

# Abschätzung und Reduktion der Nitratauswaschung im Feldgemüsebau

Ernst Spiess<sup>1\*</sup>, Frank Liebisch<sup>1</sup>, Reto Neuweiler<sup>2</sup> und Oliver Zemek<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Das Nitratauswaschungspotenzial von 40 Gemüsearten wurde anhand von Literaturwerten zum N-Düngebedarf, zur N-Menge in den Ernterückständen und zur Wurzeltiefe klassifiziert. Die Auswaschung könnte insbesondere durch die Steuerung der Bewässerung, eine genauere Ermittlung des N-Düngebedarfs, eine vermehrte Integration von Zwischenkulturen in die Fruchtfolge sowie ein optimiertes Ernterückstandsmanagement reduziert werden.

Schlagwörter: Düngung, Ernterückstände, Stickstoff, Wurzeltiefe

## Summary

The nitrate leaching potential of 40 vegetable species was classified on the basis of literature values on N fertilizer requirement, N quantity in crop residues and rooting depth. Leaching could be reduced in particular by controlling irrigation, a more precise determination of the N fertilizer requirement, an increased integration of catch crops in the rotation and an optimized crop-residue management.

Keywords: crop residues, fertilization, nitrogen, rooting depth

## Einleitung

Bei stark erhöhten Nitratkonzentrationen in einer Trinkwasserfassung stellt sich meistens die Frage, wie die im Einzugsgebiet der Wasserfassung angebauten Kulturen hinsichtlich ihres Auswaschungspotenzials einzuschätzen sind. In solchen Gebieten wird oftmals auch Gemüse angebaut. Die Literatur zu den Stickstoff(N)-Verlusten durch Auswaschung im Feldgemüsebau zeigt ungeachtet der Methodik (Lysimeter, Saugkerzen, Anion-Austauschverfahren,  $N_{\min}$ -Bodenproben, Modellierung) ein erhebliches Auswaschungspotenzial unter bzw. nach Gemüsekulturen. Die publizierten Ergebnisse eignen sich jedoch nicht oder nur bedingt für eine Differenzierung der Nitratauswaschung nach Gemüsearten, weil sich die Standort- und Versuchsbedingungen wie Boden und Klima, die Bewirtschaftungsmaßnahmen und die Messmethoden stark unterscheiden. In einer Literaturstudie (Zemek et al. 2020) wurden deshalb Freilandgemüsearten nach deren Auswaschungspotenzial klassifiziert und Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung evaluiert.

## Material und Methoden

Für 40 Gemüsearten wurden quantitative Daten (i) zum N-Düngebedarf, (ii) zur N-Menge in den Ernterückständen und (iii) zur Wurzeltiefe zusammengestellt. Anschließend wurde das Nitratauswaschungspotenzial mit Hilfe dieser drei Parameter eingeschätzt, indem die Gemüsearten für jeden Parameter in eine von vier Klassen eingeteilt wurden. Jeder Klasse wurde eine Punktzahl von 1 (geringer) bis 4 (sehr hoher Beitrag zum Auswaschungspotenzial) zugeordnet. Vier Punkte wurden bei hohem N-Düngebedarf, einer

<sup>1</sup> Agroscope, Reckenholzstraße 191, CH-8046 Zürich, <sup>2</sup> Agroscope, Müller-Thurgau-Straße 29, CH-8820 Wädenswil

\* Ansprechpartner: DI Ernst Spiess, email: ernst.spiess@agroscope.admin.ch

großen N-Menge in den Ernterückständen bzw. einer geringen Wurzeltiefe vergeben. Aus der Summe der Punkte der drei Parameter, die minimal 3 und maximal 12 beträgt, ergab sich dann das Nitratauswaschungspotenzial.

## Resultate und Diskussion

### Nitratauswaschungspotenzial

Der **N-Düngebedarf** ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Sollwert an mineralischem Stickstoff ( $N_{min}$ ) und dem  $N_{min}$ -Gehalt im Boden vor Kulturbeginn. Der  $N_{min}$ -Sollwert repräsentiert das  $N_{min}$ -Angebot, mit dem der Höchstertragsbereich im Mittel vieler Düngungsversuche gerade erreicht wird. Um Höchsterträge zu erzielen und Qualitätseinbußen (z.B. unzureichende Grünfärbung der Blätter) zu vermeiden, sollte bei manchen Kulturen ein  $N_{min}$ -Mindestvorrat im durchwurzelten Bodenbereich bis zur Ernte vorhanden sein, denn ein großer Teil der Feldgemüsearten wird schon im vollen vegetativen Wachstum geerntet, wenn der N-Bedarf der Kulturen noch hoch ist. Kohlgemüse weist im Vergleich zu Blattgemüse (z.B. Nüsslisalat und Spinat) einen hohen  $N_{min}$ -Sollwert auf (Abbildung 1).

