

## Zwischenfruchtarten und Fruchtfolgen

Der Zwischenfruchtanbau, ob zur Futtergewinnung oder als Gründüngung, ist eine der wichtigsten Agrarumweltmaßnahmen im Ackerbau. Als positive Wirkungen des Zwischenfruchtanbaus sind zu nennen: Nährstoffbindung, Wasser- und Bodenschutz, verbesserte Bodenfunktionen und Unkrautunterdrückung, Nematodenreduzierung sowie Humusaufbau.

Ob die umfassenden Wohlfahrtswirkungen des Zwischenfruchtanbaus im Hinblick auf Boden- und Gewässerschutz sowie auf das ganze Anbausystem bezogen auch zum Tragen kommen, hängt neben der geeigneten Zwischenfruchtart oder Zwischenfruchtmischung auch vom geeigneten Saattermin und in hohem Maße von der Saatbettvorbereitung und dem Bodenbearbeitungsmanagement zur Zwischenfrucht ab. Nicht zuletzt haben aber auch die Witterung und die damit zusammenhängenden Niederschläge und Temperaturen sowie die Verfügbarkeit von Stickstoff einen maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung einer Zwischenfrucht in der Vegetationszeit des Spätsommers und Herbstes.

Im Handel ist derzeit eine Vielzahl von Zwischenfruchtmischungen erhältlich. Dementsprechend gering ist zum Teil die Transparenz für den Landwirt, welche Mischung für seinen Betrieb und seine Fruchtfolge die vermeintlich richtige ist. Die verschiedenen Zwischenfruchtmischungen beinhalten im Grunde alle bisher üblichen und teilweise weniger gebräuchlichen Zwischenfruchtarten. Je mehr Mischungspartner in einer Mischung enthalten sind, umso schwieriger ist es für den Landwirt nachzuvollziehen, welche Arten in Abhängigkeit von der Folgefrucht bzw. Fruchtfolge vielleicht ein potenzielles Risiko darstellen oder Zusatznutzen bringen, beispielsweise in Form des Vorfruchtwerts. Unter dieser Prämisse sind artenreiche Zwischenfruchtmischungen ein Stück weit erklärungsbedürftig. Hier sollte man genau hinschauen, um ein potenzielles Risiko hinsichtlich Krankheiten oder Aussamen zu vermeiden.

Im Folgenden werden unter Berücksichtigung verschiedener Frucht- und Anbaufolgen Hinweise auf geeignete und weniger geeignete Zwischenfrüchte und Zwischenfruchtmischungen gegeben.

### Rapsfruchtfolgen

- In Rapsfruchtfolgen Zwischenfruchtmischungen vermeiden, die Kreuzblütler als Mischungspartner aufweisen (Unterbindung der Verbreitung von Kohlhernie).
- Ölrettich als Zwischenfrucht ist in der Regel keine Kohlhernie vermehrende Art und daher in Rapsfruchtfolgen bedingt geeignet.
- Zu den häufig in Zwischenfruchtmischungen verwendeten Kreuzblütlern zählen neben dem bekannten Weißen Senf beispielsweise auch Leindotter, Tiefenrettich und winterharte Rübsen, Futterraps, Sarepta Senf und Markstammkohl.
- Sonnenblumen, Ramtillkraut, Perserklee, Alexandrinerklee und Sommerwicken sind Wirtspflanzen für Sklerotinia. Zwischenfruchtmischungen mit dominierenden Anteilen dieser Arten sind daher für Rapsfruchtfolgen nicht zu empfehlen.

