

Zwischenfrüchte im biologischen Acker- und Gemüsebau





Der Zwischenfruchtanbau, also der Anbau einer Kultur zwischen zwei Hauptkulturen, nimmt in Fruchtfolgen eine Schlüsselfunktion ein. Zwischenfrüchte tragen zu einer längeren Bodenbedeckung und damit zu einer besseren Bodenstruktur und Ernährung des Bodenlebens bei. Zudem bieten sie einen guten Schutz vor Erosion, was bei zunehmenden Extremwetterereignissen eine wichtige Rolle spielt. Der Anbau von Zwischenfrüchten entspricht dem Prinzip des biologischen Landbaus, möglichst nachhaltige Anbausysteme zu etablieren, welche unter anderem eine gute natürliche Bodenfruchtbarkeit sicherstellen.

Das Merkblatt bietet einen Überblick über die wichtigsten Ziele des Zwischenfruchtanbaus und liefert wertvolle Tipps zur Nutzung geeigneter Arten und Mischungen.

Inhalt

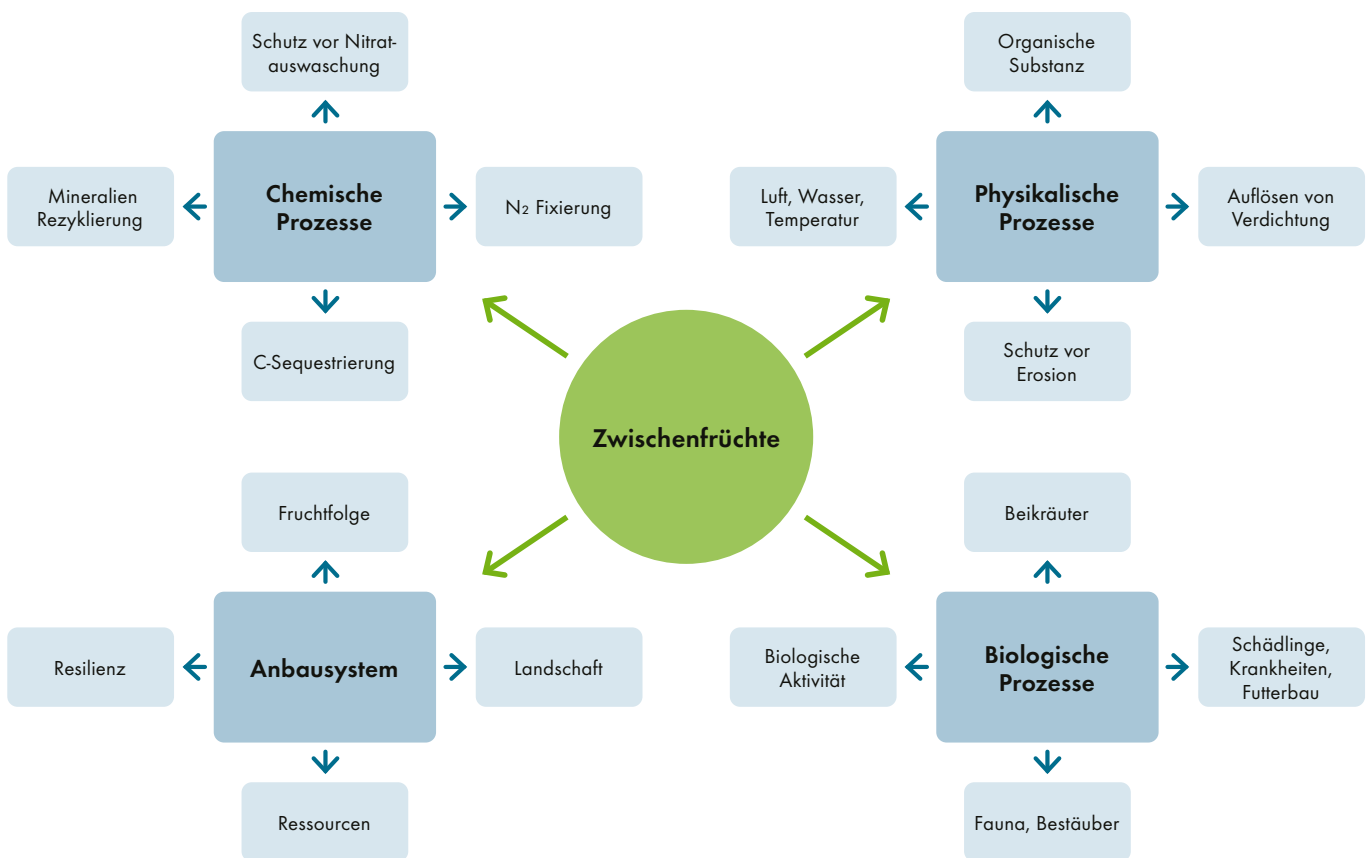
Vorteile durch die Nutzung von Zwischenfrüchten	3
Erfolgreicher Anbau von der Saatbettbereitung bis zur Einarbeitung	8
Entscheidungshilfen für die Auswahl von Mischungen oder Einzelarten	11
Vorteile von Mischungen	16

