

Fachbroschüre 2025

KWS Fit4NEXT

Zwischenfrucht-Mischungen, die stärken.

ZUKUNFT SÄEN
SEIT 1858



Inhalt

- 4 Was ist KWS Fit4NEXT?
- 5 Vorteile von KWS Fit4NEXT
- 6 - 7 Zwischenfrüchte – Züchtung und Versuchswesen bei KWS
- 8 - 13 Einzelarten Steckbriefe
- 14 - 15 Wurzelsysteme verschiedener Arten
- 16 - 17 Aussaatzeit
- 18 - 19 CO₂-Bindung 
- 20 - 21 Bodenerosion
- 22 - 23 Zersetzung
- 24 Lebensraum und Nahrung
- 25 Leguminosen als Stickstoffquelle 
- 26 - 27 Nährstoffkonservierung und -mobilisierung
- 28 - 31 Stickstoff säen und Düngekosten senken
- 32 - 35 Abfrierverhalten
- 36 - 37 Nematodenmanagement
- 38 - 39 Unkrautunterdrückung
- 40 - 42 Effiziente Wassernutzung durch Zwischenfrüchte
 - 43 Befahrbarkeit im Frühjahr
- 44 - 47 Aussaatmethoden im Vergleich
- 48 - 49 Zwischenfruchtanbau aus Sicht der Düngeverordnung
 - 50 Zwischenfruchtanbau aus Sicht der GAP
 - 51 Mischungs-Berater und Ihre Berater





Nachhaltige Zwischenfrucht-Mischungen
 Im Video die Vorteile anschauen
www.kws.de/fit4next



Was ist KWS Fit4NEXT?

KWS Fit4NEXT ist das Programm für Zwischenfrucht-Mischungen von KWS. Seit Jahrzehnten züchtet, produziert und vertreibt KWS weltweit die wichtigsten Ackerkulturen inkl. Zwischenfrüchte. Unser Ziel ist es, Ihnen die Möglichkeit zu bieten, Ihre Fruchtfolge mit standortangepassten und leistungsstarken Sorten aus dem Hause KWS um die richtige Zwischenfrucht-Mischung zu ergänzen. Mit der passenden Mischung können Sie Ihre Fruchtfolge noch nachhaltiger gestalten und Herausforderungen im Ackerbau und gegenüber politischen und gesellschaftlichen Anforderungen erfolgreich begegnen.

Die langjährige Erfahrung bei Zwischenfrüchten konnte bei der Komponentenauswahl einfließen, um die phytosanitär und ackerbaulich richtigen Arten in den Mischungen für die verschiedenen Fruchtfolgen zu integrieren. Durch das intensive Versuchssystem konnten über mehrere Jahre die optimalen Zusammensetzungen der Mischungen entwickelt und Anbauempfehlungen definiert werden. Die Mischungen und Mischungspartner wurden anhand ihrer Eigenschaften wie Jugendentwicklung, Blühzeitpunkt, Biomasseaufwuchs, Abfrierverhalten und Wurzelsysteme zusammengestellt und getestet.

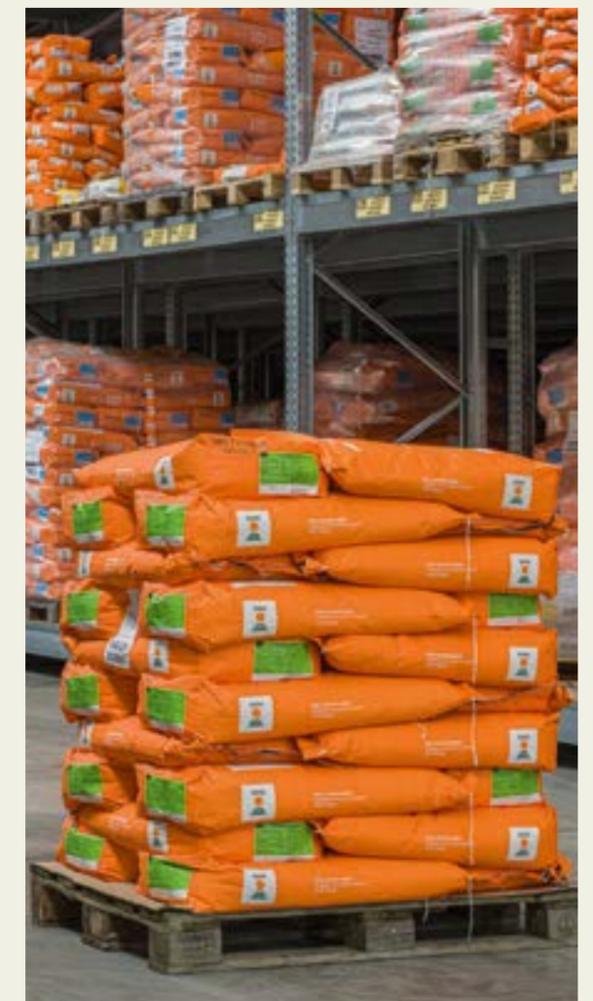
Ihre Vorteile von KWS Fit4NEXT

ABPACKUNG
 IM 25 KG SACK
 & 1000 KG
 BIG BAG

- Alles aus einer Hand
- Klares und fokussiertes Portfolio
- Nutzung von Komponenten aus eigener Züchtung
- Premiumqualität der Komponenten
- In Versuchen geprüfte Mischungen und Komponenten
- Liefert einen Beitrag zur Erfüllung eines nachhaltigen und gesellschaftlich gewünschten Ackerbaus
- Resiliente Böden für die Zukunft schaffen

Vorteile von KWS Fit4NEXT Zwischenfrucht-Mischungen

- Problemlose Integration in **verschiedene Fruchtfolgen**
- Gute Durchwurzelung durch Kombination von **Pfahl- und Büschelwurzeln**
- Kräftige Jugendentwicklung & schneller Bestandsschluss zur besseren und schnelleren **Bodenbedeckung** und **Unkrautunterdrückung**
- Auflockerung der Fruchtfolge & Erhöhung der **Artenvielfalt**
- Förderung des **Bodenlebens**
- **Humusaufbau**
- Zusätzliche **CO₂-Bindung**
- **Nährstoffkonservierung** und **-mobilisierung** sowie **Stickstofffixierung**
- Sichere Bestandsetablierung bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen
- Hohe **Biomasseaufwüchse** über einen längeren Zeitraum
- **Bekämpfung** von Schädlingen wie z. B. **Nematoden** durch eine längere vegetative Phase



Zwischenfrüchte – Züchtung und Versuchswesen bei KWS

Bereits seit mehreren Jahrzehnten werden im Hause KWS verschiedenste Zwischenfruchtarten züchterisch bearbeitet. Wie auch bei unseren Hauptkulturarten greifen wir auf langjährige Erfahrung und Know-How zurück.

Schwerpunkte unserer Aktivitäten sind neben Kreuzblütlerarten wie Winterrübsen, Leindotter, Weißer und Brauner Senf auch Ölrettich, Phacelia, Tatarischer Buchweizen und Rauhafer. Aus anderen KWS Zuchtprogrammen stehen uns weitere Kulturen wie z. B. die Sonnenblume zur Verfügung.

Die Hauptzuchtziele bei allen Arten sind eine schnelle Bodenbedeckung, eine kräftige Jugendentwicklung, ein dichter unkrautunterdrückender Bestand und eine angepasste, eher späte Blütenbildung. Die Entwicklung von spätblühenden Sorten ist vor allem bei Senf, Ölrettich, Rauhafer und Tatarischem Buchweizen das erklärte Zuchtziel von KWS, da die späte Blüte mehr Flexibilität hinsichtlich früher Aussattermine bietet und die Gefahr des Aussamens verringern soll. Pflanzen, die länger in der vegetativen Phase bleiben, können auch obendrein länger und damit mehr Nährstoffe aufnehmen. Gleichzeitig ergänzt eine späte Blüte auch ideal das Hauptzuchtziel bei Weißem Senf und Ölrettich – die Nematodenresistenz gegenüber Rübenzystennematoden (siehe S. 36 - 37).

Wir prüfen standardisiert in Gewächshäustests die Nematodenresistenz bei Senf und Ölrettich vor der Sortenzulassung. Zusätzlich nutzen wir den Test zur Kontrolle der Saatgutpartien unserer Vermehrungen.



Gewächshaus-Nematodenprüfung bei Senf und Ölrettich in Einbeck

**Mehr zur Züchtung von
nematodenresistentem Senf
und Ölrettich im Video erfahren:
www.kws.de/zuechtung-zf**



Bei anderen Arten wiederum ist eine rechtzeitige Blüte sogar gewünscht – so z. B. bei Phacelia und Sonnenblume. Beide Arten spielen für die Bienenweide eine wichtige Rolle.

Die gewünschten Eigenschaften von neuen potenziellen Sorten werden jährlich in Feldversuchen mit zwei Aussatterminen (früh nach Wintergerste und spät nach Winterweizen) geprüft. Auch unsere Mischungen testen wir mehrortig unter verschiedenen Bedingungen im Feld. Neben der reinen Bonitur und Beobachtung ermitteln wir auch die Biomasse der Arten und Mischungen. Die Biomasse ist ein wesentlicher Hebel zur Erfüllung der Ziele: Nährstoffkonservierung, Humusbildung und CO₂-Speicherung. Gleichzeitig untersuchen wir die Aufwüchse auch auf die Stickstoffgehalte, um die Stickstoffaufnahme aus dem Boden und die Fixierung aus der Luft besser beurteilen zu können.

Die meisten der gezüchteten Zwischenfruchtarten sind Fremdbefruchter, bei denen es durch Insekten zu einem starken Pollenaustausch zwischen den Pflanzen kommen kann. Bei der Züchtung müssen daher die Zuchtstämme aufwendig voneinander getrennt werden. Auch später bei der Vermehrung muss streng auf den notwendigen Isolationsabstand zu anderen Sorten derselben Art geachtet werden, damit die gewünschten Eigenschaften (z. B. Nematodenresistenz) erhalten bleiben.

KWS Fit4NEXT

Übersicht der Einzelkomponenten



Gelbsenf/Weißer Senf
Sinapis alba (Kreuzblütler)

Sareptasenf
Brassica juncea (Kreuzblütler)

Örettich
Raphanus sativus (Kreuzblütler)

Leindotter
Camelina sativa (Kreuzblütler)



Gartenkresse
Lepidium sativum (Kreuzblütler)

Sommerfutterraps
Brassica napus (Kreuzblütler)

Winterfutterraps
Brassica napus (Kreuzblütler)

Winterrüben
Brassica rapa (Kreuzblütler)

Öllein
Linum usitatissimum (Leingewächs)

Phacelia
Phacelia tanacetifolia (Raubblattgewächse)

Aussaat

TKM (g) ¹⁾	5 - 8	3 - 4	9 - 15	1 - 1,5		2 - 3	3 - 7	3 - 7	3 - 5	6 - 9	1,5 - 2
Reinsaatstärke (kg/ha) ¹⁾	15 - 20	5	20 - 25	20		8 - 12	8 - 15	8 - 15	8 - 15	40	10 - 12
Aussaatfenster ¹⁾	Anf. Aug. - Mitte Sept.	Mitte Aug. - Anf. Sept.	Anf. Aug. - Anf. Sept.	August		Anf. Aug. - Anf. Sept.	Anf. Aug. - Mitte Sept.	Anf. Aug. - Ende Sept.	Anf. Aug. - Ende Sept.	August	August

Eigenschaften

Wurzeltyp ¹⁾	P/B	P/B	P+	P		P/B	P/B	P/B	P/B	P	B
Wurzelbiomasse ¹⁾	■■■	■■■	■■■■■	■■■		■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■
Biomasse oberirdisch ¹⁾	■■■■	■■■■	■■■■■	■■■		■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■■	■■■■
N-Bindungspotenzial aus Bodenvorrat ²⁾	■■■■	■■■■	■■■■■	■■		■■	■■■	■■■	■■■■	■■	■■■■
N-Fixierung (Leguminosen) ²⁾	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Jugendentwicklung ²⁾	■■■■■	■■■■	■■■■	■■		■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■	■■■
Bodenbedeckung/Unkrautunterdrückung ²⁾	■■■■■	■■■■	■■■■■	■■■		■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■	■■■	■■■■
Winterhärte (0 bis -10 °C) ²⁾	■■■	■■■	■■■■	■■		■■	■■■	■■■■■	■■■■■	■■■	■■■
Mulchsicht-/Pflanzenmasse nach Winter ²⁾	■■■	■■■■	■■■■	■		■■	■■■	■■■	■■■■	■■	■■■
Ansprüche an Boden ³⁾	■■■	■■■	■■	■■		■■■	■■■	■■■	■■■	■■	■■
Ansprüche an Wasser ³⁾	■■	■■■	■■■	■■		■■	■■■	■■■	■■■	■■	■■
Bienen: Pollen-/Nektarwertigkeit; Bemerkung ⁴⁾	4/4; W	k. A.	3/3; W*	1/5		W	5/5; W	5/5; W	3/3	2/2	3/5

Fruchtfolgeeignung³⁾

Mais	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Getreide	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Zuckerrüben	■■■■■*	■■■	■■■■■*	■■■		■	■	■	■	■■■■■	■■■
Raps	■	■	■■	■		■	■	■	■	■■■■■	■■■■
Leguminosen	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■		■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■■	■■■■
Kartoffeln	■	■■■	■■■■■*	■■■		■	■	■	■	■■■■■	■
Besonderheiten	Nematodenresistente Sorten verfügbar	Senföle fördern Biofumigation	Nematodenresistente Sorten verfügbar								Phosphor mobilisierend

¹⁾ nach Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2013 sowie eigenen Erfahrungen; B = Büschelwurzler; P = Pfahlwurzler; P+ = Pfahlwurzler kann Verdichtungen durchdringen
²⁾ Eigene Einstufung
³⁾ Für alle Angaben ist mit Blick auf die fertige Mischung der Anteil der Einzelart in der jeweiligen Mischung zu berücksichtigen. Geringe Mischungsanteile können eine Eignung teilweise verbessern/möglich machen.
⁴⁾ Bewertung nach LTZ Augustenberg, 2020; W = Bedeutend für Wildbienen; W* = Bedeutend für oligolektische Wildbienen; H = Bedeutend für Hummeln

■ = sehr langsam/niedrig/schwach/schlecht/gering; nicht geeignet, frostempfindlich; bis ■■■■■ = sehr schnell/hoch/stark/gut/viel: voll geeignet, winterhart
 * mit nematodenresistenten Sorten; ** nicht geeignet bei Dytichenus-Befall (KWS, 2023)



Saflor²⁾
Carthamus tinctorius
(Korbblütler)

Sonnenblumen
Helianthus annuus
(Korbblütler)

Ramtillkraut
Guizotia abyssinica
(Korbblütler)

Tatarischer Buchweizen
Fagopyrum tataricum
(Knöterichgewächs)



Blaue Lupine
Lupinus angustifolius
(Leguminose)

Futtererbsen
Pisum sativum subsp. arvense
(Leguminose)

Saatwicken
Vicia sativa
(Leguminose)

Wintererbse
Pisum sativum ssp. sativum
(Leguminose)

Winterwicke
Vicia villosa
(Leguminose)

Seradella
Ornithopus sativus
(Leguminose)

Aussaat

TKM (g) ¹⁾	35 - 55	40 - 80	2,5 - 3,5	15 - 25		150 - 200	100 - 220	55 - 80	100 - 250	40 - 80	2,5 - 4,5
Reinsaatstärke (kg/ha) ¹⁾	25	20 - 30	10	70		150	70 - 250	120	100 - 150	60 - 130	25 - 45
Aussaatsfenster ¹⁾	Mitte Juli - Mitte Aug.	Ende Juli - Anf. Aug.	Mitte Juli - Mitte Aug.	Mitte Aug. - Anf. Sept.		Mitte Juli - Mitte Aug.	Mitte Juli - Mitte Aug.	Mitte Juli - Mitte Aug.	Anf. Aug. - Ende Sept.	Anf. Aug. - Ende Sept.	Mitte Juli - Mitte Aug.