- Andererseits ist nach derzeitigen Erkenntnissen davon auszugehen, dass aufgrund der kurzen Vegetationszeit, von diesen Arten kaum ein Krankheitsübertragungspotenzial zu befürchten ist.
- Als geeignete, weil fruchtfolgenneutral bis positiv wirkende Zwischenfrüchte in Rapsfruchtfolgen, gelten nach bisherigen Erkenntnissen Phacelia, Rauhafer, Buchweizen, Lein, Lupine, Ackerbohnen, Felderbsen und Gräser (z. B. Welsches Weidelgras, Sudangras, Getreidearten).
- Alexandriner- und Perserklee sind zwar im Hinblick auf Sklerotinia kritisch zu sehen, sie haben aber eine positive Wirkung auf die Reduzierung von Kohlhernie.

### Zuckerrübenfruchtfolgen

- In mehr oder weniger engen Zuckerrübenfruchtfolgen spielt die biologische Nematodenbekämpfung eine ganz wichtige phytosanitäre Rolle.
- Bei Zwischenfruchtmischungen sollten ausgewiesene nematodenresistente Ölrettich- und Senfsorten im Bestand dominieren (ResistenzEinstufung nach Beschreibender Sortenliste 1 bis 2).
- Wichtig für den Bekämpfungserfolg bei Rübenzystennematoden (*Heterodera schachtii*) ist eine möglichst frühe Aussaat (bis 10. August) mit resistenten Ölrettichsorten in ausreichender Aussaatstärke.
- Bestandsdichte von mindestens 160–180 Pflanzen/m<sup>2</sup> (18–22 kg/ha) ist Voraussetzung, damit eine intensive Durchwurzelung des Bodenraums sichergestellt ist und die Nematodenpopulation unter die Schadschwelle zurückgedrängt werden kann.
- Sorten mit starker Massenbildung am Anfang sind empfehlenswert für eine schnelle Etablierung mit dem Ziel einer wirkungsvollen Unterdrückung von Unkräutern und Ausfallgetreide. Dieses Merkmal ist vor allem auch wichtig für die Eignung von Spätsaaten.
- Blühneigung von Ölrettich und Senf: Bei frühen Aussaaten von Ende Juli bis Anfang August sind spätblühende Sorten zu empfehlen, da diese unter Langtagbedingungen mehr vegetative Blattmasse bilden. Je später der Aussaattermin beim Ölrettich (ab Mitte August), desto wichtiger ist der Aspekt der Massenbildung im Anfang.
- Rauhafer gilt als Wirtspflanze für *Ditylenchus dipsaci*. Dieser Nematode tritt inzwischen vermehrt auf Rübenflächen im Einzugsgebiet der rheinischen Zuckerfabriken Euskirchen und Jülich auf und ist weder chemisch noch durch resistente Rübensorten zu bekämpfen.
- Buchweizen hat zwar als Zwischenfrucht eine nematodenreduzierende Wirkung, er kann aber insbesondere bei früherer Saat im Herbst in die Samenreife kommen. Daher nur bedingt empfehlenswert.

## Kartoffel Fruchtfolgen

- In Kartoffeln können bestimmte freilebende Nematoden (Trichodoriden) die viröse Eisenfleckigkeit (*Tobacco Rattle Virus*) übertragen.
- Senf, Phacelia, Weißklee, Alexandrinerklee und die verschiedenen Weidelgräser fördern das Virus und sollten deswegen auf Befallsflächen nicht vor Kartoffeln stehen.
- Eine Zwischenfruchtmischung aus Ölrettich und Rauhafer ist dagegen empfehlenswert, da Ölrettich sortenabhängig den Befall reduzieren kann und sich die Nematoden an Rauhafer nicht vermehren.
- Die in Kartoffeln bedeutende Pilzkrankheit *Rhizoctonia solani* (Wurzeltöterkrankheit) kann durch den Anbau der Zwischenfrüchte Phacelia, Senf und Ramtillkraut gefördert werden.
- Ölrettich als Zwischenfrucht senkt dagegen den Befall mit *Rhizoctonia* deutlich.
- Ramtillkraut steht, wie auch Sonnenblumen, in der Diskussion, Sklerotinia-Stängelfäule bei Kartoffeln zu fördern.
- Ein Problem können die unter Umständen im Saatgut von z. B. Ölrettich, Kleearten oder Senf enthaltenen Sklerotien bzw. deren Bruchstücke sein. Die genannten Zwischenfrüchte sind Wirtspflanzen für *Sclerotinia sclerotiorum*. Bei der Ernte gelangen die gebildeten Sklerotien ins Erntegut und bei der nächsten Aussaat in den Boden. Hier überdauern sie mehrere Jahre und können in der Folgekultur Kartoffel die Sklerotinia-Stängelfäule auslösen, eine nur schwer bekämpfbare Krankheit.
- Zwischenfruchtzüchter bieten mittlerweile sklerotiniafreies bzw. wenig befallenes Saatgut gegen Aufpreis an.

