

Gezielte Beregnung im Ökologischen Landbau zur Steigerung von Produktivität und Nährstoffeffizienz

Einleitung

Durch den Klimawandel ändert sich zunehmend die Niederschlagsverteilung im Jahresverlauf, was u.a. zu Trockenperioden während der Vegetation und zu hohen Niederschlägen im Winterhalbjahr führt. Dies beeinflusst das Pflanzenwachstum und auch die Nährstoffverfügbarkeit während der Vegetation. Die, im Vergleich zum konventionellen Anbau, geringeren Erträge im ökologischen Landbau werden so weiter limitiert. Gerade bei legumen Kulturen wie Ackerbohnen und Klee gras ist es essentiell die Erträge, auch in trockenen Jahren, zu erhalten. Diese Kulturen sind im ökologischen Landbau wichtige Fruchtfolgeglieder um die N-Zufuhr ins System zu gewährleisten. Bleiben die Erträge und somit die N₂-Fixierung aus, hat dies direkte Folgen für die Nachfrüchte. Eine direkte Möglichkeit Trockenperioden entgegenzuwirken ist die gezielte Bewässerung der Kulturen. Dabei ist zu prüfen, wie groß der Effekt im Hinblick auf die Erträge, aber auch auf die Nährstoffverfügbarkeit ist.

Ziel der Untersuchungen auf Praxisbetrieben im Rahmen des BLE-Projektes BÖLN ist die Erhöhung der Produktivität im ökologischen Ackerbau auf Kulturarten- und Systemebene (Fruchtfolge), indem exemplarisch für das Fruchtfolgeglied Leguminosen - Getreide die Zusammenhänge zwischen Wasserversorgung und Nährstoffdynamik untersucht und Informationen zur Beregnungswürdigkeit bereitgestellt werden.

Fragestellungen

1. Wie groß ist der Effekt einer Bewässerung in Kombination mit Düngung auf den Ertrag?
2. Wirkt sich die zusätzliche Bewässerung positiv auf die Nährstoffversorgung aus?
3. Kann die Bewässerung die N₂-Fixierleistung der Leguminosen erhöhen und somit den Vorfruchtwert dieser Kulturen steigern?

Material & Methoden

Die Versuche wurden als 2-faktorielle Feldversuche mit den Faktoren Bewässerung und Düngung für die Kulturen Ackerbohne und Rotklee gras, sowie Sommerweizen (nur Wiesengut) an zwei Standorten in NRW angelegt. Dabei wurden die Versuche in Form einer Spaltanlage gesät, mit dem Großparzellenfaktor Bewässerung und dem Kleinparzellenfaktor Düngung. Bei dem Faktor Düngung wurde zwischen den

VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Kulturarten unterschieden. Die Leguminosen erhielten eine Düngung mit einem Kalidünger und Rohphosphat („PKS) sowie einem Mikronährstoffdünger (PKS + m) in Form einer Blattdüngung, wohingegen die Getreideversuche mit Rottemist und Kompost gedüngt wurden. Die Bewässerung wurde auf Basis von Bodenfeuchtemessung mit Impedanz- und TDR-Technik sowie nach dem Geisenheimer Verdunstungsmodell gesteuert.

Die Datenerhebung erfolgt in allen Versuchen in ähnlicher Weise, die Sprosslänge wurde ebenso wie die SPAD-Werte zu mehreren Terminen ermittelt. Außerdem gab es eine Zeiternte zur Mitte bzw. Ende der Blüte und die Endernte erfolgte mittels Parzellendrusch bei Ackerbohne und Getreide. Bei Klee gras wurden 4 Schnitte vorgenommen. Neben Biomasse- und Ertragserfassungen, wurden auch die Nährstoffgehalte (Stickstoff, Phosphor, Kalium und Kohlenstoff) im Labor bestimmt.

Die Versuche wurden am Versuchsbetrieb Wiesengut (WG) der Universität Bonn in Hennef/Sieg (65 m ü. NN, 10,3 °C, 840 mm, sL-uL, 60 BP) und auf einem Leitbetrieb in Weeze (18 m ü. NN, 10,9 °C, 730 mm, IS-S ,60 BP) angelegt.