Eigenschaften

Wurzeltyp ¹⁾	P	P/B	B	B		P+	P/B	B	P/B	B	P
Wurzelbiomasse ¹⁾	■■■■■	■■■■■	■■■	■■		■■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
Biomasse oberirdisch ¹⁾	■■■■■	■■■■■■	■■■	■■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■
N-Bindungspotenzial aus Bodenvorrat ²⁾	■■■	■■■	■■■	■■		■■	■■	■	■■	■■	■
N-Fixierung (Leguminosen) ²⁾	-	-	-	-		■■■■■ (Rhizobien vorhanden)	■■■■■	■■■	■■■■■	■■■	■■■
Jugendentwicklung ²⁾	■■■	■■	■■■■■	■■■■■		■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
Bodenbedeckung/Unkrautunterdrückung ²⁾	■■■	■■	■■	■■■		■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
Winterhärte (0 bis -10 °C) ²⁾	■■■	■■	■	■		■■■	■■	■■■	■■■■■	■■■■■	■■■
Mulchschrift-/Pflanzenmasse nach Winter ²⁾	■■■	■■	■	■		■■	■■■	■■	■■■■■	■■■■■	■■■
Ansprüche an Boden ³⁾	■■■	■■	■■	■■		■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■■
Ansprüche an Wasser ³⁾	■■■	■	■	■■		■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■■
Bienen: Pollen-/Nektarwertigkeit; Bemerkung ⁴⁾	4	3/3; W*	k. A.	k. A.		2/2; H	2/2	2/4; W*	k. A.	k. A.	3/3

Fruchtfolgeeignung³⁾

Mais	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Getreide	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Zuckerrüben	■■■■■	■■■	■■■■■	■		■■■■■**	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Raps	■■■	■	■■■	■■		■■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
Leguminosen	■■■■■	■■■	■■■■■	■■■■■		■	■	■	■	■	■
Kartoffeln	■	■■	■■■■■	■■■■■		■■■■■	■	■■■	■	■■■	■
Besonderheiten				Phosphor mobilisierend; Aussamen verhindern		Phosphor mobilisierend					

¹⁾ nach Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2013 sowie eigenen Erfahrungen; B = Büschelwurzler; P = Pfahlwurzler; P+ = Pfahlwurzler kann Verdichtungen durchdringen
²⁾ Eigene Einstufung
³⁾ Für alle Angaben ist mit Blick auf die fertige Mischung der Anteil der Einzelart in der jeweiligen Mischung zu berücksichtigen. Geringe Mischungsanteile können eine Eignung teilweise verbessern/möglich machen.
⁴⁾ Bewertung nach LTZ Augustenberg, 2020; W = Bedeutend für Wildbienen; W* = Bedeutend für oligolektische Wildbienen; H = Bedeutend für Hummeln

■ = sehr langsam/niedrig/schwach/schlecht/gering; nicht geeignet, frostempfindlich; bis ■■■■■ = sehr schnell/hoch/stark/gut/viel: voll geeignet, winterhart
 * mit nematodenresistenten Sorten; ** nicht geeignet bei Ditylenchus-Befall (KWS, 2023)



Alexandrin- klee
Trifolium alexandrinum (Leguminose)

Perserklee
Trifolium resupinatum L. (Leguminose)

Sparriger Klee
Trifolium squarrosum L. (Leguminose)

Bockshornklee
Trigonella foenum-graecum (Leguminose)



Weißklee
Trifolium repens (Leguminose)

Rotklee
Trifolium pratense (Leguminose)

Inkarnatklee
Trifolium incarnatum (Leguminose)

Rauhafer
Avena strigosa (Süßgras)

Sorghum²⁾
Sorghum bicolor (Süßgras)

Welsches Weidelgras
Lolium multiflorum (Süßgras)

Aussaat

TKM (g) ¹⁾	2,5 - 3,5	1,4 - 1,7	3 - 4	18 - 22		0,5 - 1	1,5 - 2,5	3 - 4	15 - 25	15 - 40	4 - 6
Reinsaatstärke (kg/ha) ¹⁾	20 - 35	20	30 - 40	30 - 35		15 - 23	14 - 25	25 - 35	60 - 80	5 - 15	40 - 60
Aussaatsfenster ¹⁾	Mitte Juli - Mitte Aug.		Mitte Juli - Mitte Aug.	Mitte Juli - Mitte Aug.	Mitte Juli - Mitte Aug.	Ende Juli - Anf. Sept.	Mitte Juli - Anf. Aug.	Ende Juli - Mitte Sept.			

Eigenschaften

Wurzeltyp ¹⁾	B/P	B/P	B/P	P		B/P	B/P	B/P	B	B	B
Wurzelbiomasse ¹⁾	■■■	■■■	■■■	■■■		■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■■■
Biomasse oberirdisch ¹⁾	■■■	■■■	■■■	■■■		■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■
N-Bindungspotenzial aus Bodenvorrat ²⁾	■	■■	■	■		■■	■■	■	■■■	■■■	■■■
N-Fixierung (Leguminosen) ²⁾	■■	■■	■■	■■		■■	■■	■■	-	-	-
Jugendentwicklung ²⁾	■■	■■■	■■	■■■		■■	■■■	■■	■■■■	■■	■■■■
Bodenbedeckung/Unkrautunterdrückung ²⁾	■■■	■■■	■■■	■■■		■■	■■■	■■	■■■■	■■	■■■■
Winterhärte (0 bis -10 °C) ²⁾	■■■	■■	■■■	■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■	■	■■■■■
Mulchsicht-/Pflanzenmasse nach Winter ²⁾	■■■	■■■	■■■	■■■		■■■	■■■■	■■■	■■■■	■	■■■■■
Ansprüche an Boden ³⁾	■■■	■■	■■■	■■■		■■	■■	■■■	■■	■■	■■
Ansprüche an Wasser ³⁾	■■■	■■	■■■■	■■		■■■■	■■■■	■■■	■■	■■	■■■■
Bienen: Pollen-/Nektarwertigkeit; Bemerkung ⁴⁾	3/1	4/5	k. A.	k. A.		5/5; W*	4/4; W*	4/4; W	k. A.	k. A.	k. A.

Fruchtfolgeeignung³⁾

Mais	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Getreide	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■	■■■■■	■■■■■
Zuckerrüben	■■■■■	■■■**	■■■**	■■■■■		■■■	■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Raps	■■■	■■■■■	■■■	■■■■■		■■■	■■■	■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Leguminosen	■	■	■	■■		■	■	■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
Kartoffeln	■	■	■	■		■	■	■	■■■■■	■■■	■■■■■
Besonderheiten				intensiver Geruch kann als Begleitpflanze den Rapserdfloh vergrämen					alleopathische Wirkung gegenüber Unkräutern		

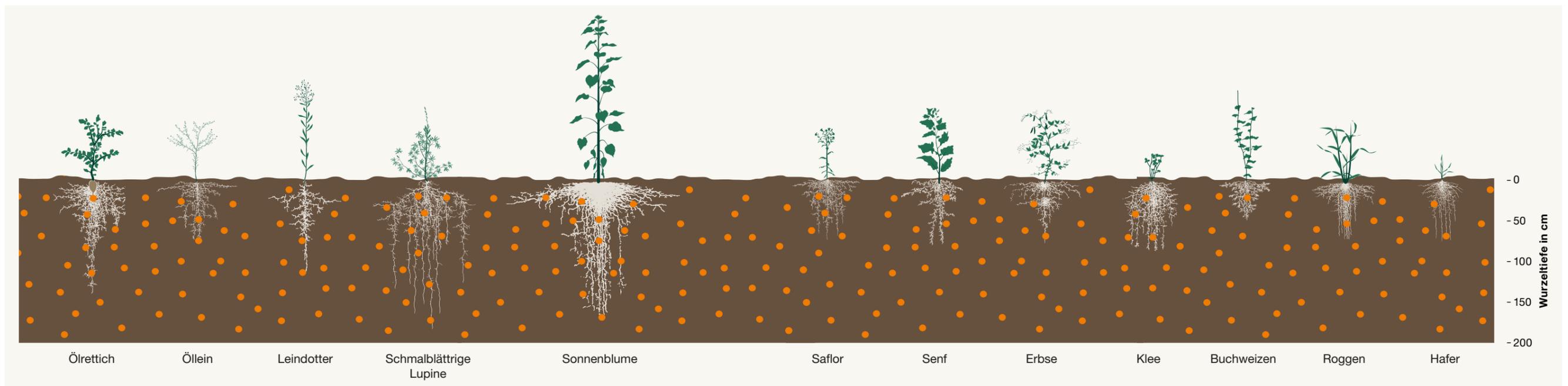
¹⁾ nach Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2013 sowie eigenen Erfahrungen; B = Büschelwurzler; P = Pfahlwurzler; P+ = Pfahlwurzel kann Verdichtungen durchdringen
²⁾ Eigene Einstufung
³⁾ Für alle Angaben ist mit Blick auf die fertige Mischung der Anteil der Einzelart in der jeweiligen Mischung zu berücksichtigen. Geringe Mischungsanteile können eine Eignung teilweise verbessern/möglich machen.
⁴⁾ Bewertung nach LTZ Augustenberg, 2020; W = Bedeutend für Wildbienen; W* = Bedeutend für oligolektische Wildbienen; H = Bedeutend für Hummeln

■ = sehr langsam/niedrig/schwach/schlecht/gering; nicht geeignet, frostempfindlich; bis ■■■■■ = sehr schnell/hoch/stark/gut/viel; voll geeignet, winterhart
 * mit nematodenresistenten Sorten; ** nicht geeignet bei Dytiscus-Befall (KWS, 2023)

Wurzelsysteme verschiedener Arten

Einer der bedeutendsten Vorteile von Zwischenfrucht-Mischungen ist die Kombinationsmöglichkeit verschiedener Wurzeltypen und Eigenschaften auf einer Fläche. Die Wurzelsysteme teilen sich in die Arten Pfahl- und Büschelwurzler. Je nach Pflanzenart kann das eine oder andere System überwiegen oder kombiniert vorkommen. Der Ober- und der Unterboden lassen sich durch eine vielfältige Mischung bestmöglich erschließen. Es können Nährstoffe konserviert werden, die gebildete Biomasse dient als Nahrungsgrundlage der Bodenlebewesen und zum Humusaufbau. Verbleibende Wurzelräume verbessern das Luft- und Wasser- aufnahmevermögen und dienen der folgenden Hauptkultur beim Durchwurzeln. Lupinen und Ölrettich brechen mit ihren starken Pfahlwurzeln sogar Bodenverdichtungen auf. Arten wie Phacelia oder der Tatarische Buchweizen können über ihre Wurzelabscheidungen Phosphor mobilisieren. Ein Grund dafür ist auch die Fähigkeit vieler Zwischenfruchtarten, mit Pilzen eine Symbiose, die sogenannte Mykorrhiza, einzugehen. Die verantwortlichen Pilze agieren mit den Feinwurzeln von z. B. Klee-Arten, Öllein oder Rauhafer, vergrößern die Wurzeloberfläche und verbessern die Nährstoffaufnahme.

Verschiedene Arten verbessern gemeinsam Durchwurzelung und Nährstoffaufnahme



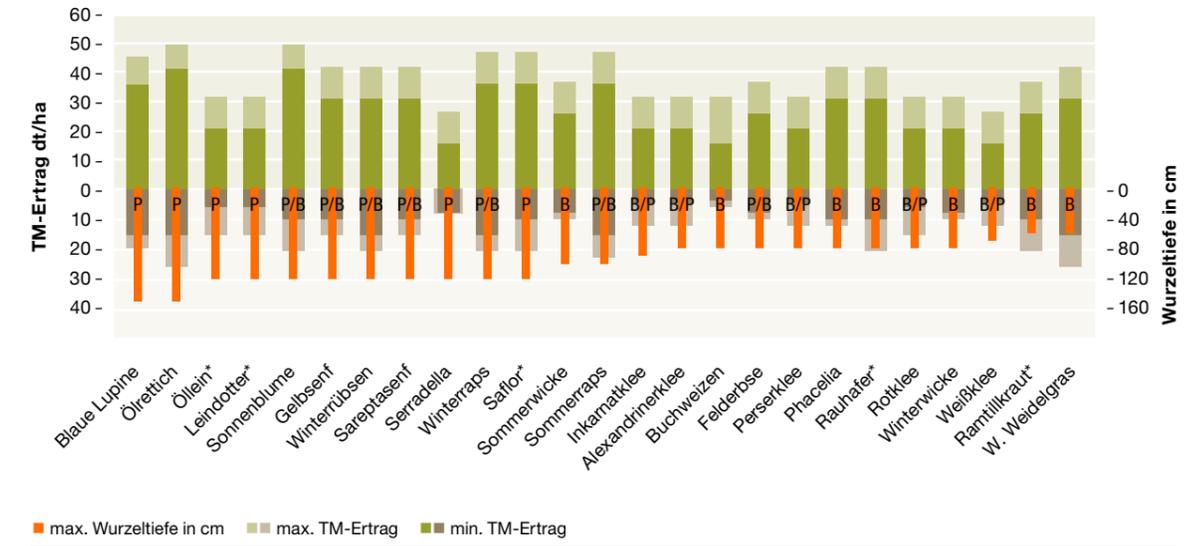
Schematische Darstellung der Bodendurchwurzelung und Nährstoffaufnahme, eigene Darstellung nach Kutschera et. al. 2009 (KWS, 2021)



Mehr erfahren Sie auf unserer Seite im Video: "Ein Blick unter die Oberfläche" www.kws.de/fit4next



Wurzelleistung und Biomassepotenzial verschiedener Zwischenfruchtarten



* Wurzeltiefe/TM-Ertrag nach eigenen Erfahrungen. B = Büschelwurzel; P = Pfahlwurzel
Quelle: Zwischenfruchtpass Landwirtschaftskammer NRW, M. J. Kanders, Dr. C. Berendonk, 2013

Welche Aussaatzeit soll es sein?

Mehr Infos
zum Aussaatzeit-
Versuch hier im
Video:
[www.kws.de/
aussaat-zf](http://www.kws.de/aussaat-zf)



Die **Anbauzeitfenster** für Winterzwischenfrüchte nach der Getreideernte im Sommer sind oft massiv fremdbestimmt: durch den Erntetermin der Vorfurche, aber auch durch viele andere Faktoren wie die sorgfältige Stoppelbearbeitung, verschiedenste Pflege- und (Grund-)Düngungsmaßnahmen, die Wasserverfügbarkeit, die Folgefrucht als auch maßgeblich die parallel anfallenden Arbeiten im Betrieb und damit die Kapazitäten von Mensch und Technik. Ein weiterer Beweggrund für die Wahl des Aussaattermins kann auch das Risiko der Samenbildung sein, welches je nach Art und Sorte bedeutsamer oder weniger bedeutsam ist. Zusätzlich bestimmen politische Vorgaben den Anbau der Zwischenfrüchte.

Egal welcher Beweggrund die höchste Priorität hat, beschäftigt uns wiederholt die Frage nach der **Auswirkung des Aussaattermins auf den Zwischenfruchtanbau**. Wie entwickeln sich die KWS Fit4NEXT Zwischenfrucht-Mischungen und auch die Einzelarten bei variierenden Aussaatterminen? Im Fokus steht dabei der Vergleich der Masseentwicklung der Bestände, die Bodenbedeckung, das Abfrierverhalten (S. 32) und die Höhe der Stickstoffbindung im oberirdischen Aufwuchs. Im Blick haben wir dabei Merkmale wie die Blüte als auch letztlich die Samenreife der verschiedenen Arten und Sorten.

Maximale Vegetationszeit vs. generatives Wachstum

Aus wirtschaftlicher und meist auch pflanzenbaulicher Sicht sollte beim Zwischenfruchtanbau im Sommer im Idealfall ein grüner Bestand bis zum Vegetationsende erhalten bleiben – ohne dabei in die generative Entwicklung mit Blüte und Samenbildung zu wechseln. Je nach Art und Sorte lassen sich Zwischenfrucht-Mischungen konzipieren, die ein **langes vegetatives Wachstum** ermöglichen. Jedoch lässt sich, je nach Aussaattermin, Wasser- und Nährstoffversorgung, nicht immer dieser Wechsel vermeiden. Eine spät einsetzende Blüte ist dabei weniger tragisch. Nur wenige Arten haben noch das Potenzial, keimfähige Samen zu bilden. Ein Beispiel ist der Tatarische Buchweizen.

Bei vielen Arten gibt es enorme Unterschiede bei der Sortenwahl. Insbesondere bei Gelbsenf setzen wir auf sehr **spätblühende Sorten** wie SIMPLEX, SINEX oder SIBELIUS aus dem KWS eigenen Zuchtprogramm. Bei diesen Sorten ist eine Samenbildung im Herbst eher unwahrscheinlich.

Bodenbedeckung

Eine **frühe Aussaatzeit** hat in der Regel immer **Vorteile hinsichtlich Bodenbedeckung** und damit der **Verringerung von Erosion und Wasserverdunstung**. Auch bei den späteren Aussaatzeiten kann noch ein guter Bedeckungsgrad erreicht werden. Hier haben allerdings Mischungen mit schnellwüchsigen Kruziferen wie Senf oder Ölrettich einen klaren Vorteil bzw. generell auch Arten, die zu einer raschen, flächigen Bedeckung neigen wie Phacelia oder Tatarischer Buchweizen. Auch der Rauhafer kann, insbesondere unter trockenen Bedingungen, sehr konkurrenzkräftig sein.

Wer früher sät, schenkt der Fläche mehr.

Ein Tag im Juli ist eine Woche im August, ist der ganze September – diese Weisheit ist weitläufig bekannt und gilt insbesondere für den Zwischenfruchtanbau. In unseren Versuchen lässt sich dies anschaulich belegen. In den von uns gewählten drei Saatzeiten Anfang und Mitte August sowie Mitte September zeigt sich deutlich der Vorteil eines zeitigen Aussaattermins auf die Trockenmasseentwicklung des oberirdischen Aufwuchses. Je **höher die Trockenmasse** ist, desto **mehr Stickstoff pro Hektar** wurde auch in der **Pflanzenmasse gebunden**. Dies gilt für die aufgenommenen Mengen aus dem Boden und gilt in der Regel auch für die über Leguminosen fixierten Mengen aus der Luft.

