

Eine gute Bodenstruktur stellt mehr Wasser zur Verfügung

Düngung bei Trockenheit

Wasser ist neben dem fruchtbaren Boden einer der wichtigsten landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren. Weniger Niederschlag und höhere Verdunstungsraten in der Wachstumsphase gepaart mit länger anhaltenden stabilen Wetterlagen führen bei vielen Ackerkulturen zu Wassermangel. Mit dem sich weiter verändernden Klima wird sich diese Problematik voraussichtlich weiter zuspitzen. Dabei stellen sich dem Pflanzenbauer die folgenden Fragen: Wie kann das zur Verfügung stehende Wasser besser durch die landwirtschaftlichen Nutzpflanzen in Ertrag und Qualität umgewandelt werden? Wodurch wird dies beeinflusst? Wie können trotz erwarteter trockener Bedingungen möglichst hohe Erträge eingefahren werden? Der Einflussfaktor der Stickstoffdüngung auf den Wasserverbrauch soll im folgenden Artikel erläutert werden.

Pflanzen brauchen, um wachsen zu können, Wasser. Dieses wird zum größten Teil für die Transpiration benötigt. Aber bis dahin ist es ein langer Weg, denn Wasser aus Niederschlag kann, wenn die Bedingungen nicht stimmen, unproduktiv durch Oberflächenabfluss, Versickerung und Bodenverdunstung (Evaporation) verloren gehen und steht der Pflanze somit nicht mehr zur Verfügung.

Eine effiziente Nutzung des verfügbaren Wassers ist entscheidend für einen optimalen Ertrag. Der spezifische Wasserbedarf ist von der Pflanzenart

und den Wachstumsbedingungen abhängig. Unter günstigen Bedingungen ist der Wasserverbrauch pro Ertrags-einheit geringer. Die richtige Stickstoffdüngestrategie kann maßgeblich zu einer hohen Ausnutzung des verfügbaren Wassers und damit einem maximalen Ertrag beitragen.

Wasserverwertung der Nutzpflanzen

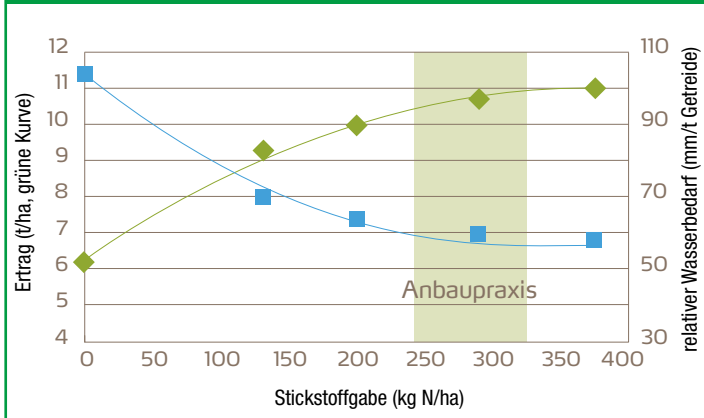
Unter guten Bedingungen beschränkt sich der Wasserverbrauch während der Vegetationsperiode groß-



Exaktversuch Winterweizen: Links eine gedüngte Versuchsvariante, rechts die undüngte Kontrolle. Die Bodenbeschattung wird durch Düngung erhöht, dadurch geht weniger Wasser verloren.

teils auf Verdunstung und Transpiration. Die Versickerung, welche zur Grundwasserbildung führt und damit den Verlust des Wasser aus dem durchwurzelten Raum bedeutet, findet normalerweise nicht während der Vegetationsperiode statt. Abschwemmung kann durch Bewuchs des Bodens und

Grafik 1: Ertrag und Wasserbedarf (Feldversuche)



Kornertrag und der absolute Wasserverbrauch steigen bei Erhöhung der Stickstoffgabe. Allerdings sinkt der relative Wasserbedarf pro Ertragseinheit, was einen höheren Ertrag bei geringerem Wasserverbrauch bedeutet.

eine grobe offen strukturreiche Bodenoberfläche vermindert werden.

