



Künstliche Intelligenz und angepasste Stickstoffform für eine Ressourcen effiziente Zukunft des Freilandgemüsebaus

Prof. Dr. Jana Zinkernagel

Samantha Rubo, Lilian Schmidt

Institut für Gemüsebau, Hochschule Geisenheim University

Gemeinsame Tagung des Verbands der Landwirtschaftskammern e. V. (VLK) und des Bundesarbeitskreises Düngung (BAD) am 26./27.04.2022 in Würzburg

In intensiv bewirtschafteten Gemüseanbaugebieten weist das Grundwasser häufig zu hohe Nitratgehalte auf. So stehen Düngung und Bewässerung im Spannungsfeld ökonomischer, ressourceneffizienter, umweltschonender und politischer Anforderungen an den Gemüsebau [1]. Dies liegt u. a. an der - im Vergleich zu ackerbaulichen Kulturen - erheblich intensiveren Flächenbewirtschaftung, hohen Ertrags- und Qualitätsanforderungen, hohem Ressourcenbedarf und -einsatz. Aus kurzen Kulturzeiten und dem Ernten der Kulturen während des vegetativen Wachstums resultieren für Gemüsekulturen oft sehr große N_{min} Reste. Der hohe Bewässerungsbedarf verstärkt die ohnehin enge Kopplung der Stickstoff (N)-Dynamik an den Bodenwasserhaushalt. So ist der Anbau von Gemüsekulturen mit besonders hohen Anforderungen an ein optimales und nachhaltiges Management von Düngung und Bewässerung verbunden.

Digitale sensorgestützte und teilflächenspezifische Entscheidungshilfesysteme insbesondere für ein kombiniertes Bewässerungs- und Düngungsmanagement stellen Lösungsansätze für die Gemüsepraxis dar. Die Bedingung für ihre Akzeptanz durch Praktiker ist neben der wissenschaftlich fundierten Informationsvermittlung über den schlagspezifischen Handlungsbedarf die hohe Benutzerfreundlichkeit. Die Minimierung der Komplexität von Eingangsmodellen, durch Reduzierung der Anzahl von Eingabeparametern, ist eine Annäherung dafür. Für die teilflächenspezifische Bewässerungsempfehlung werden mit Hilfe der künstlichen Intelligenz entsprechende Modelle entwickelt.

Algorithmen des maschinellen Lernens sind ein leistungsfähiges Instrument zur Schätzung des Wasserbedarfs auf der Grundlage einer geringen Anzahl von Parametern und zur Abbildung der nichtlinearen Prozesse des Wasserhaushalts. Im Rahmen des BMEL-Projektes „GeoSenSys“ [2,3] wird ein künstliches neuronales Netz, das Artificial Neural Network for Irrigation, ANNI, parametrisiert, welches die täglich verfügbare

Wasserkapazität (AWC) des Bodens, die aus Tensiometerdaten berechnet wird, und den daraus abgeleiteten Bewässerungsbedarf modelliert. Die Referenzwerte stammen aus dreijährigen Bewässerungsversuchen mit Spinat in Geisenheim. Das erste Modell beruht auf klimatischen Eingangsparameter sowie Größen der Geisenheimer Bewässerungssteuerung (GS) [4]. Zwei Vegetationsindizes (VI) von einem Multispektralsensor wurden als Eingabeparameter für das zweite Modell hinzugefügt. Die Leistung der beiden Modelle wurde ermittelt und mit der von GS verglichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine einzelne Schicht mit zehn verdeckten Neuronen und 10000 Lernzyklen die AWC gut modellieren kann. Durch das Hinzufügen der VIs zum Modell ist die Leistung leicht verbessert. ANNI erbringt ähnliche Leistungen wie das herkömmliche Modell der Klimatischen Wasserbilanz (GS). Eine Kopplung mit Modellen für den spezifischen Stickstoffbedarf, beruhend auf dem N-Expert-System [5] und dem C-N Bodenprozessmodell CANDY [6] des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau ist die Grundlage für ein benutzerfreundliches Entscheidungshilfesystem für ein teilflächenspezifisches Bewässerungs- und Stickstoffdüngemanagement von Spinat geschaffen.

Die Ressourceneffizienz im zukünftigen Gemüseanbau kann weiter durch die Wahl geeigneter Stickstoffdüngformen gesteigert werden. Hierbei nimmt die Stickstoffassimilation der Pflanzen unter erhöhten atmosphärischen Kohlendioxidkonzentrationen (eCO_2) eine mögliche Rolle ein. Die Assimilation von Nitrat (NO_3^-) in den Blättern von C_3 -Pflanzen hängt bekannterweise mit der Photorespiration zusammen, einem Prozess während der Photosynthese. Dabei entstehen Reduktionsmittel, die für die Reduktion von Nitrat erforderlich sind. Unter eCO_2 wird dieser Prozess zu Gunsten der CO_2 -Fixierung reduziert und damit potenziell auch die Nitratassimilation. Eine Ammonium (NH_4^+) betonte Düngung könnte folglich zukünftig besser geeignet sein, um das N-Angebot effizienter in Pflanzenwachstum umzusetzen [7]. Am Beispiel von Radies zeigen Versuche unter eCO_2 und einer NH_4^+ bzw. NO_3^- betonten Düngung eine Wechselwirkung der beiden Faktoren auf die N-Zusammensetzung und das Wachstum von Radies. Eine unterschiedliche Entwicklung des Laubes und der Knolle aufgrund der N-Form wird durch eCO_2 forciert. Die Knolle als das Ernteprodukt ist unter erhöhter CO_2 -Konzentration sowohl größer und schwerer als auch ernährungsphysiologisch interessanter zusammengesetzt mit einer Ammonium-betonten Düngung.



Literatur

[1] Nitratklage (2018). Verwaltungsstreitsache Deutsche Umwelthilfe e.V. gegen Bundesrepublik Deutschland.

https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Naturschutz/Stickstoff/Nitratklagebegr%C3%BCndung.pdf

[2] FKZ 313-06.01-28-1-85.09A-18

[3] <https://www.hs-geisenheim.de/gemuesebau/bewaesserung/geosensys/>

[4] Zinkernagel, J., Kleber, J., Mayer, N. (2012b). Bewässerungssteuerung für gemüsebauliche Kulturen in Praxis und Forschung. In: Management der Ressource Wasser. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), 98-106.

[5] Feller C. (2015). N-Expert - Fertiliser recommendations for field vegetables. <http://www.igzev.de/nexpert/?lang=en>. (Abgerufen am 23.11.18).

Feller, C.; Rehbein, K. (2017). N Expert weiterentwickelt. B&B Agrar, 6, 32-33.

[6] Franko, U. (1997): Modellierung des Umsatzes der organischen Bodensubstanz. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 41, 527 – 547.

[7] Bloom, A.J., 2015. Photorespiration and nitrate assimilation: a major intersection between plant carbon and nitrogen. Photosynth. Res. 123, 117–128.