

## Validierung der Datengrundlage von Entscheidungshilfetools mit Praxisdaten aus dem ökologischen Gemüsebau

Tietjen S<sup>1, 2</sup>, Hefner M<sup>1</sup> & Sradnick A<sup>1</sup>

*Keywords: biologisches Freilandgemüse, Entscheidungshilfetools, N-Expert, NDICEA*

### Abstract

*The data base of the decision support tools N-Expert and NDICEA is several decades old, originates in the case of N-Expert from conventional vegetable production and may no longer be up to date. It was investigated to which extent the data base for nitrogen (N) contents in harvested products and crop residues agrees with data obtained from Germany-wide trials with cabbage and lettuce varieties in organic field vegetable production. NDICEA underestimated N levels in harvest residues for cabbage, while N-Expert underreported for lettuce. For white cabbage crop residues, both tools deviated from the trial mean. This also affected the decision support tools' estimated N uptake and thus the N fertilizer recommendation. For lettuce, the tools somewhat underestimated N levels. The estimated yield by the farmer to calculate the fertilization recommendation was also too low.*

### Einleitung und Zielsetzung

Da viele Gemüsekulturen innerhalb eines kurzen Zeitfensters große Mengen an Nährstoffen benötigen (Feller et al., 2011), ist eine Stickstoffdüngung während der Wachstumsphase im ökologischen Freiland Gemüsebau meist notwendig um qualitativ hochwertiges Gemüse zu erhalten. Viele Betriebe greifen für die Berechnung der organischen Düngemittelaufwandmengen auf Erfahrungswerte zurück. Daneben gibt es unterschiedliche Softwarelösungen, die durch Abschätzungen und Vorhersagen Empfehlungen zum Düngungsmanagement geben können. Speziell für den Gemüsebau gibt es die Software N-Expert (Fink and Scharpf, 1992), welche kontinuierlich weiterentwickelt wird (Sradnick and Feller, 2018) und das zunächst für den ökologischen Ackerbau entwickelte Tool NDICEA (Van der Burgt et al., 2006). Zwar unterscheiden sich beide Programme hinsichtlich ihrer Kalkulationen und Zielstellungen, doch bauen beide auf festen Standartwerten für die Nährstoffgehalte in Gemüsekulturen auf. Daraus wird z.B. der zu erwartende N-Entzug der Pflanze aus dem Boden berechnet, auf Grund dessen Düngeempfehlungen getroffen werden können. Meist stammen diese Werte aus dem konventionellen Gemüsebau und nicht für alle Werte ist klar dokumentiert aus welcher Datengrundlage diese ursprünglich gewonnen wurden. Unterschiedliche Versuchsergebnisse zeigen, dass die N-Gehalte der Kulturen aus dem konventionellen Gemüsebau nicht immer für den Ökobereich anzuwenden sind (Bajgai et al., 2013; Citak and Sonmez, 2010; Montemurro, 2010). Dies liegt z.B. an der Düngestrategie im ökologischen Gemüsebau, die durch die Anwendung von organischen Düngemitteln und einer höheren Nachlieferung aus der organischen Bodensubstanz geprägt ist. Im konventionellen Gemüsebau kann die späte Gabe synthetischer N-Düngemittel (Kopfdüngung) den N-Gehalt in den Kulturen erhöhen. Hier spielen vor allem unterschiedliche Anforderungen durch den Handel eine

---

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) e.V., Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979, Großbeeren, Deutschland, [sradnick@igzev.de](mailto:sradnick@igzev.de), [www.igzev.de](http://www.igzev.de)

<sup>2</sup> Umweltbundesamt, Straße, PLZ, Ort, Land

größere Rolle. Die Daten in den Entscheidungshilfetools sind meist mehrere Jahrzehnte alt und entsprechen ggf. nicht mehr den aktuell verwendeten Sorten und Anbaubedingungen. Vor allem im Gemüsebau mit der großen Vielfalt an Kulturen und den unterschiedlichen Kulturzeiträumen (z.B. Frühjahr oder Herbst) fehlen für die Programme teilweise Daten. Da ein Modell nur so gut wie die ihm zugrundeliegenden Daten sein kann, war das Ziel dieser Arbeit unter Praxisbedingungen erhobene Versuchsdaten mit den hinterlegten Werten von N-Expert und NDICEA zu vergleichen. Der Fokus dieser Auswertung lag auf den Stickstoffgehalten des Ernteguts und Ernterückstands von verschiedenen Kohl- und Salatkulturen. Daraus sollten Hinweise zu Aktualität und Validität von Grunddaten unter den Bedingungen des ökologischen Gemüsebaus gewonnen werden.

