

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdüngen auf $N_{\min}$ **2. – Einfluss der Bewässerung auf die Qualität und den Möhrenertrag****3. – Klimatischer Jahreseinfluss auf $N_{\min}$** **Die Ergebnisse zu 1. – kurzgefasst**

Ein ausgeglichenes N-Angebot über den Kulturverlauf bei der Zwischenreihenbegrünung (ZWRB) mit Erbse (Variante 3 und 5a) konnte erreicht werden.

Durch die ZWRB mit Senf, jähriger Rispse oder bei den Mischungen Winterrüben und -fit lag der $N_{\min}$ -Wert am 23.03.2022 um 10-20 kg N/ha niedriger im Vergleich zur Kontrolle (Variante 2). Zum gleichen Zeitpunkt zeigte die ZWRB mit Wintererbse (2 Wochen vorher eingearbeitet, Variante 5a) einen 30 kg höheren N-Wert als die Kontrolle (Variante 5b) durch die N-Freisetzung.

Die ZWRB-Varianten mit Senf, Weidelgras und Rauhafer auf Schlag 6 zeigten unterschiedliche Effekte bei der N-Ausnutzung der Pflanze zum Kulturende. Bei der Variante 6c mit Rauhafer war der N-Rest-Wert am 12.10.2022 um 50 kg N/ha höher gegenüber Senf oder Weidelgras.

Die Ergebnisse zwischen den Betrieben sind unterschiedlich. Wichtig für den Aufwuchs der ZWRB ist, vor dem 15. Oktober auszusäen. Ein differenzierter Vergleich ist bei den Varianten innerhalb der einzelnen Schläge möglich.

Die Ergebnisse zu 2. – kurzgefasst

Die Zusatzbewässerung bei Variante 2a, 2c, und 4b im Zeitraum Anfang Juni und Anfang Juli wiesen einen Mehrertrag bis zu 62 % gegenüber den unbewässerten Varianten auf. Auch der Anteil geplatzter Möhren konnte im Trockenjahr 2022 im Vergleich zu unbewässert um 20 % reduziert werden. Der Einfluss auf das mittlere Möhrengewicht zeigte sich bei Schlag 4 besonders deutlich. Die bewässerten Möhren dieses Schläges erreichten ein doppelt so hohes Möhrengewicht mit 237 g/Stück gegenüber der unbewässerten Kontrolle.

Die Ergebnisse zu 3. – kurzgefasst

Im Vorversuch 2021 und im Hauptversuch 2022 zeigten die $N_{\min}$ Werte bei einer Bodenprobenahme von 0 – 90 cm in den Praxisbetrieben auf den Möhrenflächen Ende Mai 2021 und 2022 im Mittel den annähernd gleichen $N_{\min}$ -Wert von 160 kg N/ha auf.

Der $N_{\min}$ -Wert zur Ernte Mitte Oktober lag im Mittel 2021 bei 40 kg N/ha und 2022 bei 110 kg N/ha im Boden.

Die Niederschlagssumme beträgt in den Wachstumsmonaten Mai bis August 2021 311 mm und 2022 66 mm. Dieser klimatische Jahreseinfluss war der bedeutendste Faktor beim N-Rest-Wert im Herbst von allen anderen Produktionsfaktoren wie Zwischenreihenbegrünung, Zusatzbewässerung (Minimum) und Düngung. Der Faktor Wasser hat den größten Effekt auf die Nährstoffverfügbarkeit und angepasste Düngung, sowie den Kulturerfolg hinsichtlich des Ertrages und der Qualität. Auch die erstmalig versuchte Zwischenreihenbegrünung in der Praxis zwischen den Herbstdüngen der Möhren auf Lösslehm konnte einen Beitrag zur Bindung von Stickstoff im Herbst und Freisetzung im darauffolgenden Frühjahr leisten.

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdämmen auf $N_{\min}$

2. – Einfluss der Bewässerung auf die Qualität und den Möhrenertrag

3. – Klimatischer Jahreseinfluss auf $N_{\min}$

Versuchsfrage und Versuchshintergrund

In Unterfranken werden auf Lösslehm beim Industriemöhrenanbau im Herbst Dämme vorgezogen, um die Winterfeuchtigkeit zu halten und das Auflaufergebnis der Möhren im Frühjahr zu verbessern. In roten und gelben Gebieten ist nach der neuen Düngeverordnung (DÜV) ein verpflichtender Winterzwischenfruchtanbau vorgeschrieben, welcher erst nach dem 15. Januar umgebrochen werden darf. Ein Düngen ist im Frühjahr möglich. Um das Anbauverfahren noch gewährleisten zu können ist als Kompromiss eine Zwischenreihenbegrünung in der Möhrenkultur im Herbst einzusäen. Die Versuchsfrage lautet: Ist die Zwischenreihenbegrünung in der Praxis umsetzbar?