Tab. 1 Zeitpunkte und Saatstärken der einzelnen Kulturen an den Standorten Wiesengut und dem Biohof in Weeze im Versuchsjahr 2020

<i>Standort</i>	<i>Kultur</i>	<i>Saattermin</i>	<i>Saatstärke</i>
<i>Wiesengut</i>	Ackerbohne	27.03.2020	45 K/m ²
	Sommergetreide	06.04.2020	440 K/m ²
	Klee gras	aus 2019	n.a.
<i>Weeze</i>	Ackerbohne	22.03.2020	45 K/m ²
	Klee gras	aus 2019	29,5 kg/ha

In Tabelle 2 sind zudem die vorgenommenen Düngungen in den Versuchen mit Menge und Datum aufgeführt. Die Düngermengen bei Klee gras und Ackerbohne wurden auf Basis des Nährstoffentzugs berechnet. Bei Klee gras wurde zudem nach jedem Schnitt erneut nach Entzug gedüngt.

VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Tab. 2 Auflistung des Ausbringdatums, Menge und Art der Dünger die in den Versuchen 2020 an den Standorten Wiesengut (WG) und Weeze (BÜ) in den verschiedenen Kulturen ausgebracht wurden. Die Mengen waren an beiden Standorten identisch.

<i>Kultur</i>	<i>Düngerart</i>	<i>Datum</i>	<i>Ausgebrachte Menge</i>
<i>Ackerbohne</i>	Patentkali, Rohphosphat	28.03. (WG) 22.03. (BÜ)	P: 21,6 kg P/ha K: 52,8 kg K/ha
<i>Kleegrass</i>	Patentkali, Rohphosphat	19.03., 25.05., 13.07. (WG) 28.05., 15.07., 31.08. (BÜ)	P: 12 kg P/ha K: 31,2 kg K/ha
<i>Sommergetreide</i>	Rottemist, Kompost	06.04. (WG)	2 Stufen: 60 kg N/ha 120 kg N/ha

Die Niederschlagsmengen im Vegetationszeitraum sind im Vergleich mit dem 10-jährigen Mittel am Standort Weeze deutlich geringer ausgefallen. Auch die Temperatur, gerade im April und Juni, lagen über dem 10-jährigen Mittel. Dieser Sachverhalt wird in Abbildung 1 dargestellt.