## Methoden

Daten zu N Konzentrationen wurden aus den Computerprogrammen N-Expert (Version 4.5.4, 2022) und NDICEA (Version 6.2, 2014) sowie aus Versuchsdaten zusammengestellt und ausgewertet. In N-Expert und NDICEA wird bei den N-Gehalten nicht zwischen konventionellen und ökologischen Daten unterschieden. Die Versuchsdaten wurden in Praxisversuchen des Nutri@ÖkoGemüse-Projektes erhoben, welche zwischen 2019 und 2021 mit jeweils vier Düngungsvarianten in Betrieben in Deutschland durchgeführt wurden. Es wurden nur Versuchsdaten verwendet, die von mindestens zwei Betrieben stammten und in denen eine ausreichende N-Versorgung und gesundes Pflanzenwachstum gewährleistet waren. Die Versuche wurden mit Brokkoli (n=4) und Weißkohl (n=7) (*Brassica oleracea*, var), sowie Salat (*Lactuca sativa*) (gem. Blattsalate (n=5), grüne Blattsalate (n=6), rote Blattsalate (n=4), Kopfsalat (n=2)) durchgeführt. Die Berechnung des Schätzwertes für N im Aufwuchs erfolgte unter Berücksichtigung des Standardverhältnisses von Feldabfuhr und Ernterückständen der jeweiligen Programme und den Ertragsschätzungen an den Versuchsstandorten.

Die Daten wurden in R Version 4.1.1 (CoreRTeam, 2013) mit dem Paket tidyverse (Wickham et al., 2019) ausgewertet.

**Tabelle 1: Datenvergleich (N-Expert, NDICEA, Praxisversuche) des N-Gehaltes in der Frischmasse für die Feldabfuhr und Ernterückstände**

Kultur	N-Expert	NDICEA	Versuchsdaten MW (SD)	N-Expert	NDICEA
				%-Abweichung	%-Abweichung
N-Gehalte [g/kg in FM]					
<b>Feldabfuhr</b>					
Brokkoli	4.5	2.2	4.3 (0.5)	4.7	-48.8
Weißkohl	2.1	1.4	2.1 (0.6)	0	-33.3
Salate, mix	1.8		2.3 (0.4)	-21.7	N/A
Blattsalate, grün	1.9		2.1 (0.5)	-9.5	N/A
Blattsalate, rot	1.9		1.9 (0.4)	0	N/A
Kopfsalat	1.8	2	2.8 (1.4)	-35.7	-28.6
<b>Ernterückstände</b>					
Brokkoli	3.5	4.2	3.4 (0.6)	2.9	23.5
Weißkohl	3	1.9	2.6 (0.7)	15.4	-26.9
Salate, mix	1.8		2 (0.3)	-10	N/A
Blattsalate, grün	1.9		2.2 (0.7)	-13.6	N/A
Blattsalate, rot	1.9		1.7 (0.4)	11.8	N/A
Kopfsalat	1.8	1.5	1.6 (0.5)	12.5	-6.3

**Tabelle 2: Datenvergleich (N-Expert, NDICEA, Praxisversuche) des gesamt N im Aufwuchs**

Kultur	N-Expert	NDICEA	Versuchsdaten	N-Expert	NDICEA
	Schätzung MW (SD)		MW (SD)	N-Aufwuchs [kg/ha]	
				% -Abweichung	
Brokkoli	204.1 (43)	223.2 (47)	196.5 (74)	3.9	13.6
Weißkohl	227.4 (68)	140.2 (42)	188.8 (100)	20.4	-25.7
Salate, mix	56.0 (11)	N/A	80.9 (21)	-30.8	N/A
Blattsalate, grün	77.9 (12)	N/A	101.3 (37)	-23.1	N/A
Blattsalate, rot	76.0	N/A	98.3 (45)	-22.7	N/A
Kopfsalat	75.7 (15)	88.1 (18)	117.5 (85)	-35.6	-25

## Ergebnisse

Die N-Gehalte der Feldabfuhr und der Erntereste für Brokkoli und Weißkohl stimmten bei N-Expert mit den Versuchsdaten überein (Tabelle 1). In NDICEA wurde der N-Gehalt der Feldabfuhr beim Kohl stark unterschätzt. Beim Brokkoli wurde der N-Gehalt der Ernterückstände auf relevantem (24 %) Niveau überschätzt. Eine Unterschätzung des N-Gehalts in der Feldabfuhr wurde ebenso für die gemischten Salate durch N-Expert festgestellt (22 %). In NDICEA waren keine Daten für Blattsalate und gemischte Salate hinterlegt. Bei den Ernterückständen lagen die Versuchsdaten für Weißkohl mit einem mittleren N-Gehalt von 2.6 g/kg N zwischen denen von N-Expert und NDICEA mit 3 g/kg N bzw. 1.9 g/kg N. Die N-Gehalte der Salatrückstände aus den Versuchen lagen dagegen im Bereich der Standarddaten der Programme und wichen nur um maximal 13.6 % ab (Tabelle 1). Tabelle 2 zeigt, dass die Schätzungen der N-Aufnahme von N-Expert und NDICEA für Brokkoli auf vergleichbarem Niveau mit den Versuchsdaten waren. Anders sieht es für Weißkohl aus, hier überschätzte N-Expert (20 %) und unterschätzte NDICEA (26 %) die N-Aufnahme der Kultur. Der gesamte N im Salataufwuchs wurde im Vergleich zu den Versuchsdaten immer zwischen 23 % und 36 % unterschätzt.

