

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

---

### Die Ergebnisse – kurzgefasst

Im Gemüsebauversuchsbetrieb der LWG in Bamberg wurden 2023 bei Knollensellerie und Hokkaidokürbis Anbauversuche mit Untersaaten durchgeführt.

Im Knollensellerie kam es zu signifikanten Unterschieden in Ertrag und Wuchs der Pflanzen. So zeigte die betriebsübliche Kontrolle neben der Ackerbohnenuntersaat einen signifikant höheren Ertrag im Vergleich zu den übrigen dauergrünen Mischungen.

Im Kürbis konnten durch die Untersaaten keine signifikanten Auswirkungen festgestellt werden. Grund für die geringen Unterschiede können hier die späte Aussaat und der schwache Aufgang der Untersaaten sein.

---

### Versuchsfrage und Versuchshintergrund

Dass Untersaaten die Entwicklung von verschiedenen Pflanzenkulturen beeinflussen können, ist hinreichend bekannt. Hierzu zählen beispielsweise die Steigerung des Bodenlebens, bessere Befahrbarkeit, Reduzierung von Schädlingsbefall, der Rückhalt von Nährstoffen und die Fixierung von Luftstickstoff im Boden.

Um den Einfluss der Untersaaten belegbar zu machen, wurden mit Hokkaidokürbis und Knollensellerie zwei Kulturen ausgewählt, welche auf dem Feld durch ihre lange Standzeit zu aussagekräftigen Ergebnissen beitragen können.

Es stellt sich dabei primär die Frage, wie sich die genannten Gemüsesorten in den verschiedenen Untersaaten verhalten. Zudem ergibt sich die Frage, wie die Aussaat die Nährstoffverfügbarkeit in den Gemüsekulturen beeinflusst.

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

### Vorgehensweise - Knollensellerie

Vor der Pflanzung des Knollensellers der Sorte 'Markiz F1' wurde das Versuchsfeld über zwei Gaben auf 230 kg N/ha aufgedüngt. Im Verlauf des ersten Monats nach der Pflanzung wurden alle Beete zweimal gestriegelt, um einen gleichmäßigen und sauberen Bestand herzustellen und ein gutes Anwachsen der Pflanzen zu gewährleisten. Die Einsaat der Untersaaten fand dann am 22.06.2023 statt. Am 18.06.2023 und nochmal am 17.07.2023 wurden in der betriebsüblichen Kontrolle zusätzliche händische Hackgänge durchgeführt, um ein sauberes Beet beizubehalten. Die Untersaaten wurden während der Kulturdauer mit einer elektrischen Heckenschere auf eine Tiefe von 5 cm zurückgeschnitten. Das geschnittene Material aller Varianten blieb in den Parzellen liegen. Auf einem Beet wurde der Rückschnitt ausgelassen, um den größtmöglichen Einfluss der Untersaaten darstellen zu können.

### Ergebnisse im Detail - Knollensellerie

Die Ernte des Knollensellers fand am 07.11.2023 statt. Nach der Ernte wurden die Knollen gewaschen und anschließend ausgewertet. Bei der Auswertung kam es zu folgenden Ergebnissen:

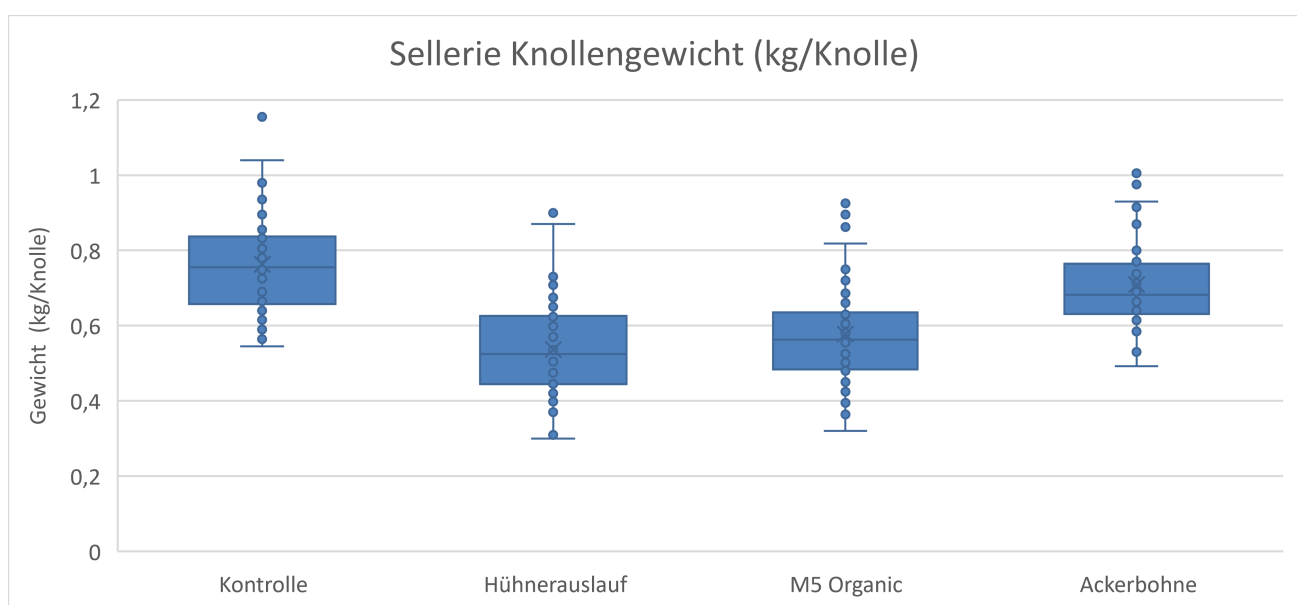


Abbildung 1: Sellerieknollengewichte in kg/Knolle nach Variante. Die Varianten "Hühnerauslauf" ( $p < 0,001$ ) und "M5 Organic" ( $p < 0,001$ ) unterschieden sich unter Bonferroni-Korrektur signifikant im Gegensatz zu Ackerbohne ( $p > 0,05$ ) im paarweisen Vergleich zur Kontrolle ( $n = 60$  Knollen je Variante)

Wird die Kontrollvariante mit den Untersaaten "Hühnerauslauf" und "M5 Organic" verglichen, ist bei beiden ein signifikant niedrigerer Ertrag festzustellen. Im Mittel lag das Knollengewicht in der Kontrolle bei 0,76 kg. Die Ackerbohnenuntersaat unterschied sich nicht signifikant zur Kontrolle und lag mit 0,7 kg je Knolle nur knapp unter dem der Kontrollvariante. Deutlich niedriger im Gewicht lagen die beiden dauergrünen Mischungen "M5 Organic" mit 0,57 kg sowie der "Hühnerauslaufmischung" mit 0,53 kg (siehe Abbildung 1).

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

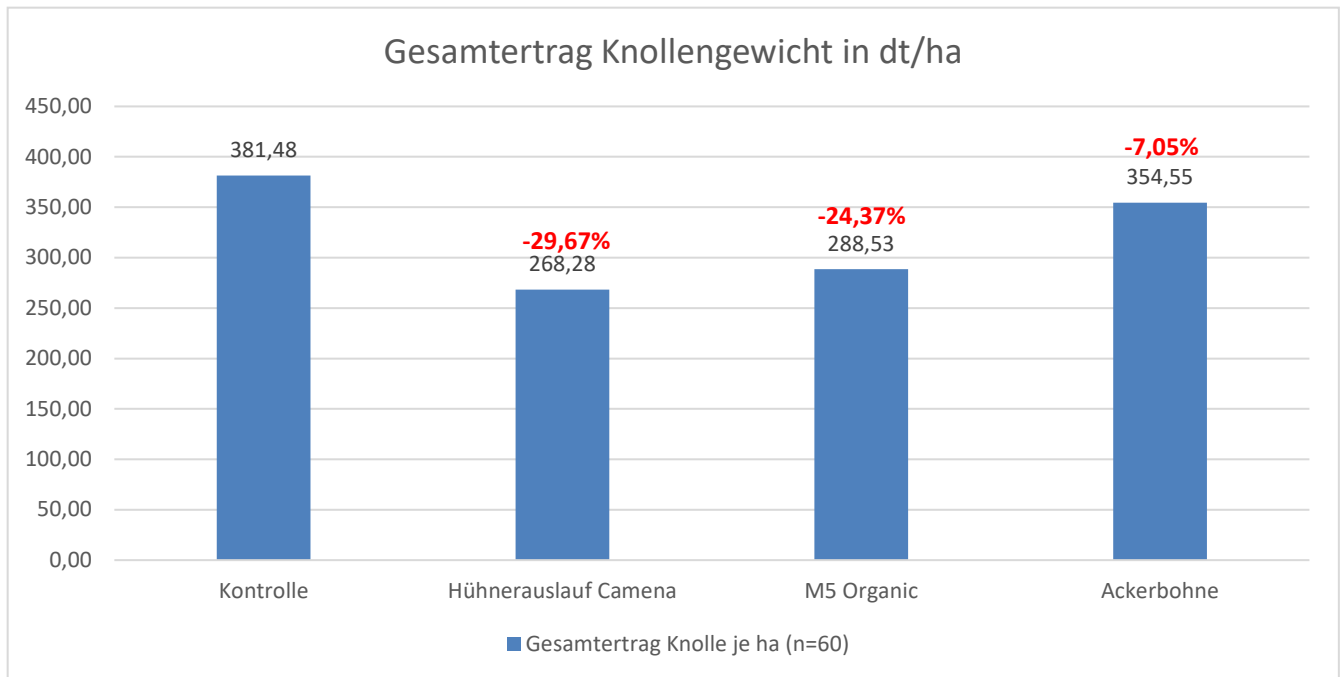


Abbildung 2: Gesamtertrag der Knollen aus der Kernparzelle (Standraum einer Knolle 0,2 m<sup>2</sup>). In Rot die prozentualen Unterschiede zur betriebsüblichen Kontrolle.