Wie viel Wasser ein Boden aufnehmen kann, hängt maßgeblich mit der Textur zusammen. Eine gute Struktur und hohe biologische Aktivität erhöht die Wasseraufnahmefähigkeit. Höhere Humusgehalte gehen mit höherem Wasserspeichervermögen einher. Bodenverdunstung (Evaporation) ist Wasserverlust in einer unproduktiven Form, da die Pflanzen dieses Wasser nicht zum Wachstum nutzen konnten.

In der Wachstumsphase der Pflanze ist die Evaporation ein Faktor, den es zu minimieren gilt. Ein gut entwickeltes, dichtes Blätterdach oder eine dicke Mulchauflage aus Pflanzenresten kann diese unnötige Verdunstung reduzieren, sodass das Wasser besser für die Entwicklung der pflanzlichen Biomasse genutzt wird.

Kalium steuert die Transpiration der Pflanze

Die Transpiration ist ein natürlicher Vorgang und für das Pflanzenwachstum unerlässlich. Pflanzen nehmen über die Spaltöffnungen der Blätter (Stomata) Kohlendioxid (CO_2) für die Photosynthese auf. Dabei verlässt Wasser das Pflanzengewebe. Wenn nicht mehr ausreichend Wasser zur Verfügung steht, werden die Stomata geschlossen.

Kalium ist von grundlegender Bedeutung für die Steuerung der Stomata-Funktion. Bei Mangel schließen sich die Stomata nicht

richtig, was unnötigen Wasserverlust zur Folge hat. Optimal mit Kalium versorgte Pflanzen können das Öffnen und Schließen der Stomata auch bei Trockenheit länger garantieren und damit den Wasserhaushalt besser regulieren.

Eine gute Phosphat-Versorgung trägt zu einer frühzeitigen Wurzel- und Blattentwicklung bei und fördert die Bildung eines geschlossenen Laubdachs sowie den Wurzelwuchs bis in tiefergehende, länger feuchte Bodenschichten. Kommt es bei Trockenheit zum Schließen der Stomata, bewirkt der entstehende CO_2 -Mangel, dass weniger Biomasse aufgrund des fehlenden „Baumaterials“ gebildet werden kann. Weiterhin dient die Transpiration auch der Kühlung des Pflanzengewebes und dem Schutz vor Hitzestress.

Wasserbedarf pro dt Ertrag

Eine effiziente Wassernutzung bedeutet maximale CO_2 -Aufnahme im Verhältnis zum transpirierten Wasser. Der Wasserbedarf pro dt Ertrag ist neben der Kulturart von den jeweiligen Anbaubedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung und Nährstoffverfügbarkeit abhängig. Mais, Roggen und Zuckerrübe können mehr Ertrag mit weniger Wasser bilden verglichen mit zum Beispiel Raps, Soja oder Hafer.

Oft wird fälschlicherweise davon ausgegangen, dass intensiver Pflanzenbau mit erhöhtem Wasserbedarf einhergeht, wäh-



Feldversuche mit Regenschutzdächern zur Simulation von Wassermangel.

Fotos: Beumers

rend extensive Bewirtschaftung zur Reduzierung des Wasserverbrauchs beiträgt. Tatsächlich und bezogen auf den Ertrag ist jedoch genau das Gegenteil der Fall. Der Wasserbedarf pro dt Erntegut nimmt mit steigendem Ertrag ab.

Stickstoffversorgung und Wassernutzung

Versuche lassen konkrete Rückschlüsse auf die Beziehung zwischen Nährstoffversorgung, Ertrag und Wasseraufnahme zu. Im Gewächshaus wurde dazu Winterweizen mit unterschiedlicher N-Versorgung in Töpfen angebaut. Der Wasserverbrauch wurde regelmäßig durch wiegen und Gegenrechnen des Gießwassers ermittelt und der zur Ernte erzielte Kornenertrag gemessen. Mit zunehmender Stickstoffgabe konnte eine Erhöhung des Ertrags festgestellt werden. Parallel dazu stieg der Wasserverbrauch an, jedoch in geringerem Umfang.