Ein früherer Aussaattermin erhöht die Chancen auf mehr Biomasse sowie mehr gebundenem N und CO₂ pro Hektar!



Quelle: TM- und N-Ertrag der KWS Fit4NEXT-Zwischenfrucht-Mischungen in Abhängigkeit der Aussaatzeit. Zwischenfrucht-Aussaatzeitversuch Einbeck 2021/2022. KWS, 2022. Der N-Gehalt im oberirdischen Aufwuchs ist mit 2 % der TM veranschlagt.
* oberirdische CO₂-Fixierung auf Basis eigener Analyseergebnisse (C-Gehalt = 40 %). Annahme, dass in bis zu 20 % der oberirdischen TM-Biomasse längerfristig Kohlenstoff gebunden bleibt. Umrechnung über Mol-Gewichte.

CO₂-Bindung durch Zwischenfrucht-Mischungen

Was für Stickstoff gilt, gilt auch für **Kohlenstoff**. Mit mehr gebildeter Trockenmasse bindet ein Zwischenfruchtbestand auch **mehr CO₂ pro Hektar**. D. h. über mehr gebundenen Kohlenstoff erhöht sich auch das **Potenzial** für eine **höhere Humusanreicherung** durch die organischen Zwischenfruchtreste. Damit lässt sich die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit positiv beeinflussen. Untersucht man den oberirdisch geernteten Aufwuchs eines Zwischenfruchtbestands auf Kohlenstoff, so variieren die Werte je nach Anbaubedingungen, Entwicklungsstadium und auch Zusammensetzung der Mischungen. Aus Analysen von uns beernteter KWS Fit4NEXT Zwischenfrucht-Mischungen gehen wir von durchschnittlich 40 % Kohlenstoff in der oberirdischen Biomasse aus. D.h. **je Tonne Trockenmasse (TM)** werden **0,4 t Kohlenstoff** gebunden. Rechnet man auf dieser Basis weiter, so werden je Tonne TM **rund 1,5 t CO₂** durch den Anbau von Zwischenfrüchten fixiert.

Hier liegt jetzt ein wesentlicher Hebel in den TM-Erträgen je Hektar. Dieser kann wiederum von vielen Faktoren positiv beeinflusst werden – der beschriebene Faktor Aussaatzeit und damit Vegetationszeit hat vermutlich den größten Effekt.

In den überwiegenden Fällen dient die Zwischenfrucht als Gründüngung. Jedoch lassen sich nicht 100 % des gebundenen CO₂ langfristig im Boden binden. Die Anreicherung und die Freisetzung von CO₂ unterliegen auch hier einer Dynamik. In der **langfristigen Betrachtung der Kohlenstoffbindung im Boden**, die mit dem **Aufbau von Humus** einhergeht, können nach Einschätzung des Thünen-Instituts in Braunschweig dennoch **bis zu 20 %** längerfristig stabilisiert werden.

Längere Vegetationszeiten fördern die Biomassebildung und CO₂-Bindung



Vergleich der Pflanzenentwicklung und oberirdische ¹⁾TM-Erträge der Zwischenfrucht-Mischung KWS Fit4NEXT KARTOFFEL N-FIX am Standort Einbeck, 08. November 2021. Aussaattermin von links nach rechts: 04. August, 17. August, 14. September. Berechnung der oberirdischen CO₂-Fixierung auf Basis eigener Analyseergebnisse (C-Gehalt = 40 %). ²⁾ Annahme, dass in bis zu 20 % der oberirdischen TM-Biomasse längerfristig Kohlenstoff gebunden bleibt. Umrechnung über Mol-Gewichte. (KWS, 2023)

Wenngleich auch diese Annahme Schwankungsbreiten unterliegt, kann der **Zwischenfruchtanbau** als **CO₂-Senke** trotzdem so einen **signifikanten Beitrag** im Sinne des **Klimaschutzes** und der CO₂-Bindung im Agrarsektor leisten. Nach Studien des Thünen-Instituts hat der Zwischenfruchtanbau zum aktuellen Zeitpunkt noch ein erhebliches Potenzial, diesen Beitrag zu erhöhen. Dies bezieht sich sowohl auf die Anbaufläche als auch das Anbaumanagement.

Hier geht's zum Interview
mit PD Dr. Axel Don, stellvertretender Leiter des Instituts für Agrarklimaschutz am Thünen-Institut in Braunschweig:
Zwischenfrüchte: Stickstoff, Erosionsschutz, Humusaufbau



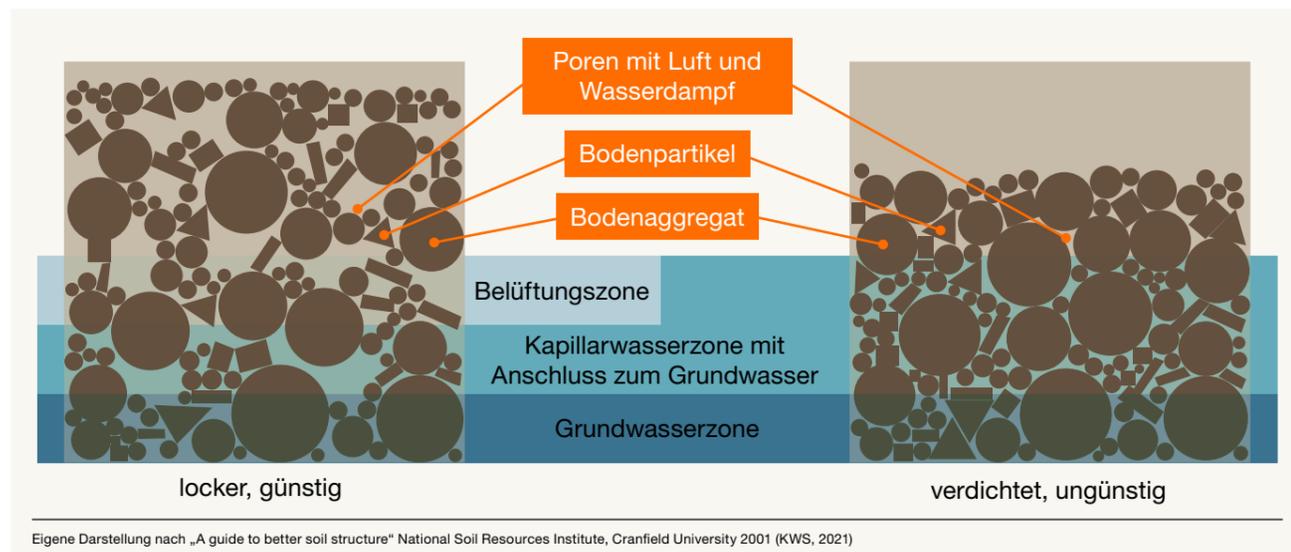
Bodenerosion verringern durch Zwischenfruchtanbau

Bodenerosion ist die Verlagerung von Bodenteilchen an der Bodenoberfläche durch Wind und Wasser, die mit einer verminderten Bodenfruchtbarkeit einhergeht. Die Vermeidung von Bodenerosion ist nach wie vor einer der Hauptanbaugründe für Zwischenfrüchte.

Die Winderosion tritt meist in Regionen mit leichten Böden und/oder gehölzarmen Landschaften (hoher Anteil an Großflächen) auf. Feinste Bodenteilchen werden vom Wind aufgenommen, bis zu mehreren Metern transportiert und sammeln sich vor Hecken und Feldgehölzen an. Winderosion ist insbesondere ein Problem im Frühjahr bei ausgetrockneten Oberflächen und Frühjahrskulturen, die bis dato noch nicht ausreichend Bewuchs gebildet haben. Die Mulchauflage von Zwischenfrüchten kann hier erosionsmindernd wirken.

In Hanglagen kann es durch Starkniederschläge oder langandauernde Niederschläge zur Wassererosion kommen. Der Regen nimmt die kleinen, transportfähigen Bodenpartikel auf, ggf. zerschlägt der Regentropfen die Bodenaggregate vorher, und verschlämmt sie. Meist geschehen diese Arten von Erosion auf unbewachsenen Flächen. Eine geschlossene Pflanzendecke als auch eine Mulchauflage aus abgestorbenen Zwischenfrüchten sind geeignete Gegenmaßnahmen, die ebenfalls für Cross Compliance (CC-Flächen) gelten. Je schneller sich ein Zwischenfruchtbestand etabliert, desto geringer ist die Gefahr der Bodenerosion.

Bodengefüge mit Zwischenfrüchten stabilisieren

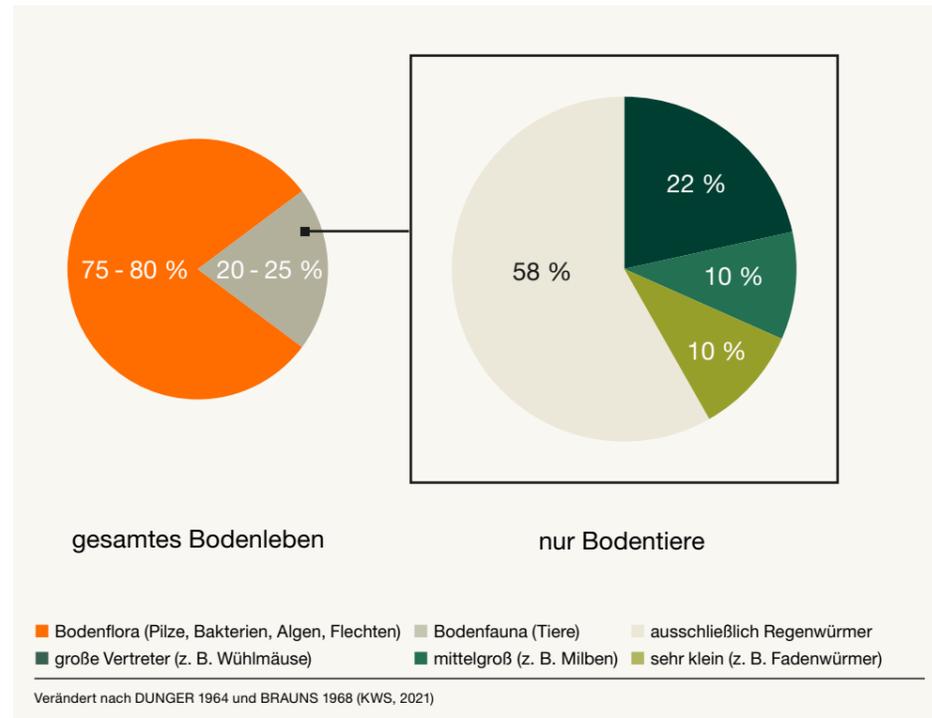


Wind- und Wassererosion auf Ackerflächen im Frühjahr

Was beeinflusst die Zersetzung der Zwischenfrüchte im Frühjahr?

Die Zersetzung der Zwischenfrucht-Biomasse ist die Aufgabe der Bodenflora (v.a. Pilze, Bakterien, Algen und Flechten) und -fauna (Tiere), welche als das sogenannte Edaphon zusammengefasst werden. Der Anbau von Zwischenfrüchten fördert dieses und damit in Summe die Aktivität in der gesamten Fruchtfolge.

Aufteilung des Bodenlebens

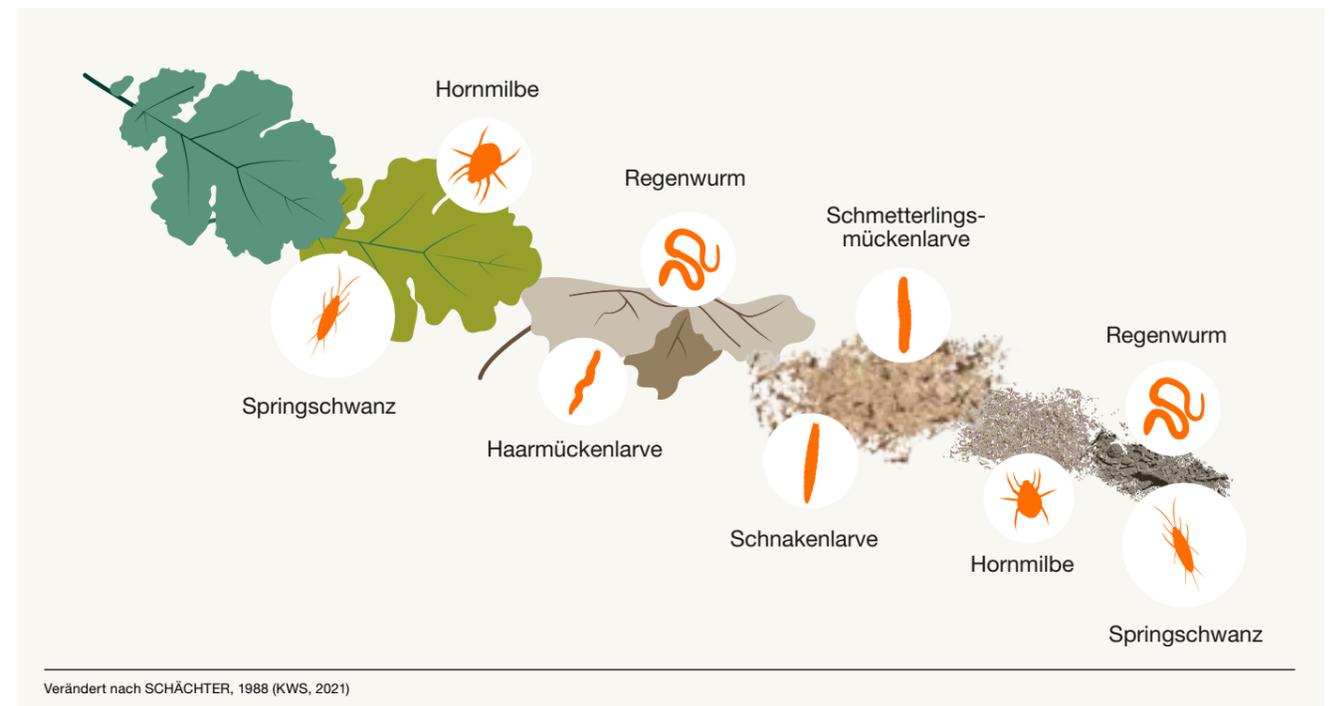


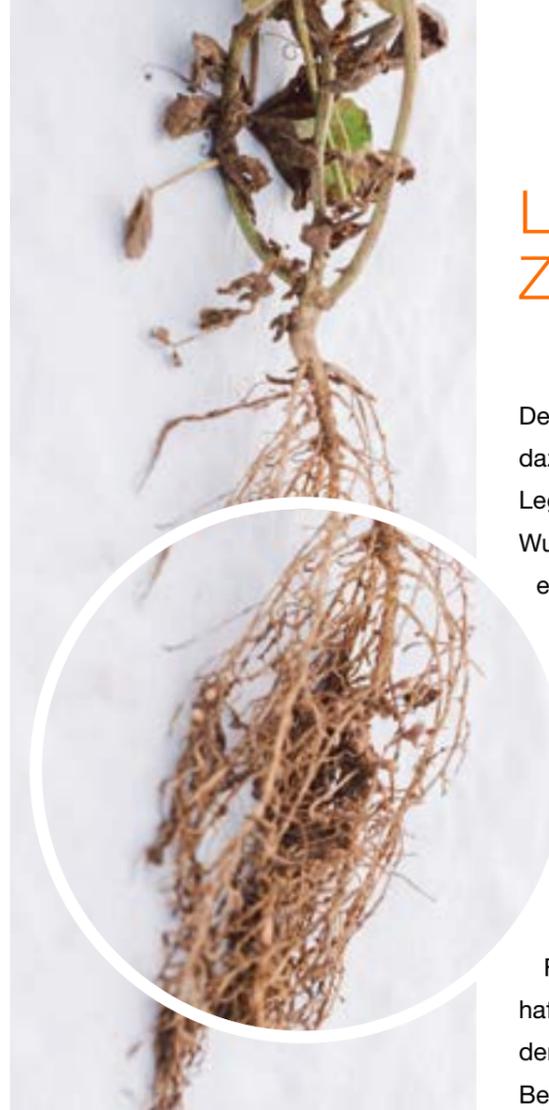
Positiven Einfluss hat ein Nahrungsangebot mit einem engen Verhältnis von Kohlenstoff und Stickstoff (C/N-Verhältnis). Dieses gibt Aufschluss darüber, wie schnell Pflanzenmaterial durch Bodenlebewesen zersetzt werden kann (Mineralisierung). Dabei gilt, je enger das Verhältnis ist, desto schneller findet ein Abbau statt. Nährstoffe, die aus Pflanzenmaterial mit einem engen C/N-Verhältnis stammen, stehen eher für die nachfolgende Frucht zur Verfügung. Das Verhältnis ist allerdings nicht nur abhängig von der Pflanzenart, sondern auch von der Wachstumsphase.

Ältere Pflanzen, die bereits mehr Fasergewebe aufgebaut haben (Lignifizierung), besitzen in der Regel ein weiteres C/N-Verhältnis als junge Pflanzen.