Mit Blick auf den Gesamtertrag in Abbildung 2 führt die betriebsüblich bewirtschaftete Kontrollvariante mit 384 dt/ha das Feld an, dicht gefolgt von der Ackerbohnenuntersaat mit 354 dt/ha. Der Ertrag zwischen diesen beiden Varianten stellt keinen signifikanten Unterschied dar. Dahingegen erwiesen sich die Erträge der dauergrünen (überjährigen) Mischungen als signifikant niedriger. Diese Unterschiede lassen darauf schließen, dass bei einer einmalig zurückgeschnittenen Variante ein Ertragsrückgang abhängig von der Wahl der Untersaat ist. Eine rein stickstoffbindende und nach dem Rückschnitt absterbende Untersaat, wie die Sommer-Ackerbohne, zeigt einen zur betriebsüblichen Kontrolle ähnlich guten Ertrag.

### 1. Laub

Auch bei der Untersuchung der Laubgewichte in der Kernparzelle kam es zu signifikanten Ergebnissen. Es wurde erneut die Kontrolle paarweise zu allen anderen Varianten verglichen. Dabei konnten bei allen drei Vergleichen signifikante Unterschiede im Laubgewicht festgestellt werden. Besonders stark fielen diese Unterschiede beim Vergleichen der Kontrollvariante zu "M5 Organic" und Ackerbohne auf.

Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

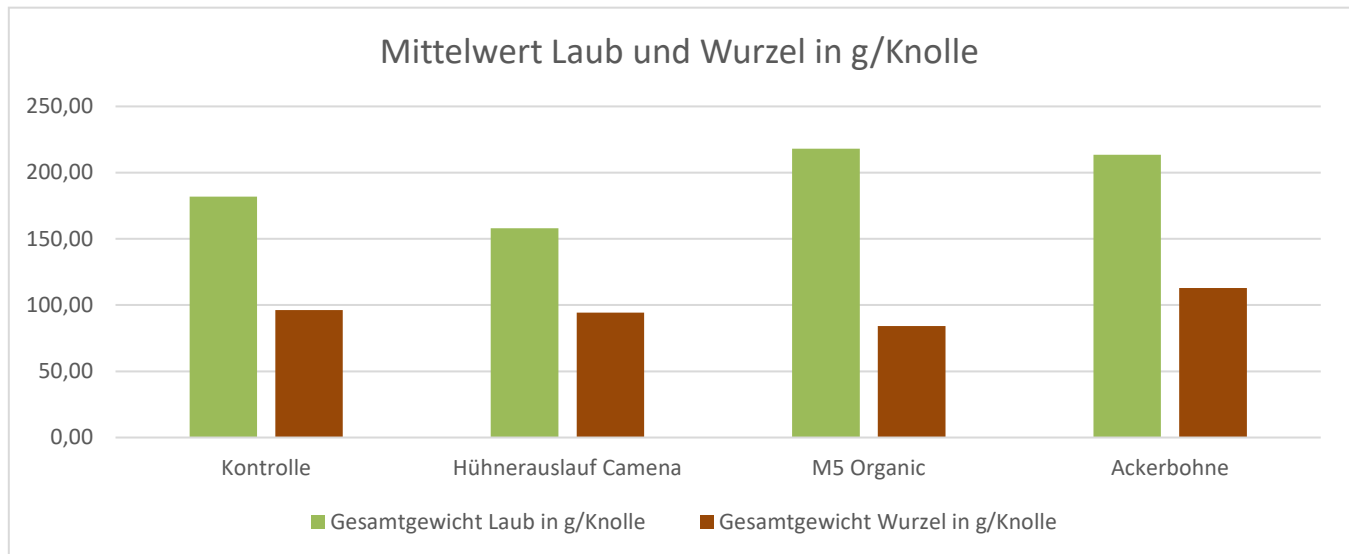


Abbildung 3: Gesamtgewichte (g/Knolle) bei Laub und Wurzel des Knollenselleriees der Kernparzelle (n= 4 \*15 je Variante)

Der Aufwuchs, sowohl bei Ackerbohne als auch bei der stark klee- und luzernelastigen "M5 Organic"-Untersaat, ragte bis zum Rückschnitt teilweise deutlich über die Blätter der Selleriepflanzen hinaus. In der "Hühnerauslaufmischung" mit einem überwiegenden Grasanteil blieb der Aufwuchs selbst bis zum Rückschnitt am 06.08.2023 leicht unterhalb der Blätter des Knollensellerie.

