Das Wasser im System halten

Wie schneiden **Brachen und Zwischenfrüchte** im Vergleich hinsichtlich der Stickstoffkonservierung ab und welchen Einfluss haben sie auf das Bodenwasser?

Wassersparende Anbaumethoden *gewinnen immer mehr an Bedeutung, um das Bodenwasser zu halten. Zwischenfrüchte könnten dazu beitragen Erosion zu vermindern, Wasser zu halten und Nährstoffe wie Stickstoff für die Hauptkultur zu fixieren.* FOTO: SABINE RÜBENSAAT

Die Integration von Zwischenfrüchten in die Fruchtfolgen ist mit zahlreichen Zielstellungen verbunden. Im Fokus stehen u. a. der Schutz vor Bodenerosion, die ständige Bereitstellung frischer organischer Substanz als Futter für das Bodenleben (Lebendverbauung, Humusaufbau, Ton-Humus-Komplexe etc.) sowie nicht zuletzt auch die Konservierung von auswaschungsgefährdeten Nährstoffen.

Aus nährstoffdynamischer Sicht ist hierbei insbesondere der Stickstoff von Bedeutung: die Düngeverordnung macht stringente Vorgaben bezüglich der maximal zu düngenden N-Menge und besonders an den Hochertragsstandorten wird beispielsweise die nachhaltige Erzeugung von Qualitätsgetreide schwierig.

Stickstoffverfügbarkeit

Eine knapp kalkulierte N-Düngung in den meisten Fällen kaum geeignet, um einen Nitrateintrag in den Grundwasserkörper effektiv zu mindern. Das liegt daran, dass die N-Auswaschung an die Sickerwasserbildung gekoppelt ist: Grundwasserneubildung findet hauptsächlich in der Winterperiode statt. Ausschlaggebend für die N-Austräge ins Grundwasser sind also nicht die Bodengehalte an wasserlöslichem Stickstoff (N_{min}) während der N-Düngungssaison, sondern vielmehr diejenigen zu Beginn der winterlichen Sickerwasserperiode (ca. ab November). Regelmäßige Messungen zeigen, dass die Herbst-N_{min}-Gehalte sowohl nach Getreide als auch nach Raps oder Mais nicht selten im Bereich von etwa 100 kg/ha liegen. Diese N-Mengen entstammen aber im Wesentlichen nicht direkt aus der N-Düngung, sondern zur Hauptsache der sommerlichen Nachmineralisierung, also aus dem Abbau organischer Substanz. Auf diese natürliche N-Nachlieferung ist im Rahmen einer bedarfsgerechten N-Düngung kaum Einfluss zu nehmen. Eine erfolgversprechende Lösung des Nitratproblems ist nun jedoch die N-Konservierung in pflanzlicher Biomasse. Dies kann manchmal durch Hauptfrüchte wie beispielsweise Raps geschehen, welcher bei zehn bis zwölf Blättern je Pflanze vor dem Winter durchaus 80–100 kg/ha N aufnehmen kann. Steht aber eine Sommerkultur, z. B. Mais nach Weizen, dann bleibt nur eine gut entwickelte Zwischenfrucht zur N-Konservierung übrig.

ABBILDUNG 1

Zwischenfrucht vor Mais 2023/24 Sachsen-Anhalt

Ogay, 2024

Die Zwischenfruchtmischung *hatte am 25. September bereits 75 kg/ha N in der Biomasse gespeichert.* FOTO: MICHAEL DREYER

Flächen mit Zwischenfrüchten *zeigen im Vergleich mit Brachflächen ein kurzfristiges Wasserdefizit im Herbst.* FOTO: SABINE RÜBENSAAT

Das Bodengefüge *kann durch den Zwischenfruchtanbau nachhaltig verbessert werden.* FOTO: SABINE RÜBENSAAT

Besonders in Trockengebieten gibt es jedoch bezüglich des Zwischenfruchtanbaus seit jeher deutliche Vorbehalte: „Die Zwischenfrucht zieht Wasser, welches dann der Nachfrucht fehlt." Dennoch ist der Anbau von Zwischenfrüchten vor Sommerungen in vielen Regionen inzwischen Pflicht. Vor diesem Hintergrund stellen sich zwei zentrale Fragen:

- Welche N-Mengen kann eine Zwischenfrucht vor Winter aufnehmen?
- Und wie wirkt sich der Zwischenfruchtanbau auf den Bodenwasserhaushalt aus?