Ein Praxisversuch in sechs Betrieben mit insgesamt 14 Teilflächen wurde mit folgenden Varianten angelegt:

- A) Herbstdämme mit verschiedenen Zwischenreihenbegrünungen (nach Wahl des Praktikers) im Dammtal mit Aussattermin vor dem 15. Oktober.
- B) Kontrolle Herbstdamm ohne Zwischenreihenbegrünung.
- C) Frühjahrsdämme als Standardvariante – Möhrenanbau nach späträumender Gemüsekultur, z.B. Industriekohl mit Ernte nach dem 1. Oktober.
Hier besteht keine Verpflichtung zum Zwischenfruchtanbau vor dem Möhrenanbau, wenn keine Gebietsausweisung vorliegt. Die Möhre darf im Frühjahr gedüngt werden.

Anmerkung: Im Feldgemüsebau in landwirtschaftlicher Fruchtfolge wird im Frühjahr als Erstkultur Getreide, dann eine Zwischenfrucht wie Erbse o.ä. angebaut und im Anschluss die Vorbereitung der Dämme im Herbst für die Möhrenaussaat im nachfolgenden Frühjahr vorgenommen.

Kulturbegleitend sind auf den Schlägen folgende Bodenproben bis zu einer Bodentiefe von 0 - 90 cm unterteilt in drei Schichten (Damm, Tal = zwischen der Dammreihe) mit zwölf Einstichen je Teilstück (mind. 80 m²) gezogen worden:

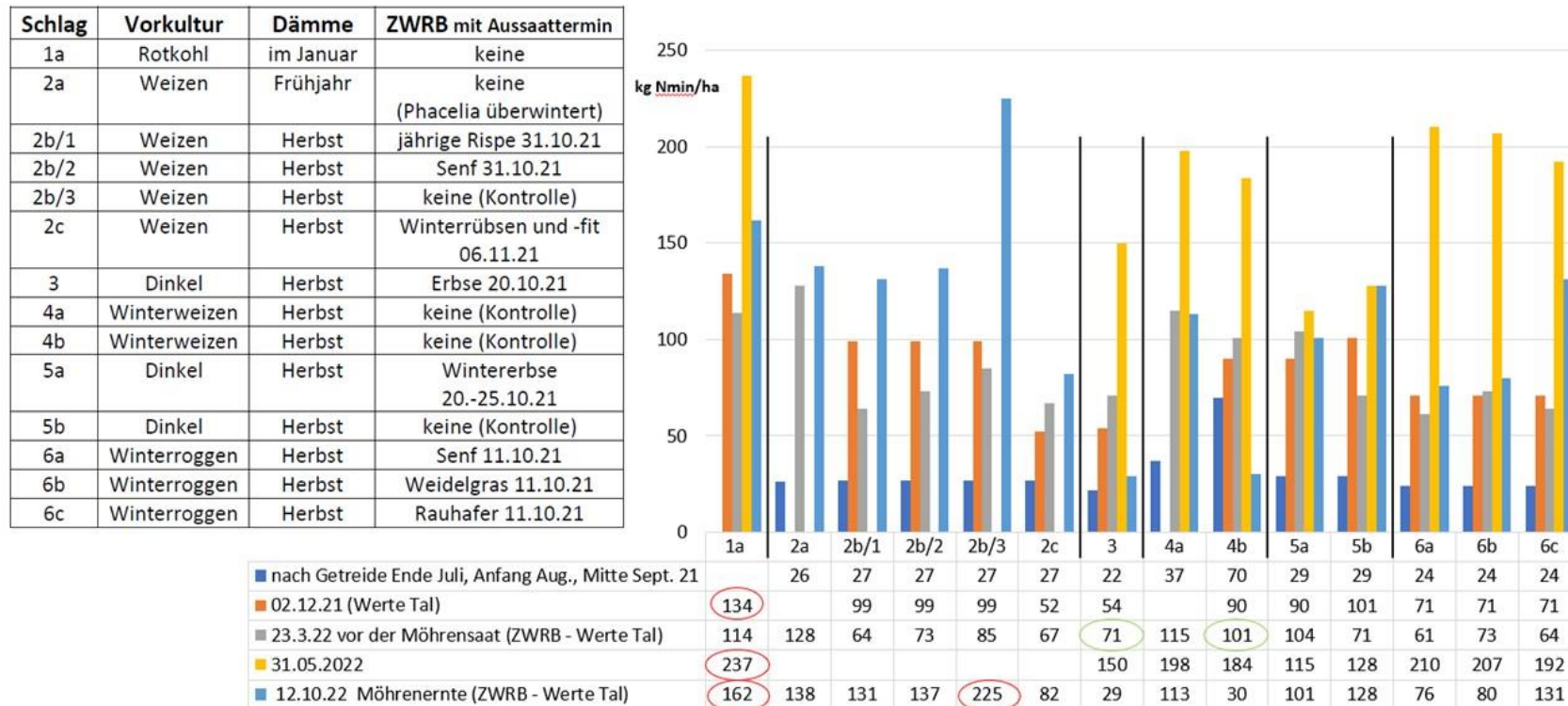
- 1. direkt nach der Ernte der Hauptfrucht Getreide 2021
- 2. 3-4 Wochen nach der Möhrendammformung am 02.12.2021
- 3. direkt vor der Möhrenaussaat am 23.03.2022
- 4. ca. 9 Wochen nach der Aussaat der Möhren am 31.05.2022
- 5. nach Kulturende zur Möhrenernte am 12.10.2022