Ein höheres Blattgewicht wirkt sich aber nicht zwangsläufig ertragssteigernd auf das Knollengewicht aus (siehe "M5 Organic").

Es kann jedoch ein Zusammenhang zwischen dichter, zeitweise die Blätter überdeckender Untersaat und dem Blattwachstum der Selleriekultur vermutet werden. Die Varianten mit dem stärksten Aufwuchs ("M5 Organic" und Ackerbohne) bildeten die meiste Blattmasse, während bei den Varianten "Hühnerauslauf" und Kontrolle die Pflanze nicht überwachsen wurde und diese dadurch möglicherweise ein leicht geringeres Blattgewicht aufwiesen.

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie



Bild 1: Versuchsfeld am 04.08.2023 vor dem Abmähen



Bild 2: Versuchsfeld am 04.08.2023 nach dem Abmähen der Untersaaten (Ackerbohne und "M5 Organic")

### 2. Wurzel

Besonders auffällig hierbei war das Wachstum der Ackerbohnenuntersaat.

Ein Grund hierfür könnte der reine stickstoffbindende Charakter der Ackerbohnenuntersaat sein. Durch die Abgabe des an die Knöllchenbakterien gebundenen Stickstoffs an den Boden kann es zu einem verstärkten Wurzelwachstum der Selleriekultur kommen. Der Anteil an Leguminosen in den anderen Untersaaten fiel deutlich geringer aus.

Bei Varianten mit dichter Untersaat ("M5 Organic" und "Hühnerauslauf") bildeten die Sellerieknollen deutlich mehr Feinwurzeln, verteilt über die gesamte Knolle, während die Varianten Kontrolle und Ackerbohne typische Wurzelbildung im unteren Bereich aufwiesen (siehe Bild 2 bis Bild 5). Hinsichtlich der Vermarktung müssten solche Knollen aufwendiger geputzt werden.

### 3. Ungeschnittene Variante

Wird die Untersaat über die gesamte Kulturzeit ungeschnitten gelassen, führt das bei diesen Parzellen nochmals zu einer sichtbaren Ertragsreduzierung. Grund hierfür wird in der nährstofffixierenden und lichtreduzierenden Wirkung der Untersaaten gesehen. Ebenso stellte sich durch den dichten Wurzelteppich die maschinelle Ernte dieser Mischungen als Herausforderung dar.

Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

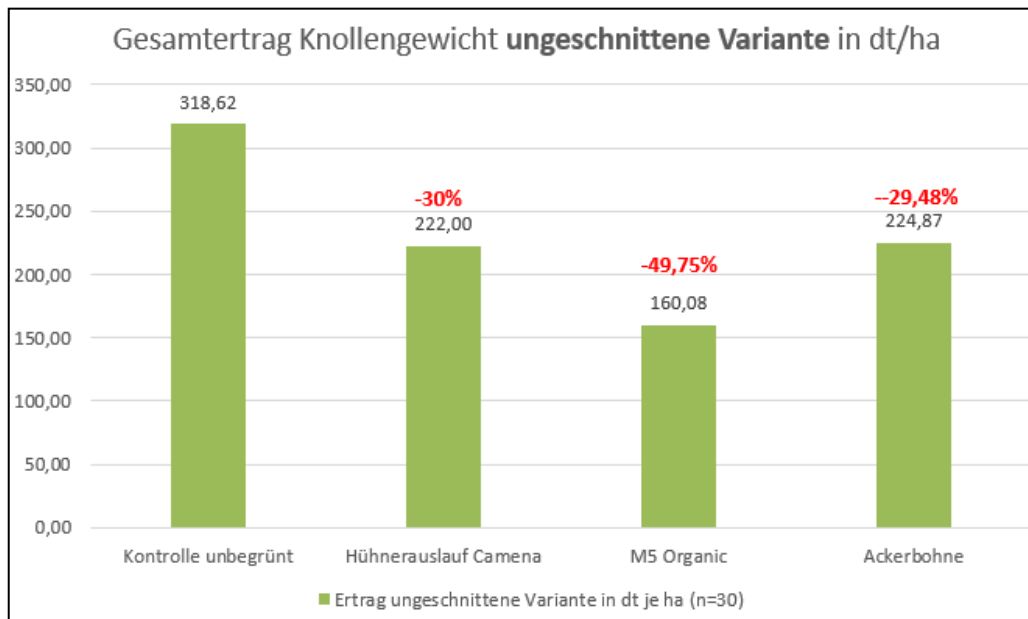


Abbildung 4: Gesamtertrag der Knollen aus der ungeschnittenen Variante im Vergleich zur Kontrolle. Für jede Wiederholung wurden 30 Knollen ausgewertet (n=2\*15)