Zwischenfrüchte liegen durch eine äußerst kurze Vegetationszeit bei einem sehr engen C/N-Verhältnis von circa 30:1. Im Gegensatz dazu hat Getreidestroh ein sehr weites Verhältnis von circa 100:1. Jedoch existieren auch bei den Zwischenfrüchten Unterschiede, welche durch das Anbaumanagement und die Artenwahl beeinflusst werden können. Zum Anbaumanagement zählt neben der Nährstoffversorgung der Zwischenfrüchte auch der Anbauzeitpunkt. Bezüglich der Artenwahl zeigen sich Leguminosen schneller abbaubar, während Kreuzblütler oder Phacelia langsamer zersetzt werden. Durch eine Mischung dieser unterschiedlichen Arten werden im Frühjahr über einen längeren Zeitraum hinweg Nährstoffe aus den Zwischenfrüchten für die Folgekultur freigesetzt.

Zersetzung eines Ökretichblattes





Aufnahme einer Futtererbsenwurzel (*Pisum sativum* L.) mit Wurzelknöllchen in der Lupenansicht.

Leguminosen als Stickstoffquelle in Zwischenfrucht-Mischungen

Der reduzierte Umgang mit organischen und mineralischen Stickstoff-Düngern führt dazu, die Anbausysteme im Ackerbau weiter auf Nährstoffeffizienz zu optimieren. Leguminosen gewinnen dabei immer mehr an Bedeutung. Sie können in ihren Wurzelknöllchen mit stickstofffixierenden Bakterien (Rhizobien) eine Symbiose eingehen und so Luft-Stickstoff binden. Damit liegen sie voll auf Höhe der Zeit im Rahmen der überarbeiteten Düngeverordnung, in Anbetracht der hohen Kosten für mineralischen Stickstoff und eines alles in allem günstigen CO₂-Fußabdrucks.

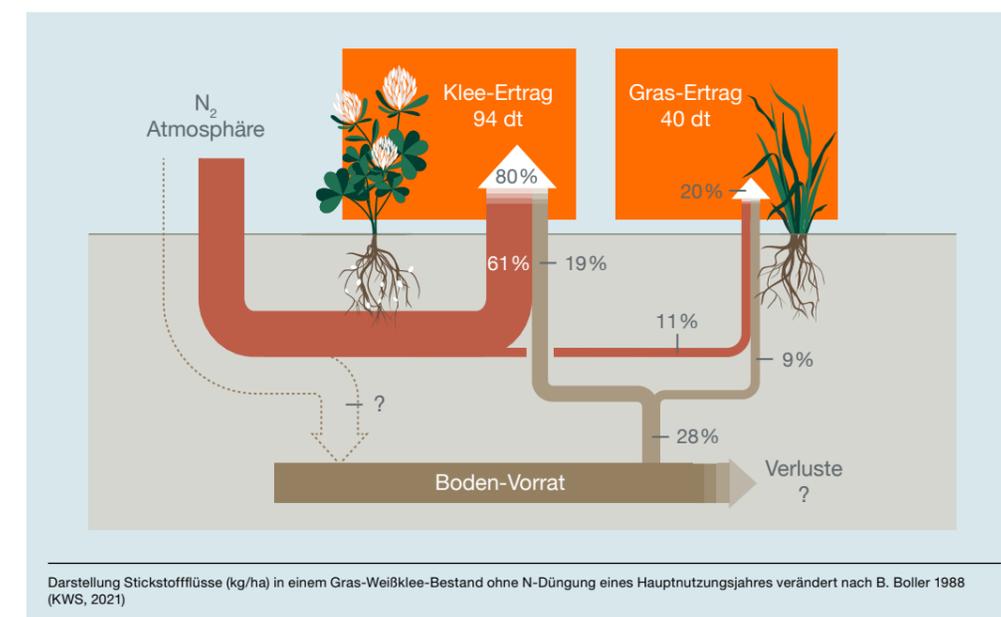
Der Stickstoff kann in das Ackerbausystem eingebracht werden. In erster Linie versorgen sich die Leguminosen selbst mit dem Luft-Stickstoff und können so in einer Zwischenfrucht-Mischung die Stickstoffaufnahme-Konkurrenz gegenüber den Nicht-Leguminosen verringern. Zu einem gewissen Anteil können Leguminosen auch Luft-Stickstoff an Nicht-Leguminosen-Mischungspartner abgeben. Die Funktionsweise ohne eine zusätzliche Stickstoffdüngung ist in der Abbildung beispielhaft dargestellt und zeigt eine mögliche Relation von Stickstoffaufnahme aus der Luft, dem Bodenvorrat und der Aufteilung innerhalb eines Klee-Gras-Gemisches. In diesem Beispiel konnte der Klee ca. 1/5 des gebundenen Luft-Stickstoffs an das Gras abgeben. Eine zusätzliche Stickstoffdüngung hat in der Regel eine Verminderung der Luft-Stickstoffreduzierung durch die Leguminosen zur Konsequenz.

Lebensraum und Nahrung für Lebewesen

Zwischenfrüchte dienen verschiedensten Lebewesen als Lebensraum und Nahrungsquelle. In der oberirdischen Blattmasse finden z. B. Vögel Schutz vor ihren Feinden. Hasen, Kaninchen, Insekten und Wild dient der Aufwuchs als Futter. Die Bodenlebewesen ernähren sich hingegen von abgestorbenen Zwischenfruchtresten, von organischem Material, Pflanzenwurzeln, Kot von anderen Tiergruppen, Streu- und Ernteresten und leben an der Bodenoberfläche sowie im Erdboden.

Zum Beispiel kommt der anektische Regenwurm (Tiefgräber) zur Nahrungssuche an die Oberfläche, zieht abgestorbene Pflanzenreste in das Erdreich und nutzt diese neben der Erde zur Futtermittelverarbeitung. Gleichzeitig enthalten die Ausscheidungen dieses Regenwurms als hochkonzentrierter Dünger 5-mal mehr Stickstoff, 7-mal mehr Phosphor und 11-mal mehr Kalium als die umgebende Erde (Piffner et al. 2013).

Verbesserung des Stickstoffhaushalts am Beispiel einer Gras-Weißklee-Mischung



Nährstoffkonservierung und -mobilisierung durch Zwischenfrüchte

In den heutigen und zukünftigen Ackerbausystemen sind Zwischenfrüchte unerlässlich, um nachhaltig und letztlich ökonomisch sinnvoll in der Fruchtfolge den Nährstoffkreislauf zu unterstützen. Dabei geht es vor allem um drei Dinge: Nährstoffe aus dem Boden in Pflanzenmasse konservieren, schwer verfügbare Nährstoffe im Boden mobilisieren und Stickstoff aus der Luft mit Hilfe von Knöllchenbakterien fixieren.

Insbesondere die Makronährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium und Schwefel können über den Zwischenfruchtanbau konserviert und der Folgekultur zur Verfügung gestellt werden. Neben diesen rein pflanzenbaulichen Gründen wirkt sich die europäische Wasserrahmenrichtlinie entscheidend auf den Zwischenfruchtanbau und vor allem die Konservierung von Stickstoff aus. Ziel der modernen Landwirtschaft ist es, Nährstoffe vor Verlagerung durch Sickerwasser in tiefere Bodenschichten oder durch oberflächlichen Abfluss zu schützen. Dies ist ein Teil der guten fachlichen Praxis.

P Phosphor

Phosphor – mobilisieren

Da Phosphor in der Bodenlösung nur wenig beweglich ist, müssen sich die Pflanzenwurzeln das Phosphor aktiv erwachsen. Wichtige Voraussetzung für eine optimale Phosphorversorgung ist daher, ein ausreichend gutes Angebot pflanzenverfügbaren Phosphors in allen Schichten des Bodens sicherzustellen. Besonders bei nicht wendender Bodenbearbeitung besteht die Gefahr, dass die Nährstoffkonzentration in der oberen Bodenschicht stark steigt, da hier mineralische und organische Dünger eingetragen werden. Es kann in tieferen Bodenschichten aber eine deutlich geringere Konzentration vorliegen, wenn die Nährstoffe nicht ausreichend tief eingearbeitet werden. Durch die Unbeweglichkeit des Phosphors entsteht so ein Ungleichgewicht in den Bodenschichten. Der Oberboden ist dann zwar oft gut versorgt, unterliegt bei anhaltender Trockenheit aber der Gefahr der Austrocknung – was die Pflanzenernährung hemmt. Hier schafft der Anbau einer gezielt auf die Folgekultur abgestimmten Zwischenfrucht-Mischung Abhilfe. Neuere Untersuchungen bestätigen, dass sich Zwischenfrüchte per se positiv auf die Phosphat-Verfügbarkeit auswirken. Ein Grund ist die Förderung der Mykorrhiza, d. h. die Symbiose von Pflanzenwurzeln und Pilzen. Zwischenfrüchte wie Lupinen, Buchweizen und Phacelia eignen sich besonders zur Verbesserung der Phosphorverfügbarkeit.



N Stickstoff

Stickstoff – konservieren

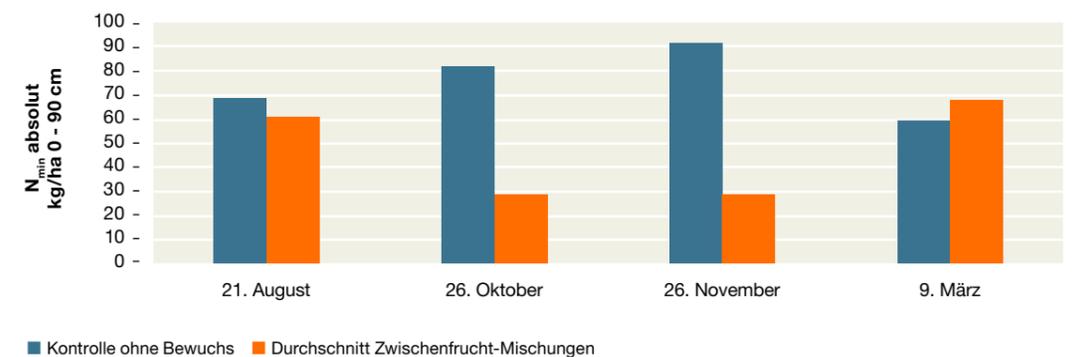
Beim Stickstoff gibt es im wesentlichen zwei Aufgaben, die eine Zwischenfrucht-Mischung je nach Zusammenstellung der Mischungspartner erfüllen soll: die Konservierung aus der Vorfrucht in die Folgefuchtrotation und, wenn Leguminosen dabei sind, auch zusätzlich noch die Fixierung von Luftstickstoff in den Wurzelknöllchen mit Hilfe der in der Regel bodenbürtigen Knöllchenbakterien (S. 24 - 25).

Besonders bei leichten, sandigen Böden ist die Gefahr sehr groß, dass durch Herbst- und Winterniederschläge im Boden mineralisierter Stickstoff mit dem Sickerwasser in tiefere Bodenschichten und möglicherweise ins Grundwasser verlagert wird. In den zum Teil sehr langen Anbaupausen zwischen Getreideernte im Sommer und Frühjahrsaussaat der Folgekultur können Zwischenfrüchte und Zwischenfrucht-Mischungen, je nach Entwicklungsbedingungen, Art und Zusammensetzung, durchaus 100 kg Stickstoff pro Hektar in der Pflanzenmasse konservieren. Diese stehen später wieder in großen Teilen dem Nährstoffkreislauf zur Verfügung und/oder werden im Boden als Humus angereichert. So tragen Zwischenfrüchte aktiv zum **Wasserschutz** bei.

In unseren Exaktversuchen auf einem Parabraunerdestandort haben wir die Stickstoffaufnahme durch die Zwischenfrucht-Mischungen von Aussaat im Sommer bis Ende Winter mit einer unbewachsenen Kontrolle (vergleichbar mit Stoppel- oder Schwarzbrache) verglichen. In der Abbildung zeigt sich, dass, unabhängig von der Mischungszusammensetzung und dem Vorhandensein von Leguminosen in der Mischung, eine Zwischenfrucht-Mischung vor Winter den N_{min} -Gehalt auf ein Niveau ≤ 30 kg/ha reduzieren kann, wohingegen in der unbewachsenen Kontrolle in diesem Beispiel rund 90 kg N_{min} /ha vor Winter in der Bodenlösung vorliegen und potenziell verlagert werden können.

In der abschließenden Beprobung wird ersichtlich, dass eine Teilmenge bei der Abschlussbeprobung im März verlagert und gebundener Stickstoff aus den Zwischenfrucht-Mischungen für den Anbau der Folgekultur bereits mineralisiert wurde. Der Grad der Mineralisierung wird in der Regel beeinflusst durch den Grad der Umsetzung der Biomasse und geht schneller vonstatten, wenn mechanische Zerkleinerung, Frost oder ähnliche Einflüsse das Material aufgeschlossen haben.

Besser mit als ohne – Zwischenfrucht-Mischungen konservieren Stickstoff



Vergleich von N_{min} -Gehalten in 0-90 cm Boden auf Flächen ohne Bewuchs und mit Zwischenfrucht-Mischungen (Mittel aus 3 Mischungen). Exaktparzellenversuch auf einem Parabraunerdestandort in Südniedersachsen. Aussaattermin der Zwischenfrucht-Mischungen: 18. August. (KWS, 2021)



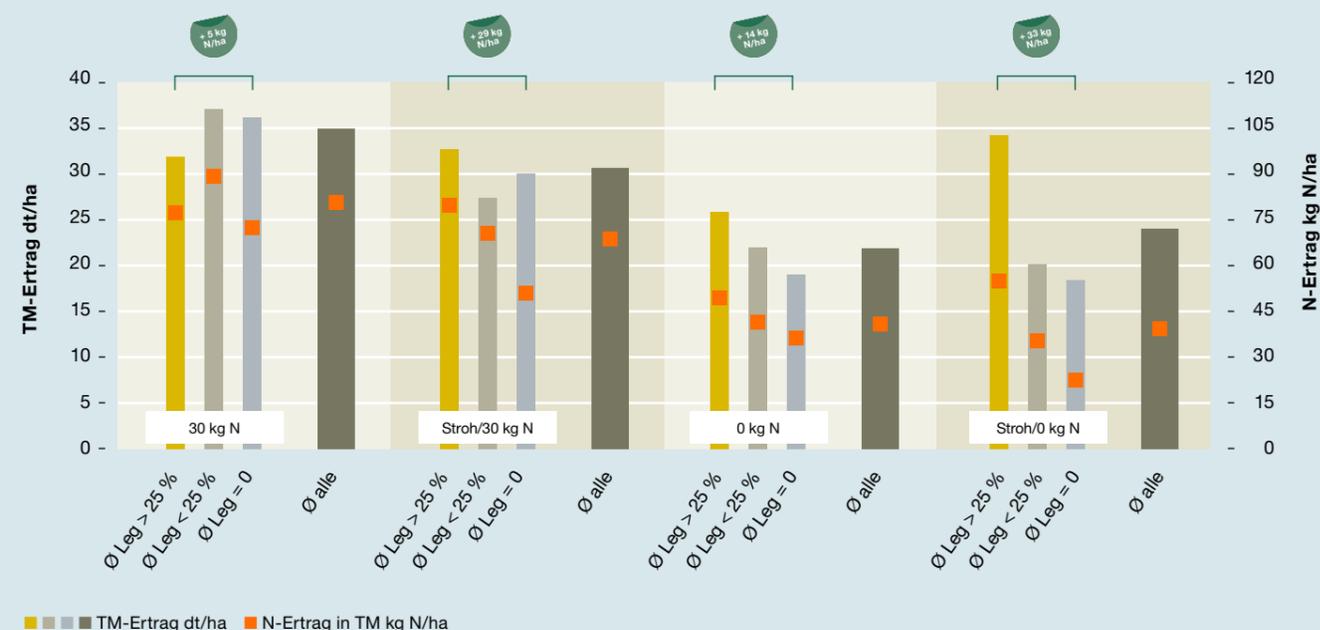
Stickstoff säen und Düngekosten senken

In einem eigenen Exaktversuch haben wir den Einfluss von Stickstoffverfügbarkeit und Stickstoffmangel in Kombination mit verschiedenen KWS Fit4NEXT Zwischenfrucht-Mischungen getestet.

Die generellen Vorzüge von Leguminosen in einer Zwischenfrucht-Mischung hinsichtlich Stickstoffs sind bereits auf Seite 25 beschrieben. Die Fragestellung hinter diesem Versuch hat durch verschiedene Faktoren mehr und mehr Bedeutung erlangt. Zum einen ist durch die Ausweisung der roten Gebiete der Zwischenfruchtanbau nur ohne zusätzliche Düngung möglich, zum anderen ist aus wirtschaftlichen Gründen und den gestiegenen Preisen für stickstoffhaltige Düngemittel das Interesse groß, Düngekosten in der Zwischenfrucht, aber auch in der Folgekultur zu senken.

Alle Zwischenfrucht-Mischungen wurden sowohl gedüngt (30 kg N/ha aus KAS) als auch ungedüngt angebaut und in einer Hälfte des Versuchs wurde das Stroh der Vorfrucht Wintergerste abgefahren. Da die Strohrötte in der Regel ebenfalls Stickstoff bindet, ergeben sich verschiedene Stufen der Stickstoffverfügbarkeit von gedüngt ohne Stroh (30 kg N) bis hin zu ungedüngt mit Stroh (Stroh/0 kg N).

