

Vergleich unterschiedlicher Düngestrategien auf einem Trockenstandort

Beschreibung der Praxisdemonstration 2023 im Auftragsgebiet Nordsachsen zum Thema Nitrat

1 Versuchsfrage

Als Anpassung an die zunehmende Trockenheit im Frühjahr und Vorsommer sowie die oftmals frühzeitiger einsetzende Vegetation werden im Wintergetreide häufig, z. T. unabhängig von der Stickstoffform des eingesetzten Düngers, Düngetermine vorgezogen und anteilig höhere N-Mengen auf die Start- und Schossgabe verteilt. Damit soll durch sichere Einwaschung der Nährstoffe in die oberste Bodenschicht die ausgangs des Winters noch vorhandene Bodenfeuchte besser ausgenutzt werden. Die Berücksichtigung der aktuellen Bestandesentwicklung, der konkreten Witterungssituation und des N-Ernährungszustandes der Pflanzen drohen bei diesem Vorgehen oft zwangsläufig in den Hintergrund zu rücken. Welche Empfehlungen zur optimalen zeitlichen Platzierung der verschiedenen N-Düngerformen ausgesprochen werden können, wurde im Rahmen der, auf einem diluvialen Trockenstandort in der Oberlausitz angelegten, Praxisdemonstration erprobt..

Im Fokus der Betrachtung stand hierbei eine an die jeweiligen Entwicklungsstadien des Weizenbestandes angepasste Dreigabenstrategie mit Ammoniumnitrat (Kalkammonsalpeter), bei unterschiedlicher Terminierung der Startgabe. Verglichen wird diese mit einer zusammengefassten Start- und Schossgabe unter Verwendung eines ammonium- und nitrifikationsinhibierten Harnstoffs (Alzon Neo N), welcher möglichst noch im Februar ausgebracht werden soll, insofern die Befahrbarkeit der Flächen dies erlaubt.

Um die Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse in die Beratung zu gewährleisten, wurden die Düngetermine so gewählt, dass auch unter praxisüblichen Bedingungen (Wind, Befahrbarkeit, etc.) hätte gedüngt werden können. Um den bereits im Jahr 2023 am Standort initiierten Versuch für die einzelbetriebliche Beratung auf Trockenstandorten fachlich attraktiv zu halten, wurde der Versuchsumfang im Jahr 2024 erweitert.

2 Ausgangsbedingungen

Ort:	Dubrauke
Oberflächengewässerkörper:	Dubrauker Fließ
Grundwasserkörper:	Löbauer Wasser
Bodentyp:	Pseudogley-Parabraunerde aus periglaziärem Kies führendem Schluff über periglaziärem Kieslehm
Bodenart:	stark lehmiger Sand (AZ 35)
Fruchtart:	Winterweizen (E-Qualität, Sorte RGT Ponticus)

3 Anlageplan

Die sachgerechte Beantwortung der Versuchsfrage machte die Umsetzung der Praxisdemonstration als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) erforderlich. Jede Parzelle umfasste eine Größe von 3 m x 7,5 m. Die Ertragserfassung erfolgte im 1,5 m breiten Kerndrusch mit dem Parzellenmähdrescher.

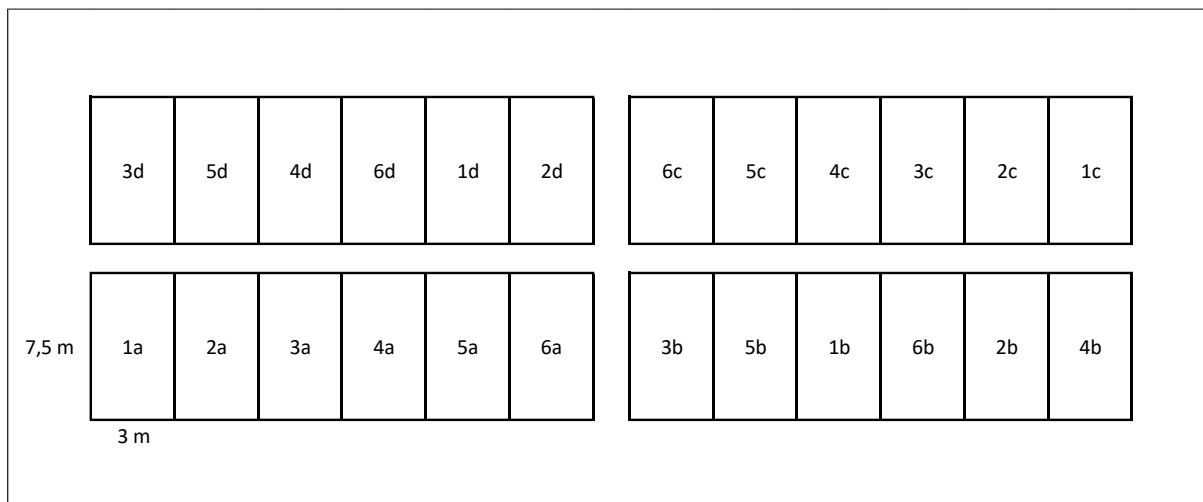


Abbildung 1: Anlage der Praxisdemonstration

Die bereits im Vorjahr in Dubrauke sowie auf einem weiteren Trockenstandort bei Grimma (Kleinbardau) geprüften Düngevarianten standen auch 2024 im Fokus, um ggfs. auftretende witterungsbedingte Jahresunterschiede oder standortspezifische Besonderheiten in den Versuchen herausarbeiten zu können. In Absprache mit dem durchführenden Betrieb erfuhr die Praxisdemonstration im Jahr 2024 eine Erweiterung um zwei zusätzliche Prüfglieder (Tabelle 1). Angesichts der auf dem sandigen Standort zu erwartenden hohen Schwefelausträge über Winter wurde die Variante mit stabilisierter Stickstoffdüngung gespiegelt, jedoch ohne die in allen anderen Prüfgliedern des Versuchs, obligatorische Schwefeldüngung mit Magnesiumsulfat (Kieserit), zu realisieren. Mit Blick auf die restriktiveren Düngenvorgaben für Betriebe im Nitratgebiet war zudem eine Düngevariante mit reduziertem N-Einsatz von Interesse.