Im Zuge der Ernte können im Freilandgemüsebau erhebliche Mengen an **Ernterückständen** mit entsprechend großen N-Mengen auf dem Feld anfallen. Im Durchschnitt aller Kulturen verbleiben  $118 \text{ kg N ha}^{-1}$  mit den Ernterückständen auf dem Feld, wobei die Spanne von 5 bis  $550 \text{ kg N ha}^{-1}$  reicht (Abbildung 2).

Die **Wurzeltiefe** ist von Bedeutung, weil Nitrat in tieferen Bodenschichten nur von tiefwurzeln Kulturen aufgenommen und damit vor der Auswaschung ins Grundwasser bewahrt werden kann. Die wenigen verfügbaren Publikationen lassen auf große Unterschiede in der Durchwurzelungstiefe zwischen den Gemüsearten schließen (Abbildung 3).

Ein hohes **Nitratauswaschungspotenzial** (Tabelle 1) besteht insbesondere bei den Kohlarten und beruht auf der hohen N-Düngung und den großen N-Mengen in den Ernterückständen, wobei bei Kabis die in der Literatur hervorgehobene große Wurzeltiefe zur Verringerung des Potenzials beiträgt. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei

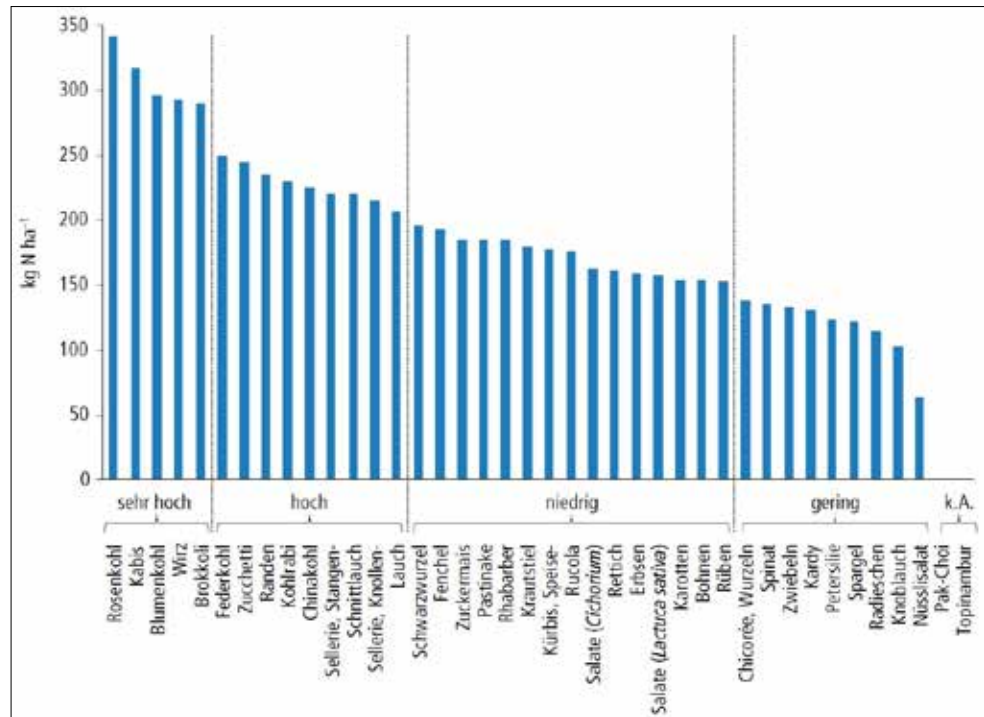


Abbildung 1:  $N_{min}$ -Sollwerte der Gemüsearten zur Bestimmung des N-Düngebedarfs im Freilandgemüsebau nach der  $N_{min}$ -Methode (k.A. = keine Angabe).