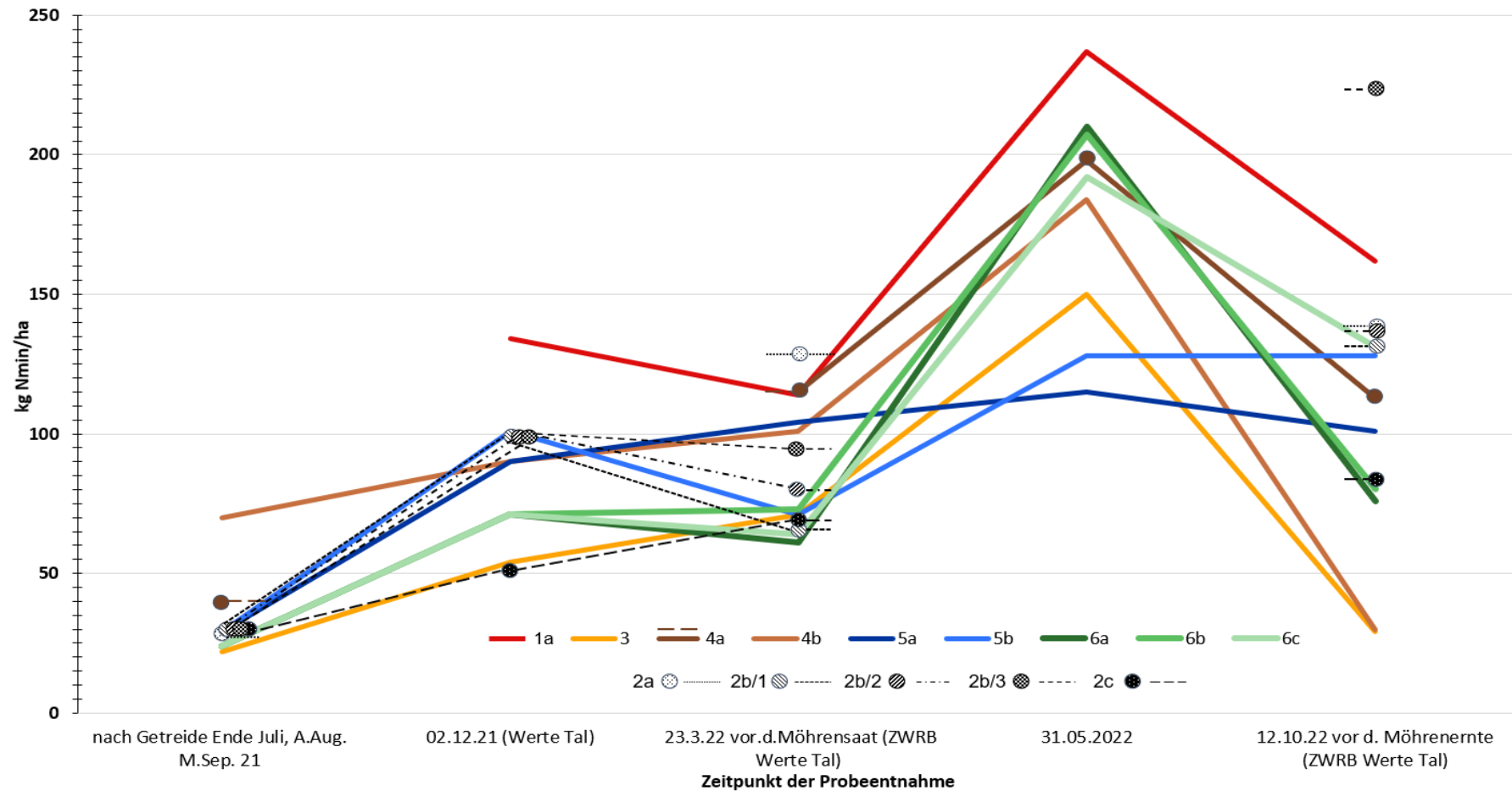
Ergebnisse im Detail

In den zwei nachfolgenden Abbildungen 1 und 2 sind die Ergebnisse der $N_{\min}$ -Gehalte der verschiedenen Varianten dargestellt.

Die erste Abbildung gibt einen Überblick über die Varianten der sechs Betriebe.

Abbildung 2 zeigt die N-Dynamik im Zeitverlauf auf den Möhrenflächen.

