

## Abfrierende Zwischenfrüchte mit hohem Stickstoffaufnahmepotential aber ohne Effekt auf die nachfolgende Zwiebelkultur

---

### Die Ergebnisse – kurzgefasst

Im Gemüsebauversuchsbetrieb Bamberg der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) wurde von Sommer 2021 bis Sommer 2022 ein Zwischenfruchtversuch durchgeführt, in dem die Auswirkungen verschiedener Zwischenfrüchte und deren Bearbeitung auf die Stickstoffdynamik sowie auf die Folgekultur Zwiebel untersucht wurden. Dazu wurden im Sommer 2021 nach Ernte einer Chinakohl-Kultur vier verschiedene Zwischenfrüchte (Rauhafer, Ramtilkraut, Phacelia, Lein) zu zwei verschiedenen Zeitpunkten in dreifacher Wiederholung ausgesät sowie eine Kontrolle ohne Zwischenfrucht angelegt. Die Zwischenfrüchte, die bereits zum früheren Zeitpunkt Anfang August gesät wurden, zeigten eine deutlich höhere Stickstoffaufnahme als diese, die erst Anfang September gesät wurden. Unabhängig vom Aussattermin der Zwischenfrüchte wurden im Folgejahr allerdings nur geringe Mengen an Stickstoff wieder freigesetzt, der Zwischenfruchtanbau hatte keine Auswirkung auf die Erträge der nachfolgenden Zwiebelkultur. Die Biomasse, die im Frühjahr durch den Zwischenfruchtanbau anfiel, hatte keine negativen Effekte auf die Etablierung der Zwiebelkultur; eine Zerkleinerung des Materials wirkte sich weder auf die Bestandsentwicklung noch auf die Zwiebelerträge aus.

---

### Versuchsfrage und Versuchshintergrund

Zwischenfrüchte können verbleibende Nährstoffe nach der Ernte konservieren und im Frühjahr der Folgekultur wieder zur Verfügung stellen. Welches Potential haben verschiedene abfrierende Zwischenfrüchte hinsichtlich der Stickstoffaufnahme im Herbst und Stickstofffreisetzung für die Folgekultur im darauffolgenden Jahr? Neben dem Einfluss auf die Stickstoffdynamik wurde der Effekt eines Zwischenfruchtanbaus auf die Folgekultur Zwiebel betrachtet. Im Vordergrund stand dabei die Frage, welchen Einfluss die Biomasse der eingearbeiteten Zwischenfrüchte und eine Zerkleinerung des Materials auf die Etablierung der Zwiebelkultur hat und ob sich der Zwischenfruchtanbau positiv auf die Zwiebelerträge auswirkt.

### Ergebnisse im Detail

#### 1. Zwischenfrüchte

Die Zwischenfrüchte Rauhafer, Ramtilkraut, Phacelia und Lein wurden jeweils am 05.08.2021 und am 02.09.2021 auf einer Teilfläche ausgesät (Teilversuch A). Auf der anderen Teilfläche wurde am 13.08.2021 einheitlich Rauhafer ausgesät (Teilversuch B). Die früher gesäten Varianten im Teilversuch A entwickelten bis zum Abfrieren der Zwischenfrüchte einen deutlich größeren Aufwuchs als die späten Varianten. Den höchsten Aufwuchs beim Biomasseschnitt am 14.10.2021 zeigte das früh