Der Versuchsaufbau

Zur Klärung dieser Fragen wurde in Kooperation mit der Professur für Allgemeinen Pflanzenbau und Ökologischen Landbau der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und dem Deutschen Wetterdienst in 2023/24 in Dahlenwarsleben nördlich von Magdeburg ein entsprechender Feldversuch (Streifenversuch) angelegt: Eine Anfang August 2023 nach Winterweizen etablierte abfrierende Zwischenfruchtmischung (25 % Phacelia, 25 % Ramtillkraut, 50 % Sommerwicke) konnte sich bei hervorragenden Wachstumsbedingungen bis zum Vegetationsende (Ende November 2023) sehr gut entwickeln *(Abb. 1)*.

Eine Analyse am 20. November 2023 zeigte, dass unter der Zwischenfrucht bis zu einer Tiefe von 60 cm noch Rest-N_{min}-Mengen von 30 kg/ha vorhanden waren, während es unter der Vergleichsbrache ohne jeden Bewuchs 128 kg/ha waren *(Abb. 1)*. Rein rechnerisch hat die Zwischenfrucht also ca. 100 kg/ha N in der Biomasse gespeichert und somit vor potenzieller Auswaschung geschützt. Davon steckten – so zeigen es weitere Analysen – ca. 75 kg/ha N in der oberirdischen Biomasse, sodass die restlichen ca. 25 kg/ha N wohl auf die Wurzelmasse, Exsudate etc. anzurechnen sind.

Wasserdefizit

Der Bodenwassergehalt wurde bis zu einer Tiefe von 60 cm alle drei Wochen erfasst. Es zeigte sich erwartungsgemäß, dass die Bodenwassergehalte unter der Zwischenfrucht im Sommer und Herbst zunächst niedriger lagen als unter der Brache. Dieses Defizit glich sich aber über Winter bis zum Frühjahr hin wieder vollständig aus *(Abb. 2, S. 30)*. Durch die Biomasse wird im Winter vermehrt Wasser in Form von Tau und Schnee eingefangen. Es kann einerseits in den Boden infiltrieren und andererseits wird durch die Taubenetzung der Pflanzen der Transpirationsverlust verringert. Darüber hinaus sorgt eine abfrierende Zwischenfrucht im Frühjahr bei steigenden Temperaturen durch die Mulchschicht für eine um etwa 30 % geringere Evaporation gegenüber der Brache.

Der hier vorgestellte Versuchsaufbau wurde zeitgleich im ca. 80 km weiter südlich gelegenen Merbitz auf der Versuchsstation der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Exaktfeldversuch geprüft. Auch hier zeigte sich im Herbst unter der Zwischenfrucht gegenüber der Brache ein Wasserdefizit, welches bis zum nächsten Frühjahr wieder ausgeglichen wurde.