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdüngen auf N_{min} Abbildung 1: N_{min} -Gehalt auf Möhrenflächen mit und ohne Zwischenreihenbegrünung bei sechs Praxisbetrieben

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdämmen auf $N_{\min}$ Abbildung 2: Überblick $N_{\min}$ -Gehalt auf Möhrenflächen mit und ohne Zwischenreihenbegrünung im zeitlichen Verlauf

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdämmen auf $N_{\min}$

Zu Schlag 1a) Dieses ist die Standardvariante späträumende Kultur Rotkohl vor dem Möhrenanbau (Bild 1), keine Zwischenfruchtverpflichtung, Dämme so spät wie möglich – Düngung der Möhre im Frühjahr möglich. Die N-Versorgung nach der Rotkohlernte am 02.12.2021 hat einen hohen Ausgangswert mit 134 kg N/ha für die Möhrenkultur und am Kulturende am 12.10.2022 mit 162 kg N/ha.

Im Jahr 2022 wurden die Arbeitsgänge wie Einarbeitung der Putzreste am 25.01., dämmen am 11.03. und Möhrenaussaat am 24.03. vorgenommen.

Schlag 2) Es stehen fünf verschiedene Varianten auf einem Schlag (Bild 3).

2a keine Herbstdämme, Phacelia überwintert, Dämme im Frühjahr

2b/1 und 2b/2 ZWRB im Herbst am 31.10.2021 gesät, 2b/1 einjährige Rispe, 2b/2 Senf, 2b/3 Kontrolle. Ein direkter Vergleich ist mit der Kontrolle möglich. Die Kontrolle vor der Möhreneinsaat am 23.03.2022 zeigt einen um 10 bzw. 20 kg/ha höheren $N_{\min}$ -Wert als die ZWRB. Diesen gleichen Trend weist auch Variante 2c mit Winterrüben und –fit auf.

Der Folgetermin der Bodenprobenahme am 31.05.2022 war nicht auswertbar, da eine Überschneidung mit der Düngung vorgelegen hat.

Schlag 3) Bei Schlag 3 wurde am 20.10.2021 als ZWRB die Erbse ausgesät. Diese wurde zur Aussaat der Möhre am 21.03.2022 eingearbeitet (Bild 9 und 10). Der $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens war mit 71 kg N/ha bis zur Möhrenaussaat gering. Der Wert stieg auf 150 kg N/ha Ende Mai und sank auf das niedrigste Niveau zur Möhrenernte auf 29 kg N/ha.

Schlag 4a und b) Die zwei Schläge sind von der Bodenart, der Vorkultur mit Winterweizen, der Zwischenfrucht mit einer Erbsenmischung mit anschließender Einarbeitung vor dem Dämmen im Herbst ohne Zwischenreihenbegrünung (Kontrolle) vergleichbar (Bild 5 und 6).

Die $N_{\min}$ -Werte neun Wochen nach der Möhrenaussaat liegen auf beiden Schlägen bei rund 200 kg N/ha. Hier wird der Einfluss der Bewässerung auf die N-Aufnahme der Kultur deutlich. Schlag 4a wurde nicht bewässert und Schlag 4b ab Juli viermalig. Zum Ernteende hat das bewässerte Möhrenfeld fast den angebotenen Stickstoff aufgebraucht im Vergleich zum nicht bewässerten Feld. Der $N_{\min}$ -Restwert beträgt hier 113 kg N/ha. Die bewässerten Möhren auf Schlag 4b hatten 83 kg N/ha mehr in gelöster Form vorliegen als 4a.

Schlag 5a und b) Die Varianten 5a und 5b liegen auf dem gleichen Schlag. Im Jahre 2021 war die Vorkultur Dinkel, die Zwischenfrucht Erbse. Herbstdämme für die Möhrenkultur wurden am 20.-25. Oktober gezogen.

5b ist die Kontrolle ohne Zwischenreihenbegrünung und 5a (Bild 7) mit. Zum Dämmzeitpunkt wurde die Wintererbse zwischen den Dämmen eingesät. Am 10.03.2022 erfolgte die Einarbeitung.

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdüngen auf $N_{\min}$

Am 23.03.2022 lag der $N_{\min}$ -Gehalt um 30 kg/ha mit ZWRB höher im Vergleich zur Kontrolle. Nach der Möhrensaat am 22.03.2022 wurde bis Ende Juni zur Unkrautbekämpfung 1x abgeflammt, 2x maschinell, 1x gefräst und 2x per Hand gehackt.

Der $N_{\min}$ -Restwert nach der Ernte lag bei der ZWRB 27 kg N/ha niedriger als ohne Begrünung. Die Variante mit Zwischenreihenbegrünung weist ein gleichmäßiges N-Angebot im Boden auf.