## Abfrierende Zwischenfrüchte mit hohem Stickstoffaufnahmepotential aber ohne Effekt auf die nachfolgende Zwiebelkultur

gesäte Ramtilkkraut mit durchschnittlich 4,1 kg/m<sup>2</sup>, gefolgt von der früh gesäten Phacelia mit durchschnittlich 3,3 kg/m<sup>2</sup> (Abb. 1). Damit einher ging auch, dass sich bei diesen Varianten aufgrund des meisten Aufwuchs die höchste Gesamtstickstoffaufnahme von 112 kg N/ha am 14.10.2021 nachweisen lies (Abb. 1). Die Frischmasse aller Zwischenfrüchte mit späterem Aussattermin dagegen belief sich auf weniger als 1 kg/m<sup>2</sup>, womit auch der Gesamtstickstoff je Hektar, der in den Zwischenfrüchten enthalten war, in diesen Varianten weniger war (Abb. 1). Das C/N Verhältnis fiel bei den Zwischenfrüchten mit Aussaat am 02.09.2021 enger aus, da diese Pflanzen zum Beprobungszeitpunkt im Oktober noch sehr jung waren.

Am 20.01.2022 wurden die abgefrorenen Zwischenfrüchte in Teilversuch A einheitlich mit der Messerwalze zerkleinert, während in Teilversuch B Varianten unterschiedlicher Zerkleinerungsstufen des Rauhafer angelegt wurden: Variante 1, bei der der Rauhafer in dem Zustand, in dem er abgefroren war, ohne Mulchen eingearbeitet wurde, Variante 2, in der der Rauhafer vor Einarbeitung mit dem Schlegelmulcher fein zerkleinert wurde und Variante 3 mit einer mittleren Zerkleinerung per Messerwalze. Die Einarbeitung erfolgte in beiden Teilversuchen am 02.02.2022 sowie am 20.03.2022 mit der Scheibenegge.

### 2. Zwiebeln

Die Zwiebeln wurden nach Bearbeitung der Teilflächen mit der Beetfräse am 23.03.2022 gesät, es erfolgte keine Düngung. Der Feldaufgang fand bei allen Varianten des Teilversuchs A und B am 19.04.2022 statt. Auch die Anzahl der aufgegangenen Zwiebeln unterschied sich nicht signifikant zwischen den Varianten, der Feldaufgang betrug im Durchschnitt aller Varianten (inklusive Kontrolle) allerdings nur 58 %. Die verbliebene Biomasse der Zwischenfrüchte wies somit keine negativen Effekte

