhalt der Direktzahlungen ist, ist davon auszugehen, dass der zeitliche Mehraufwand unbedeutend ist, da hierfür die gleichen Massstäbe und Qualitätskriterien gelten. Kapitalkosten treten allenfalls auf, wenn eine noch nicht vorhandene Betriebsmanagementsoftware extra dafür angeschafft wird (siehe auch FMIS). Die Anschaffung solcher Softwares dient nicht nur der ÖLN-Nachweispflicht bezüglich Düngung, sondern auch allgemeinen Management- und Organisationsaufgaben. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass eine solche Anschaffung an sich wirtschaftlich ist. Weitere Kapitalkosten oder betriebsstrukturelle Anpassungen sind nicht zu erwarten.

Da keine Reduktion des Naturalertrags zu erwarten ist, sind die monetären Erträge gleichbleibend. Bei reduziertem Dünger-N-Bedarf sind Einsparungen gegenüber der Normdüngung oder Düngung nach Suisse-Bilanz möglich. Die Düngebedarfsermittlung mit Hilfe der Schätzmethode ist dementsprechend als wirtschaftlich einzuordnen, d. h. Δ monetäre Erträge $>$ Δ Kosten.

Reduktionspotenzial

Im Vergleich zu einer Düngplanung, die nur auf der Norm und dem Ertrag basiert, wie die aktuelle Suisse-Bilanz-Methode, führte die Methode der korrigierten Normen in Feldversuchen zu einer Reduktion von 20–40 kg N pro Hektare, ohne die Winterweizenproduktion zu beeinträchtigen (Grossrieder, 2022). Die Effizienz der Nutzung des durch die Düngemittel zugeführten Stickstoffs erreichte 60–70 %. Unter den Bedingungen dieser Studie konnten mit der Methode der korrigierten Normen gleichwertige Erträge wie mit der N_{\min} -Methode erzielt werden, allerdings bei geringerem Düngemiteleinsatz als unter Normdüngung. Die jeweilige Leistung dieser beiden Methoden hängt jedoch von der Kultur und den Bedingungen ab (Maltaš et al., 2015).

Basierend auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Jahr 2021 ergeben sich bei Berücksichtigung der entsprechenden Korrekturfaktoren folgende potenzielle Reduktionen der Stickstoffzufuhr im Vergleich zur Düngung gemäss den Normen:

- Vorfrucht: ca. 1700 t Stickstoff entsprechend der aktuellen Anbaufläche
- Nachwirkung von Hofdünger: ca. 3500 t Stickstoff je nach aktueller Hofdüngerproduktion
- Hacken nach dem Auflaufen der Kulturen: ca. 400 t Stickstoff

Die Auswirkungen der drei anderen Korrekturen können auf gesamtschweizerischer Ebene noch nicht bestimmt werden, da spezifische Boden- und Klimadaten auf der Ebene der Parzellen fehlen. Allerdings ist eine Korrektur der Düngung nach oben für den Faktor Niederschläge im Winter und Frühling zu erwarten. Die Grössenordnung könnte etwa den Einsparungen durch die Vorkultur entsprechen. Die Auswirkungen der Korrekturen aufgrund des Bodens und der klimatischen Bedingungen im Frühling auf die Gesamtbilanz dürften gering bleiben.

Insgesamt lässt sich bei einer Düngung gemäss den um die ersten drei Faktoren korrigierten Normen eine Reduktion um ca. 5600 t Stickstoff im Vergleich zu den aktuellen Normen gemäss Suisse-Bilanz erwarten. Unter der Annahme, dass die Landwirte keine anderen Düngungspläne als die Suisse-Bilanz einsetzen, lässt sich mit der Methode der korrigierten Normen der Stickstoffüberschuss in der Schweizer Landwirtschaft um 6,0 % reduzieren. Obwohl diese Vorhersage wegen fehlender Daten für einige Faktoren und der Verwendung von Arbeitshypothesen unsicher ist, zeigt sie das bedeutende Potenzial für die Reduktion des Stickstoffüberschusses durch ein optimiertes Düngen. Mit künftigen Studien lassen sich diese Schätzungen weiter verfeinern.