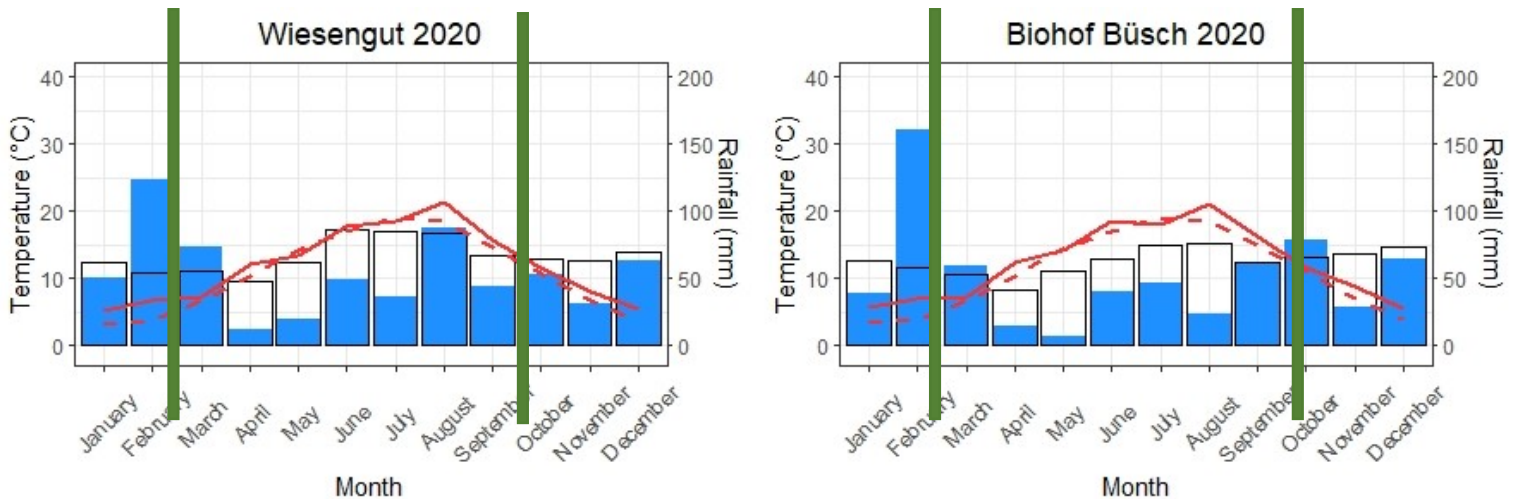


Abb. 1 Klimadiagramm für die Standort Wiesengut und Weeze für das Versuchsjahr 2020 im Vergleich mit dem 10-jährigen Mittel (rot-gestrichelte Linie: Temperatur 1991-2020, schwarz umrandete Balken: Niederschläge 1991-2020), der Vegetationszeitraum ist durch zwei grüne Balken gekennzeichnet. Blaue Balken entsprechen dem Niederschlag in 2020

Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden einige Ergebnisse für den Standort Weeze aus dem Versuchsjahr 2020 vorgestellt.

Das Niveau des Korntrockenmasseertrages lag im Jahr 2020 sehr niedrig, bei durchschnittlich 15 dt ha⁻¹ der bewässerten und nur 6 dt ha⁻¹ für die nicht bewässerten Variante. Aber auch auf diesem niedrigen Ertragsniveau konnte ein signifikanter Bewässerungseﬀekt festgestellt werden (s. Abb. 2). Die Düngungsvarianten führten zu keinen signifikanten Unterschieden.

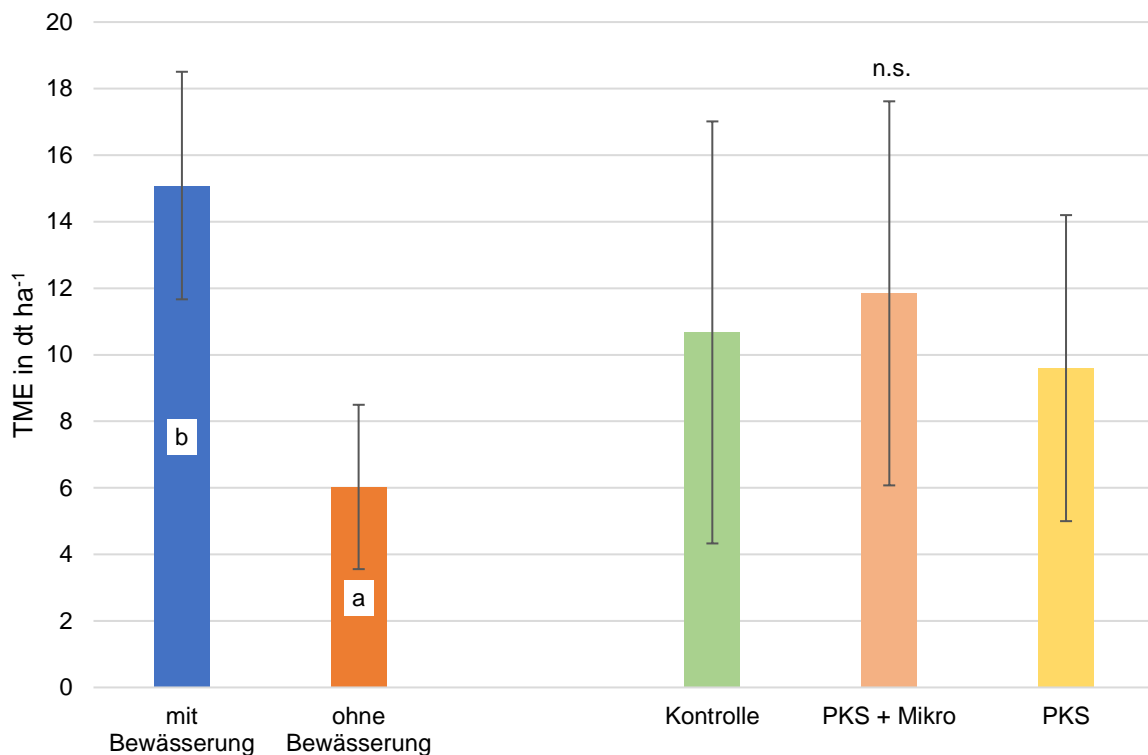


Abb. 2 Einfluss der Beregnung auf den Korntrockenmasseertrag der Ackerbohnen am Standort Weeze zur Ernte Ende Juli 2020. Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden signifikant voneinander. ($\alpha=0,05$)