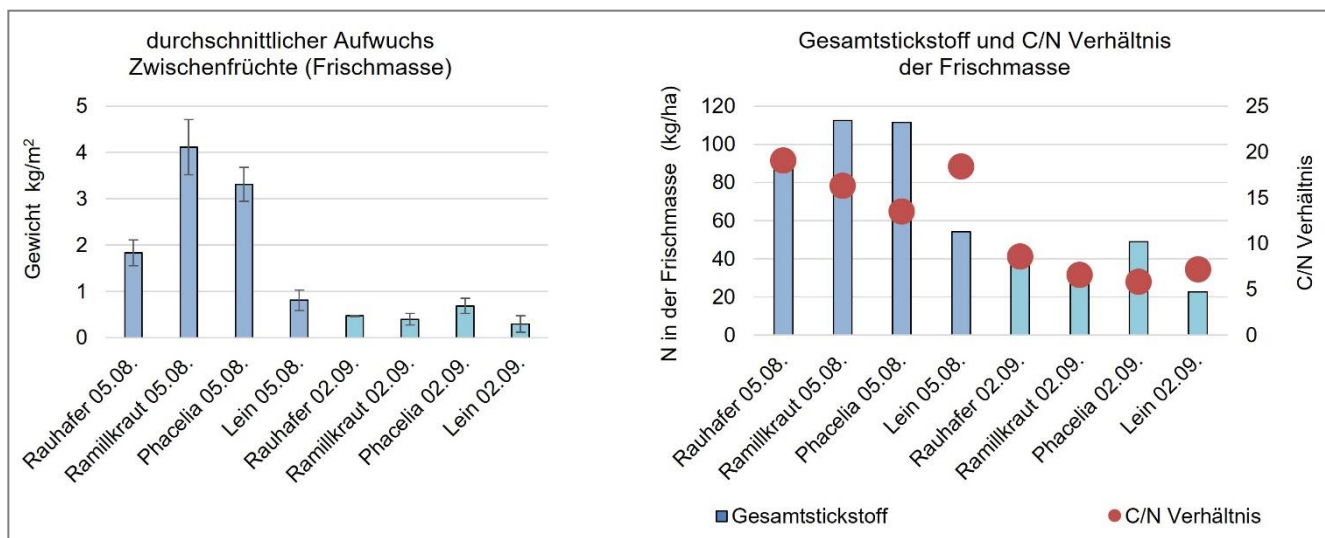


Abbildung 1: Links: Aufwuchs der Zwischenfrüchte in kg/m<sup>2</sup> in der Frischmasse (Biomasseschnitt am 14.10.2021), Mittelwert aus 3 Wiederholungen ± Standardabweichung; rechts: Gesamtstickstoff in kg/ha und C/N-Verhältnis in der Frischmasse der Zwischenfrüchte am 14.10.2021

## Abfrierende Zwischenfrüchte mit hohem Stickstoffaufnahmepotential aber ohne Effekt auf die nachfolgende Zwiebelkultur

auf die Etablierung der Zwiebelkultur auf. Ebenso hatte die Zerkleinerungsstufe des Rauhafers keine Auswirkung auf die Zwiebeletablierung.

Die Ernte der Zwiebeln erfolgte am 23.08.2022, die Ertrags erfassung wurde 3 Wochen später an den getrockneten und geputzten Zwiebeln durchgeführt. Im Teilversuch A konnte kein signifikanter Unterschied der Zwiebelerträge zwischen den Varianten festgestellt werden, der Anbau der Zwischenfrüchte im Vorjahr führte hier somit unabhängig von Art und Aussaatzeitpunkt der Zwischenfrucht nicht zu einer Ertragssteigerung (Abb. 2). Grund hierfür war vermutlich, dass aus den Zwischenfrüchten nur wenig Stickstoff im Sommer mineralisiert wurde (siehe Abschnitt  $N_{min}$ -Verlauf/Abb. 4) und den Zwiebeln damit nicht viel mehr Stickstoff zur Verfügung stand als in der Kontrolle. Auch im Teilversuch B unterschieden sich die Zwiebelerträge nicht signifikant, das vorherige Mulchen oder Zerkleinern des Rauhafers vor Einarbeitung hatte keinen positiven Effekt auf die Zwiebelerträge (Abb. 2). Als Ursache dafür ist die nahezu identische Stickstofffreisetzung bei unterschiedlicher Zerkleinerung anzuführen (siehe Abschnitt  $N_{min}$ -Verlauf/Abb. 5). Auffällig war, dass die Erträge vor allem auf der Teilfläche A innerhalb einer Variante sehr stark schwankten (Abb. 2) und insgesamt niedriger ausfielen als die Zwiebelerträge auf der Teilfläche B, sodass davon auszugehen ist, dass unterschiedliche Bodeneigenschaften innerhalb der Versuchsfläche einen starken Einfluss auf die Erträge hatten.

### 3. $N_{min}$ -Verlauf

Zu Beginn des Teilversuchs A im August 2021 befanden sich noch 153 kg N/ha in einer Tiefe von 0-60 cm. Auf den Parzellen mit früh ausgesäten Zwischenfrüchten sank der  $N_{min}$ -Gehalt bis Oktober