Schlag 6a, b, c) Dieser Betrieb baute auf dem gleichen Schlag nach Winterroggen eine Zwischenfrucht mit Senf 2021 an. Für den Möhrenanbau wurden Herbstdünger gezogen und am 11.10.2022 drei verschiedene Zwischenreihenbegrünungen gesät - die Variante 6a mit Senf 'Action', 6b Weidelgras 'Ronaldo' und 6c mit Rauhafer. Die Einarbeitung der Begrünungen erfolgte zwischen dem 20.-25. März. Ende Mai lag der $N_{\min}$ -Gehalt im Boden im Bereich von 190 und 210 kg N/ha bei den Begrünungsvarianten. Nach der Möhrenernte war die Ausnutzung des N-Angebots bei der Begrünung mit Senf (Bild 8) und Weidelgras am höchsten im Vergleich zum Rauhafer. Der $N_{\min}$ -Rest unter Senf und Weidelgras lag bei ca. 80 kg N/ha und Rauhafer bei 130 kg N/ha, d.h. um 50 kg N/ha höher.

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdämmen auf $N_{\min}$



Bild 1: Schlag 1a, Standardvariante, späträumende Kultur Rotkohl vor dem Möhrenanbau am 02.12.2021
(© Christine Müller, AELF-KW)

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdämmen auf N_{min}



Bild 2: Formung der Herbstdämme für Industriemöhren und Einsaat der Zwischenbegrünung am 18.10.2021 (© Wolfgang Wild)



Bild 3: Wachstumsstand der Zwischenbegrünung, Variante 2a bis 2c, am 02.02.2022

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdämmen auf N_{min}



*Bild 4: Wachstumsstand der Zwischenreihenbegrünung
Variante 3 Erbse am 02.02.2022*



Bild 5: Variante 4a ohne Begrünung am 02.02.2022



Bild 6: Variante 4b ohne Begrünung am 02.02.2022



*Bild 7: Wachstumsstand der Zwischenreihenbegrünung
Variante 5a Wintererbse am 02.02.2022*



*Bild 8: Wachstumsstand der Zwischenreihenbegrünung
Variante 6a Senf am 02.02.2022*

1. – Einfluss der Zwischenreihenbegrünung bei Herbstdüngen auf N_{min}



Bild 9: Wachstumsstand der Zwischenreihenbegrünung Variante 3 Erbse zur Möhreneysaat am 21.03.2022

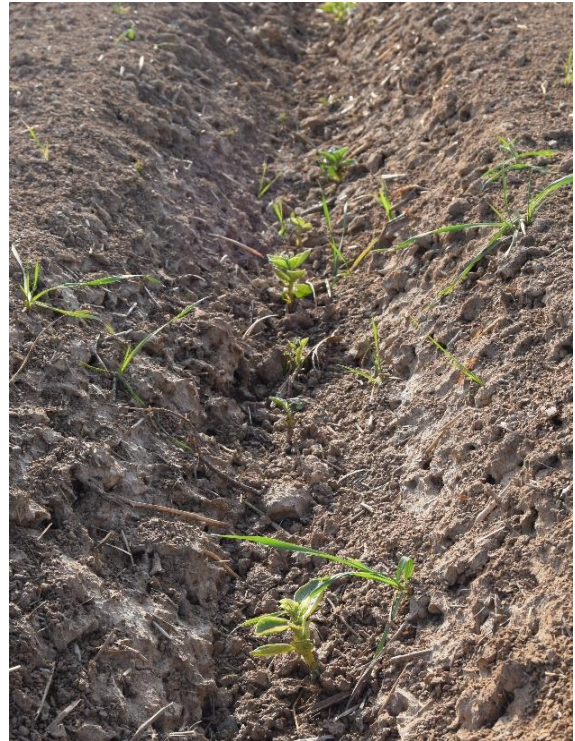


Bild 10: Wachstumsstand der Zwischenreihenbegrünung Variante 3 Erbse zur Möhreneysaat am 21.03.2022



Bild 11: Wachstumsstand der Zwischenreihenbegrünung Variante 2b/1-jährige Risp am 21.03.2022



Bild 12: Wachstumsstand der Zwischenreihenbegrünung Variante 2b/2 Senf zur Möhreneysaat am 21.03.2022

2. – Einfluss der Bewässerung auf die Qualität und den Möhrenertrag

Im Praxisversuch wurden die Schläge 2a, 2c und 4b bewässert. Der Bewässerungsbeginn lag im Zeitraum Anfang Juni bis Anfang Juli 2022.

Am 12.10.2022 wurden auf allen Schlägen eine stichprobenartige Möhrenernte durchgeführt mit einer Größe von 1 m² (1,33 m x 0,75 m) in sechsfacher Wiederholung.

Ermittelt wurde der Ertrag (Abbildung 3), der Anteil geplatzter Möhren (Abbildung 4) und das mittlere Möhrengewicht (Abbildung 5) je Variante.