Ein signifikante Bewässerungseﬀekt konnten auch für die Parameter Stickstoffertrag (kg N ha⁻¹), symbiotisch fixierter N-Menge (N_{fix} in kg N ha⁻¹) und prozentualer Anteil an aus der Luft fixiertem Stickstoff (% NdfA) ermittelt werden. Der %NdfA lag mit Werten zwischen 20 und 40% auf eine relativ niedrigem Niveau, wobei durch die zusätzliche Bewässerung der NdfA um das doppelte gesteigert werden konnte. Die Düngung schien keinen signifikanten Effekt auf die Ausprägung des NdfA zu haben. Die höhere Fixierleistung der bewässerten Variante zeigt sich auch in dem signifikanten Mehrertrag von N_{fix} . Durch die Bewässerung konnte die 4-fache Menge an Stickstoff

VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

durch die Ackerbohne fixiert werden (s. Abb. 3). Auch die Düngung mit PKS & PKS + M führte zu einem signifikanten Mehrertrag bei N_{fix} von rund +33%, wobei sich die beiden Düngungsstufen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Bei Betrachtung des gesamten N-Ertrages wird wiederum der signifikante Bewässerungseﬀekt durch einen Mehrertrag von +79% deutlich. Auch bei der Düngung sind signifikante Unterschiede für den Gesamt-N-Ertrag zu erkennen, wobei die Variante PKS+M den höchsten Ertrag mit im Mittel 127,4 kg N ha⁻¹ bildete.