## Gemüsefruchtfolgen

- Der Anbau von Gemüse in Fruchtfolgen hat aufgrund seiner meist großen wirtschaftlichen Bedeutung für den Landwirt eine tragende Stellung.
- Bei Gemüsekulturen alle produktionstechnischen und pflanzenbaulichen Maßnahmen ergreifen, die den Anbauerfolg im Hinblick auf Ertrag, Pflanzengesundheit und Qualitäten sicherstellen.
- Beim Zwischenfruchtanbau daher Arten ausschließen, die in Gemüsefruchtfolgen auch nur ansatzweise ein phytosanitäres Risiko darstellen können.
- Zur Verminderung des Kohlherniebefalls im Kohlanbau alle Kreuzblütler als Zwischenfrucht ausschließen.
- Zur Vermeidung des Sklerotiniabefalls bei zahlreichen Gemüse-, Gewürz- und Zierpflanzenkulturen sind Zwischenfruchtarten wie Sonnenblumen, Ramtillkraut, Perserklee, Alexandrinerklee, Sommerwicke und Futterraps als Zwischenfrüchte auszuschließen.
- Als fruchtfolgeneutral im Gemüseanbau gelten beispielsweise Phacelia, Rauhafer, Buchweizen, Lein, Welsches Weidelgras oder Winterroggen.
- Bei Buchweizen ist unbedingt ein Aussamen im Herbst zu vermeiden, da Ausfallsamen im Frühjahr zum Keimen kommen können und wachsende Buchweizenpflanzen in der nachfolgenden Gemüsekultur mit zugelassenen Herbiziden schwer zu bekämpfen sind.
- Beim Kauf von Zwischenfruchtmischungen daher genau auf die Zusammensetzung achten, um vermeintliche Risikoarten auszuschließen.

## **Maisfruchtfolgen**

- Mais ist in Bezug auf Zwischenfrüchte weitgehend anspruchslos.
- Es gibt keine pauschale Empfehlung für geeignete Zwischenfruchtmischungen, da betriebsindividuell unterschiedliche Anforderungen berücksichtigt werden müssen.
- Für viehintensive Betriebe sind Zwischenfruchtmischungen mit hohen Leguminosenanteilen, deren Stickstofffixierungsrate in der Nährstoffbilanz anzurechnen ist, weniger empfehlenswert.
- Leguminosen sind als Zwischenfrucht in wassersensiblen Gebieten meist nicht zulässig.
- Bei Spätsaaten von Zwischenfrüchten (Ende August bis Anfang September) ist die Verwendung von Leguminosen nicht empfehlenswert (zu geringes Biomassepotenzial).
- Bei erosionsmindernden Mulchsaatenverfahren im Maisanbau werden Zwischenfrüchte benötigt, die nicht schnell zersetzbare Stängel mit guter Struktur hinterlassen (z. B. Senf).
- Zwischenfruchtmischungen mit hohen Anteilen von schnell zersetzbaren, weichstängeligen Arten wie Buchweizen, Ramtillkraut, Phacelia, Rauhafer, Kleearten oder Felderbsen hinterlassen im Frühjahr zur Mais- oder auch Rübenaussaat wenig erosionsmindernde Struktur.