Tabelle 1: Prüfvarianten der Praxisdemonstration

Variante	Düngestrategie
1	ungedüngte Kontrolle
2	3-Gaben-Strategie mit KAS Andüngung Ende Februar (N2: EC 30/31 + N3: EC 39)
3	3-Gaben-Strategie mit KAS Andüngung Mitte März (N2: EC 30/31 + N3: EC 39)
4	stabilisierte Düngung in 2 Gaben (Alzon Neo N/Piagran Pro) 1+2. Gabe zusammengefasst Ende Februar (N3: EC 39)
5	stabilisierte Düngung in 2 Gaben (Alzon Neo N/Piagran Pro) 1+2. Gabe zusammengefasst Ende Februar (N3: EC 39), ohne Schwefeldüngung mit Kieserit
6	reduzierte N-Variante als Einmalgabe mit Alzon Neo N ausgebracht Mitte März

4 Material und Methoden

4.1 Einschätzung der Witterungssituation im Untersuchungszeitraum

Die durchschnittlichen Niederschlagswerte und Lufttemperaturen (jeweils Monatsmittel) für den Berichtszeitraum sind in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt. Hierbei handelt es sich um Daten der nahegelegenen Wetterstation Baruth des LfULG in Sachsen.

Die milden Herbsttemperaturen begünstigten zunächst noch die Triebentwicklung der in der zweiten Oktoberhälfte aufgelaufenen Pflanzen. Im letzten Quartal 2023 wurden am Standort in Summe 220 mm Niederschlag registriert. Dies entspricht der doppelten Menge im Vergleich zum jährlichen Mittel und überstieg die nutzbare Feldkapazität des Bodens nahezu um das Zweifache (Nährstoffverlagerungen, schlechte Bewurzelung der Bestände). Die Barfröste im Januar blieben bei der winterharten Sorte RGT Ponticus ohne sichtbare Folgen. Die außerordentlich hohen Temperaturen im Februar sorgten für einen frühzeitigen Start in die Vegetation. Die milde und wüchsige Witterung setzte sich bis in den April fort. Der drastische Kälteeinbruch zu Beginn der letzten Aprildekade beendete die warme und ab März sehr trockene Witterungsphase. In diesem für die Pflanzen sehr sensiblen Entwicklungsabschnitt (große Periode) kam es vereinzelt sogar zu Nachfrösten. Nach dem eklatanten Wetterumschwung im April, waren Anfang Mai deutliche Kältesymptome an den Pflanzen zu beobachten. Der für die Kornausbildung wichtige Monat Mai blieb durchgängig sehr trocken. Nennenswerte Niederschläge (20 mm) fielen erst wieder Anfang Juni, zum Ährenschieben des Bestandes. Der Juni zeigte sich zwar insgesamt recht trocken, extreme Hitzetage blieben jedoch aus, sodass die Kornfüllung unter mehrheitlich günstigen Bedingungen ablief.

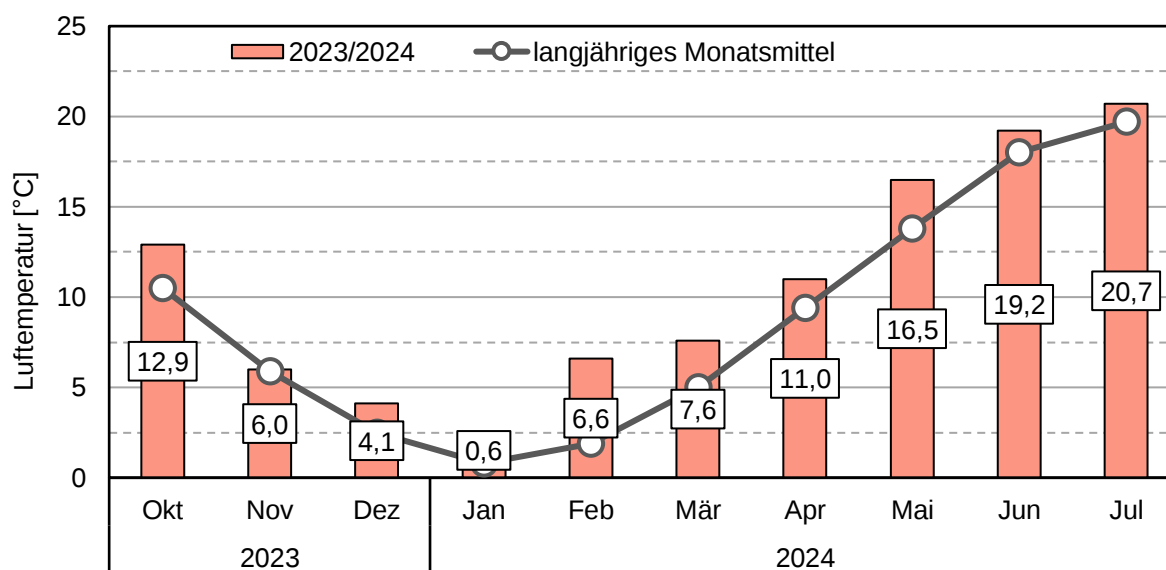


Abbildung 2: Monatsmitteltemperaturen im Zeitabschnitt Oktober 2023 bis Juli 2024 im Vergleich zum mehrjährigen Mittel – Wetterstation Baruth LfULG