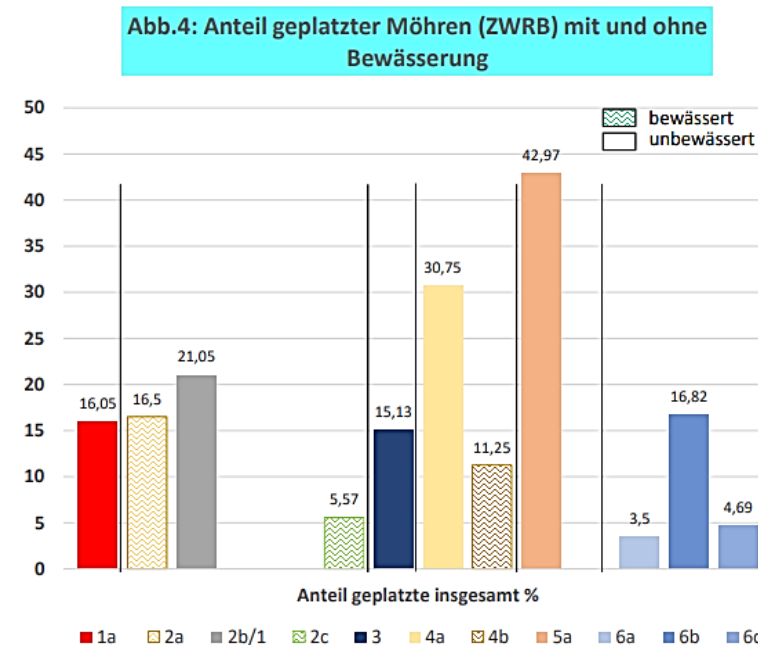
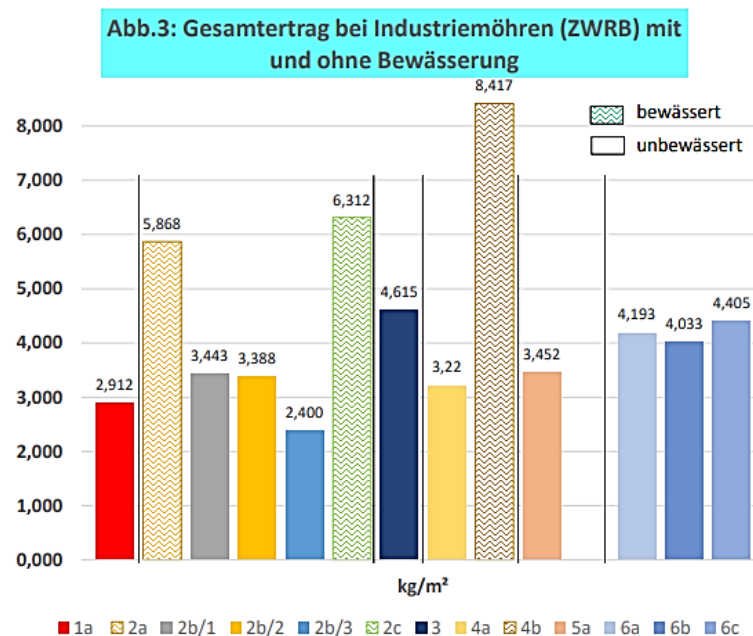


Abbildung 3 und 4: Erträge und Qualitäten der Möhren mit und ohne Bewässerung

2. – Einfluss der Bewässerung auf die Qualität und den Möhrenertrag



Bild 13: Ernte am 12.10.2022, 1 m², 2c und 4b bewässert



Bild 14: Ernte am 12.10.2022, 1m², Varianten 6a bis 6c

(Bild 3-14 © Christine Müller, AELF-KW)

2. – Einfluss der Bewässerung auf die Qualität und den Möhrenertrag

Schlag 2: Bei diesem Schlag zeigen die bewässerten Varianten 2a und 2c die höchsten Erträge mit 5,9 und 6,3 kg/m² auf. Dagegen weisen die nicht bewässerten Varianten des gleichen Schlages einen Ertrag von 2,4 bis 3,4 kg/m² auf. Der Mehrertrag liegt bei 62 % durch den Wassereinsatz.

Schlag 4: Der gleiche Trend zeigte sich auch auf Schlag 4 in der Möhrenernte bei den Varianten bewässert und unbewässert. Auch hier lag der Mehrertrag bei 62 % mit Bewässerung.

Der Anteil geplatzter Möhren konnte auf Schlag 2 bei den bewässerten Teilstücken 2a und 2c im Vergleich zu unbewässert 2b/1 deutlich reduziert werden. Die gleiche Tendenz ist auch bei Schlag 4 festzustellen. Die Kontrolle 4a weist einen Anteil von 30 % geplatzten Möhren am Gesamtertrag auf. Die bewässerte Variante 4b ca. 10 %.

Durch eine gezieltere Wasserführung konnte im Trockenjahr 2022 der Anteil an Platzern auf Lösslehm um 20 % reduziert werden.