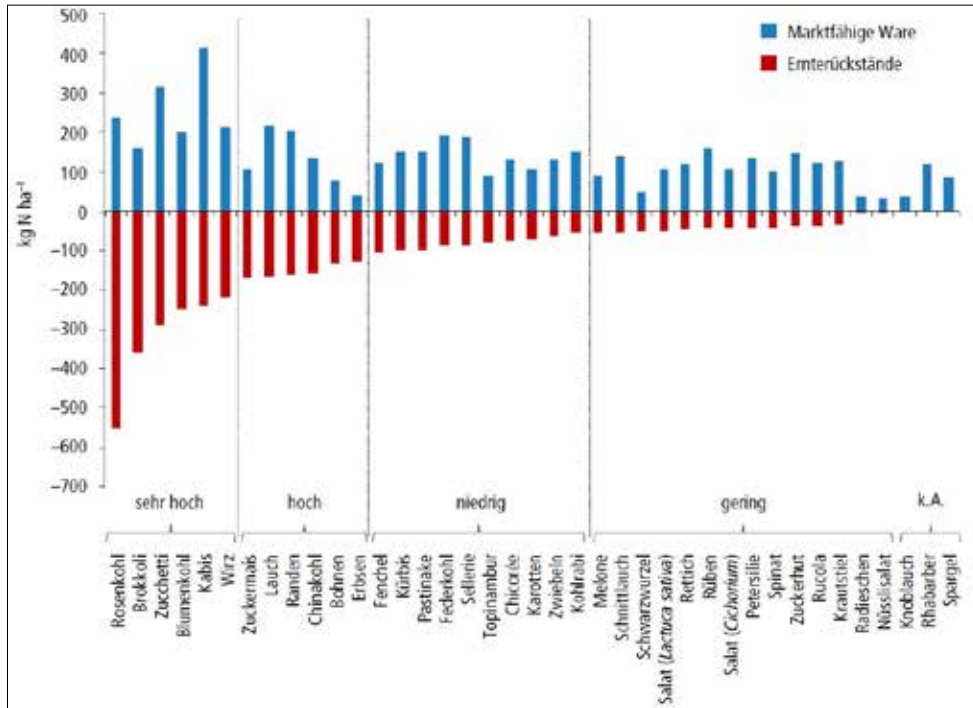


Abbildung 2: Durchschnittliche N-Mengen in den oberirdischen Ernterückständen im Freilandgemüsebau. k.A. = keine Angabe). Zum Vergleich werden die Werte für die marktfähige Ware angegeben.

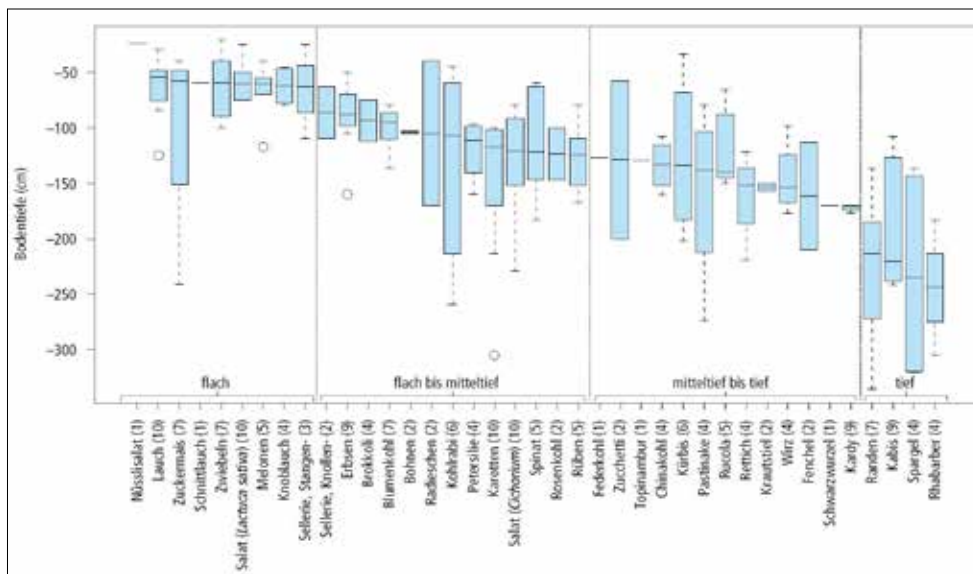


Abbildung 3: Wurzeltiefen der Gemüsearten am Ende der Kulturzeit (Anzahl der Messwerte in Klammern).

den Blattgemüsearten (z.B. Salate, Spinat und Rucola), die zwar meist eine geringe Wurzeltiefe aufweisen, ein geringes bis mittleres Potenzial aufgrund des niedrigeren N-Düngebedarfs und der kleineren N-Menge, die mit den Ernterückständen auf dem Feld verbleibt.