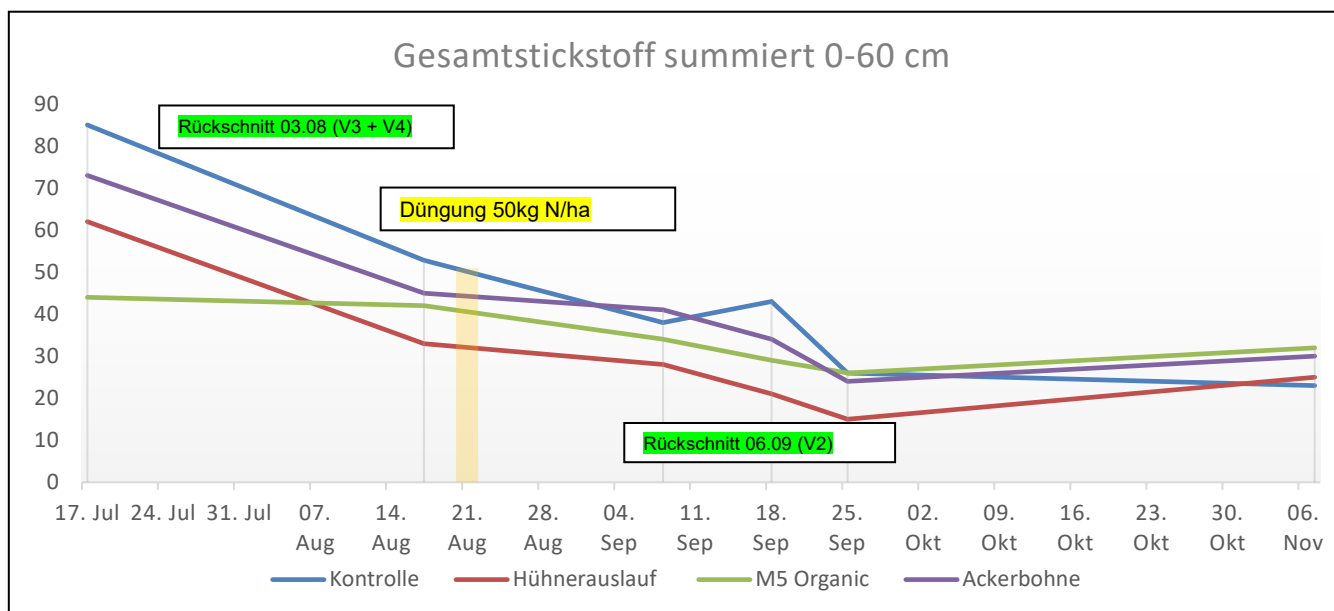


Abbildung 5: Stickstoffverlauf 0-60 cm im Boden (alle Varianten)

Die geringe Freisetzung von pflanzenverfügbarem Stickstoff bei Untersaaten lässt darauf schließen, dass ein höherer Teil der Düngung durch diese gebunden wird, während in der betriebsüblich gehackten Kontrollvariante Stickstoff in höherem Maße frei im Boden verfügbar ist (Abbildung 5).

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

## Versuchsaufbau - Kürbis

Die durchgeführte Untersuchung beim Kürbis basiert auf der buschigen Hokkaido-Sorte 'Amoro' von de Bolster. Insgesamt wurden hier fünf verschiedene Untersaaten sowie eine Kontrollvariante getestet. Die Untersaaten umfassten die gleichen Saatgutmischungen wie auf der Sellerieparzelle. Zusätzlich wurden die Untersaaten durch zwei weitere Varianten (Öllein und Rummelmischung) ergänzt.

Tabelle 1: Untersaatenvarianten auf der Kürbisfläche (buschiger Hokkaido, Sorte 'Amoro' von de Bolster)

Nr.	Variante	Menge je ha	Menge je Parzelle	Saat	Saattiefe
1	Kontrolle	-	-	-	-
2	Hühnerauslauf Camena	30 kg	75,15 g	16.06.2023	1-2 cm
3	M5 Organic DSV	20 kg	50,1 g	16.06.2023	1-2 cm
4	Ackerbohne Birgit	250 kg	626,25 g	16.06.2023	5 cm
5	Öllein	35 kg	87,68 g	16.06.2023	1-2 cm
6	Rummelmischung Biofa	40 kg	100,2 g	16.06.2023	1-2 cm

## Vorgehensweise - Kürbis

Die Aussaat der Kürbissorte Amoro wurde am 16.05.2023 vorgenommen. Am 22.05.2023 wurde auf der Versuchsfläche eine Düngung mit 40 kg N/ha durchgeführt. Die Pflanzung der Kürbisse fand dann am 31.05.2023 mit einer Pflanzmaschine und einer vorgelagerten Kreiselegge statt. Es wurden zwei Hackgänge mit dem Striegel durchgeführt. Der erste Hackgang fand nach der Pflanzung am 06.06.2023 statt. Ein zweiter Durchgang mit dem Striegel folgte eine Woche später am 12.06.2023. Unmittelbar danach folgte die Aussaat der fünf verschiedenen Untersaaten am 16.06.2023. Die Ausbringmengen sind in Tabelle 1 abzulesen. Die ersten Bodenproben wurden am 24.07.2023 gezogen. Die Ernte der Hokkaidokürbisse fand am 21.08.2023 statt.