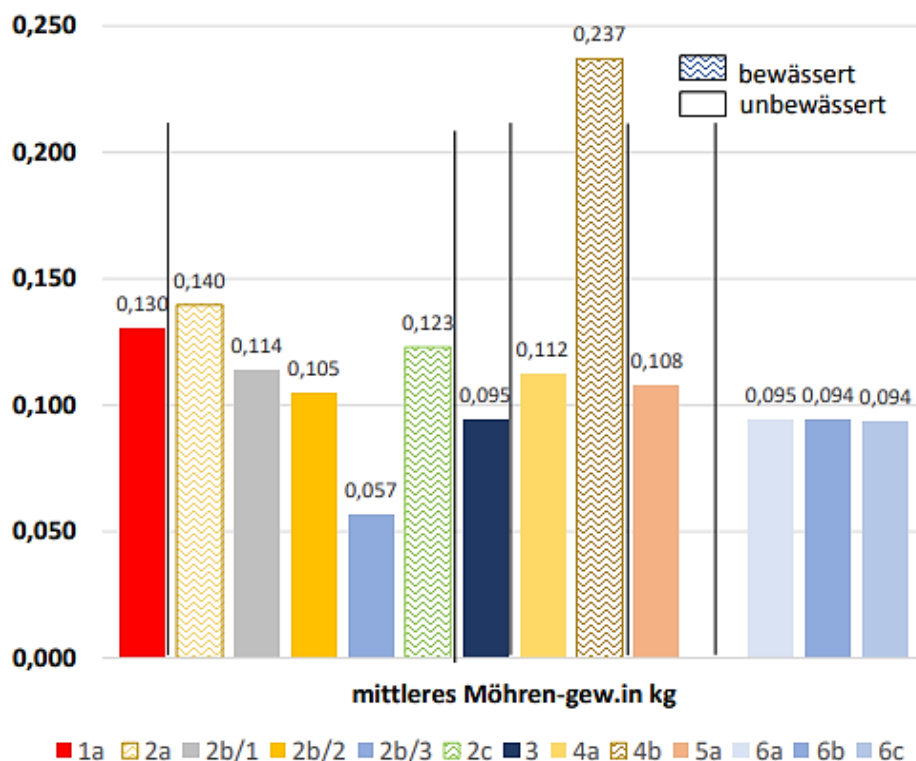


Abbildung 5: Mittleres Möhrengewicht mit und ohne Bewässerung

Das mittlere Möhrengewicht wurde durch die Bewässerung gesteigert. Beim Schlag 4 hatten die bewässerten Möhren ein doppelt so hohes Möhrengewicht mit 237 g/Stück gegenüber den nicht bewässerten Möhren mit 112 g/Stück.

Beim Schlag 2 waren die Unterschiede im Möhrengewicht nicht so groß.

3. – Klimatischer Jahreseinfluss auf $N_{\min}$

In den Jahren 2021 und 2022 wurden in einem Vorversuch und in dem Hauptversuch zum annähernd gleichen Zeitpunkt Ende Mai und zur Möhrenernte Bodenproben in den Praxisbetrieben gezogen.