### Maßnahmen zur Reduktion der Nitratverluste

Die Bewertung der Bewirtschaftungsmaßnahmen nach ihrem Reduktionspotenzial, dem Wissensstand und der Praxistauglichkeit ergab vier Maßnahmen, die sich zur Reduktion der Nitratauswaschung besonders eignen:

1. Steuerung der Bewässerung: Dazu stehen primär vier Methoden als Entscheidungshilfe zur Verfügung: (i) die Berechnung der klimatischen Wasserbilanz (z.B. Geisenheimer Steuerung), (ii) mehrschichtige Bodenfeuchte- und Evapotranspirationsmodelle, (iii)

Tabelle 1: Nitratauswaschungspotenzial der Gemüsearten im Freilandanbau.

Wert	Gemüseart
11	Blumenkohl, Brokkoli, Rosenkohl
10	Lauch, Wirz
9	Zucchetti, Zuckermais, Kabis, Stangensellerie
8	Bohnen, Chinakohl, Erbsen, Federkohl, Knollensellerie, Kohlrabi, Schnittlauch
7	Randen, Zwiebeln, Karotten, Salate ( <i>Latuca sativa</i> )
6	Fenchel, Kürbis, Pastinake, Nüsslisalat, Rüben, Salate ( <i>Cichorium</i> )
5	Schwarzwurzel, Spinat, Krautstiel, Petersilie, Radieschen, Rettich, Rucola
n.a.	Knoblauch, Chicorée, Rhabarber, Topinambur, Kardy, Spargel, Pak-Choi

n.a. = nicht anwendbar aufgrund fehlender Angaben in der Literatur

- Bodenfeuchtesensoren (z.B. Tensiometer, FDR) und (iv) das kontinuierliche sensorgestützte Monitoring des Pflanzenbestandes (z.B. Bestandestemperatur).
- Verbesserte Ermittlung des N-Düngebedarfs: Vielversprechende Methoden dazu sind (i) die  $N_{\min}$ -Methode, welche auf der Messung der  $N_{\min}$ -Menge in der von den Wurzeln nutzbaren Bodenschicht zu Kulturbeginn beruht, (ii) das Kulturbegleitende- $N_{\min}$ -Sollwert-System KNS mit mehreren  $N_{\min}$ -Bodenproben während der Kulturperiode und (iii) das Computerprogramm N-Expert, das die N-Verfügbarkeit anhand von Bodeneigenschaften, Klima- und Bewirtschaftungsdaten modelliert.
  - Vermehrter Anbau von Zwischenkulturen: Zwischenkulturen nehmen Wasser und N aus dem Boden auf. Dadurch wird die Sickerwasserbildung reduziert, und das anfallende Sickerwasser weist eine geringere Nitratkonzentration auf.
  - Optimierung des Ernterückstandsmanagements: Während die Ernterückstände bis anhin vorwiegend auf den Feldern zurückbleiben, sollte in Zukunft deren Abfuhr mit nachfolgender Weiterverwertung in Vergärungs- und Kompostieranlagen in Erwägung gezogen werden, insbesondere beim Anbau von Gemüsearten mit hohen N-Mengen im zurückbleibenden Pflanzenmaterial sowie beim letzten Satz in der Vegetationsperiode. Dabei ist auch der Humusbilanz Beachtung zu schenken.

## Schlussfolgerungen

Der hier vorgestellte Ansatz für eine Differenzierung der Gemüsearten nach dem Nitratauswaschungspotenzial ist mit Hilfe einer Modellierung weiter zu entwickeln. Anstatt einzelner Gemüsearten sollten vielmehr gemüsebauliche Kulturfolgen, die in der Praxis häufig vorkommen, bewertet werden. Eine Überprüfung der modellierten Daten könnte anhand von Messwerten aus neuen Versuchen erfolgen. Durch die konsequente Anwendung der oben beschriebenen Maßnahmen sowie deren Weiterentwicklung erscheint eine Reduktion der Nitratauswaschung im Feldgemüsebau möglich.

## Dank

Das Forschungsprojekt NitroGäu wurde finanziell und inhaltlich durch das Bundesamt für Landwirtschaft und den Kanton Solothurn unterstützt.

## Literatur

Zemek O., Neuweiler R., Spiess E., Stüssi M., Richner W. (2020) Nitratauswaschungspotenzial im Freilandgemüsebau – eine Literaturstudie. Agroscope Science Nr. 95, 117 S. <https://doi.org/10.34776/as95g> [30.11.2020].