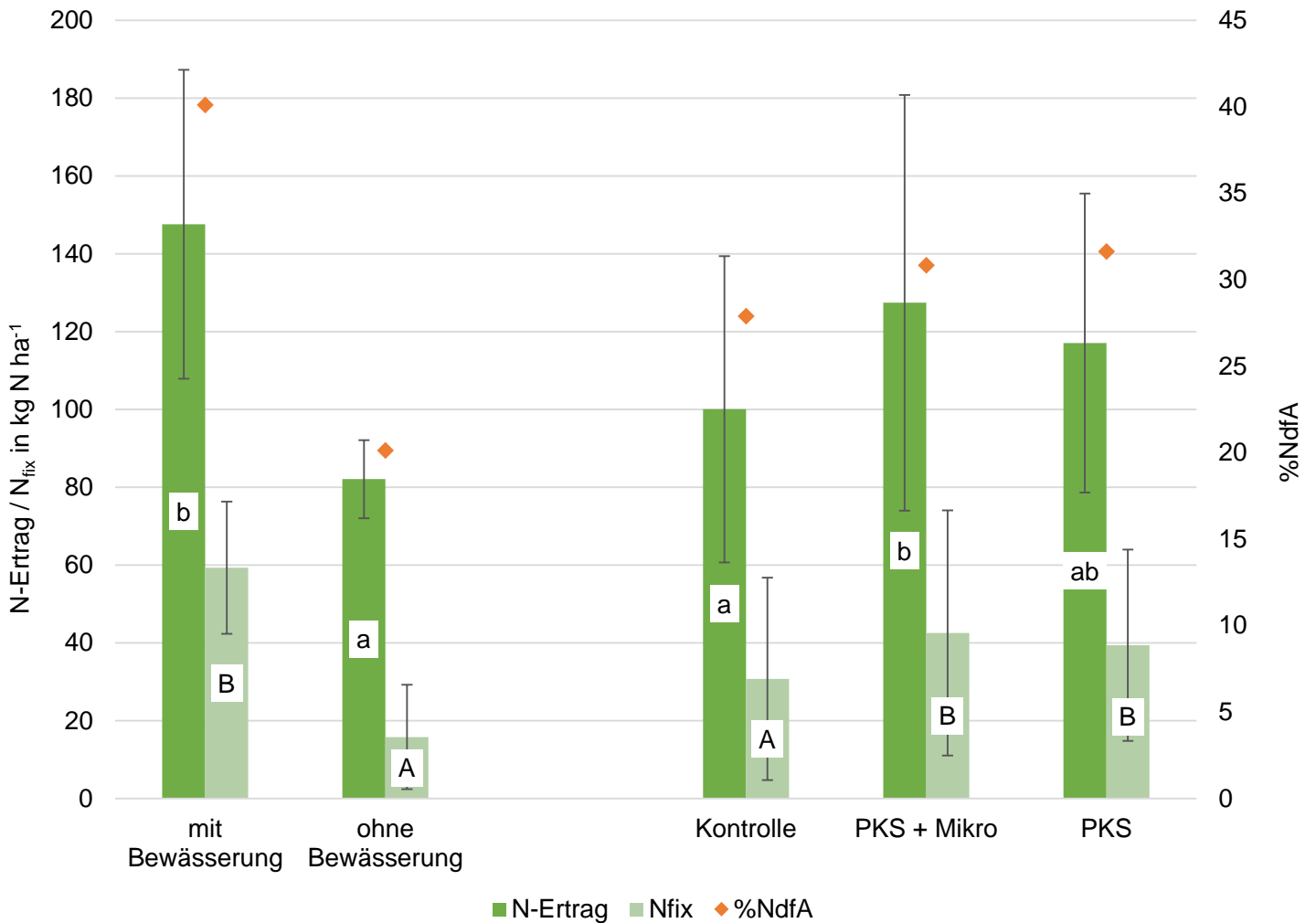


Abb. 3 Einfluss der Faktoren Beregnung und Düngung auf den Stickstoff ertrag, die symbiotisch fixierte N-Menge (N_{fix}) und den prozentual aus der Luft fixierten Stickstoff (% Ndfa) der Ackerbohnen am Standort Weeze zur Ernte Ende Juli 2020. Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander. ($\alpha=0,05$)

VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Bei den Ackerbohnen fiel zudem auf, dass die nicht bewässerten Varianten schneller abreiften bzw. aufgrund der fehlenden Niederschläge in eine Notreife übergingen (s. Abb.4). Dadurch bedingt wurde die Ernte an zwei unterschiedlichen Terminen vorgenommen. Die nicht bewässerten Varianten wurden bereits am 18.07.19 gedroschen wohingegen die bewässerten Varianten erst am 29.07.19 folgten.



Abb. 4 Notreife bei Ackerbohnen. Links die nicht bewässerte Variante im Vergleich zur rechten bewässerten Variante am Standort Wiesengut.

In der Kultur Klee gras am Standort Weeze konnten signifikante Effekte der Bewässerung auf die Trockenmasseerträge, sowohl bei den kumulierten als auch bei den einzelnen Schnittterminen ermittelt werden (s. Abb.6). Für den kumulierten Ertrag ergibt sich ein Mehrertrag von +65% durch die zusätzliche Bewässerung. Bei Betrachtung

der einzelnen Schnitttermine fällt auf, dass es lediglich beim ersten Schnitttermin keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bewässerungsvarianten gab. Für jeden weiteren Schnitt konnten signifikante Mehrerträge der bewässerten Variante festgestellt werden. Zum Zeitpunkt des dritten Schnittes konnte das 5,5-fache an Trockenmasse in der bewässerten Variante geerntet werden (bewässert: 22,6 dt ha⁻¹, ohne Bewässerung: 4,3 dt ha⁻¹). Dieser signifikante Bewässerungseffekt zeigt sich auch bei anderen Parametern wie dem Stickstoff ertrag. Dort konnte ein Mehrertrag von +75% ermittelt werden (bewässert: 340 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹, ohne Bewässerung: 197 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹). Ein positiver Bewässerungseffekt auf den prozentualen aus der Luft fixierten Stickstoff (%NdfA) und damit verbunden, den symbiotisch fixierten Stickstoff konnte ebenfalls gezeigt werden. Der %NdfA lag beim bewässerten Klee gras bei 54% während die nicht bewässerte Variante lediglich 48% aus der Luft fixiert hat. Daraus ergab sich ein signifikanter Mehrertrag des symbiotisch fixierten Stickstoffs von +92% (bewässert: 185 kg N ha⁻¹, nicht bewässert: 96,3 kg N ha⁻¹).