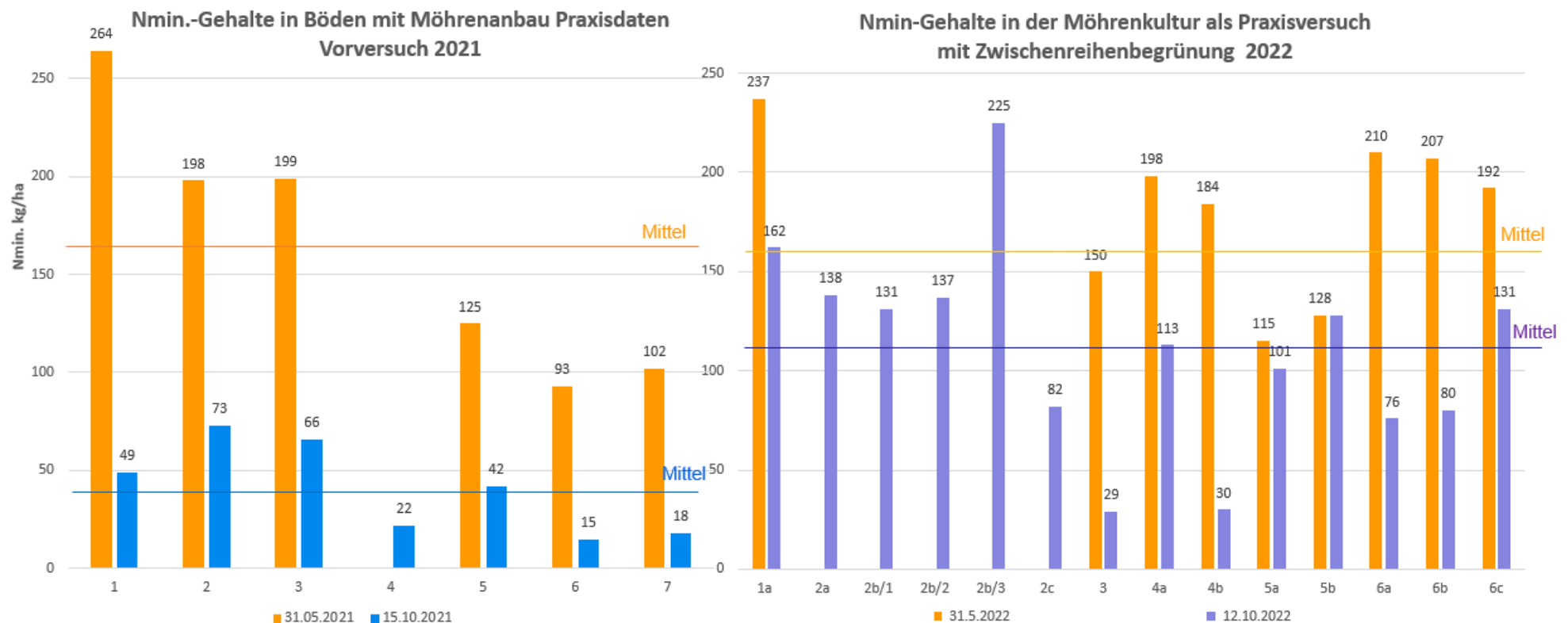


Abbildung 6: Übersicht von Stickstoffbodenwerten (0 - 90 cm Bodentiefe) bei Industriemöhren aus Praxisbetrieben

3. – Klimatischer Jahreseinfluss auf $N_{\min}$

Der mittlere $N_{\min}$ -Wert im Jahr 2021 und 2022 ist Ende Mai auf den Möhrenflächen fast gleich hoch mit ca. 160 kg N/ha. Der $N_{\min}$ -Wert zur Ernte ist 2021 mit 40 kg N/ha im Mittel deutlich geringer als im Jahr 2022 mit 110 kg N/ha. Dabei hat neben den pflanzenbaulichen Maßnahmen das Wetter eine erhebliche Rolle gespielt.

Dazu die Niederschläge im Jahresverlauf in beiden Jahren (Abbildung 7).

Im Jahr 2021 sind in den Monaten Mai bis August 311 mm Niederschläge gefallen. Dagegen im Jahr 2022 im gleichen Zeitraum 66 mm. Im April und im September fielen größere Mengen an Niederschlägen.

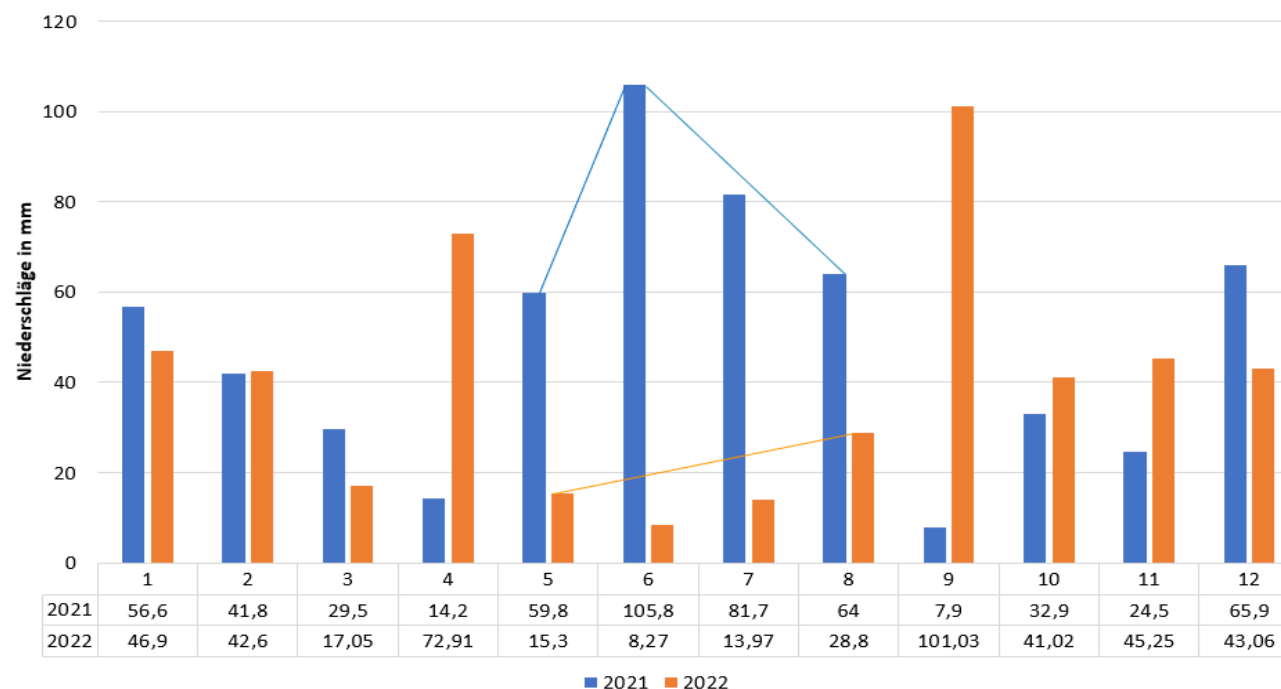


Abbildung 7: Niederschläge im Jahresverlauf, Monatsmittel 2021/2022