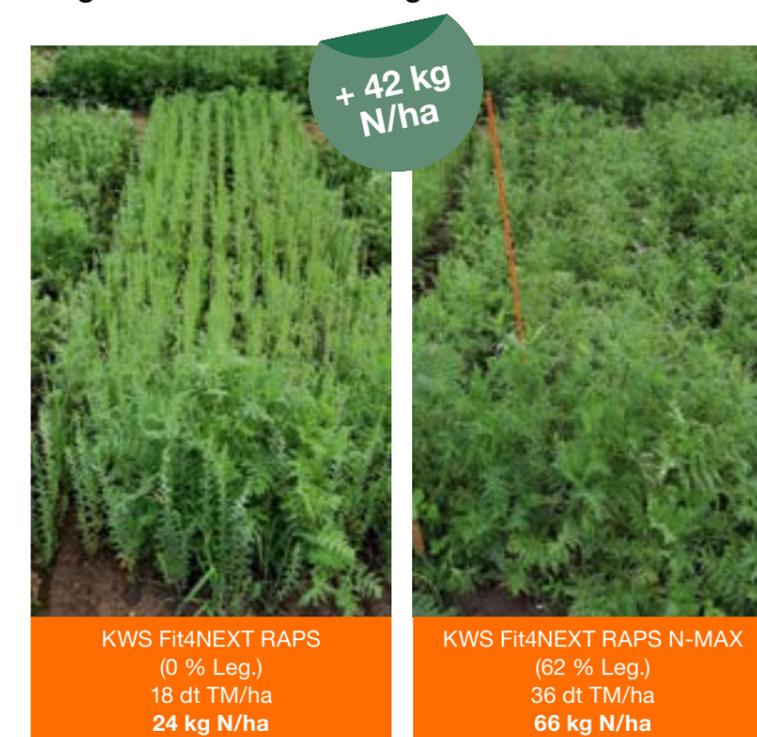
Stickstoffverfügbarkeit fördert die Zwischenfrucht-Mischungen, bei Stickstoffmangel empfehlen sich leguminosenhaltige Mischungen!



Oberirdische TM-Erträge und N-Erträge kg/ha im Stickstoff-Düngungsversuch am Standort Einbeck, jeweils in den vier untersuchten Varianten mit Stroh & ohne N-Düngung (S/0), mit Stroh & mit N-Düngung (S/30), ohne Stroh & mit N-Düngung (30) sowie ohne Stroh & ohne N-Düngung (0). Durchschnittswerte gruppiert nach abtiefenden Fit4NEXT-Zwischenfrucht-Mischungen mit Samenanteil Leguminosen > 25 % (n=4), < 25 % (n=3) und 0 % (n=6) (KWS, 2023)

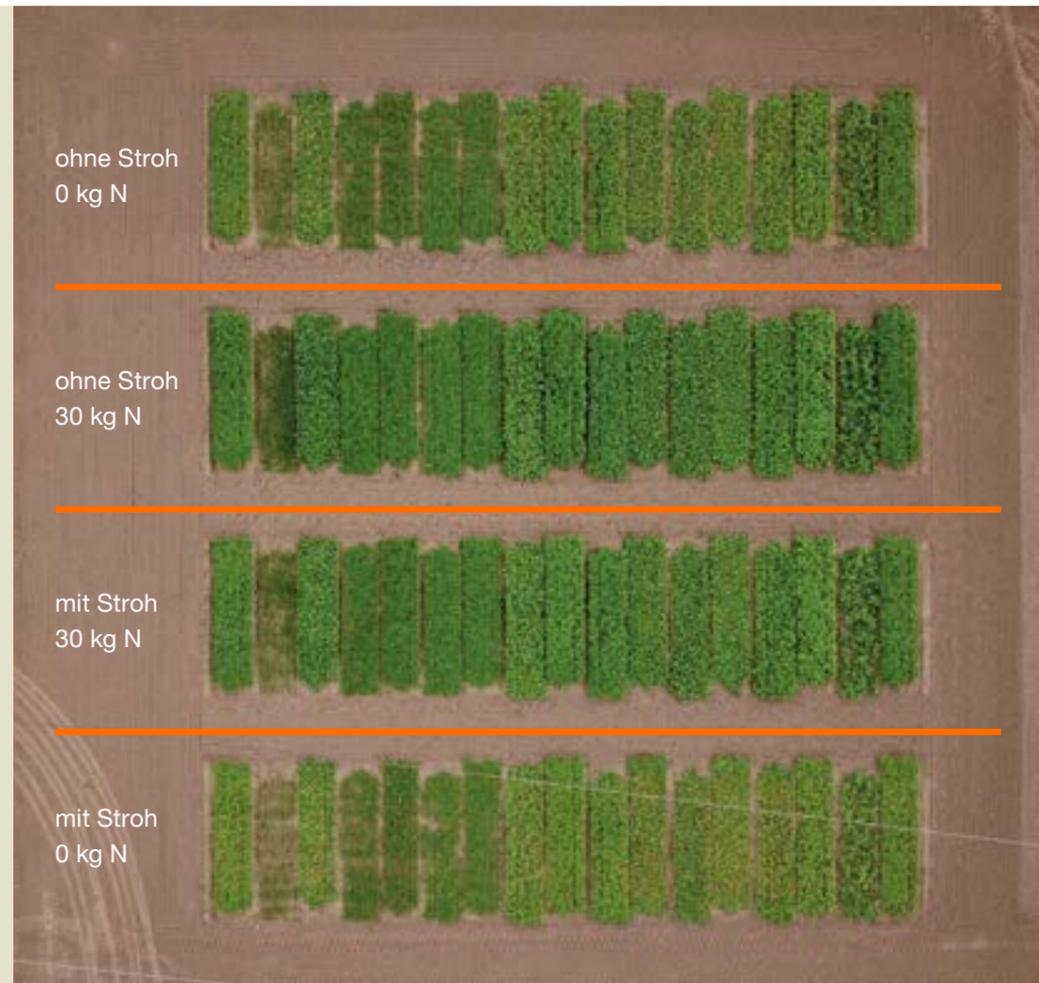
In den Trockenmasse(TM)- sowie den Stickstoff(N)-Erträgen in kg/ha aus der oberirdischen Biomasse zeigt sich eindeutig der **Vorteil von leguminosenhaltigen Zwischenfrucht-Mischungen bei knappem N-Angebot**. Unter diesen Bedingungen können KWS Fit4NEXT Zwischenfrucht-Mischungen mit höheren Leguminosenanteilen wie VIELFALT, RAPS N-MAX, RÜBE N-FIX oder KARTOFFEL N-FIX trotz allem einen guten Bestand bilden und so die vielfältigen Funktionen einer Zwischenfrucht-Mischung erfüllen. Das ist im direkten Vergleich ähnlicher Mischungen am Beispiel von RAPS N-MAX sehr gut ersichtlich.

Vergleich mit und ohne Leguminosen



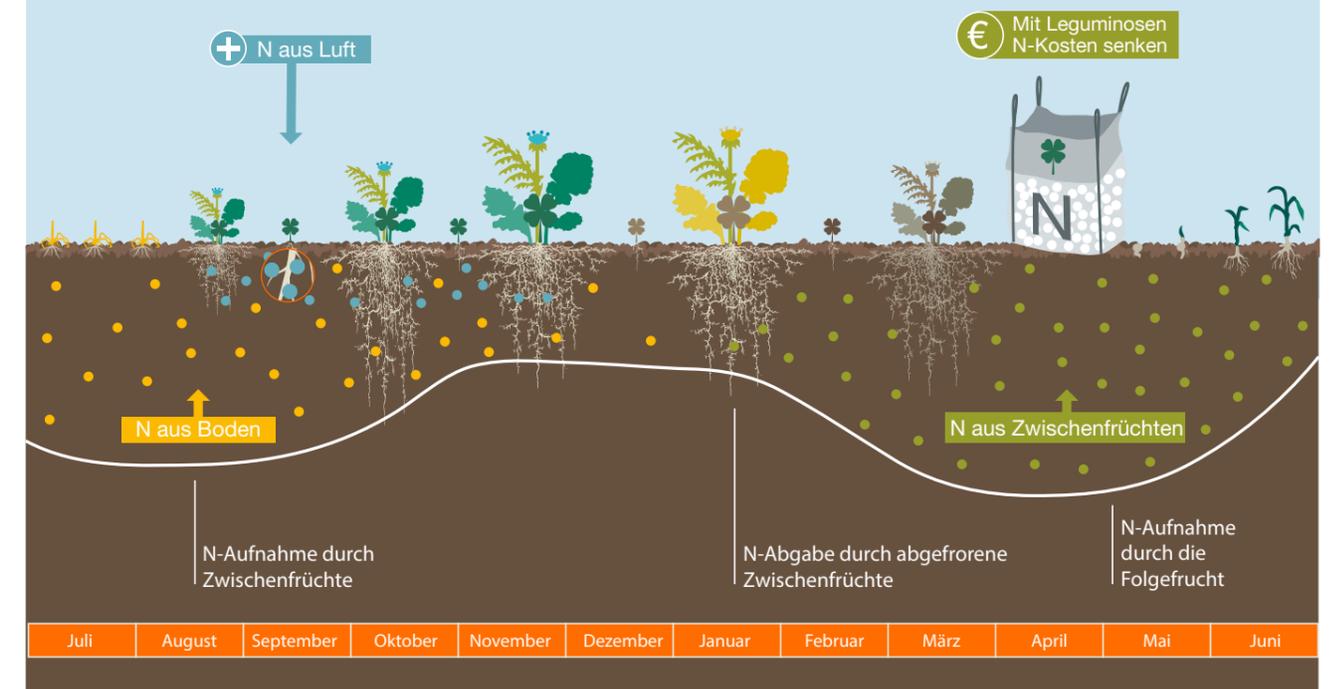
Vergleich der Zwischenfrucht-Mischungen KWS Fit4NEXT RAPS (leguminosenfrei) und KWS Fit4NEXT RAPS N-MAX (62 % Samenanteil Leguminosen) hinsichtlich TM- und N-Ertrag im oberirdischen Aufwuchs, mit Stroh & ohne Stickstoffdüngung, im Versuch in Einbeck. (KWS, 2023)

Hier gehts zum Video mitten aus dem N-Dünger-versuch: www.kws.de/zwischenfruchtversuch



Luftaufnahme des N-Düngerversuchs am Standort Einbeck am 24. September (KWS, 2023)

Mit leguminosenhaltigen Zwischenfrucht-Mischungen Stickstoff-Kosten senken!



Schematischer Verlauf der Stickstoff(N)-Dynamik in einer Getreide-Hackfruchtfruchtfolge am Beispiel Mais mit dem Anbau von abfrierenden leguminosenhaltigen Zwischenfrucht-Mischungen zwischen der Getreideernte und der Maisaussa (KWS, 2023)

Ist Stickstoff verfügbar, so erzielt diese Art von Mischungen immer noch gute Ergebnisse, allerdings können auch weniger leguminosenreiche und gänzlich leguminosenfreie Zwischenfrucht-Mischungen hier punkten. Es hat sich auch gezeigt, dass eine **vielfältige Artenzusammensetzung eine gute Pufferwirkung und Anpassungsfähigkeit** an verschiedene Bedingungen haben kann.

Der durch die leguminosenhaltigen Zwischenfrucht-Mischungen zusätzlich gebundene Stickstoff kommt der Zwischenfrucht und der Folgefrucht zugute. Er dient somit direkt der Zwischenfrucht und kann zusätzlich in der Fruchtfolge die **N-Düngerkosten pro Hektar senken**. Im gesamten System betrachtet wird durch die Nutzung des biologisch fixierten Stickstoffs **CO₂ sparsamer gewirtschaftet** und gleichzeitig durch die zusätzliche CO₂-Ersparnis weiter der **CO₂-Fußabdruck in der pflanzenbaulichen Verfahrenskette gesenkt**.

„ Die Hauptaufgabe der Zwischenfrucht ist es, Nährstoffe zu speichern, vorrangig natürlich Stickstoff!

Tobias Schröder
Betriebsleiter auf dem
Agrarhof Veelböken eG



Abfrierverhalten bei Zwischenfrucht-Mischungen

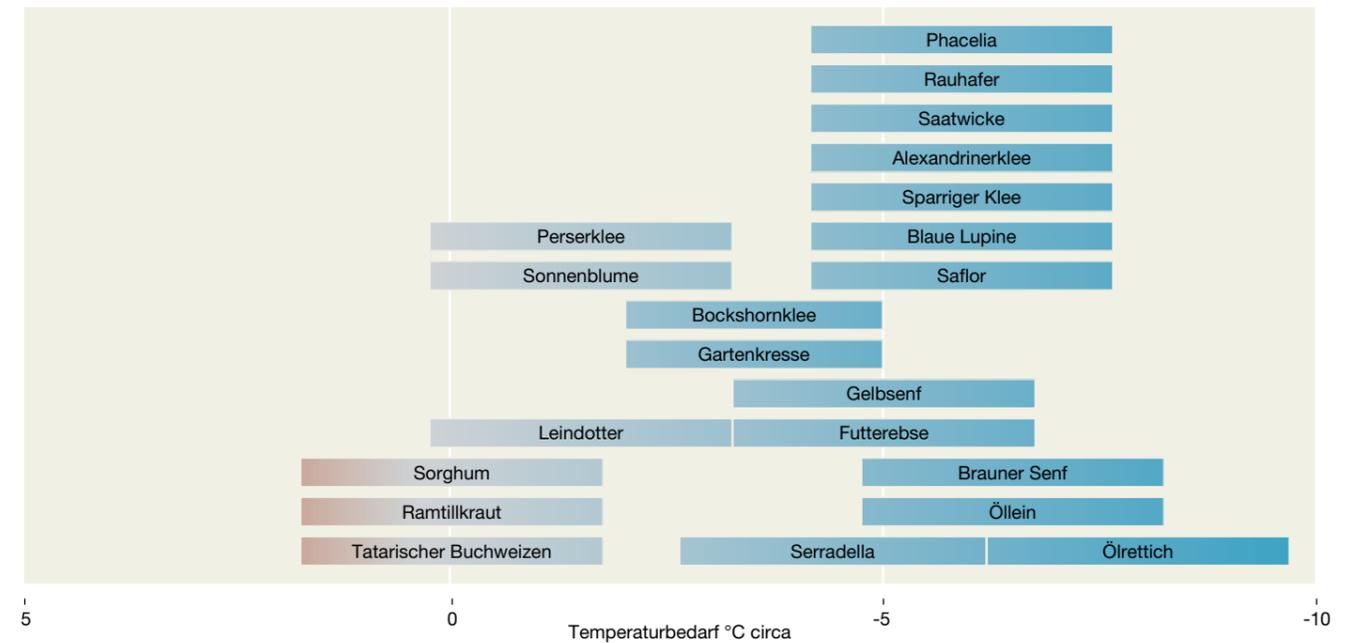
Wie gut eine Zwischenfrucht-Mischung abfriert, wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die Sie zum Teil auch steuern können.

1. Arten- und Sortenwahl

Bei den gängigen Zwischenfruchtarten ist die Spanne in der Frostempfindlichkeit recht hoch. Die Abbildung zeigt, wie die Arten tendenziell reagieren. Diese Bewertung bezieht sich auf eine Entwicklungsphase, die eher massebetont ist und in der alle Arten etwa gleich entwickelt sind. Tatarischer Buchweizen oder Ramtillkraut reagieren bereits auf niedrige einstellige Temperaturen im Plusbereich mit einem Zelltod. Kleinere Frostereignisse lassen diese beiden Arten sehr sicher abfrieren. Viele weitere Arten wie Leindotter, Öllein oder Gelbsenf reagieren angemessen auf Frost. Andere Arten wie Ölrettich benötigen längere und/oder stärkere Einzelfrostereignisse. Innerhalb der Arten gibt es auch Sortenunterschiede. Im Extrem können diese auch über die hier angegebenen Spannen hinausgehen. Bei Senf und Ölrettich beispielsweise kann dies auch mit einer frühen Entwicklung bzw. mit einer zeitigen Blüte zusammenhängen.

Einmalige Frostereignisse in Kombination mit Regenerationsphasen mit wüchsigen Temperaturen führen nicht zum gewünschten Abfrieren, was sich in milden Wintern zeigt. Die Pflanzen können sich erholen und weiterwachsen. Sicher sind Zeiträume mit beispielweise mehreren Nächten Frost oder auch Dauerfrostereignissen.

Abfrierverhalten verschiedener nicht winterharter Zwischenfruchtarten im Vergleich



Einschätzung nach Ergebnissen aus eigenen Versuchen (KWS, 2023)

2. Aussaatvorbereitung und Bestandsetablierung

Sie können nach der Artenwahl hier ebenfalls sehr früh den Grundstein für das spätere, einfachere „Verschwinden“ der Zwischenfrucht-Mischung legen. Ein guter Start, der für einen gut entwickelten und homogenen Bestand sorgt, verbessert auch das Abfrierverhalten. Dazu gehören die Beseitigung von Auflaufgetreide, Ausfallraps oder konkurrierendem Bewuchs, eine standortangepasste Grundbodenbearbeitung sowie die Aussaattechnik. Je mehr Mühe in den Start einer Zwischenfrucht-Mischung investiert wird, desto wahrscheinlicher ist auch ein gutes Ergebnis beim Abfrieren.