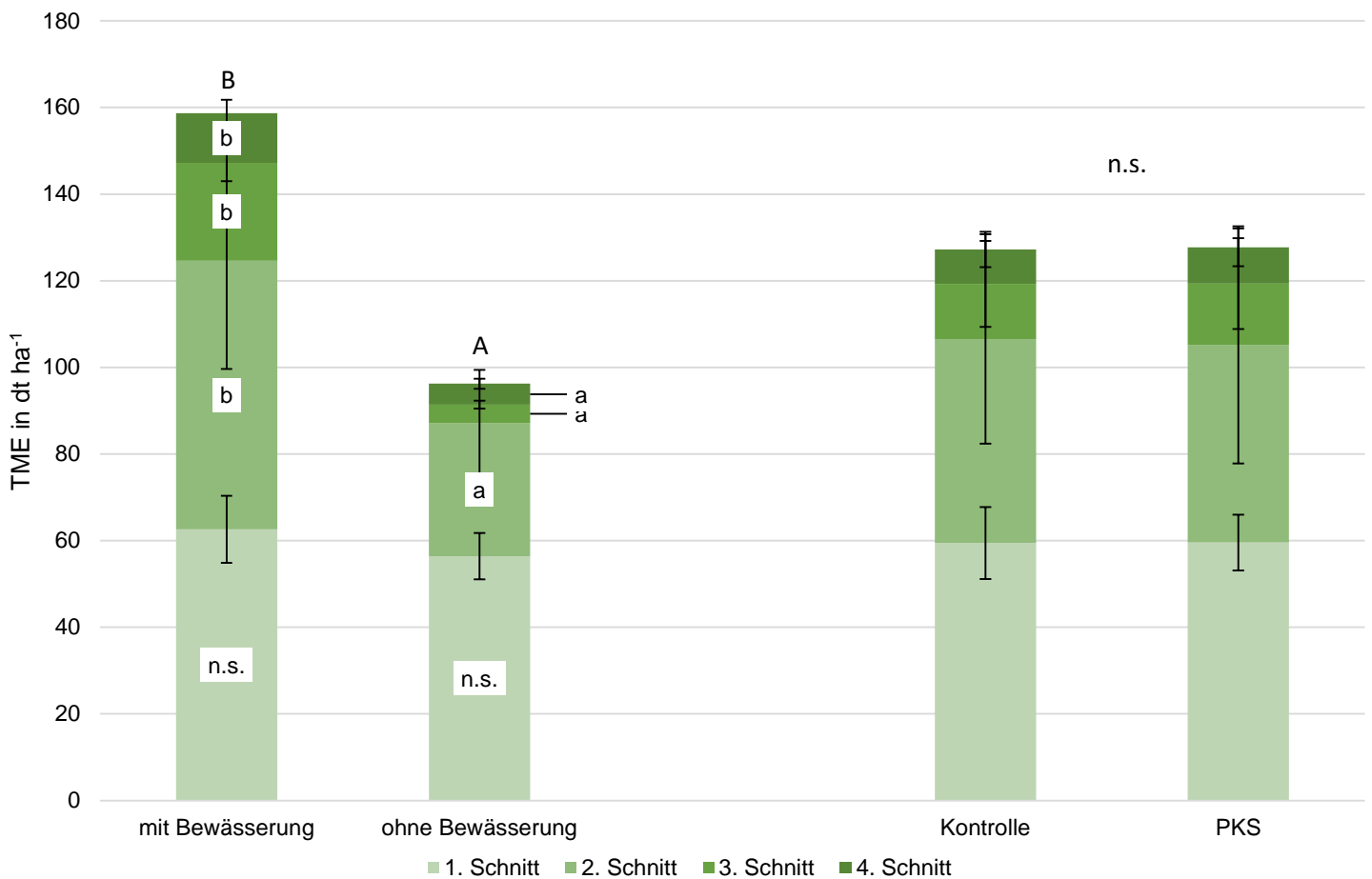
VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Abb. 5: Einfluss der Faktoren Bewässerung und Düngung auf den kumulierten Trockenmasseertrag und auf die Erträge der vier einzelnen Schnitte von Klee gras am Standort Weeze in 2020. Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander ($\alpha = 0,05$), wobei Großbuchstaben Unterschiede der kumulierten Erträge repräsentieren.