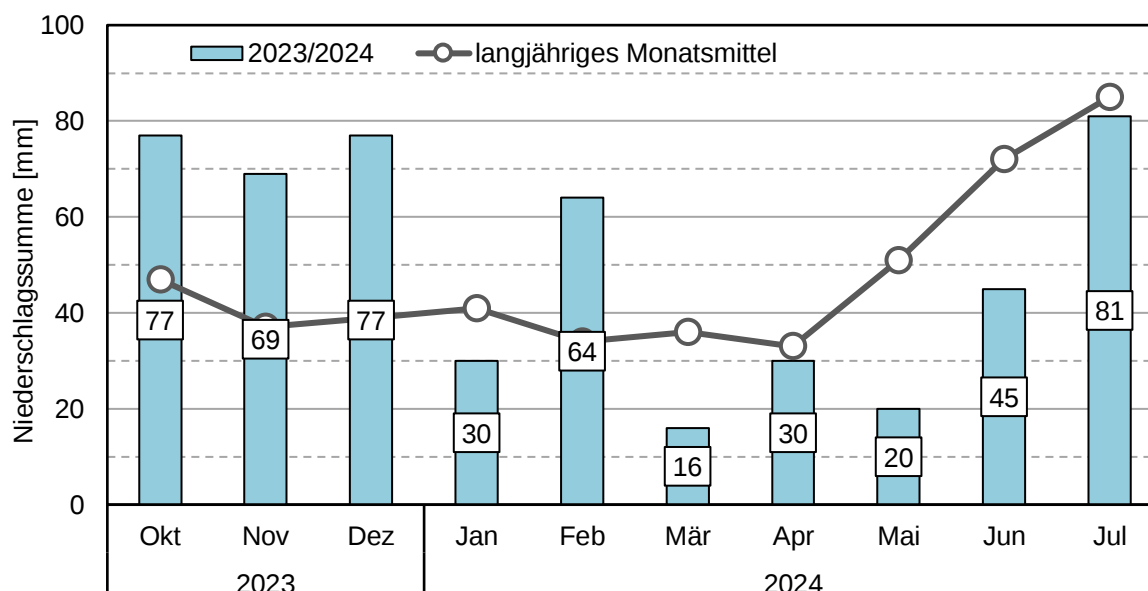


Abbildung 3: monatlicher Niederschlag im Zeitabschnitt Oktober 2023 bis Juli 2024 im Vergleich zum mehrjährigen Mittel – Wetterstation Baruth LfULG

4.2 Versuchsdurchführung

Als Vorfrucht befand sich Winterraps auf dem Schlag. Die Grundbodenbearbeitung erfolgte betriebsüblich pfluglos. Der Weizen wurde unter feuchten Bedingungen am 09.10.2023 mit 330 Körnern/m² gesät. Einen Überblick über die im Versuchsverlauf durchgeführten agrotechnischen Maßnahmen gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Agrotechnische Maßnahmen im Versuch

Parameter	Beschreibung
Vorfrucht	Winterraps
Bodenbearbeitung	pfluglos
Aussaat	09.10.2023
Herbizid	07.11.23 Trinity 2,0 l/ha + Trimmer 0,030 kg/ha 21.03.24 Senior 0,22 kg/ha + Zypar, 0,8 l/ha
Wuchsregulation	06.04.24 CCC 1,2 l/ha + Moddus 0,15 l/ha
Fungizid	06.04.24 Verben 1,0 l/ha 29.05.24 Tebu 25, 1,0 l/ha + Azoxy 0,8 l/ha
Insektizid	07.11.24 Sumicidin Alpha 0,2 l/ha 29.05.24 Karate Zeon 0,075 l/ha
Mikronährstoffe	21.03.24 Innofert Mikromix 1 l/ha + Manganchelat 0,5 l/ha 06.04.24 Innofert Mikromix 1,5 l/ha + Innofert Kupferchelate 0,5 l/ha
Ernte	20.07.24

In Tabelle 3 ist die Berechnung der nach DüV zulässigen N-Obergrenze für den im Versuch angebauten E-Weizen RGT Ponticus dargestellt. Diese resultiert aus dem ertragsabhängigen Sollwert von 260 kg N/ha, bei einem für den Standort realistischen Kornertrag von 80 dt/ha (bei 86 % TS), dem in 0-90 cm Bodentiefe festgestellten N_{min} von rd. 40 kg/ha sowie der, aus der Vorfrucht Winterraps anzusetzenden, N-Nachlieferung.

Um die Vergleichbarkeit der Versuchsanstellung zum Vorjahr, in dem eine A-Weizensorte zum Anbau kam, zu gewährleisten, wurde vor Versuchsbeginn beschlossen, den E-Weizen zunächst auf A-Weizen-Niveau zu führen. Die Überlegung, die rechtlich zulässigen N-Menge in Höhe von 210 kg N/ha, in Form einer zusätzlichen Qualitätsgabe zum Ährenschieben vollumfänglich auszuschöpfen, wurde im Versuchsverlauf an die Ertragserwartung des Bestandes und die konkrete Witterungssituation im Juni geknüpft. Bemessungsgrundlage für die um 20 % reduzierte N-Düngung in Prüfglied 6 war daher zunächst die zulässige N-Menge von 180 kg N/ha für einen A-Weizen.

Tabelle 3: N-Bedarfsplanung für den Versuch

	Düngebedarfsermittlung E-Weizen	Düngebedarfsermittlung A-Weizen (zum Vergleich)
Ertrag (5 jähr. Mittel +10 %)	80 dt/ha	80 dt/ha
N-Bedarf Pflanze	260 kg N/ha	230 kg N/ha
N _{min} 0-90 cm (15.02.) ¹⁾	- 40 kg N/ha	- 40 kg N/ha*
Vorfrucht Nachlieferung	-10 kg/ha (Raps)	-10 kg/ha (Raps)
Organ. Düngung im Vorjahr	0 kg N/ha	0 kg N/ha
N-Obergrenze nach DüV	210 kg N/ha	180 kg N/ha
N-Obergrenze nach DüV – 20 %	170 kg N/ha	150 kg N/ha

1) N_{min}-Gehalt um Steingehalt und Durchwurzelungstiefe korrigiert

Die Düngerausbringung in den Versuchspartellen wurde zu den in Tabelle 4 aufgeführten Terminen von Hand realisiert. Wie im Vorjahr erfolgte die stabilisierte Start- und Schossgabe (rd. 70 % der zulässigen N-Menge für A-Weizen) mit Alzon Neo N bzw. die frühe Andüngung mit KAS in der letzten Februarwoche. Mit Ausnahme des schwefelfreien Prüfglieds 5 erhielten zu diesem Zeitpunkt alle Versuchspartellen 30 kg/ha Schwefel in Form von Kieserit. Die Startgabe mit KAS zum ortsüblichen Andüngstermin sowie die Einmalgabe mit Alzon Neo fielen zu Beginn der zweiten Märzdekade bei noch ausreichender Bodenfeuchte, aber sonst geringen Niederschlagsmengen. Die KAS-Gabe zum Zeitpunkt des Schossens wurde unmittelbar nach einem einmaligen, größeren Regenereignis (10 mm) ausgebracht. Ähnliche Niederschlagsmengen fielen in der Woche nach der Ausbringung, sodass die Düngersalze zumindest in die obersten Zentimeter des Oberbodens eingewaschen worden sein dürften. Die Abschlussgabe zur Kornfüllung wurde aufgrund der langanhaltenden Trockenheit deutlich vorgezogen, um die zu diesem Zeitpunkt noch vorhandene Taubildung im Bestand zum Auflösen des Düngerkorns nutzen zu können. In Anbetracht der trockenen Witterung im Mai und Juni war das vollständige Ausschöpfen des zulässigen Düngerrahmens durch eine späte Qualitätsgabe nicht sinnvoll, sodass es bei den bis dahin ausgebrachten Mengen von 190 kg N/ha bzw. 150 kg N/ha blieb.