## **Leguminosenfruchtfolgen**

- Stehen Leguminosen als Hauptfrucht in der Fruchtfolge, ob als Mähdruschkultur oder für den Futterbau (z. B. Klee gras, Luzerne), sollten Leguminosen nicht zusätzlich noch als Zwischenfrüchte genutzt werden.
- Stehen Leguminosen, auch artübergreifend, in der Fruchtfolge weniger als drei bis vier Jahre auseinander, können verstärkt verschiedene, für Leguminosen typische Krankheiten und Schaderreger auftreten („Leguminosenmüdigkeit“).
- Leguminosenarten zeigen teilweise eine unterschiedliche Anfälligkeit für Leguminosenkrankheiten.
- Artspezifische und standortabhängige Empfehlungen zu Anbaupausen sollten unbedingt beachtet werden.

## Eigenschaften wichtiger Zwischenfruchtarten

Pflanzenart	Saatstärke bei Reinsaat kg/ha	Standard-TKG g	geeignet für		optimaler Aussaatzeitraum	Nutzung als			TM-Ertrag dt TM/ha
			Sommerzwf.	Winterzwf.		Gründung	Erosionsschutz	Wasserschutz Nitratbindung	
<b>Gräser/Getreide</b>									
Einjähriges Weidelgras	40 <sup>1</sup>	2,2 (4,1) <sup>2</sup>	X		Ende Juli–Anfang August	X	X	X	30–45
Welsches Weidelgras (HN)	40 <sup>1</sup>	2,2 (4,1) <sup>2</sup>	X		Ende Juli–Anfang August	X	X	X	30–40
Welsches Weidelgras (FN)	40 <sup>1</sup>	2,2 (4,1) <sup>2</sup>		X	Anfang–Mitte September	X	X	X	40–60
Futterroggen	120	34		X	Mitte Sept.–Anfang Oktober	X	X	X	50–70
Rauhafer	100	23	X		Anfang Juli–Anfang August	X	X	X	30–40
<b>großkörnige Leguminosen</b>									
Ackerbohnen	210	450	X		Mitte Juli–Anfang August	X	X		35–45
Futtererbsen	120	200	X		Mitte Juli–Anfang August	X	X		30–40
Lupinen	170	160	X		Mitte Juli–Anfang August	X	X		35–45
Saatwicken	125	70	X		Mitte Juli–Anfang August	X	X		30–40
Zottelwicken	120	40		X	Anfang September	X	X		30–40
<b>kleinkörnige Leguminosen</b>									
Perserklee	15–20	1,2	X		Ende Juli–Anfang August	X	X		15–30
Alexandrinerklee	30–35	3	X		Ende Juli–Anfang August	X	X		15–35
Inkarnatklee (HN)	25–30	3,5	X		Ende Juli–Anfang August	X	X		20–30
Inkarnatklee (FN)	25–30	3,5		X	Anfang September	X	X		30–45
Weißklee	11	0,7	X		Ende Juli–Anfang August	X	X		15–25
Serradella	35	3,5	X		Ende Juli–Mitte August	X	X		15–25
<b>Kruziferen</b>									
Winterraps (HN)	10	4	X		Anf. August–Mitte August	X	X	X	35–45
Winterraps (FN)	10	4		X	Anfang September	X	X	X	40–60
Sommerraps	10	4	X		Anf. August–Mitte August	X	X	X	35–50
Futterkohl	4	4,5	X		Anfang–Mitte Juli		X	X	35–80
Stoppelpflanze	1	2	X		Ende Juli–Anfang August		X	X	45–60
Winterrüben (HN)	10	4	X		Anfang–Mitte August	X	X	X	30–50
Winterrüben (FN)	10	4		X	Anfang–Mitte September	X	X	X	40–60
Ölrettich, nematodenresistent	20–25	10	X		Anfang August	X	X	X	35–50
Ölrettich, nicht nematodenres.	18–20	10	X		Anfang–Ende August	X	X	X	35–50
Senf, nematodenresistent	18–20	7	X		Anf. August–Mitte August	X	X	X	25–40
Senf, nicht nematodenresis.	15–20	7	X		August–Anf. September	X	X	X	25–40
<b>sonstige Pflanzen</b>									
Phacelia	10	2	X		Anf. August–Ende August	X	X	X	25–50
Buchweizen	60	18	X		Ende Juli–Anfang August	X	X	X	25–40
Ramtilkraut	10	2,5	X		Mitte Juli–Mitte August	X	X	X	25–35
Sonnenblumen	28	60	X		Ende Juli–Anfang August	X		X	40–70