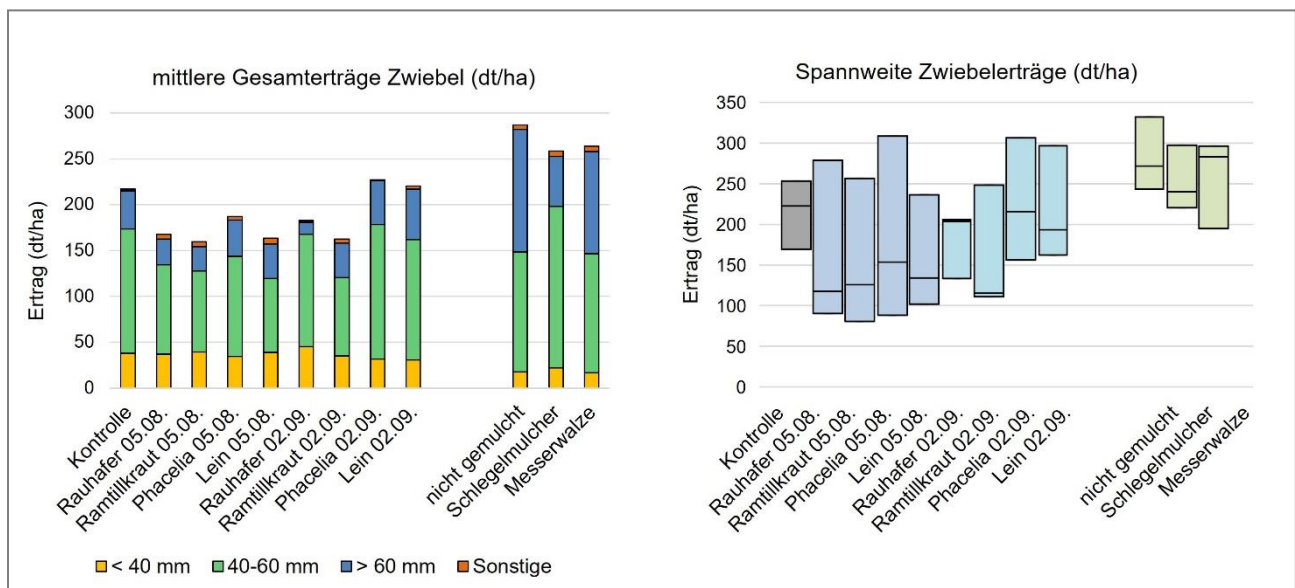


Abbildung 2: Links: Gesamterträge (dt/ha) Zwiebeln des Teilversuchs A und B mit Größensortierung; rechts: Spannweite der Zwiebelerträge (ohne Sonstige) bei 3 Wiederholungen je Variante (jeder horizontale Strich kennzeichnet eine Wiederholung)

## Abfrierende Zwischenfrüchte mit hohem Stickstoffaufnahmepotential aber ohne Effekt auf die nachfolgende Zwiebelkultur

deutlich auf 21-30 kg N/ha, während auf Parzellen ohne Zwischenfrüchte ein Höchstwert von 172 kg N/ha im Oktober erreicht wurde (Abb. 3). Die Zwischenfrüchte, die bereits Anfang August ausgesät wurden, eigneten sich somit sehr gut, um große Mengen an Stickstoff zu binden. In der Variante Ramtillkraut stieg der  $N_{\min}$ -Gehalt im Dezember nochmal an, da diese Zwischenfrucht bereits früh abgefroren war und bei den zum Teil recht milden Temperaturen bereits abgestorbene Blattmasse wieder mineralisiert und Stickstoff freigesetzt wurde (Abb. 3). Die Phacelia dagegen froh etwas später ab und konnte den Stickstoff besser halten, sodass es hier nicht zu einer Stickstofffreisetzung im Winter 2021 kam. Im Vergleich zur frühen Aussaat nahmen die spät ausgesäten Zwischenfrüchte deutlich weniger Stickstoff auf (Abb. 3), da sie sich weniger gut und nur für kurze Zeit etablieren konnten bis zum Zeitpunkt des Abfrierens. Demnach unterschieden sich die  $N_{\min}$ -Gehalte im Oktober und November bei den spät ausgesäten Varianten jeweils deutlich weniger von der Kontrolle als bei früher Aussaat (Abb. 3).