Fazit & Ausblick

Im Jahr 2020 wurden die Versuche aus dem Vorjahr noch einmal wiederholt. Im zweiten Versuchsjahr konnten die in 2019 gemachten Erkenntnisse gefestigt und bestätigt werden, sodass wieder der positive Effekt einer zusätzlichen Bewässerung auf legume Kulturen wie Ackerbohne und Klee gras bestätigt werden konnte. Die Wiederholung des Sommerweizenversuches konnte in 2020 bedauerlicherweise nicht durchgeführt werden. Somit konnten die Erkenntnisse aus dem Vorjahr weder bestätigt noch widerlegt werden.

Die zusätzliche Bewässerung zeigte bei den Ertragsparametern der Ackerbohne positive Effekte, sodass zum Beispiel der Korntrockenmasseertrag wie in den Ergebnissen genannt, signifikant gesteigert werden konnte. Die Düngung zeigte nur

VERSUCHE ZUM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

bei einigen Parametern signifikante Unterschiede auf. Zudem konnte statistisch gesichert keine Interaktion zwischen den Faktoren Bewässerung und Düngung ermittelt werden. Mit Blick auf die zweite Frage, die auf eine verbesserte Nährstoffversorgung durch die Bewässerung hindeutet, kann mit Hilfe der Parameter „N-Ertrag“ oder „%NdfA“ bestätigt werden, dass die Bewässerung zu einer besseren Nährstoffverfügbarkeit geführt hat. Gründe dafür könnte eine höhere Bodenfeuchte und damit verbunden mehr gelöste Nährstoffe in Bodenlösung sein. Auch die N₂-Fixierung wurde durch die zusätzliche Bewässerung und Düngung positiv beeinflusst. Dies könnte auch mit der besseren Verfügbarkeit von Nährstoffen in Bodenlösung zu tun haben, da so notwendige Nährstoffe für die Mechanismen der N₂-Fixierung, wie Bor (Knöllchenentwicklung), Molybdän (Knöllchenfunktion) oder Calcium (Knöllchenentwicklung und -funktion) leichter aufgenommen werden konnten.

Das Klee gras profitierte ebenso von der zusätzlichen Bewässerung und Düngung und zeigte, verglichen mit den Ackerbohnen, ein höheres Niveau der N₂-Fixierung mit NdfA-Werte um 50%.

Im Allgemeinen kann aus dem Versuchsjahr 2020 abgeleitet werden, dass die Leguminosen positiv auf eine zusätzliche Bewässerung mit Mehrerträgen und einer gesteigerter N₂-Fixierung reagierten. Gerade am Standort Weeze zeigte sich ein ausgeprägter Bewässerungseffekt. Ein Erklärungsansatz bietet die vorherrschende Bodenart und die rund 100 mm weniger durchschnittlichen Jahresniederschlag verglichen mit dem Wiesengut in Hennef/Sieg. Die sandigen Böden in Weeze können das Wasser weniger gut halten als die Auensedimentböden am Wiesengut.

Aus den Ergebnissen der beiden Versuchsjahr kann man vorläufig ableiten, dass es gerade auf Standorten mit geringer Wasserhaltefähigkeit von Vorteil sein kann, legume Kulturen zusätzlich zu bewässern. Wichtig für eine endgültige Bewertung der zusätzlichen Bewässerung ist die betriebswirtschaftliche Auswertung durch das KTBL, um zu überprüfen, ob die erzielten Mehrerträge die Zusatzkosten der Bewässerung kompensieren können.