Erfolgs-/Qualitätskriterien

- Reduzierter Einsatz von Mineraldünger (auf Ebene der Betriebe und des Landes)
- Erhaltung oder Steigerung der Erträge
- Hohe Akzeptanz der Methode bei den Landwirtinnen und Landwirten

Stakeholder-Perspektiven

Die Akzeptanz der Massnahme wird hauptsächlich dadurch eingeschränkt, dass die Düngungsplanung und die Kontrolle auf Parzellen- und nicht auf Betriebsebene durchgeführt werden muss. Dies könnte als Einschränkung der Freiheit der Landwirtinnen und Landwirte und als zusätzliche Arbeitsbelastung für die Landwirtschaftsbetriebe, aber auch für die Kontrolle wahrgenommen werden.

Fazit

Wirtschaftliche Methode, die einen erheblichen Beitrag zur Senkung der Nährstoffüberschüsse in der Landwirtschaft leisten kann. Sie entspricht dem aktuellen Wissensstand und ist für die Schweiz belegt. Damit die Methode möglichst breit angewendet wird, sollte sie in bestehende Instrumente und in anwendungsfreundliche digitale Tools integriert werden.

Weitere Informationen

Enthalten in...

- AGRIDEA, BLW (2023). Wegleitung Suisse-Bilanz, Version 1.18. Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bern.
www.blw.admin.ch > Instrumente > Direktzahlungen > Ökologischer Leistungsnachweis > Ausgeglichene Düngerbilanz > Rechtliche Grundlagen > [Wegleitung Suisse-Bilanz 1.18](#).
- Frick H., Bischoff W.-A., Liebisch F. (2023). Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser: Regionalisierter Massnahmenkatalog für das Nitratprojekt Niederbipp-Gäu-Olten (SO & BE). *Agroscope Science* 147, 2023, 1–134. <https://doi.org/10.34776/as147g>
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (2021). Merkblatt zur Ermittlung des Stickstoff-Düngebedarfs (N) für Ackerkulturen (§ 4 DüV): Kultur- und standortbezogene Stickstoff-Obergrenze nach DüV. http://www.ltz-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Arbeitsfelder/Pflanzenbau/D%20C3%BCngung/Merkbl%C3%A4tter%20N-Berechnung/Blaues_Merkblatt_Obergrenze.pdf?attachment=true
- Sinaj S., Charles R., Baux A., Dupuis B., Hiltbrunner J., Levy L., Pellet D., Blanchet G., Jeangros B. (2017). 8/Düngung von Ackerkulturen: Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD) (Hrsg. S. Sinaj & W. Richner). *Agrarforschung Schweiz*, 8, (6), 2017, Spezialpublikation, 1-46. www.grud.ch

Literatur

- Grossrieder J., Ringger C., Argento F., Grandgirard R., Anken T., Liebisch F. (2022). Standortangepasste Stickstoffdüngung: aktuelle Methoden und Erfahrungen. *Agrarforschung Schweiz* 13, 103–113. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/50030>
- Jordan-Meille L, Higgins S., Dittert K., Cugnon T. et al. (2023). Comparison of Nitrogen Fertiliser recommendations in different West European countries. *European Journal of Soil Science* 13436. <http://doi.org/10.1111/ejss.13436>
- Maltas A., Charles R., Pellet D., Dupuis B., Levy L., Baux A., Jeangros B., Sinaj S. (2015). Evaluation zweier Methoden für eine optimale Stickstoffdüngung im Ackerbau. *Agrarforschung Schweiz* 6, 84–93. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/35020>
- Richner W., Flisch R., Sinaj S., Charles R. (2010). Ableitung der Stickstoffdüngungsnormen von Ackerkulturen. *Agrarforschung Schweiz* 1 (11+12), 410–415. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/23143>

Impressum

Herausgeber	Agroscope Route de Duillier 50 1260 Nyon 1 www.agroscope.ch
Series Editor	Frank Liebisch
Download	www.agroscope.ch/naehrstoffverluste
Copyright	© Agroscope 2023

Haftungsausschluss

Agroscope schliesst jede Haftung im Zusammenhang mit der Umsetzung der hier aufgeführten Informationen aus. Die aktuelle Schweizer Rechtsprechung ist anwendbar.