Tabelle 4: Düngetermine und ausgebrachte N-Mengen in den Prüfgliedern

Datum	KAS früh (PG 2)	KAS ortsüblich (PG 3)	HD stabilisiert (PG 4)	HD stabilisiert, ohne S (PG 5)	HD stabilisiert 80 % DüV (PG 6)
28.02.24	60 kg N/ha KAS	-	130 kg N/ha Alzon NeoN	130 kg N/ha Alzon NeoN	
28.02.24	30 kg S/ha Kieserit	30 kg S/ha Kieserit	30 kg S/ha Kieserit	-	30 kg S/ha Kieserit
12.03.24	-	60 kg N/ha KAS	-	-	150 kg N/ha Alzon NeoN
12.04.24	70 kg N/ha KAS	70 kg N/ha KAS	-	-	-
08.05.24	60 kg N/ha KAS	60 kg N/ha KAS	60 kg N/ha Piagran Pro	60 kg N/ha Piagran Pro	-

HD = Harnstoff, KAS = Kalkammonsalpeter; Piagran Pro = Harnstoff mit Ureaseinhibitor; Alzon Neo N = Harnstoff mit Urease- und Nitrifikationsinhibitor

5 Ergebnisse

5.1 Entwicklung und N-Versorgung des Weizens

Die nahezu durchgängig frühlingshaften Temperaturen im Februar bedeuteten einen im Vergleich zum langjährigen Mittel deutlich früheren Vegetationsbeginn, den die Bestände in dieser Phase noch für die Anlage kräftiger Triebe nutzen konnten. Noch vor Ausbringung der Startgabe Ende Februar war ein sichtbares „durchgrünen“ der Bestände zu beobachten. Dies stand offensichtlich in engem Zusammenhang mit den ebenfalls zu diesem Zeitpunkt ungewöhnlich hohen Bodentemperaturen und der Umsetzung leicht umsetzbarer organischer Substanz aus den Ernte- und Wurzelnrückständen der Rapsvorfrucht.

Dennoch zeichneten sich, infolge der weiterhin wüchsigen Bedingungen im März, bereits zum Monatsende hin, unabhängig von der N-Form, deutliche Stickstoffdüngeneffekte in den früh angedüngten Varianten ab (Abbildung 6). Dies spricht dafür, dass der bei der Beprobung vor der Düngung festgestellte N_{min} im Oberboden (rd. 30 kg/ha) zum Andüngstermin Mitte März bereits weitgehend von den Pflanzen aufgebraucht war (Abbildung 4, Abbildung 7).

Der Habitus der Ende Februar gedüngten Pflanzen erschien durch aufrechte und stärker durchgegrünte Blätter vitaler. Eine bestockungsfördernde und kornanzahlsteigernde Düngewirkung im Doppelringstadium der Pflanzen konnte damit zu diesem Zeitpunkt vermutet werden. Die unterlassene Schwefeldüngung in Prüfglied 5 war zu diesem Zeitpunkt optisch nicht sichtbar (Abbildung 5).

Ab dem Fahrenblattspitzen (EC 37) erfolgten an drei Terminen Nitratschnelltestmessungen mit dem Laquatwin in den Hauptvarianten (2 bis 4) im Block A. Neben der Messung des Nitratgehaltes im Pflanzensaft der ausgepressten Stängel, wurden ab dem Ährenscheiden auch die Nitratkonzentrationen im Pflanzensaft der ausgepressten Fahrenblätter ermittelt.

Die wenige Tage nach der Ausbringung der Abschlussgabe festgestellten Nitratkonzentrationen (200 bis 300 mg/l) zeugten von einem entsprechenden Nährstoffbedarf der Pflanzen, auch aufgrund der trockenheitsbedingt eingeschränkten N-Nachlieferung aus der Krume. Ein sichtbarer Anstieg der Nitratkonzentrationen im Pflanzensaft konnte erst 14 Tage nach der Düngerausbringung beobachtet werden, nachdem die zwischenzeitlich gefallen moderaten Niederschlagsmengen den Dünger verfügbar gemacht hatten. In den Fahrenblättern zeigten sich an beiden Terminen deutlich höhere Nitratkonzentrationen als am Stängelgrund. Dies ist wenig überraschend, da im Zuge nachlassender N-Ver-

sorgung zunächst Stickstoff aus den unteren Blättern (F-3, ggfs. F-2) hin zum Fahnenblatt umgelagert wird.

Infolge des Ausbleibens größerer Niederschlagsmengen im Mai, in der Phase intensiven Massewachstums und damit entsprechenden Wasserverbrauchs durch den Bestand, traten ab Mitte Mai verstärkt kleinräumige Bodenunterschiede in Erscheinung (Abbildung 8). Vor allem im A-Block war zum Zeitpunkt der Blüte stellenweise ein vorzeitiges Einrollen der Fahnenblätter zu beobachten, welches auf einen deutlichen Trockenstress und damit eine sichtbare Ertragsbeeinflussung hinwies (Abbildung 9).



Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 4: Weizenparzellen am 27.03.24 bei unterschiedlichem Andüngungstermin mit KAS (linke Parzelle Andüngung am 28.02.24, rechte Parzelle Andüngung am 12.03.24)



Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 5: Weizenparzellen am 27.03.24 bei zeitiger Andüngung (28.02.24) mit Alzon Neo N (linke Parzelle mit Schwefeldüngung als Kieserit, rechte Parzelle ohne Schwefel)



Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 6: Weizenparzellen am 27.03.24 bei zeitiger Andüngung (28.02.24) mit KAS (linke Parzelle) und Alzon Neo N (rechte Parzelle)



Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 7: Weizenparzellen am 27.03.24 bei Andüngung am 12.03.24 mit KAS (linke Parzelle) und Alzon Neo N (rechte Parzelle)



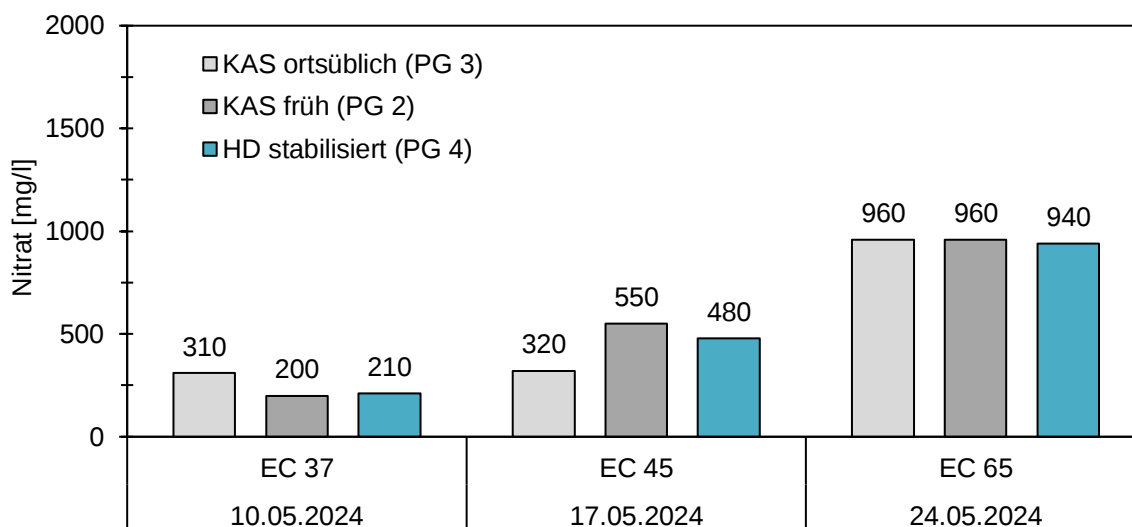
Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 8: Weizenparzellen am 10.05.24 nach Ausbringung der Abschlussgabe (beispielhaft gezeigt sind die Ende Februar mit Alzon Neo und KAS angedüngten Parzellen)



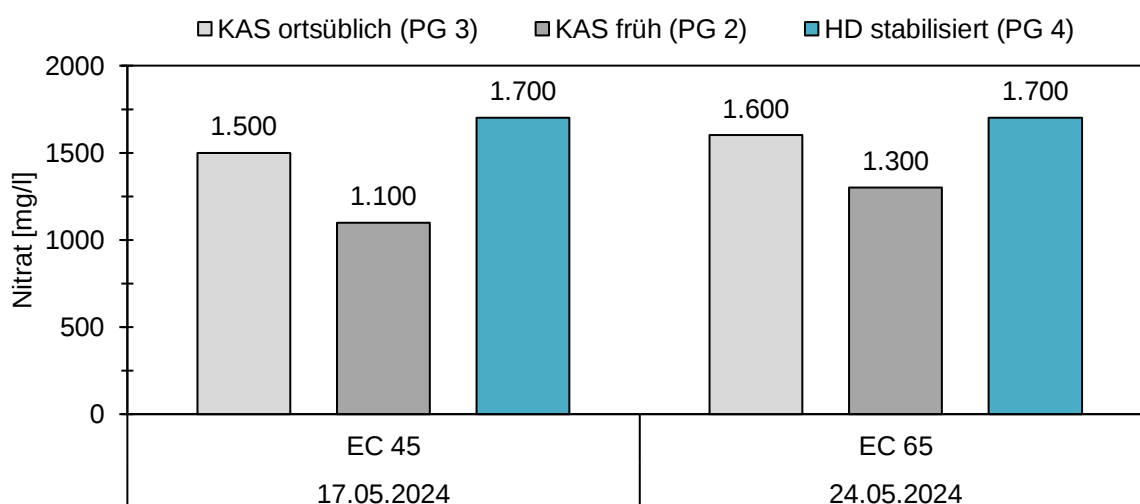
Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 9: Weizenparzellen am 24.05.24 mit deutlichen Trockenstresssymptomen (beispielhaft gezeigt sind die Ende Februar mit Alzon Neo und KAS angedüngten Parzellen im besonders von Trockenstress betroffenen Versuchsblock A)



HD = Harnstoff, KAS = Kalkammonsalpeter

Abbildung 10: Nitratgehalte im Stängelsaft zu drei Terminen (Probenahme erfolgte im Block A)



HD = Harnstoff, KAS = Kalkammonsalpeter

Abbildung 11: Nitratgehalte im ausgepressten Fahnenblatt zu drei Terminen (Probenahme erfolgte im Block A)