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

## Ergebnisse im Detail - Kürbis

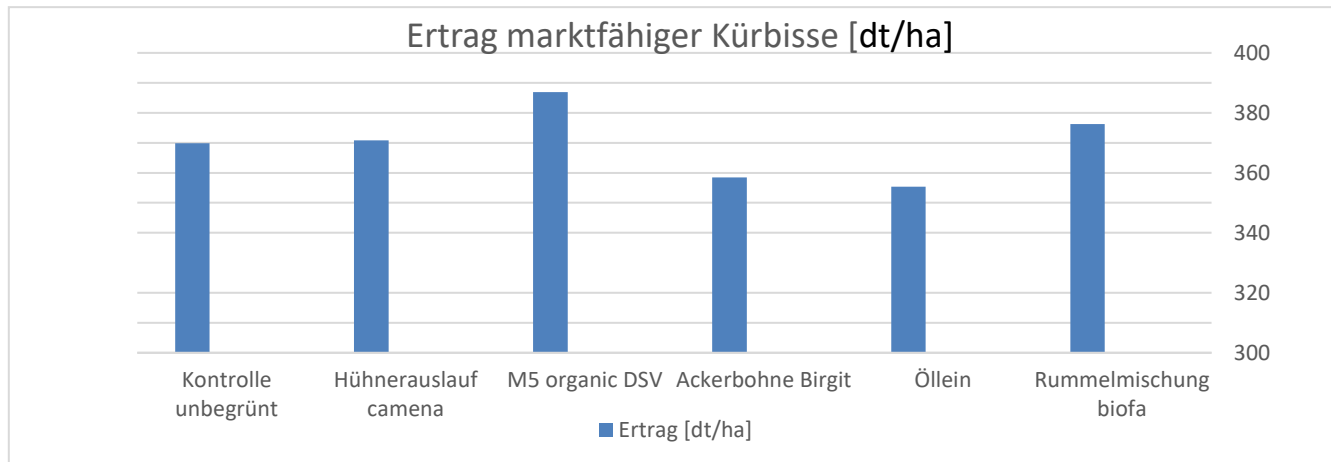


Abbildung 6: Ertrag Kürbis in dt/ha

Die geringen Ertragsunterschiede können durch das erst sehr späte Aufgehen der Untersaaten entstanden sein.

Weder bei den Werten der Kürbisqualität und Marktfähigkeit noch bei den Werten des pflanzenverfügbaren Stickstoffs im Boden sind erkennbare Auswirkungen aufgrund der Untersaat aufgetreten. Besonders bei den Untersaaten Öllein und "Hühnerauslauf" war ein defizitäres Aufgehen der Untersaaten zu erkennen.

## Interpretation der Ergebnisse - Kürbis

Wie bereits erwähnt, konnten in dem Untersaatenversuch in keinem der untersuchten Versuchsparameter signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Weder die Ertragsmengen noch die Kürbisqualitätsauswertungen konnten demnach Rückschlüsse liefern. Auch die N-Werte im Boden haben nur eine geringe Aussagekraft.

Für Ergebnisse zur Wirkung von Untersaaten in Kürbiskulturen müssten diese zu einem früheren Zeitpunkt auf der Versuchsfläche etabliert werden. Interessant wäre eine Aussaat der Untersaaten zum Ende der Vorjahreskultur als Winterbegrünung.

Alles in allem sind hierzu für die Kürbiskultur keine validen Aussagen zu treffen. Demnach konnte die Versuchsfrage, dass Untersaaten in Bezug auf eine Kürbiskultur nennenswerte Auswirkungen auf Qualität und Ertrag haben, nicht bestätigt werden. Die Grafik in Abbildung 7 zeigt, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den paarweise verglichenen Varianten gibt.



Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

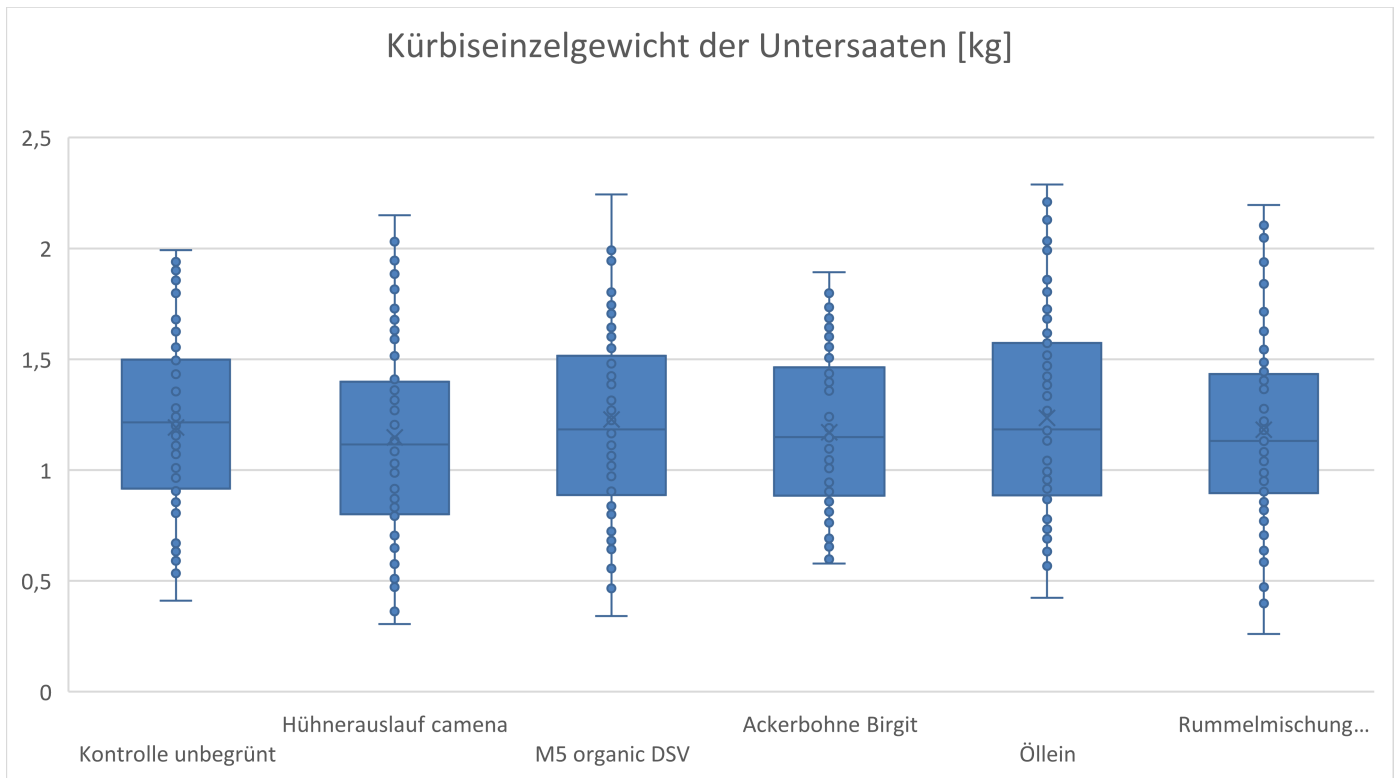


Abbildung 7: Kürbisgewichte in kg/Kürbis nach Variante. Bei allen Varianten wurden unter Bonferroni-Korrektur keine Signifikanz in den einzelnen Untersaaten erkannt. Die untersuchte Kürbisanzahl war n: 513

Kultur- und Versuchshinweise

Sellerie:

- Versuchsanlage: Randomisierte Blockanlage, 4 Wiederholungen
- Parzellengröße: 25,05 m<sup>2</sup>
- Boden: sandiger Ton
- Vorkultur: Ölhanf
- Sellerie: Sorte 'Markiz F1'
  - Aussaat Sellerie: 28.03.2023, 36 Kisten á 91 Stück
  - Aufgang: 07.04.2023
  - Pflanzung: 25.05.2023
  - Aussaat Untersaaten: 22.06.2023
  - Ernte: 07.11.2023
  - Auswertung 08.11.2023

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

---

- Düngung:
  - Einheitliche Düngung KW 21: 81,4 kg N/ha mit Haarmehlpellets
  - Einheitliche Reihendüngung KW 34: 50 kg N/ha Bio-Agenasol
  - 2 Borspritzungen mit je 300 g rein Bor/ha am KW 31 und KW 34
  - Bagira Pflanzenstärkungsmittel von 2,6 l/ha am 22.06.2023