Und auch mehrjährige und mehrortige Messungen des Deutschen Wetterdienstes bestätigen diesen Befund, der sich beispielsweise ▸

ANZEIGE

EUROPÄISCHE KARTOFFELN

Genom entschlüsselt

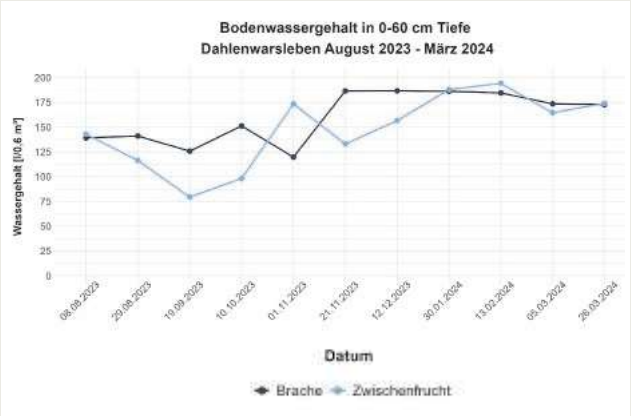
München. Einem Team der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) und dem Max-Planck-Institut (MPI) für Pflanzenzüchtungsforschung ist es gelungen, das Genom von zehn historischen Kartoffelsorten zu rekonstruieren – dies könnte die künftige Züchtung deutlich vereinfachen. „Wir wollten verstehen, wie viel Vielfalt in diesen Kartoffeln vorhanden war, um zu sehen, wie hoch das genetische Potenzial unserer Kartoffeln ist“, sagt Studienleiter Korbinian Schneeberger.

Es zeigte sich, dass der genetische Pool stark limitiert ist. Die zehn untersuchten Sorten decken bereits 85 % der genetischen Variabilität aller modernen europäischen Kartoffelsorten ab. Gleichzeitig können einzelne Chromosomenkopien sehr unterschiedlich sein – bis zu 20-mal mehr als beim Menschen.

Die Forscher haben zudem eine Methode entwickelt, mit der sich die Genome der rund 2.000 in der EU registrierten Kartoffelsorten effizient analysieren lassen. Dabei werden leicht zu generierende Daten mit den rekonstruierten Genomen verglichen, um die vorhandenen Chromosomen einer Sorte zu bestimmen. Die Wirksamkeit des Verfahrens konnte erfolgreich am Beispiel der Russet Burbank, der Standardsorte für Pommes frites, demonstriert werden. Laut Schneeberger schafft dieses Wissen über Genomsequenzen eine entscheidende Grundlage für moderne und zukünftige Züchtungsstrategien. **RED**

ABBILDUNG 2

Bodenwassergehalt Dahlenwarsleben



DWD, Böttcher, Ogay, 2024

ABBILDUNG 3

Bodenfeuchte unter Zwischenfrüchten (gemessen) seit 2012 in Threna bei Leipzig

DWD, Böttcher, 2024

▸ für den beprobten Standort in Threna, im Mitteldeutschen Trockengebiet, langfristig zeigen lässt *(Abb. 3)*.

Neben den kurzfristigen Effekten des Zwischenfruchtanbaus führt der Bewuchs zur Auflockerung des Bodens und verbessert das Bodengefüge, sodass die Wasserinfiltration und –speicherleistung des Bodens nachhaltig verbessert werden.

Im weiteren Versuchsverlauf zeigte sich, dass es hinsichtlich des Ertrages des nachgestellten Silomaises 2024 keine Unterschiede zwischen den Varianten Brache vor Mais und Zwischenfrucht vor Mais gab. Somit erweist sich der Zwischenfruchtanbau als eine wirkungsvolle Maßnahme zur Schließung von Nährstoffkreisläufen und stellt damit eine langfristige Investition in die Bodengesundheit dar – ohne negative Auswirkung auf das Wachstum der Hauptkultur.

In aufbauenden Versuchen muss speziell unter den Bedingungen im Trockengebiet geklärt werden, in welchem Umfang und zeitlichem Verlauf die in der Zwischenfrucht-Biomasse gespeicherte N-Menge der Nachfrucht durch Wiedermineralisierung zur Verfügung steht, wie stark also die N-Düngung der Nachfrucht potenziell reduziert werden kann.