Nach Umbruch der Zwischenfrüchte im Jahr 2022 stiegen die  $N_{\min}$ -Gehalte im Laufe des Frühjahrs sowohl in den Varianten mit Zwischenfrucht als auch in der Kontrolle deutlich an (Abb. 4). Da auch bei der Kontrolle keine Düngung erfolgte, ist der Anstieg des  $N_{\min}$ -Gehaltes hier auf die Mineralisierung organischen Stickstoffs aus dem Boden und den Ernterückständen des Chinakohls aus dem Vorjahr zurückzuführen. Die höchsten  $N_{\min}$ -Gehalte wurden im Juni 2022 in den Varianten mit erfolgtem Zwischenfruchtanbau erreicht, wobei bei der frühen Aussaat maximal 24 kg N/ha (Lein), bei der späten Aussaat maximal 27 kg N/ha (Phacelia) mehr zur Verfügung standen als bei der Kontrolle (Abb. 4). Die höhere Stickstoffaufnahme der früh gesäten Zwischenfrüchte im Vorjahr spiegelte sich damit nicht in einer höheren Stickstofffreisetzung im Folgejahr wider.

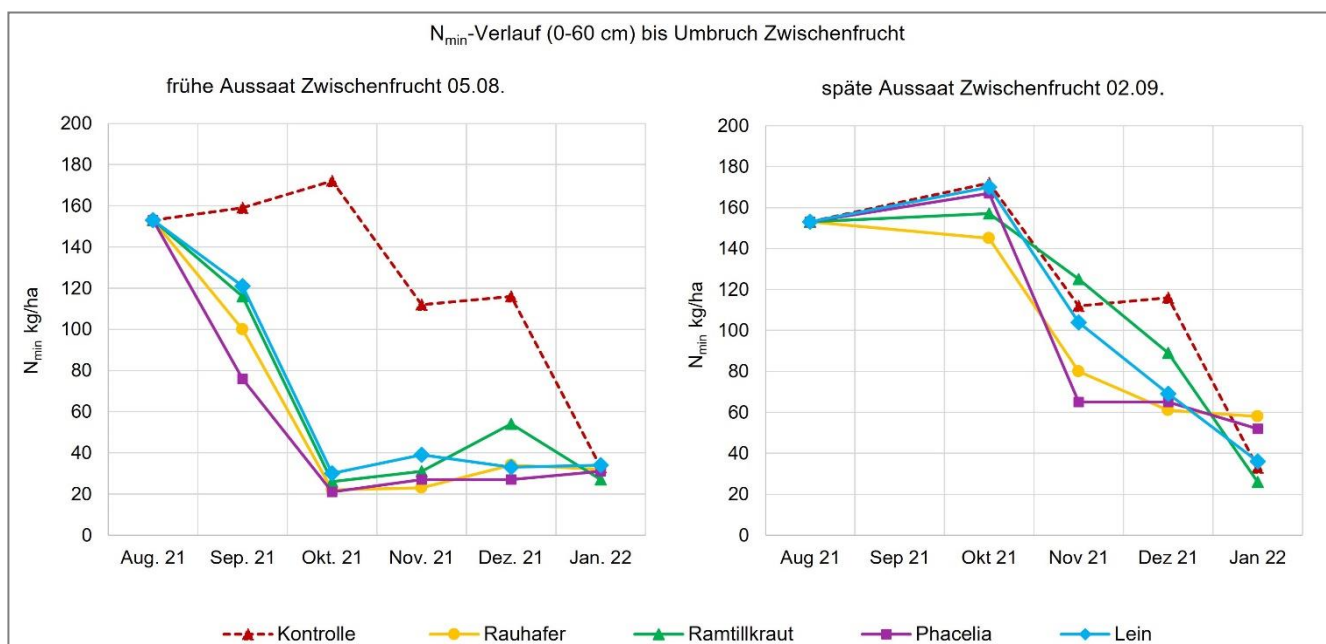


Abbildung 3:  $N_{\min}$ -Verlauf Teilversuch A (0-60 cm) bis zum Umbruch der Zwischenfrüchte