Das bedeutet, dass der Wasserbedarf im Verhältnis zum Ertrag mit zunehmender Stickstoffgabe sinkt. Anders gesagt: Je effizienter die Stickstoffversorgung, umso geringer die pro dt Getreide benötigte Wassermenge! Denn Stickstoff ist unerlässlich für die Bildung von Chlorophyll und Enzymen, die beide an der Umwandlung von CO_2 zu Pflanzenmasse beteiligt sind. Stickstoffmangel behindert die Fotosynthese und führt dadurch zu einem zusätzlichem Wasserverlust.

Stickstoffversorgung und Verdunstung

Die Bodenverdunstung (Evaporation) trägt wesentlich zum Wasserverbrauch bei. Laut kontrollierten Feldversuchen mit unterschiedlichen Stickstoffgaben nimmt die Bodenverdunstung mit höherer Stickstoffgabe ab, wie ein Feldversuch mit Regenschutzdächern (s. Foto). Die Wirkung des Stickstoffes ist hauptsächlich auf eine schnellere Halm- und Blattbildung zurückzuführen, durch die der Boden vor direkter Sonneneinstrahlung und Wind geschützt wird. Das stärkere Pflanzenwachstum fördert darüber hinaus die Wurzelbildung, so-

dass mehr Feuchtigkeit aus dem Boden aufgenommen werden kann. Dadurch wird der Wasserverlust durch Versickerung vermindert.

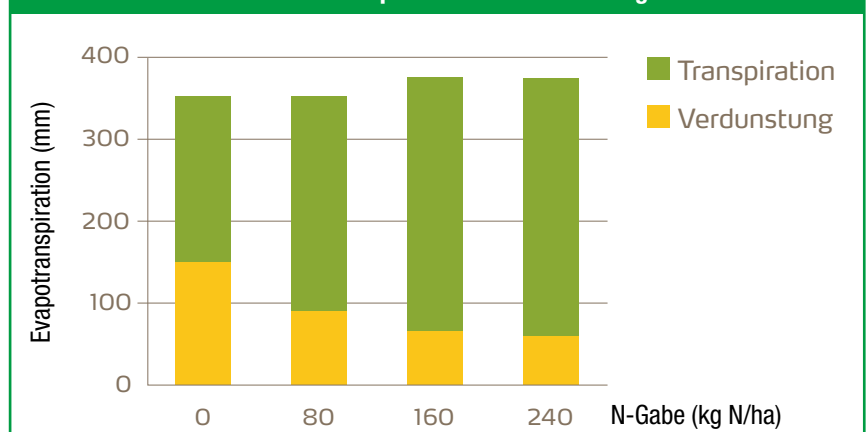
Bei einer optimalen Stickstoffversorgung werden für die Produktion von 10 Tonnen Getreide ungefähr 600 mm Wasser benötigt. Bei Stickstoffmangel und unter sonst gleichen Voraussetzungen, sind für den selben Ertrag 700 mm Wasser erforderlich. Bei reduzierter Verdunstung steht mehr Wasser für die Transpiration der Pflanzen zur Verfügung. Durch eine bedarfsgerechte Versorgung mit Stickstoff kann sichergestellt werden, dass das verfügbare Wasser dem Pflanzenwachstum und dem Ertrag zu Gute kommt.

Empfehlung für die Stickstoffdüngung

Unabhängig von dem eingesetzten Mineral- oder Wirtschaftsdünger empfiehlt es sich, früh im Einklang mit den gesetzlichen Bestimmungen anzudüngen. Das beschleunigt die vegetative Entwicklung und führt zu einer schnelleren Beschattung des Bodens und damit zu weniger unproduktiver Evaporation. Eine frühere Düngung nutzt darüber hinaus die Feuchtigkeit der Wintermonate verstärkt aus. Ein schnelles Erreichen der optimalen Bestandesdichte spart Wasser.