### Kürbis:

- Versuchsanlage: Randomisierte Blockanlage, 4 Wiederholungen
- Parzellen: 6 Varianten mit 4 Wiederholungen
- Kernparzelle: 1,67 m\*5 m
- Parzellengröße: 25,05 m<sup>2</sup> mit je 33 Pflanzen
- Pflanzung: 31.05.2023, einreihig, Abstand i.d.R. 40 cm\*167 cm,
- Handpflanzung
- Boden: sandiger Ton
- Bodenbearbeitung: Gepflügt Winter 2022/2023
  - Egge im April, Kreiselegge vor der Pflanzung bzw. nach der Düngung
  - Hackgänge: Ein Hackgang ca. 10 Tage nach Pflanzung
  - Bewässerung: Nach Bedarf, auf die Kultur abgestimmt, allerdings nach Dauergrüneinsaat vermehrt
- Vorkultur: Öllein
- Kürbis: Sorte Buschtyp 'Amoro' von de Bolster, Aussaat: 16.05.2023, 37 Kisten F1 á 28 Stück, Pflanzung: 31.05.2023, Saat Untersaat: 16.06.2023, Ernte: 21.08.2023
- Behandlungen/Düngung:
  - Einheitliche Düngung von 40 kgN/ha am 23.05.2023 mit Haarmehlpellets (14 % N)
  - Bagira Pflanzenstärkungsmittel von 2,6 l/ha am 22.06.2023
  - Lausbehandlung Neudosan Neu (2x)

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

Tabelle 2: Zusammensetzung der verschiedenen Untersaaten für den Untersaatenversuch mit Kürbis und für den Untersaatenversuch mit Sellerie.

Nr.	Variante	Inhalt	Hektar	Aussaat	Parzelle (25,05 m <sup>2</sup> )	Kultur
1	<b>Kontrolle</b>	Kontrolle	nn		nn	K+S
2	<b>Hühnerauslauf von camena</b>	20 % Dt. Weidelgras Lidelta, 20 % Dt. Weidelgras Calibra, 24 % Dt. Weidelgras Tribal, 10 % Wiesenrispe, 10 % Rotschwengel, 10 % Weisklee, 5 % Hornklee, 1 % Gelbklee	30 kg	Hand + Einarbeiten (Fingerhacke)	75,15 g	Kürbis und Sellerie
3	<b>M5 organic DSV</b>	Deutsches Weidelgras (bis zu 20 %), Rotklee, Inkarnatklee, Luzerne, Weißklee	20 kg	Hand + Einarbeiten (Fingerhacke)	50,1 g	Kürbis und Sellerie
4	<b>Ackerbohne Birgit</b>	Ackerbohne	250 kg	Maschinell (16 cm Reihenabstand 6 cm saattiefe)	626,25 g	Kürbis und Sellerie
5	<b>Öllein</b>	Öllein	35 kg	Hand + Einarbeiten (Fingerhacke)	87,68 g	Kürbis
6	<b>Rummelmischung biofa</b>	30 % Rotklee, 12 % Inkarnatklee, 18 % Alexandrinerklee, 18 % Luzerne, 5 % Buchweizen, 0,5 % Phacelia, 2,3 % Kornrade, 1 % Dill, 1 % Fenchel, 10 % Luzerne, 0,4 % Klatschmohn, 0,4 % Ringelblume, 0,4 % Borretsch, 0,5 % Kümmel, 0,1 % Kornblume, 0,1 % Wilde Möhre, 0,2 % Kleiner Wiesenknopf, 0,1 % Futtermalve	40 kg	Hand + Einarbeiten (Fingerhacke)	100,2 g	Kürbis

## Kritische Anmerkungen

Für eine bessere Aussagekraft über die Wirkung von Untersaaten ist es besonders bei der schnellwachsenden Kürbiskultur für künftige Versuche empfehlenswert, die Untersaat bereits vor oder mindestens zeitgleich zur Pflanzung der Kultur zu säen. So können beispielsweise in einem bestehenden Bestand schmale Pflanzstreifen herausgefräst werden, in die die Kürbiskultur gepflanzt wird. Um einen Überblick über die Nährstoffdynamik im Boden zu geben, wäre es hilfreich, bei ähnlichen Versuchen mehrere Boden- sowie Pflanzenproben der einzelnen Untersaaten vorzunehmen. Die maschinelle Ernte stellte sich mit dem Unterschneidemesser als sehr schwierig heraus. Besonders bei den Varianten "M5 Organic" und "Hühnerauslauf". Hier gibt es neben der Ernte mit Grabegabeln keinen Vergleich zu weiteren Erntemethoden.

## Untersaatenversuch bei Hokkaido und Knollensellerie

In allen geschnittenen Varianten, mit Ausnahme der Ackerbohne, folgte nach dem Rückschnitt der Wiederaustrieb der Untersaat. Soll ein dauerhaft bewachsener Boden geschaffen werden, um eine Förderung des Bodenlebens, der Bodengare sowie eine gute Erosionsreduzierung zu erzielen, ist die Ackerbohne hier nicht das Mittel der Wahl.



Bild 3: Typische Wurzelbildung der Kontrollvariante



Bild 4: Untypische hochansetzende "bärtige" Wurzelbildung vor dem Putzen der Knollen ("Hühnerauslauf"-Kernparzelle)



Bild 5: Typische Wurzelbildung vor Putzen der Knollen (Ackerbohne)



Bild 6: Typische Wurzelbildung vor Putzen der Knollen ("M5 Organic")

Bildnachweis: © LWG Veitshöchheim