Unterschiedlich stark entwickelte Rettiche aufgrund unterschiedlicher Bestandesdichten (KWS, 2020)

3. Aussaatstärke

Anders als im Hauptfruchtanbau können höhere Aussaatstärken und damit Bestandesdichten viele Vorteile bringen - dichtere Bestände und schwächer entwickelte Einzelpflanzen. Die schwächere Entwicklung ist in diesem Fall kein Nachteil. Sie sorgt dafür, dass die Frostempfindlichkeit tendenziell steigt. Bestes Beispiel ist Ölrettich. Zu niedrige Aussaatstärken und damit kräftig entwickelte Einzelpflanzen haben unter Umständen sehr ausgeprägte Stängel und Rettichkörper zur Folge. Sowohl die massiven Stängel, insbesondere aber die großen Rettiche, erschweren oder verhindern sogar ein Abfrieren bei nicht ausreichendem Frost. Damit fällt diese sonst hervorragende Zwischenfruchtart etwas in Ungnade, da auch eine spätere Beseitigung mit Herbiziden schwierig ist. Hier hilft eine erhöhte Aussaatstärke. Ist eine Befahrbarkeit gegeben, kann sich ein zusätzlicher Walzgang im Winterhalbjahr lohnen. Dadurch wird der Stängel abgeknickt, beschädigt und spätere Fröste helfen, die gesamte Pflanze zum Absterben zu bringen.

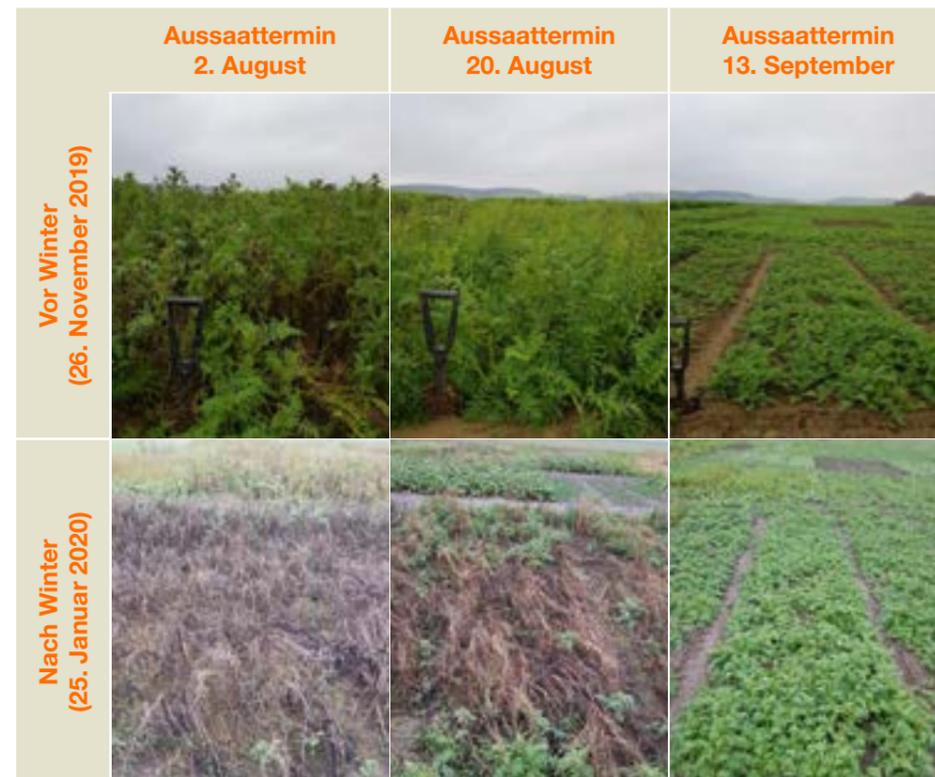
4. Aussaattermin

Ein sehr eindrucksvoller Effekt kann durch die Wahl eines angepassten Aussaattermins erzielt werden. Mehrjährige Exaktversuche belegen das. In den Versuchen wurden gleiche Mischungen und Einzelarten zu drei verschiedenen Aussaatzeitpunkten ausgesät (früh: Anfang August; mittel: Mitte August; spät: Anfang/Mitte September). Dabei zeigt sich, dass eine frühe bzw. rechtzeitige Aussaat zu einer guten und massigen Entwicklung der Bestände führt. Diese weit entwickelten Bestände reagieren sensibler auf Frostereignisse, insbesondere wenn die Pflanzen bereits das Stadium der Blüte erreicht haben. Zusätzlich sind größere Pflanzen anfälliger für mechanische Belastung wie beispielsweise Schnee. Selbstverständlich muss ein früher Aussaattermin in Ihren Betriebsablauf passen, sowie die Vorfrucht und die Bodenfeuchte Ihnen die Wahl lassen. Bei extrem früher Aussaat kann die Gefahr bestehen, dass Einzelarten oder -pflanzen noch Samen bilden.

5. Mechanische Bearbeitung

In frostunsicheren Anbaulagen und milden Wintern kann eine zwischenzeitliche oder nachträgliche mechanische Bearbeitung der Zwischenfrucht-Mischung Sinn machen. Zu beachten sind hier, wo gegeben, zeitliche Vorgaben oder Vorgaben an die Technik. Der Einsatz von Mulcher oder Cambridgewalze (hohe Flächenleistung) sorgt für gute Ergebnisse. Darüberhinaus können auch Maßnahmen mit Bodeneingriff (z. B. Scheibenegge, Grubber) vorgenommen werden. Zusätzlich bitte hierzu die Vorgaben der Düngeverordnung und der GAP beachten. **In jedem Fall ist die Befahrbarkeit der Fläche entscheidend!**

Bild 1 - 6: Abfrierverhalten am Beispiel der Mischung KWS Fit4NEXT RAPS N-FIX bei unterschiedlichen Aussaatterminen

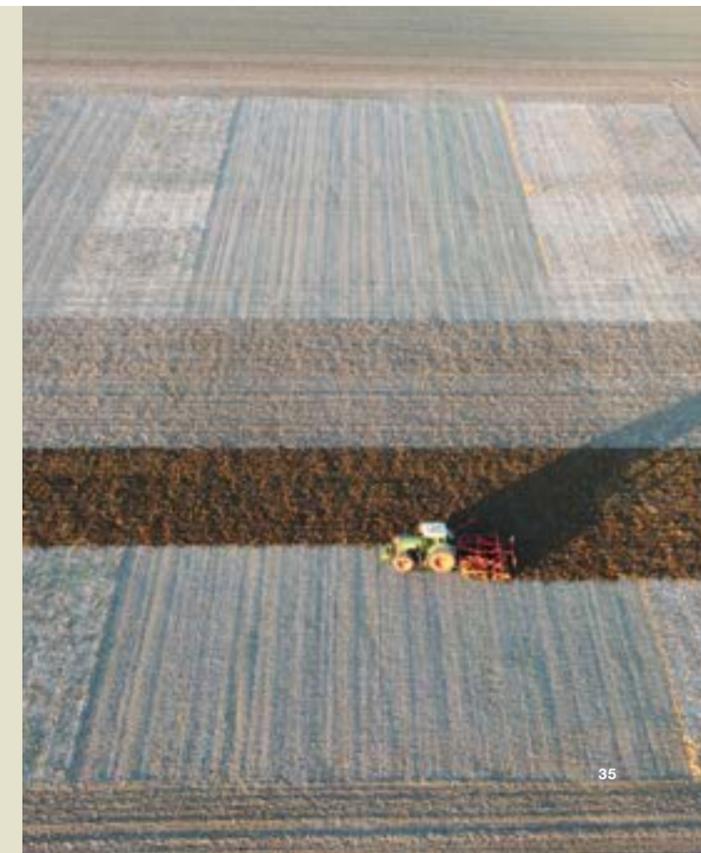


Aufnahme des Zwischenfrucht-Mischungsversuchs 2019/2020 Standort Einbeck (KWS, 2020)

Ausfallgetreide und Restverunkrautung im Blick behalten

Versuchsergebnisse und deren Beurteilungen von Jörg Schaper Pflanzenbauberater bei der LWK Niedersachsen.

Lesen Sie mehr zu diesem Thema unter:
[www.kws.de/
restverunkrautung-im-blick](http://www.kws.de/restverunkrautung-im-blick)



Nematodenresistente Zwischenfrüchte – ein wichtiger Baustein im Nematodenmanagement

Rübenzystemnematoden (*Heterodera schachtii*) schädigen das Wurzelsystem der Zuckerrübe. Bei Befall wird die Wasser- und Nährstoffaufnahme erheblich eingeschränkt, wodurch Ertragsverluste entstehen können (Bild rechts).

Der Anbau nematodenresistenter Zwischenfrüchte ist ein wichtiges biologisches Bekämpfungsverfahren, um den Aufbau hoher Populationsdichten von Nematoden in engen Zuckerrübenfruchtfolgen zu vermeiden bzw. eine bestehende hohe Populationsdichte zu senken. Der Anbau von nematodenresistenten Zwischenfrüchten ist neben der Wahl einer nematodentoleranten Zuckerrübensorte ein entscheidender Faktor im Nematodenmanagement. In zahlreichen Versuchen als auch in der Praxis konnte dies in den vergangenen Jahren eindrucksvoll belegt werden.

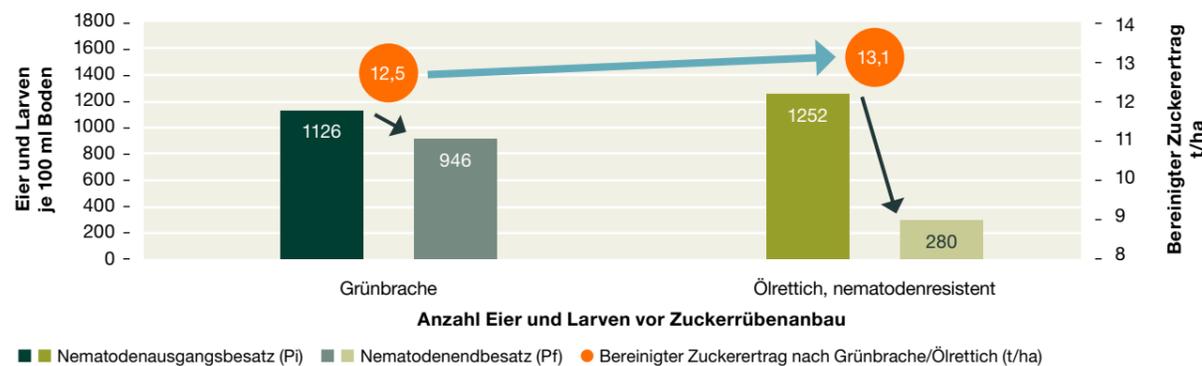
Nematodenresistente Zwischenfrüchte sind in der Lage, die Populationsdichte von Rübenzystemnematoden deutlich zu senken und im folgenden Zuckerrübenanbau sogar einen positiven Ertragseffekt im bereinigten Zuckerertrag zu ermöglichen (Abbildung unten).

Das Wirkungsprinzip besteht in einer Unterbrechung des Entwicklungskreislaufs von *Heterodera schachtii*. Nematodenresistente Zwischenfrüchte üben genau wie Wirtspflanzen einen Schlupfreiz auf die Nematodenlarven aus, locken diese an, indem sie ausreichend Nahrung in Aussicht stellen, und lassen diese in ihr Wurzelsystem eindringen.



Zuckerrübenbestand mit Nematodenbefallsnest (*H. schachtii*) und schlafenden Rüben

Wirkung der Nematodenbekämpfung auf den Ertrag einer nematodentoleranten Zuckerrübensorte bei Zwischenfrucht „Grünbrache“ und „nematodenresistentem Ölrettich“



Biologische Bekämpfung des Rübenzystemnematoden *Heterodera schachtii* Quelle: Abbildung nach Heinrichs, 2010 aus „Gesunde Pflanzen (2011) 62:101–106.

Anders als bei anfälligen Wirtspflanzen können die Nematoden in den resistenten Wirtspflanzen kein ausreichendes Nährzellensystem etablieren. Die Nematoden sterben aufgrund mangelnder Ernährung. Während in anfälligen Wirtspflanzen ein Männchen-Weibchen-Verhältnis von nahezu 1:1 zu finden ist, beträgt dieses in resistenten Pflanzen 100:1. Die Nematodenweibchen benötigen 40-mal mehr Nahrung als die Männchen, wodurch es nur vereinzelt zum Abschluss des Entwicklungszyklus kommt. Die Folge ist eine Verringerung der Nematodenpopulation. Die nematodenreduzierende Wirkung der resistenten Zwischenfrüchte lässt ab Blühbeginn deutlich nach. Es wird der Anbau frühsaatverträglicher **Sorten mit langer vegetativer Entwicklung und geringer Blühneigung** bzw. **später Blüte** empfohlen. Der Schlupfreiz wird dort ausgelöst, wo die Nematoden mit dem Wurzelsystem der Zwischenfrucht in Kontakt kommen. Deshalb ist das Saatbett so vorzubereiten, dass die Pflanzen gleichmäßig auflaufen und später eine gute Durchwurzelung gewährleistet ist. Eine Pflanzendichte von mehr als 160 resistenten Pflanzen/m² ist für die Reduzierung von *Heterodera schachtii* ideal. Die eingesetzten Sorten von Ölrettich und Senf sind mit der jeweils besten Resistenznote 1 bzw. 2 eingestuft.

Mehr zum Thema Nematoden finden Sie auch auf www.kws.de/nematodenmanagement.



Unkrautunterdrückung

Ein aus heutiger Sicht immer wichtigeres Ziel des Zwischenfruchtanbaus ist die Unkrautunterdrückung. Die nicht erwünschten Unkräuter und -gräser sowie das Ausfallgetreide bzw. der Ausfallraps sollten zwar keimen, aber durch die schnelle Entwicklung der Zwischenfrüchte am Wachstum gehindert werden, sodass sie vor der Blüte und Samenbildung absterben und nicht in der Fruchtfolge als grüne Brücke Krankheiten und Schädlingen dienen.

Eine zielführende Unkrautunterdrückung kann durch Zwischenfruchtarten mit kräftiger Jugendentwicklung, schneller Bodenbedeckung und hohem Biomasseaufwuchs erreicht werden. So ist die Unkrautunterdrückung von vielen Kreuzblütlerarten wie z. B. Ölrettich und Gelbsenf als auch dem Tatarischen Buchweizen per se höher als beispielsweise von Klee-Arten und Öllein.

Der Grund ist ihre schnelle Jugendentwicklung und zügige Bildung von Blattmasse. Neben der Artenkombination spielen natürlich auch Faktoren wie **Aussaatstärke**, **Aussattermin**, **Nährstoff-** und **Wasserversorgung** sowie die **Aussaatvorbereitung** und **-technik** eine entscheidende Rolle für ein gutes Gelingen.

Je optimaler ein Bestand etabliert wird, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, den gewünschten Effekt zu erzielen. Lückige Bestände, die auch durch unterschiedliche Abfrierverhalten der Mischungspartner im Laufe der Zwischenfrucht-saison entstehen können, können wieder Platz für neue Unkrautwellen schaffen. Wärmeliebende Arten wie Ramtilkkraut, Sonnenblume oder auch die meisten Leguminosen-Arten können gute Effekte bringen, aber immer unter Berücksichtigung der angepassten Saatzeit.

Hervorragende Unkrautunterdrückung durch KWS Fit4NEXT KARTOFFEL N-FIX



KWS Fit4NEXT KARTOFFEL N-FIX
25 % Saatwicke und 75 % Ölrettich



Testmischung
mit 8 % Senf und 6 % Ölrettich

Effiziente Wassernutzung durch Zwischenfrüchte

Das Thema Wasserverfügbarkeit ist in den vergangenen Jahren nicht nur in den klassischen Trockengebieten von großer Bedeutung gewesen. Erklärtes Ziel ist es, der Hauptfrucht die bestmöglichen Entwicklungsbedingungen zu bieten. Immer wieder stellt sich da die Frage, ob eine Zwischenfrucht durch ihre Wassernutzung die Bedingungen für die folgende Frühjahrskultur erschwert. In den meisten Fällen kann man sagen: **Nein, eine Zwischenfrucht hat tendenziell sogar einen positiven Einfluss! Was sind die Hintergründe?**

Was den Wasserbedarf und damit die Wassernutzung einer Zwischenfrucht angeht, lassen sich mehrere Bereiche betrachten. Dabei ist zunächst wichtig zu wissen, ob ein Nichtbewuchs (z. B. Schwarz- oder Stoppelbrache) gegenüber einem Zwischenfruchtaufwuchs Wasser spart. Zahlreiche Versuche vom Deutschen Wetterdienst (Böttcher et al.), von offiziellen österreichischen Einrichtungen (Bodner et al.) als auch KWS eigene Versuche wurden dazu durchgeführt. In allen Fällen wurde geschaut, wie sich der Bodenwassergehalt bis 60 bzw. 90 cm/100 cm nach der Ernte der Vorfrucht/Aussaat der Zwischenfrucht bis Ausgang Winter/Aussaatvorbereitung der Hauptfrucht verhält.