## Diskussion

Die N-Gehalte der Feldabfuhr aus den ökologischen Betrieben stimmen für Kohl mit den Daten aus N-Expert überein. Dies deutet darauf hin, dass es hier nur geringe Unterschiede zum konventionellen Gemüsebau gibt, da N-Expert auf Daten aus dem konventionellen Bereich beruht.

Die Unterschiede in den N-Gehalten der Frischmasse bei NDICEA können neben einer nicht aktuellen Datengrundlage auch auf unterschiedliche Annahmen des Trockensubstanzgehalts zurückzuführen sein. Zum Beispiel liegt bei NDICEA der Standardwert für die Trockenmasse in der Weißkohlfeldabfuhr 23 % unter der Annahme von N-Expert. Für Salat scheinen die Abweichungen von N-Expert möglicherweise an unterschiedlichen Anforderungen für die Vermarktung im Ökobereich und am abweichenden Nitratgehalt in der Frischmasse von konventionellem Gemüse zu liegen. Die Ergebnisse bei Kopfsalat sind hier mit Vorsicht zu betrachten, da nur zwei Versuche mit jeweils vier Parzellen ausgewertet wurden. Bei den Kohlernterückständen gibt es noch Forschungsbedarf. Die Abweichungen bei Weißkohl könnten auf unterschiedliche N-Versorgungszustände zum Ende der Kulturzeit zurückzuführen sein. Möglicherweise gibt es in NDICEA dazu spezifische Vorgaben aus den Niederlanden die sich nicht direkt auf Deutschland übertragen lassen.

Die Unterschiede in den N-Gehalten der Ernterückstände für Weißkohl wirken sich teilweise sehr stark auf die berechnete N-Aufnahme der Kultur aus, was im ungünstigsten Fall zu einer Unterversorgung der Kultur führen könnte. Bei Salat ist die Schätzung des gesamten N im Aufwuchs auch durch eine Unterschätzung der Ertragsersparnis an den Standorten zu erklären. Hier ist eine bessere Erfassung der Feldabfuhr durch den Betrieb zu empfehlen. Für NDICEA wird angeregt, weitere Salatkulturen für eine differenzierte Berechnung in die Datengrundlage aufzunehmen.

## Schlussfolgerungen

Die Datenauswertung hat gezeigt, dass die Datengrundlage für die N-Gehalte in der Feldabfuhr im Ökobereich mit der aus dem konventionellen Gemüsebau übereinstimmen. Für die korrekte Vorhersage der N-Gehalte der Ernterückstände scheint es Forschungsbedarf zu geben, da es hier teilweise große Unterschiede zwischen den Tools und den Versuchsdaten gibt.

## Danksagung

Wir danken den Versuchsbetreuern vom Nutri@ÖkoGemüse-Projekt: LWG Bayern, DLR, LFA Mecklenburg-Vorpommern, LTZ Augustenberg, Staatliche LVG-Heidelberg und der Universität Hohenheim. Ebenfalls danken wir R. Fischer, K. Egenolf, P. Schad und E. Schulte-Eickhoff von der LWK-NRW sowie B. Timmermans vom Louis Bolk Institut und G.-J. van der Burgt für den Einblick in NDICEA. Dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft danken wir für die Finanzierung des Projektes.

## Literatur

- Bajgai Y, Kristiansen P, Hulugalle N & McHenry M (2013). Comparison of organic and conventional managements on yields, nutrients and weeds in a corn-cabbage rotation. *Renewable Agriculture and Food Systems* 30, 132-142.
- Citak S & Sonmez S (2010). Influence of organic and conventional growing conditions on the nutrient contents of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) during two successive seasons. *J Agric Food Chem* 58, 1788-93.
- CoreRTeam (2013). R: A language and environment for statistical computing.
- Feller C, Fink M, Laber H, Maync A, Paschold P-J, Scharpf H C, Schlaghecken J, Strohmeyer K, Weier U, & Ziegler J (2011). Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): *Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse-und Zierpflanzenbau (IGZ)*, 3. Auflage, Heft 4, Großbeeren.
- Fink M & Scharpf H (1992). N-Expert-A decision support system for vegetable fertilization in the field. In "Workshop on Ecological Aspects of Vegetable Fertilization in Integrated Crop Production in the Field 339", pp. 67-74.
- Montemurro F (2010). Are Organic N Fertilizing Strategies Able to Improve Lettuce Yield, Use of Nitrogen and N Status? *Journal of Plant Nutrition* 33, 1980-1997.
- Sradnick A & Feller C (2018). N-Expert jetzt mit neuen Funktionen zur Kalkulation der Mineralisierung und zur Umsetzung der Düngereihenfolge. In "52. Gartenbauwissenschaftliche Jahrestagung „Klimafolgen und Herausforderungen für den Gartenbau“, Vol. BHGL - Schriftenreihe Band 33, 2018, Geisenheim.
- Van der Burgt G, Oomen G, Habets A & Rossing W (2006). The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74, 275-294.
- Wickham H, Averick M, Bryan J, Chang W, McGowan L D A, François R, Grolemond G, Hayes A, Henry L, & Hester J (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of open source software* 4, 1686.