## Abfrierende Zwischenfrüchte mit hohem Stickstoffaufnahmepotential aber ohne Effekt auf die nachfolgende Zwiebelkultur

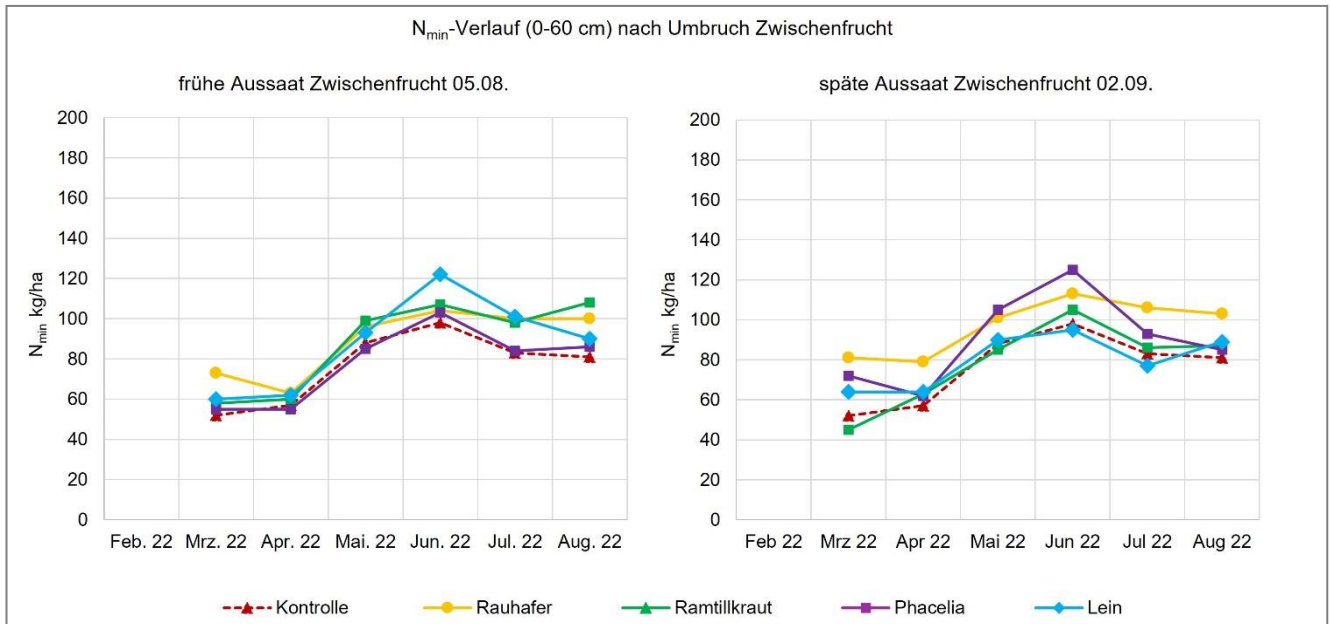


Abbildung 4: N<sub>min</sub>-Verlauf Teilversuch A (0-60 cm) nach Umbruch der Zwischenfrüchte unter der Folgekultur Zwiebel

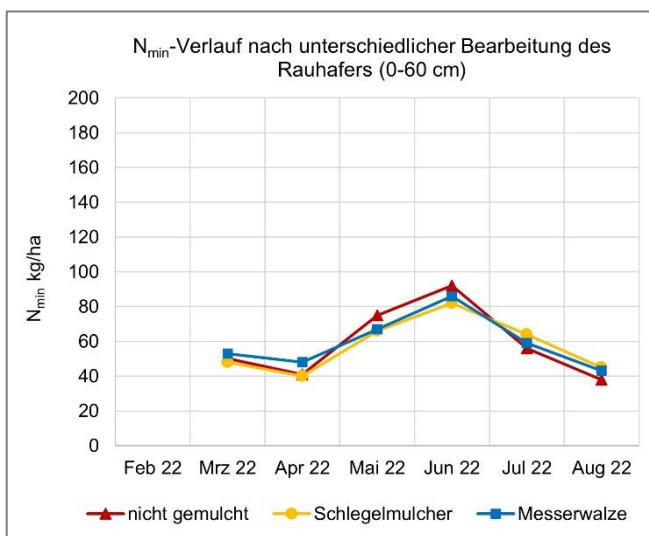


Abbildung 5: N<sub>min</sub>-Verlauf Teilversuch B (0-60 cm) nach unterschiedlicher Zerkleinerung des Rauhafers unter der Folgekultur Zwiebel