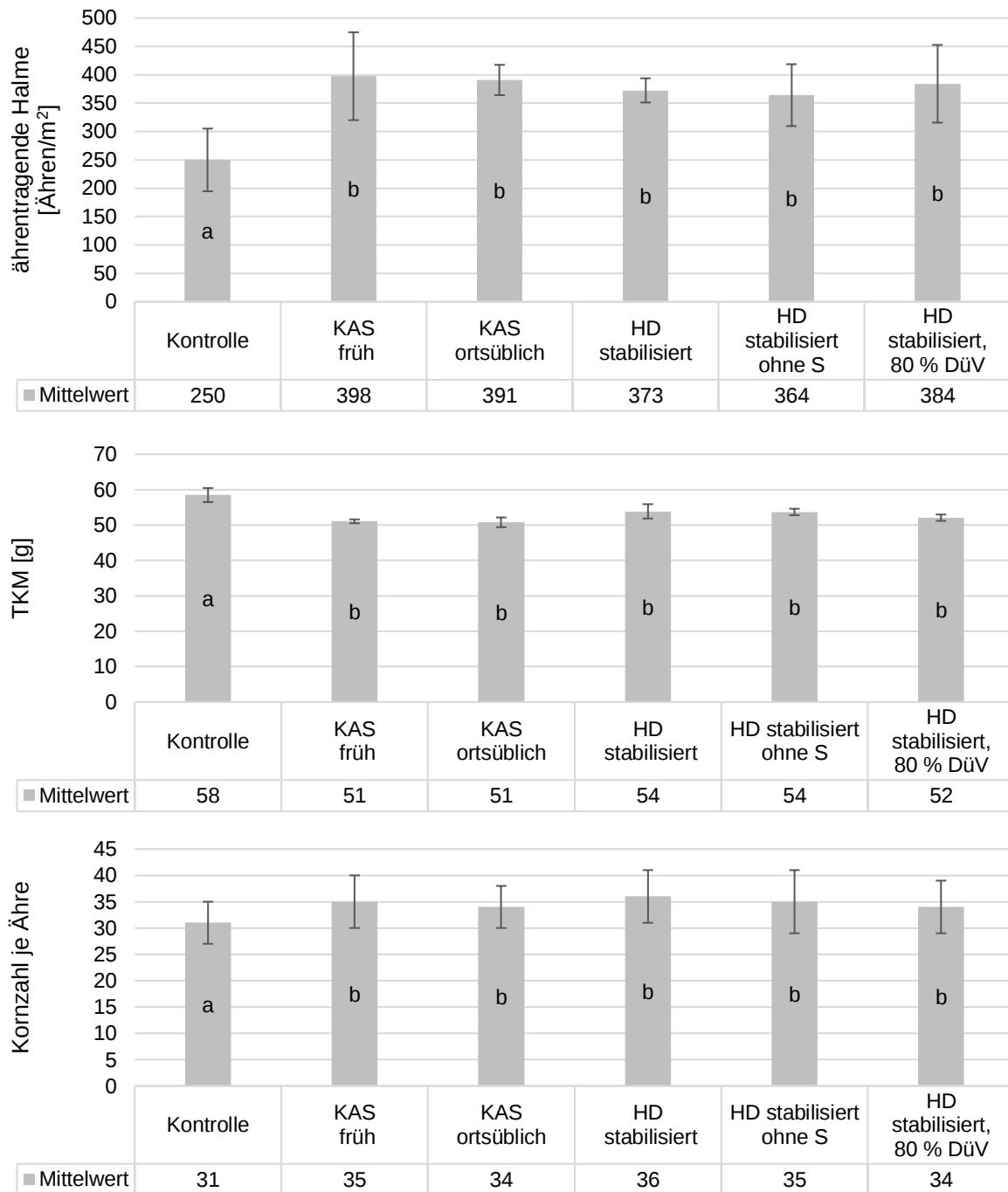
5.2 Bestandesaufbau

Um die Auswirkungen der geprüften Düngestrategien auf den Bestandesaufbau des Weizens unter dem jahresspezifischen Witterungsverlauf zu beschreiben, wurden Mitte Juni in den Parzellen auf 2 lfd. Metern die ährentragenden Halme ausgezählt. Aus den Parzellenerträgen und der je Prüfgliedwiederholung festgestellten Tausendkornmasse, kann die für die Ertragsbildung auf einem Trockenstandort sehr bedeutsame Ertragskomponente Kornzahl je Ähre berechnet werden (HD = Harnstoff; KAS = Kalkammonsalpeter

Abbildung 12).

Die in Abbildung 12 dargestellten mittleren Bestandesdichten des Weizens lagen unabhängig vom Termin der Startgabe sowie von der eingesetzten N-Form auf vergleichbarem Niveau. Die starke Streuung innerhalb der Prüfgliedwiederholungen zeugt von starken Bodenunterschieden, welche kleinräumig und unsystematisch, d. h. nicht gleichermaßen auf die Prüfglieder verteilt, vorlagen. Die

pflanzenbauliche Einordnung der Beobachtungen ist daher enorm erschwert. In Anbetracht der nach dem Kälteeinbruch langanhaltenden Trockenphase erscheint es jedoch plausibel, dass die frühzeitige Andüngung mit KAS bzw. Alzon Neo N, trotz optisch deutlich sichtbarer Düngewirkung Ende März, vermutlich ohne nennenswerte Vorteile in der Bestockungsleistung blieb.



HD = Harnstoff; KAS = Kalkammonsalpeter

Abbildung 12: Bestandesaufbau des Weizens in den Düngevarianten (ährentragende Halme; Feststellung von Kornzahl je Ähre und Tausendkornmasse je Prüfgliedwiederholung, dargestellt ist der Mittelwert und die Standardabweichung)

Auch hinsichtlich der Kornzahl je Ähre ergaben sich, wiederum stark beeinflusst von der hohen Streuung innerhalb der Feldwiederholungen, keine Unterschiede zwischen den Düngevarianten. Bereits bei der Ährenzählung wurde ersichtlich, dass die stark von Trockenstress beeinflussten Pflanzen nicht nur

weniger Triebe mit nach oben brachten, sondern auch sichtbar weniger Spindelstufen ausbildeten. Folglich schwankten die Korndichten je m² (Bestandesdichte multipliziert mit der Kornzahl je Ähre) innerhalb der Prüfgliedwiederholungen mitunter um mehr als 5.000 Körner je Quadratmeter (Tabelle 5).

Angeichts der relativ einheitlichen und dank günstiger Bedingungen zur Kornfüllung, hohen Tausendkornmassen (gewisse Kompensation in dünneren Beständen über die stabilere Kornausbildung) erklären sich die enormen Ertragsunterschiede primär durch die stark von der durch Bodenheterogenität beeinflussten Korndichte (Abbildung 13, Abbildung 14).