FAZIT:

- Zwischenfrüchte schützen den Boden vor Wind- und Wassererosion und tragen zum Erhalt bzw. zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit bei.
- Gut entwickelte Zwischenfrüchte können N-Mengen von bis zu 100 kg/ha in ihrer Biomasse binden und somit vor winterlicher Auswaschung schützen.
- Die Bodenwasserreserven werden vom Zwischenfruchtanbau nicht nachhaltig beansprucht (bei abfrierender Zwischenfrucht und ausreichenden Winterniederschlägen).
- Der Anbau von Zwischenfrüchten zeigt oft keine negativen Auswirkungen auf die Hauptfrucht.

Michael Dreyer, Agrarberatung Dreyer;
Anastasia Ogay, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg;
Janna Macholdt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg;
Falk Böttcher, DWD Leipzig;
Jürgen Nieter, Dawa-Agrar GmbH

DEEP-LEARNING-ANSÄTZE

Pflanzenvorhersage verbessern

Gatersleben. In den vergangenen Jahren haben Deep-Learning-Methoden im Bereich der genomischen Vorhersage an Bedeutung gewonnen. Im Gegensatz zu klassischen Verfahren arbeiten Deep-Learning-Ansätze mit flexiblen, nichtlinearen Transformationen der Eingabedaten. Ziel ist es, Muster in den Daten zu erkennen und diese mit beobachtbaren Eigenschaften wie Ertrag oder Pflanzenhöhe zu verknüpfen. Die dafür notwendigen Parameter werden auf der Basis von umfangreichen Trainingsdaten optimiert. Solche Verfahren versprechen insbesondere dann Vorteile, wenn Pflanzeneigenschaften stark von komplexen Wechselwirkungen beeinflusst werden, die in herkömmlichen Modellen nicht oder nur unzureichend berücksichtigt werden. Ein Forschungsteam am IPK hat in diesem Zusammenhang die Rolle eines akademischen Datentreuhänders übernommen und die Daten aus vier Weizenzüchtungsprogrammen mit Versuchsdaten aus früheren öffentlich-privaten Partnerschaften zusammengeführt. Insgesamt umfasste der neue Datensatz zwölf Jahre Versuchstätigkeit in 168 Umwelten und bildete ein Trainingsset für genomische Vorhersagen mit bis zu 9.500 Genotypen – unter anderem zu Kornertrag, Pflanzenhöhe und Ährenschieben. Eine der zentralen Herausforderungen bestand darin, die verschiedenen Daten zusammenzuführen und letztlich vergleichbar zu machen. „Trotz der heterogenen phänotypischen und genotypischen Informationen konnten wir durch eine sehr sorgfältige Datenaufbereitung, inklusive Imputation fehlender SNP, die Datensilos der Unternehmen aufbrechen und so verknüpfbare Daten gewinnen“, sagt Prof. Dr. Jochen Reif. Diese Daten nutzte das Team, um klassische genomische Vorhersagemethoden mit Deep-Learning-Ansätzen auf Basis neuronaler Netzwerke zu vergleichen. Mithilfe der neuronalen Netzwerke war es möglich, Muster in strukturierten Daten zu erkennen. „Unsere Analysen zeigten, dass sich verschiedene Versuchsserien flexibel für genomische Vorhersagen kombinieren lassen und sich die Vorhersagegenauigkeit dabei mit wachsender Größe des Trainingssets kontinuierlich verbessert – zumindest bis zu etwa 4.000 Genotypen“, erklärt Moritz Lell, Erstautor der Studie. Wird das Trainingsset darüber hinaus weiter vergrößert, steigen die Vorhersagewerte nur noch geringfügig. „Wir gehen jedoch davon aus, dass sich dieses Plateau überwinden lässt, wenn wir noch deutlich mehr Umwelten in den Datensatz aufnehmen“, betont Prof. Reif. „Das würde es ermöglichen, das Potenzial von Big Data in der Züchtungsforschung noch besser zu nutzen.“ Und genau das ist auch das Ziel des Projekts „Drive“, das bereits seit November 2024 läuft und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird. **IDW**