Im Teilversuch B zeigten sich nahezu keine Unterschiede im N<sub>min</sub>-Verlauf nach unterschiedlicher Behandlung des Rauhafers mit dem Schlegelmulcher oder der Messerwalze im Vergleich zur nicht gemulchten Variante (Abb. 5). Der Zerkleinerungsgrad der angefallenen Biomasse hatte somit keinen Einfluss auf die Menge und den Zeitpunkt des freigesetzten Stickstoffs im Frühjahr und Sommer.

Abfrierende Zwischenfrüchte mit hohem Stickstoffaufnahmepotential  
aber ohne Effekt auf die nachfolgende Zwiebelkultur

4. Versuchsbilder



Bild 1: Zwischenfrüchte am 23.09.2021



Bild 2: Zwischenfrüchte am 04.10.2021



Bild 3: Abgefrorene Zwischenfruchtbestände am 13.01.2022



Bild 4: Zwiebelbestand am 28.07.2022

## Abfrierende Zwischenfrüchte mit hohem Stickstoffaufnahmepotential aber ohne Effekt auf die nachfolgende Zwiebelkultur

---

### Kultur- und Versuchshinweis

- Versuchsanlage: Randomisierte Blockanlage, 3 Wiederholungen
- Parzellengröße: 24,75 m<sup>2</sup>
- Boden: sandiger Ton
- Vorkultur: Chinakohl
- Zwiebelsorte: 'Hylander F1'
- Aussaat:  
Zwischenfrüchte: je 05.08.2021 und 02.09.2021, Aussaatstärke: Rauhafer 120 kg/ha, Ramtillkraut 10 kg/ha, Phacelia 15 kg/ha, Lein 50 kg/ha  
Zwiebeln: 23.03.2022, Aussaatstärke 800.000 Korn/ha, Aufgang 19.04.2022, Ernte 23.08.2022
- Behandlungen: keine Düngung, kein Pflanzenschutz

### Kritische Anmerkungen

Die abfrierenden Zwischenfrüchte wiesen im Versuch bei früher Aussaat ein hohes N-Aufnahmepotential auf, um den verbliebenen Stickstoff zu binden, jedoch zeigte sich auch der Schwachpunkt, dass es durch ein frühes Abfrieren bereits zu Mineralisierung von Stickstoff im Winter kommen kann. Insgesamt stand nur ein kleiner Teil des Stickstoffs, der 2021 durch die Zwischenfrüchte aufgenommen wurde, im Frühjahr und Sommer 2022 als pflanzenverfügbarer Stickstoff im Boden den Zwiebeln wieder zur Verfügung. Möglicherweise wurde ein Teil des Stickstoffs auch immobilisiert. Da auf der Teilfläche A insgesamt niedrigere Erträge mit geringeren Spannweiten innerhalb der Varianten erzielt wurden, ist davon auszugehen, dass diese Teilfläche heterogene Bodeneigenschaften aufwies, die sich negativ auf die Erträge auswirkten und damit einen Rückschluss auf die Zwischenfruchtwirkung erschwerten. Da auf eine gleichmäßige Bewässerung der Fläche geachtet wurde, ist eine ungleichmäßige Wasserverteilung als Ursache für die großen Ertragsunterschiede innerhalb einer Variante auszuschließen.

(Bildnachweise: ©LWG Veitshöchheim)