<sup>1</sup> Saatstärke bei diploiden Sorten, bei tetraploiden um 20% erhöhen;

<sup>2</sup> TKG bei diploiden Sorten, in Klammern TKG bei tetraploiden Sorten; HN = Herbstnutzung; FN = Frühjahrsnutzung

## Phytopsanitäre Aspekte wichtiger Zwischenfruchtarten

Pflanzenart	Nematodenbekämpfung							Eisenfleckigkeit in Kartoffeln – Vermeidung des Tabak-Rattle-Virus	Vermeiden von Kohlhernie
	<i>Globodera</i> spp.	<i>Heterodera</i> <i>schachtlii</i>	<i>Pratylenchus</i> <i>penetrans</i>	<i>Ditylenchus</i> <i>dipsaci</i>	<i>Meloidogyne</i> <i>hapla</i>	<i>Meloidogyne</i> <i>chitwoodi</i>	<i>Trichodorus</i> spp./ <i>Paratrichodorus</i>		
<b>Gräser/Getreide</b>									
Einjähriges Weidelgras	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Welsches Weidelgras (HN)	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Welsches Weidelgras (FN)	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Futterroggen	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Rauhafer		1	2				1		1
<b>großkörnige Leguminosen</b>									
Ackerbohnen	1	1	0	0	0				1
Futtererbsen	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Lupinen	1	1	0	0	0			1	1
Saatwicken	1	1	0	0	0		0	1	1
Zottelwicken	1	1	0	0	0		0	1	1
<b>kleinkörnige Leguminosen</b>									
Perserklee	1		0	0	0	0		0	1
Alexandrinerklee		1	0	0	0	0			1
Inkarnatklee (HN)		1	0	0	0	0			1
Inkarnatklee (FN)		1	0	0	0	0			1
Weißklee	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Serradella		1	0	0	0	0			1
<b>Kruziferen</b>									
Winterraps (HN)	1	0		0	0		0	0	0
Winterraps (FN)	1	0		0	0		0	0	0
Sommerraps	1	0		0	0		0	0	0
Futterkohl		0							0
Stoppelrübe		0							0
Winterrüben (HN)		0						0	0
Winterrüben (FN)		0						0	0
Ölrettich, nematodenresistent	1	2	0	1	0	2	0	1	0
Ölrettich, nicht nematodenres.	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Senf, nematodenresistent	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Senf, nicht nematodenres.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>sonstige Pflanzen</b>									
Phacelia	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Buchweizen		2	1	1					1
Ramtilkraut	1								1
Sonnenblumen		1		0	0				1

Erklärungen: 0 = Vermehrung = negativ;

1 = natürliche Abnahme = neutral;

2 = aktive Reduzierung = positiv (aktive Bekämpfung sortenabhängig)

0 = fördert Auftreten = negativ;

1 = fördert Auftreten nicht = neutral



### Saatstärkenrechner für Zwischenfruchtmischungen

<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/zwischenfruechte/saatstaerke/index.htm#ssrf1>



### Zwischenfrucht-rechner – Excel-Anwendung

<http://www.riswick.de/versuche/pflanzenbau/futterbau/veroeffentlichungen/zwischenfrucht-rechner.htm>