Tabelle 5: Anzahl Körner je Quadratmeter in den Düngewarianten und Feldwiederholungen (Ähren je m² x Kornzahl je Ähre)

Prüfglied	Block A	Block B	Block C	Block D	MW	STABW
Kontrolle (1)	4.878	6.687	9.853	10.171	7.897	2.555
KAS früh (2)	11.020	11.358	16.874	16.280	13.883	3.123
KAS ortsüblich (3)	12.858	11.665	12.941	15.816	13.320	1.763
HD stabilisiert (4)	13.838	10.558	16.362	13.530	13.572	2.377
HD stabilisiert ohne S (5)	12.068	11.270	13.973	12.796	12.527	1.148
HD stabilisiert 80 % DüV (6)	10.193	10.795	18.564	13.134	13.172	3.812

HD = Harnstoff; KAS = Kalkammonsalpeter



Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 13: Einfluss von Bodenunterschieden bei gleicher Düngestrategie beispielhaft aufgezeigt am Prüfglied 6 (links Block D = 13.000 Körner/m², rechts Block C = 18.500 Körner/m²)



Quelle: AgUmenda GmbH

Abbildung 14: Trockenschäden im Versuch (Bild oben zeigt Block B, Bild unten zeigt Block C)

5.3 Ertrag und Qualität

Wie bereits für die einzelnen Ertragskomponenten aufgeführt, konnten im Versuch nur Unterschiede zwischen der ungedüngten Kontrolle und den gedüngten Prüfgliedern festgestellt werden. Zu stark war die Ertragsleistung vom bodenbedingten Zufall beeinflusst, sodass die geprüften Düngestrategien als gleichwertig anzusehen waren. Bei insgesamt stark durch Trockenheit begrenztem Ertragsniveau am Standort stellten sich offenbar weder die Reduktion der Stickstoffdüngung noch die unterlassene Schwefeldüngung als gravierend nachteilig für die Ertragsleistung dar (Abbildung 15).

Mit Ausnahme des reduziert gedüngten Prüfglieds 6, in welchem der stabilisierte Harnstoff als Einmalgabe ausgebracht wurde, konnte in nahezu allen Varianten A-Qualität erreicht werden. Auch hier waren die Rohproteingehalte stark von den durch kleinräumige Bodenunterschiede verursachten Ertragsunterschieden geprägt.

Die ungedüngte Kontrollvariante wies mit 10,3 % deutlich geringere Rohproteingehalte auf als die gedüngten Varianten. Aufgrund des niedrigen $N_{\min}$ -Gehaltes im Frühjahr und des trockenen Frühjahrs waren diese Rohproteinwerte auf einem nachlieferungsschwachen Boden für einen ungedüngten Weizenbestand zu erwarten (Abbildung 16).

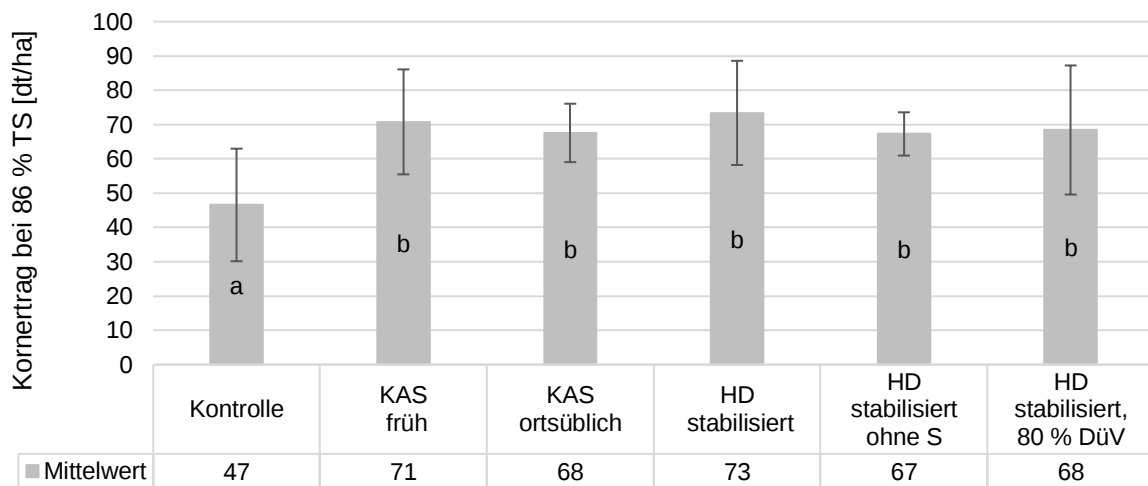


Abbildung 15: mittlerer Kornertrag in den Prüfgliedern (dargestellt ist der Mittelwert und die Standardabweichung der Prüfgliedwiederholungen)

HD = Harnstoff; KAS = Kalkammonsalpeter

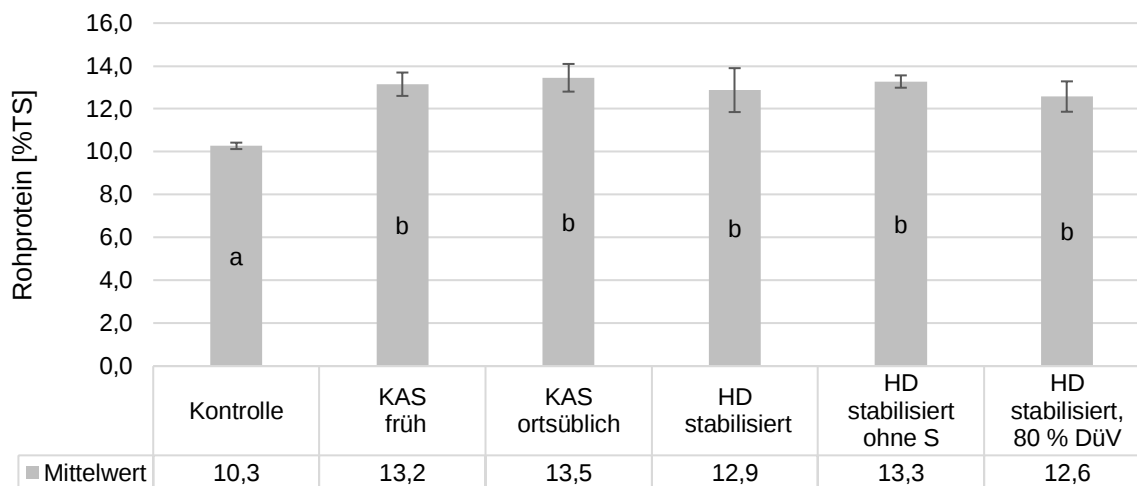


Abbildung 16: mittlerer Rohproteingehalt in den Prüfgliedern (dargestellt ist der Mittelwert und die Standardabweichung der Prüfgliedwiederholungen)

HD = Harnstoff; KAS = Kalkammonsalpeter

5.4 N-Ausnutzung

In Tabelle 6 sind die zur Einschätzung der N-Ausnutzung in den jeweiligen Prüfvarianten wesentlichen Kennzahlen zusammengestellt.