Bodenfeuchte im Vergleich zwischen Brache und Zwischenfrüchte



Zwischenfrucht (Mittel aus Phacelia und Multikulti), Mittelwert der Jahre 2012/13 bis 2024/25, basierend auf wöchentlichen gravimetrischen Beprobungen (Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Beratungsstelle Leipzig 2025)

Der DWD hat die Wirkung einer abfrierenden Zwischenfruchtmischung im Vergleich zur Brache auf den Bodenwassergehalt von 0 - 60 cm langjährig am Standort Threna gemessen. Die Abbildung zeigt den Verlauf des Bodenwassergehaltes von August bis März unter den beiden Varianten. Die Zwischenfrucht hat im Vergleich zur Brache eher einen positiven Effekt auf die Bodenfeuchte im Frühjahr und wirkt sich somit nicht negativ auf die Wasserverfügbarkeit in der Folgefrucht aus.

Ermittlung und Vergleich der Bodenwassergehalte – Strohmulch im Vergleich zur Zwischenfrucht-Mischung



Ermittlung und Vergleich der Bodenwassergehalte in mm bis 1m Tiefe von August 2014 bis Februar 2015 nach Vorfrucht Wintergerste am Standort Klein Wanzleben: Strohmulch (wiederholtes Bearbeiten bis Winter) im Vergleich zu einer Zwischenfrucht-Mischung (Aussaat 11. August) vor Zuckerrüben. Der Winterniederschlag betrug 71 Liter. (KWS, 2021)

Am Beispiel unseres Trockenstandorts Klein Wanzleben wird ersichtlich, dass sowohl bei Strohmulch als auch bei abfrierender Winterzwischenfrucht der nachfolgenden Zuckerrübe gleiche Startbedingungen geboten wurden. In beiden Fällen war der Wasservorrat im Boden über den gesamten Zeitraum etwa gleich.

Wie ist das zu erklären? Die verbrauchte Wassermenge der Zwischenfrucht für die gebildete Biomasse geht bei der Strohmulchvariante über anderweitige Einflüsse, vor allem durch Evaporation und Sickerwasser, verloren. Die wichtigsten Zusammenhänge und der Einfluss der Zwischenfrucht sind in der Tabelle auf S. 42 zusammengefasst. Eine gut entwickelte Zwischenfrucht sorgt durch das zusätzlich geschaffene Bodenporenvolumen für eine bessere Aufnahme der Niederschlagsmengen und ihre Blatt- bzw. Mulchdecke verringert die Verdunstung an der Oberfläche. Damit **nutzt eine Zwischenfrucht das Wasser sehr produktiv!** Bei Schnee, insbesondere auf Verwehungen, vermindert ein gut entwickelter Zwischenfruchtbestand obendrein die „Schneerosion“ und nützt zusätzlich dem Wasserhaushalt der Fläche.

Befahrbarkeit im Frühjahr

Zwischenfruchteinflüsse auf die Komponenten der Wasserbilanz

Wasserbilanz-Komponente	Zwischenfrucht-Einfluss
Evaporation	Blatt- und Mulchdecke verringern Bodenevaporation; Bio-Makroporen transportieren Wasser in tiefere Bodenschichten, wo Bodenverdunstung nicht angreifen kann.
Oberflächenabfluss	Bodenbedeckung und verbesserte Infiltration durch Bioporen verringern den Oberflächenabfluss.
Sickerwasseranfall	Zwischenfrucht-Wasseraufnahme aus tieferen Bodenschichten reduziert die Sickerwassermenge (und damit die Nitratverlagerung); Humusaufbau verbessert langfristig die Speicherfähigkeit des Bodens.
Transpiration	Zwischenfrucht nimmt entsprechend ihrer Wurzelverteilung Wasser aus verschiedenen Bodentiefen auf.

Quelle: Zwischenfruchtbau ist auch im Trockengebiet machbar. Bodner et al., 2011.

Wie sieht es innerhalb der verschiedenen Zwischenfruchtarten mit dem Wasserbedarf und der Wassereffizienz aus? **Kleinkörnige Arten** haben durch einen **geringeren Keimwasserbedarf** einen Vorteil bei der optimalen Etablierung. Das kann je nach Standort und Bedingungen schon ausschlaggebend für die Etablierung sein. Während der Vegetation haben Arten wie Rauhafer, Ramtillkraut, Sonnenblume, Phacelia, Öllein oder Leindotter eine gewisse Vorzüglichkeit bei Wasserknappheit. Unter den Leguminosen kommt der Perser- und Alexandrinerklee gut mit weniger Wasser zurecht. Insgesamt zeigen aber die **meisten Zwischenfruchtarten** eine **gute Wassernutzungseffizienz**. Positiv beeinflusst werden kann diese auch durch eine schnelle Bodenbedeckung und verminderte Evaporation. Dies können Arten wie Gelbsenf oder der Tatarische Buchweizen sehr gut.

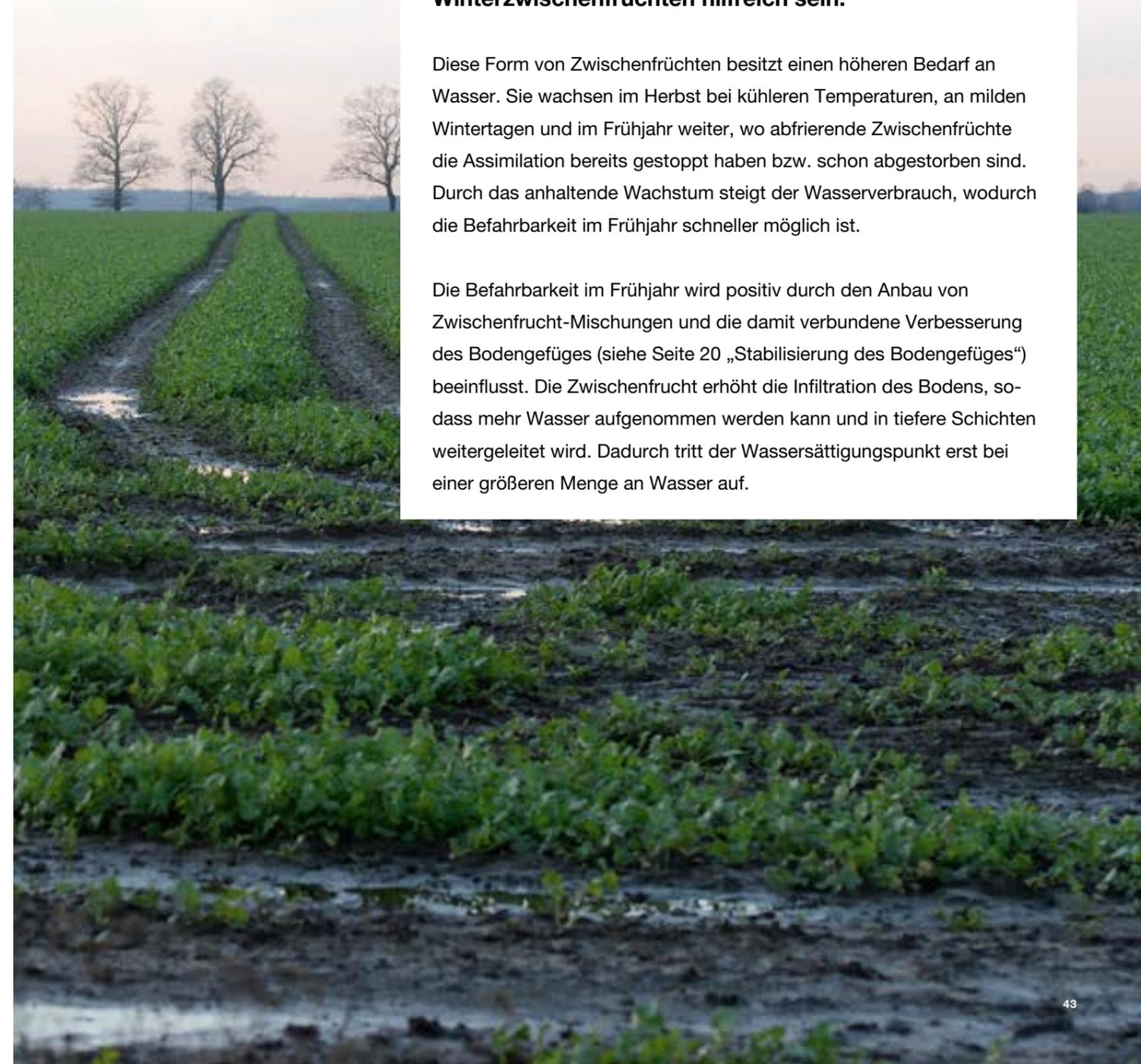
Winterharte Mischungen und nicht abgefrorene Bestände können nach Winter mit beginnender Vegetation weiter Wasser verbrauchen. Mit Ausnahme von Wasserüberschussstandorten (siehe nächste Seite) ist dies eher unerwünscht und kann zu Nachteilen für die Hauptfrucht führen. Deshalb ist eine so früh wie mögliche Unterbrechung ratsam. Gleichzeitig sollte bei der Auswahl der Komponenten und im Anbau auf ein gutes Abfrierverhalten Wert gelegt werden.

"Wasser halten – mit Zwischenfrucht-Mischungen, die gut abfrieren!"

Die frühzeitige Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Gärrestsubstraten zu Vegetationsbeginn ist pflanzenbaulich optimal. Bei einer erhöhten Wassersättigung des Bodens ist es nicht möglich, das Feld ohne große Schäden zu befahren. Deswegen kann der Anbau von Winterzwischenfrüchten hilfreich sein.

Diese Form von Zwischenfrüchten besitzt einen höheren Bedarf an Wasser. Sie wachsen im Herbst bei kühleren Temperaturen, an milden Wintertagen und im Frühjahr weiter, wo abfrierende Zwischenfrüchte die Assimilation bereits gestoppt haben bzw. schon abgestorben sind. Durch das anhaltende Wachstum steigt der Wasserverbrauch, wodurch die Befahrbarkeit im Frühjahr schneller möglich ist.

Die Befahrbarkeit im Frühjahr wird positiv durch den Anbau von Zwischenfrucht-Mischungen und die damit verbundene Verbesserung des Bodengefüges (siehe Seite 20 „Stabilisierung des Bodengefüges“) beeinflusst. Die Zwischenfrucht erhöht die Infiltration des Bodens, so dass mehr Wasser aufgenommen werden kann und in tiefere Schichten weitergeleitet wird. Dadurch tritt der Wassersättigungspunkt erst bei einer größeren Menge an Wasser auf.





Aussaatmethoden im Vergleich

Die Zwischenfruchtaussaat findet in aller Regel während der arbeitsreichsten Zeit des Jahres statt und wird oft in Eigenleistung mit der im Betrieb vorhandenen Technik durchgeführt. Dabei haben sich Drillmaschinen und Streueinheiten, aufgesattelt auf Bodenbearbeitungsgeräten oder absetzig im Frontanbau, in der Praxis etabliert.

Seit einigen Jahren hat eine weitere Möglichkeit an Bedeutung gewonnen – die Aussaat von Zwischenfrüchten mittels Drohne (oder Pneumatikstreuer) vor dem Mähdrusch in den stehenden Marktfruchtbestand. Wir haben dazu seit 2022 umfangreiche Versuche und Praxisanbauten begleitet und die Vorerntesaat intensiv beleuchten können.

Der Trockensommer 2022

Im Jahr 2022 haben wir am Standort Einbeck unseren ersten Versuch angelegt. Wir verglichen anhand einer Zwischenfrucht-Mischung mit 18 Komponenten die Drohnensaat als auch Pneumatikstreuersaat vorm Mähdrusch mit der betriebsüblichen Aussaat mittels Drillmaschine nach dem Mähdrusch. Das Weizenstroh wurde auf der Fläche belassen und die Zwischenfrucht wurde nicht gedüngt. Der Niederschlag im Juli und August betrug in Summe nur rund 40 l/m². Entsprechend zögerlich entwickelten sich die Pflanzen sowohl in der Vorerntesaat als auch in der Drillsaat. Das Ergebnis im November, am Ende der Vegetation, war jedoch überzeugend. **Beide Streuvarianten hatten sich deutlich besser entwickelt als die Drillsaatvarianten.**

Durchgesetzt hatten sich vor allem die Kreuzblütlerarten in der Mischung. Es wurde anhand vereinzelter strohfreier Nester klar, dass die Vorerntesaat unter trockenen Bedingungen nur mit einer Strohaufgabe funktioniert. Nach dem Winter konnte man sehen, dass die Drillsaaten deutlich mehr Ausfallweizen enthielten, wohingegen sich die Vorerntesaaten sehr sauber präsentierten und auch sehr gut abgefroren waren.

Gelingt die Zwischenfrucht im Vorernteverfahren gut, so ließ sich auch in den Folgejahren beobachten, dass Ausfallgetreide/-raps sowie Begleitpflanzen besser in der Vorerntesaat (ohne Bodenbewegung) unterdrückt wurden. Situationsabhängig kann hier ggf. in der Fruchtfolge auch der Herbizideinsatz verringert werden.

2023 und 2024 – mehr Wasser und neue Rahmenbedingungen

In beiden Jahren wurde der Versuch in Einbeck und Wohlde ausgedehnt und um die Faktoren Düngung, Strohabfuhr, mehr Prüfglieder und eine weitere Vorfrucht erweitert. An beiden Standorten stand in beiden Jahren während der gesamten Vegetationszeit ausreichend Wasser zur Verfügung. Die Strohabfuhr hatte dadurch keinen negativen Einfluss auf den Feldaufgang, eher sogar das Gegenteil bewirkt. Im Jahr 2023 führten die Witterungsbedingungen an beiden Standorten zu einer unplanmäßigen Verzögerung des Mähdruschs. Dadurch hatten die Pflanzen schon bis zu drei Wochen Zeit zu wachsen. An einigen Praxisstandorten führte dies zu Problemen im Mähdrusch. In unseren Versuchen war möglicherweise eher Lichtmangel ein Problem als auch geschädigte Pflanzen durch die Überfahrt bei der Ernte und Strohabfuhr.

Im Gegensatz zum Jahr 2022, in dem zwischen Streuen und Mähdrusch immerhin zwei Wochen lagen, zeigte sich im Jahr 2023, dass der **ideale Streuzeitpunkt bis max. +/- eine Woche vor dem Mähdrusch** liegt.

Welche Zwischenfrucht-Mischungen und Arten eignen sich?

Viele der getesteten Arten und Mischungen funktionieren im Vorerntesaatverfahren sehr gut. Entscheidend ist immer die Wechselwirkung mit den zu erwartenden Rahmenbedingungen, die bei dieser extensiven Aussaatmethode einen größeren Einfluss haben als beispielsweise bei der Drillsaat.

So kann sich ein knappes Keimwasserangebot z. B. auf Kleearten bei der Vorerntesaat drastischer auswirken als bei der Drillsaat. Ebenso kann Phacelia als Dunkelkeimer im Feldaufgang benachteiligt sein, wenn die Samen unbedeckt auf der Oberfläche liegen. Schwer nachzuvollziehen waren Verluste durch Tierfraß, sodass Samen oder kleine Pflanzen frühzeitig verschwanden. **Über alle Jahre und Bedingungen hinweg haben alle Kreuzblütlerarten sehr gut funktioniert.** Verlässliche Feldaufgänge brachten auch Öllein und der Tatarische Buchweizen. Bei den Leguminosen überzeugten vor allem die Wicke, die Futtererbse und auch die Blaue Lupine.

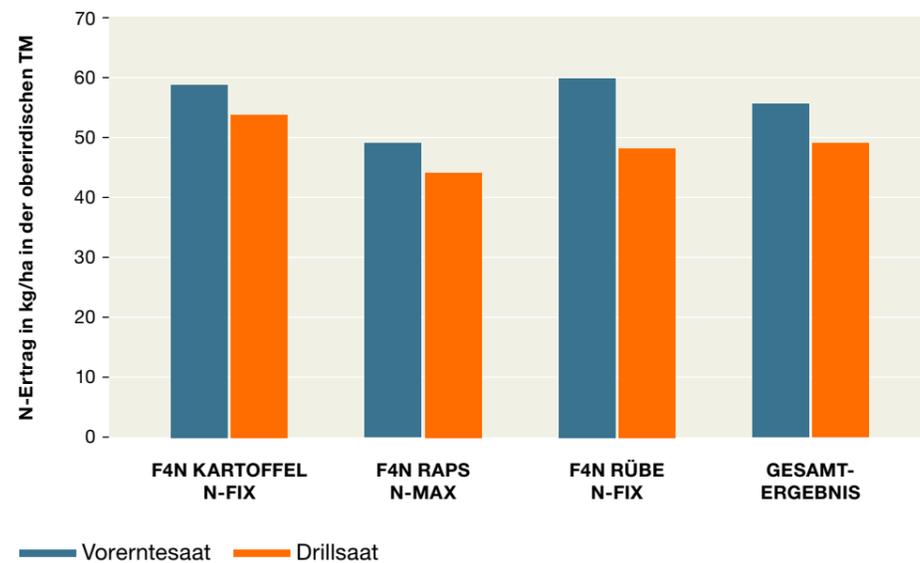
Wenn möglich, sollte aufgrund der frühen Aussaat bei den Arten darauf geachtet werden, möglichst spätblühende Arten und Sorten zu verwenden.