Ein überzogener Bestand soll andererseits vermieden werden. Steht laut DüV weniger Gesamtstickstoff zur Verfügung, empfiehlt es sich, den Düngzeitpunkt und die Düngermenge nach vorne zu verschieben. Früher Stickstoff ist ertragswirksamer im Vergleich zu späteren Gaben. Bei Reinkulturen wie beispielsweise Mais oder Zuckerrübe sorgen alle Maßnahmen, die die Jugendentwicklung fördern, für eine schnelle Beschattung des Bodens

Grafik 2: Transpiration und Verdunstung



Bei reduzierter Verdunstung steht mehr Wasser für die Transpiration der Pflanzen zur Verfügung. Durch eine bedarfsgerechte N-Versorgung kann sichergestellt werden, dass das verfügbare Wasser dem Pflanzenwachstum und dem Ertrag zugutekommt.

und somit für weniger unnötigen Wasserverlust.

Flüssigdünger bietet keinen Vorteil bei Trockenheit

Ganz ohne Feuchtigkeit wirken feste Dünger nicht. Die benötigten Wassermengen sind gering, um die Nährstoffe aus dem Düngerkorn herauszulösen und in den Boden einzutragen. Bereits mehrmaliger starker Tau über Nacht stellt nennenswerte Wassermengen bereit, um die Nährstoffe aus dem Düngergranulat herauszulösen.

Ein Düngerkorn löst sich unter trockenen Bedingungen sehr kleinräumig auf. Es entsteht ein hohes Konzentrationsgefälle zwischen dem Auflösungs-ort und dem Restboden. Um das Düngerkorn bildet sich ein Feuchtigkeits-hof, sodass sich die Nährstoffe entlang des Konzentrationsgefälles in tiefere Schichten bewegen.

Bei einer Flüssigdüngung mit beispielsweise AHL wird nur ein sehr geringer Teil des Stickstoffs (weniger als 10 Prozent) direkt über das Blatt aufgenommen. Der größte Teil gelangt

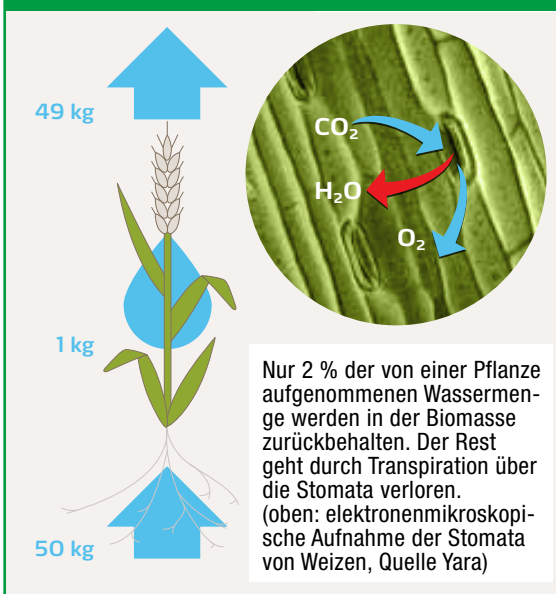
auf den Boden und wird dort umgewandelt. Bei dem Einsatz von verlustmindernden Schleppschläuchen an der Spritze, wird der komplette Stickstoff über den Boden aufgenommen. Bei Trockenheit bleibt auch der der Stickstoff aus Flüssigdüngern in der oberen Bodenschicht, wo er verlustgefährdet ist. Eine Düngung von 200 l/ha AHL entspricht 0,02 mm Wasser pro Quadratmeter. Im Vergleich dazu entsteht in einer Tau-Nacht zwischen 0,1 und 0,4 mm Wasser je Quadratmeter.

Fazit: N-Düngung auf verfügbares Wasser abstimmen

Wird nicht bewässert, muss die Stickstoffdüngung auf die verfügbare Wassermenge abgestimmt werden, um einen optimalen Ertrag zu erreichen. Eine bedarfsgerechte Nährstoffversorgung der Pflanzen ist ausschlaggebend für eine wirkungsvolle Ausnutzung des verfügbaren Wassers und damit zur Erzielung eines hohen Ertrags.

Eine nicht zu späte Andüngung, ausgewogene Nährstoffversorgung mit Haupt- und Spurennährstoffen sowie

Grafik 3: Wasseraufnahme und -abgabe der Pflanze



eine nicht zu späte Aussaat, garantieren die schnelle Ausbildung eines bodendeckenden Laubdaches und vermindern dadurch die unproduktive Verdunstung von der Bodenoberfläche.

Richard Beumers, Yara, LAD