Tabelle 6: N-Ausnutzung in den geprüften Düngevarianten

Merkmal	Kontrolle (PG 1)	KAS früh (PG 2)	KAS ortsüblich (PG 3)	HD stabilisiert (PG 4)	HD stabilisiert ohne S (PG 5)	HD stabilisiert 80 % DüV (PG 6)
Kornertrag (dt/ha bei 86 %)	47	71	68	73	67	68
Rohprotein-gehalt (% TS)	10,3	13,2	13,5	12,9	13,3	12,6
N-Entzug Korn (kg/ha)	72	140	137	141	135	128
N-Düngung (kg/ha)	0	190	190	190	190	150
N-Bilanzsaldo Korn (kg/ha)	-72	50	53	49	55	22
N-Bilanzsaldo gesamt (kg/ha)	-88	25	29	23	31	-2
scheinbare Dünger-N-Ausnutzung ¹ (in %)	-	36	34	36	33	38
N-Verwertungseffizienz ² (in%)	-	74	72	74	71	86
N _{min} in 0-60 cm ³	40	n.b.	82	57	n.b.	43

¹ scheinbare Dünger-N-Ausnutzung = (N-Entzug gedüngt – N-Entzug ungedüngt / N-Düngermenge) * 100

² N-Verwertungseffizienz = (N - Entzug Korn / N-Düngermenge) * 100

³ Probenahme im Versuchsblock C und D

HD = Harnstoff; KAS = Kalkammonsalpeter

Anders als im witterungsbegünstigten Vorjahr standen den eingesetzten Düngermengen von 190 kg N/ha bzw. 150 kg N/ha nur unterdurchschnittliche Weizenerträge und damit auch deutlich geringere Stickstoffabfuhr über das Korn entgegen. Bei voller N-Aufwandmenge waren daher sicht-

bare N-Überhänge im Bereich von 50 kg N/ha zu verzeichnen. Die im Stroh gebundenen Stickstoffmengen können nur anhand von Richtwerten abgeschätzt werden. Da die hohen Rohproteingehalte im Korn bekanntermaßen mit dem N-Gehalt im Stroh korrelieren, sind hierdurch jedoch keine gravierenden Unterschiede zu erwarten.

Unter Einbeziehung der ungedüngten Kontrollparzellen lässt sich für die Düngevarianten die scheinbare Dünger-N-Ausnutzung berechnen. Mit der realisierten Stickstoffgabe in Höhe von 190 kg N/ha konnte die Stickstoffabfuhr über das Korn nur um etwa 70 kg N/ha, d.h. um etwas mehr als ein Drittel, gesteigert werden. Die ebenfalls berechnete N-Verwertungseffizienz lag vor allem in den deutlich von Trockenschäden betroffenen Parzellen bei voller N-Aufwandmenge unterhalb des als optimal anzusehenden Bereichs von 75 % bis 90 %. In der reduziert gedüngten Variante war dies hingegen nahezu durchgängig der Fall. Dafür, dass insbesondere die ausgebrachte Spätgabe nicht optimal von den Pflanzen verwertet werden konnte, sprechen auch die angetroffenen Rest-N_{min}-Mengen in den Prüfgliedern 3 und 4. Beprobt wurden die weniger stark von Trockenschäden betroffenen Versuchsblöcke C und D.

6 Fazit

Um die Winterkulturen angesichts der immer häufiger auftretenden Trockenphasen im Frühjahr und Frühsommer adäquat mit Stickstoff ernähren zu können, stellt sich die Frage nach der optimalen zeitlichen Platzierung der verschiedenen N-Düngerformen. Das Ziel des vorgestellten Parzellenversuches war es, den Einfluss unterschiedlicher Düngestrategien auf die Stickstoffverwertung sowie auf Ertrag und Qualität des Winterweizens zu untersuchen.

Auf dem diluvialen und nachlieferungsschwachen Standort in Dubrauke stand der Versuch nach Rapsvorfrucht und bei vergleichsweise geringem Frühjahrs-N_{min}. Nach frühzeitigem Vegetationsbeginn Ende Februar begrenzte das enorme Niederschlagsdefizit (65 mm) von März bis Mai das Ertragsvermögen des Weizens sichtbar, weshalb mögliche Düngungseffekte in den Hintergrund rückten. Gleichzeitig traten ab Mitte Mai verstärkt kleinräumige Bodenunterschiede in Erscheinung, welche mitunter zu deutlichen Trockenschäden im Versuch führten und in der Folge hohe Ertragsschwankungen verursachten.

Unter den beschriebenen Bedingungen waren die geprüften Düngestrategien als gleichwertig anzusehen. Weder die Reduktion der Stickstoffdüngung von 190 kg N/ha auf 150 kg N/ha, noch die unterlassene Schwefeldüngung, stellten sich als gravierend nachteilig für die Ertragsleistung dar. Der angebaute E-Weizen erreichte aufgrund des begrenzten Kornertrages überwiegend den für die Bezahlung als A-Qualität geforderten Rohproteingehalt von 13 %. Lediglich in der Düngevariante mit reduziertem N-Einsatz, in welcher der mit Nitrifikations- und Ureaseinhibitor stabilisierte Harnstoff als Einmalgabe Mitte März ausgebracht wurde, zeigten sich tendenziell geringere Rohproteingehalte.

Gemessen an den Kennzahlen der scheinbaren N-Ausnutzung (rd. 35 %) und N-Verwertungseffizienz von rd. 70 % war die Ausnutzung des eingesetzten Stickstoffes im Jahr 2024 bei vergleichbarem N-Einsatz wie im Vorjahr, aber trockenheitsbedingt deutlich geringerem Ertragsniveau von rd. 7 t/ha (zum Vergleich 2023: 9 t/ha), deutlich herabgesetzt.