Ansonsten ist auf eine mögliche Samenbildung im Herbst zu achten. Eine Aussaat Anfang Juli ist daher wesentlich herausfordernder als in der zweiten Julihälfte oder Anfang August.

Faktor Stickstoffixierung

Ein besonderer Pluspunkt der Vorerntesaat betrifft insbesondere die Leguminosen. In den meisten Fällen findet man nach der Getreideernte Reststickstoffgehalte von ca. 30-50 kg N-Min 0-90 cm/ha vor. Unter diesen Bedingungen können sich die Leguminosen sehr gut behaupten und können, je nach Anteil und Art, auch einen Bestand dominieren. Die zusätzlich gewonnene Zeit im Feld können sie sehr gut zur Fixierung von Luftstickstoff nutzen. Dies konnten unsere Versuche im direkten Vergleich zu den Drillvarianten zeigen. **Tendenziell hatten die Vorerntesaatbestände einen höheren N-Ertrag kg/ha im oberirdischen Aufwuchs als die gedrillten Bestände.**

Mit Vorerntesaat mehr Stickstoff halten



N-Ertrag im Vergleich von Vorerntesaatverfahren per Drohne und Drillsaatverfahren in leguminosenhaltigen Zwischenfrucht-Mischungen. Standorte Wohlde und Einbeck, 2023. (KWS, 2024)

Fazit

Die Vorerntesaat bietet eine echte und interessante Alternative zu den klassischen Aussaatmethoden von Zwischenfrüchten. Entscheidend für den Gesamterfolg der Vorerntesaat sind vor allem die Verfügbarkeit der Aussaattechnik zur richtigen Zeit, die Fruchtfolge und die eigene Priorisierung der angestrebten Ziele, die mit der Zwischenfrucht-Mischung erreicht werden sollen. Das Verfahren kann kostengünstiger sein als beispielsweise eine Drillsaat. Der Haupthebel liegt hier in einem reduzierten Bodenbearbeitungsumfang. Je nach kalkulatorischem Ansatz und betrieblicher Ausstattung, kann die überbetriebliche Vorerntesaat mit Drohne oder einem Pneumatikstreuer zusätzliche Einsparpotenziale bringen.

Zusammenfassender Vergleich verschiedener Aussaatmethoden

Vorerntesaat	Drillsaat	Streusaat mit Einarbeitung
<p>Prinzip</p> <ul style="list-style-type: none"> Einstreuen des Saatguts in den stehenden Getreidebestand vorm Mähdrusch (ideal bis ca. sieben Tage vorher) mittels Drohne oder pneumatischem Düngerstreuer Ablage des Saatguts auf der Bodenoberfläche Verbleibendes Stroh bedeckt das Saatgut Keimung und Wachstum der Pflanzen startet, je nach Vorlauf, bereits vorm Mähdrusch 	<ul style="list-style-type: none"> Aussaat nach dem Mähdrusch Ablage des Saatguts über Sääggregate in den Boden Je nach Aussaattechnik vorherige Bodenbearbeitung notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> Aussaat nach dem Mähdrusch Ablage des Saatguts über einen Streuer auf die Bodenoberfläche. Je nach Technik, erfolgt die Saatgutführung über einen Streuteller oder Schläuche Einarbeitung des Saatguts über ein Bodenbearbeitungsgerät (z. B. Grubber, Egge), unmittelbar in Kombination mit dem Streuen
<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> Maximale Ausnutzung der Vegetationszeit Maximale Ausnutzung des Wasserangebots Sehr hohes Potenzial für die Bildung von Biomasse und N-Fixierung (je nach Arten aus Boden und Luft) Frühzeitige Bedeckung des Bodens fördert Schattengare Konkurrenzvermeidung durch verringerten Keimreiz bei Ausfallgetreide/-raps sowie Begleitpflanzen Verringerte Konkurrenz um Stickstoff für die Strohrotte Geeignet auch für kurze Anbaufenster (z. B. vor der Herbstaussaat von Getreide) Schlagkräftiges Verfahren, ggf. am Rande von Arbeitsspitzen Maßnahme unabhängig von Bodenfeuchte Geringe Maschinenkosten je ha möglich Sehr geringer Energiebedarf je ha 	<ul style="list-style-type: none"> Präzise Saatgutablage fördert den Feldaufgang, die Bestandesdichte und die Pflanzenentwicklung Nutzung zahlreicher und diverser Korngrößen Möglichkeit der Bodenbearbeitung erlaubt Bekämpfung von Schnecken und Mäusen sowie die Einmischung des Strohs Zeitliche Flexibilität nach der Hauptfruchternte In Kombination mit Bodenbearbeitung leichtere Durchwurzelbarkeit des Bodens 	<ul style="list-style-type: none"> Durch Integration des Streuens in die Stoppelpbearbeitung geringe Maschinenkosten je ha möglich Tendenziell schlagkräftiges Verfahren Möglichkeit der Bodenbearbeitung erlaubt Bekämpfung von Schnecken und Mäusen sowie die Einmischung des Strohs Zeitliche Flexibilität nach der Hauptfruchternte
<p>Herausforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> Verringerter Feldaufgang im Vergleich zur Ablage in den Boden Je nach Jahres- und Standortbedingungen deutlichere Unterschiede zwischen den Arten in der Etablierung im Vergleich zu den anderen Verfahren Je nach Art Gefahr der Samenbildung aufgrund der frühen Etablierung Keine Möglichkeit der Bodenbearbeitung zur Beseitigung von Verdichtungen, Einebnung, Stroheinmischung, etc. Keine mechanische Möglichkeit der Bekämpfung von Schnecken und Mäusen Bei Drohnenaussaat begrenztes Saatgutvolumen In trockenen Jahren Strohaufgabe notwendig Begrenztes Zeitfenster zum Streuen Bei Lagergetreide nicht zu empfehlen 	<ul style="list-style-type: none"> In Kombination mit Bodenbearbeitung zusätzliche Verzögerung beim Aussaattermin Tendenziell höhere Maschinenkosten je ha Abhängig von der Bodenfeuchte Durch Bodenbewegung Konkurrenz mit Ausfallgetreide/-raps sowie Begleitpflanzen 	<ul style="list-style-type: none"> In Kombination mit Bodenbearbeitung zusätzliche Verzögerung beim Aussaattermin Abhängig von der Bodenfeuchte Durch Bodenbewegung Konkurrenz mit Ausfallgetreide/-raps sowie Begleitpflanzen Streuer in der Regel geeignet für kleinere Samen

Zwischenfruchtanbau aus Sicht der Düngeverordnung

Die Novellierung der Düngeverordnung auf Bundesebene führt auf Grünland- und Ackerbaubetrieben zu einer deutlichen Veränderung im Umgang mit N- und P-haltigen Düngemitteln. Dies gilt nicht nur für die Düngerbedarfsermittlung, sondern auch für die Dokumentation per se, die Berechnung der Obergrenzen für organischen Dünger, die Ausbringungstechnik und -zeiten, sowie auch für Abstandsaufgaben und Sperrfristen. Was für den Zwischenfruchtanbau entscheidend ist, fassen wir an dieser Stelle zusammen.

In allen Fällen ist wie gewohnt zu beachten, ob und in welcher Höhe Abschläge in der N-Düngung der Nachfrucht zu machen sind. Dabei spielt die Artenzusammensetzung (Nicht-Leguminosen und Leguminosen), der Einarbeitungszeitpunkt (Herbst oder Frühjahr) sowie der Zustand (nicht abgefroren oder abgefroren) der Zwischenfrucht eine Rolle. Sie sollten unbedingt die Veröffentlichungen und Angaben Ihrer zuständigen Stelle beachten. In einigen Details gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Bundesländern.



Maßnahme im Zusammenhang mit der Düngeverordnung	Generell	Rote Gebiete
Zwischenfruchtanbau	Keine Pflicht	Pflicht mit Standzeit bis 15. Januar , wenn Folgekultur nach dem 1. Februar mit Stickstoff gedüngt werden soll und die Ernte der Vorfrucht vor dem 1. Oktober stattgefunden hat. Ausnahmen: Ernte der Vorfrucht nach dem 1. Oktober; langjähriges Niederschlagsmittel < 550 mm
Zusammensetzung der Zwischenfrucht-Mischung	Zunächst egal. Wird Stickstoff gedüngt , so ist die maximal zulässige Obergrenze kg N/ha abhängig vom Leguminosen-Samenanteil in der Mischung. Hier gilt es, die landesspezifischen Vorgaben zu beachten!	Zunächst egal.
Düngung von Zwischenfrüchten bei Sommer-/Herbstaussaat	In Abhängigkeit der Vorfrucht (Bedarf nach Getreidevorfrucht; kein N-Düngebedarf nach z. B. Raps, Mais, Zuckerrübe, Kartoffel, Feldgemüse, Leguminosen) dürfen Zwischenfrüchte bis 14 Tage nach der Aussaat oder bis zum 1. Oktober gedüngt werden (Aussaat bis 15. September, 6 Wochen Standzeit nach Düngung). Zur Verfügung stehen Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an Stickstoff (z. B. Gülle, Gärrest, Mineraldünger) mit max. 30 kg/ha Ammonium-N oder 60 kg/ha Gesamt-N nach Düngbedarf. Zwischenfrüchte mit Futternutzung können davon abweichend bewertet werden.	Keine Ausbringung von Düngern mit wesentlichem Gehalt an Stickstoff nach Ernte der Hauptfrucht zulässig. Ausnahmen: <ul style="list-style-type: none"> Zwischenfrüchte mit Futternutzung (Umsetzung je nach Bundesland unterschiedlich) Bei Zwischenfrüchten ohne Futternutzung darf Festmist von Huf- und Klautieren bis zu 120 kg/ha Gesamt-N ausgebracht werden

Stand: Februar 2025. Alle Angaben ohne Gewähr!



mit organischer Düngung



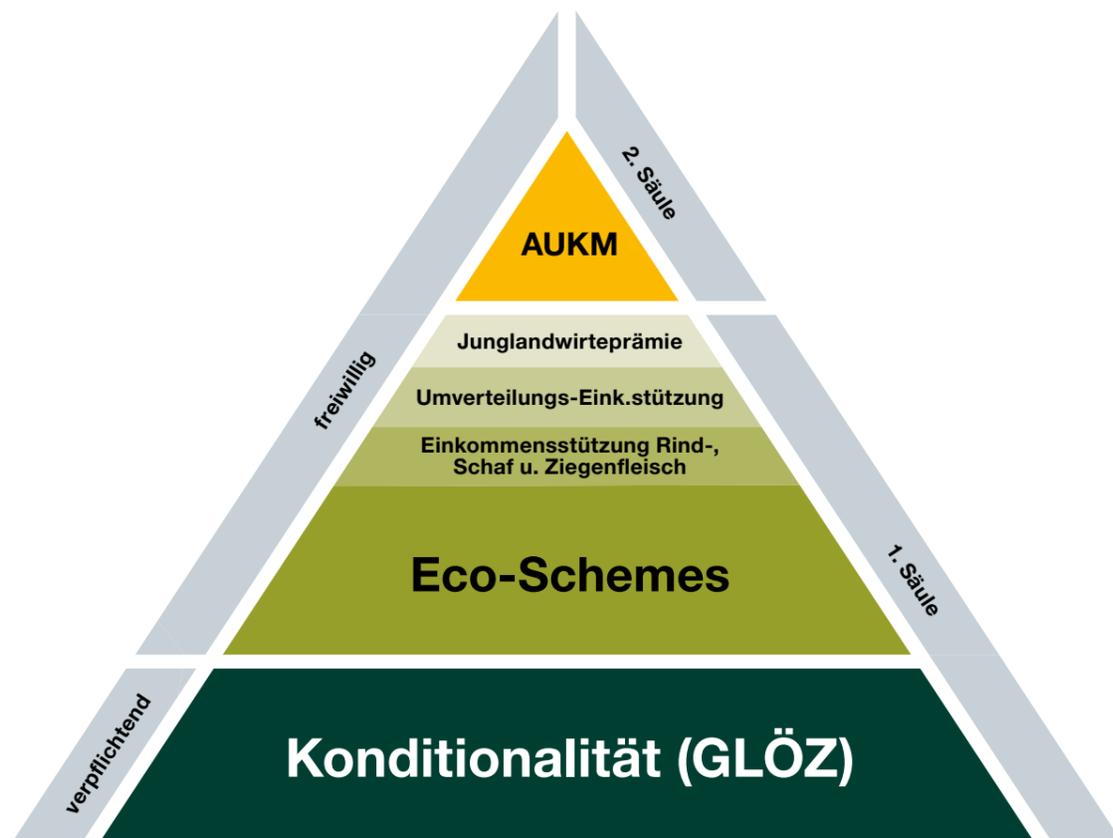
ohne Düngung

Eine gute Nährstoffversorgung von Zwischenfrüchten wird eine der Herausforderungen der Zukunft. Im Bild KWS Fit4NEXT RÜBE RETTICHFREI (Gelbsenf/Phacelia) nach Weizenvorfrucht. Stroh ist auf der Fläche verblieben, N-Min-Gehalt nach Ernte ca. 60 kg/ha. Links gedüngt mit Gärrest und 60 kg Gesamt-N/ha, rechts ohne Düngung nach Vorgaben für die Roten Gebiete. Im Vorgewende/Überlappungsbereich zeigt sich ein positiver Effekt von höherer Nährstoffverfügbarkeit (insbesondere N) auf die Pflanzenentwicklung.

Zwischenfruchtanbau aus Sicht der GAP

Das Fundament der neuen GAP besteht aus den neu definierten Standards zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem „guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“ (GLÖZ). Diese sind der 1. Säule zugeordnet und werden über eine Basisprämie je Hektar abgedeckt. Darüber hinaus wurden innerhalb der 1. Säule weitere freiwillige Maßnahmen definiert. Neben den Eco-Schemes, die der grünen Architektur zugeordnet werden können, sind Einkommensstützungen für Junglandwirte, Wiederkäuerhalter zur Fleischerzeugung und eine ergänzende Umverteilungs-Einkommensstützung für Nachhaltigkeit hier Bestandteil. Die Maßnahmen der ersten Säule sind bundeseinheitlich definiert. Die 2. Säule enthält wie bisher freiwillige Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen und wird wie bisher auf Bundeslandebene festgelegt.

Alles was Sie rund um die GAP und speziell auch zum Thema Zwischenfrüchte innerhalb der GAP wissen sollten, finden Sie hier: www.kws.de/gap

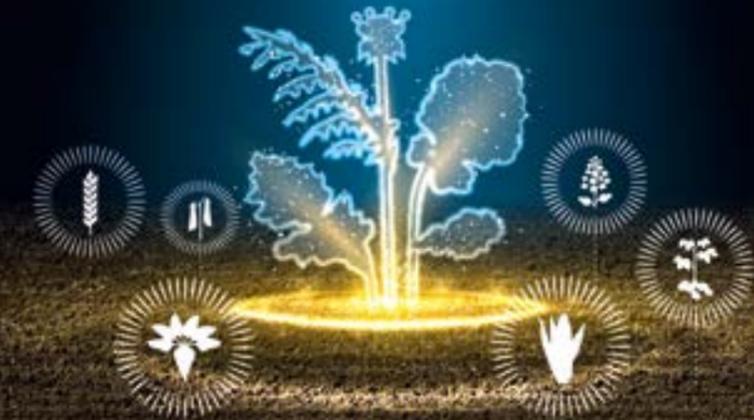


Eigene Darstellung nach GAP kompakt 2023, BLE, 2022 (KWS, 2023)

Mischungs-Berater

Die passende Mischung für Ihre Fruchtfolge finden. Das ist mit unserem „Sorten-Berater“ auch für die Zwischenfrucht-Mischungen möglich. Das Ergebnis ist eine auf Ihre Fruchtfolge, Standortansprüche und Saatzeit abgestimmte Empfehlung.

www.kws.de/mischungsberater/#Zwischenfrüchte



Sie möchten mehr wissen?

Die KWS Berater helfen Ihnen gerne weiter.

Hier finden Sie den Ansprechpartner für Ihre Region:
www.kws.de/berater



Mehr Informationen finden Sie unter:
www.kws.de/fit4next



KWS LOCHOW GMBH
Ferdinand-von-Lochow-Straße 5
29303 Bergen
Telefon: 05051 477-0
E-Mail: getreide@kws.com

Rechtshinweis:

Alle Darstellungen und Aussagen erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, aber ohne Gewähr. Die dargestellten Daten und Grafiken geben Erkenntnisse wieder, die im Rahmen von offiziellen Versuchen und Eigenversuchen gewonnen wurden. Trotz größter Sorgfalt können wir nicht garantieren, dass diese Ergebnisse unter allen Bedingungen wiederholbar sind; sie können daher nur Entscheidungshilfen für Sie darstellen. Stand 03/2025.