Vorteile durch die Nutzung von Zwischenfrüchten

Kaum eine Kulturmassnahme bringt so viele Vorteile wie der Anbau von Zwischenfrüchten. In allen Kulturen, bei denen Unkrautregulierung, Nährstoffversorgung, Humusaufbau und die natürliche Regulierung von Krankheiten und Schädlingen eine

grosse Herausforderung darstellen, können Zwischenfrüchte ein erster Schritt zum Erfolg sein. Um dieses Potenzial zu nutzen, bedarf es jedoch einer sorgfältigen Planung und einer guten Pflege der Zwischenfrüchte.

Abbildung 1: Einfluss von Zwischenfrüchten auf verschiedene Prozesse und das Anbausystem



Quelle: Raphael Charles, Lucie Büchi

Chemische Prozesse

Nährstoffe vor der Auswaschung bewahren

Im Herbst, wenn der Boden warm ist, läuft die Mineralisierung von organischem Material im Boden auf Hochtouren. Dies führt zu hohen Gehalten an wasserlöslichem Stickstoff (Nitrat) im Boden. Kann der mineralisierte Stickstoff nicht von wachsenden Pflanzen aufgenommen werden, geht er mit den Herbst- und Winterniederschlägen verloren und belastet Grundwasser und Gewässer.

Zwischenfrüchte (vor allem Nichtleguminosen-Zwischenfrüchte), können nach einer Hauptkultur bei rechtzeitiger Aussaat den grössten Teil des löslichen Stickstoffs vor der Auswaschung bewahren. Bei einer späten Aussaat sind schnellwachsende Arten wie Grünschnittroggen nötig, um eine zufriedenstellende Nährstoffkonservierung zu erzielen.



Abgefrorene Zwischenfruchtbestände (rechts Sommerwicke, links Senf): Senf konnte den Stickstoff vor Auswaschung schützen, aber auf Lössboden nicht rechtzeitig für die Folgekultur zur Verfügung stellen. Daher waren die Erträge nach Senf auf Lössboden geringer als bei Sommerwicke. Anders war das aber auf Sandböden.

Nährstoffe für die Folgekulturen bereitstellen

Die Zwischenfrüchte erschliessen Pflanzennährstoffe in tieferen Bodenschichten und reichern diese im Oberboden an. Insbesondere Leguminosen-Zwischenfrüchte können den Boden mit dem gebundenen Luftstickstoff anreichern. So kann der Einsatz von organischen Handelsdüngern im Gemüse- und Kartoffelanbau reduziert werden. Die Menge fixierten Stickstoffs hängt von verschiedenen Faktoren ab (N_{\min} -Gehalt des Bodens, Leguminosenart und Standdauer).

Ferner sind die von den Pflanzenwurzeln ausgeschiedenen Verbindungen eine wichtige Nahrungsquelle für die Bodenorganismen. Eine hohe mikrobiologische Aktivität in der Wurzelzone verändert deren Mikroumgebung einschliesslich den pH-Wert. Sie sichert die Löslichkeit und die Verfügbarkeit von bedeutenden Mengen pflanzenverfügbarer Nährstoffe.

Zwischenfrüchte hinterlassen 20–200 kg pflanzenverfügbaren Stickstoff pro Jahr. Die Menge hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- **Biomasse:** Leguminosen-Zwischenfrüchte oder Mischungen setzen pro 100 dt Frischmasse/ha 40 kg N/ha frei, Nichtleguminosen 25 kg N/ha (Faustregel). Angestrebt wird ein Frischmasseertrag von 200–250 dt/ha pro Hektar.
- **Standdauer:** Höhere Stickstofffixierung bei mehr als 3- bis 4-monatiger Standdauer von Leguminosen. Überwinternde Leguminosen können bis zu 300 kg N/ha fixieren, abfrierende Leguminosen bis zirka 140 kg N/ha.
- **C/N-Verhältnis:** Je jünger die Zwischenfrüchte und je enger das C/N-Verhältnis (geringer «Holzanteil»), desto schneller ist die Stickstoffmineralisierung. Bei engem (<15) und mittlerem (15–25) C/N-Verhältnis können innerhalb einiger Wochen bereits grosse Mengen des Stickstoffs aus der Zwischenfrucht mineralisiert werden. Vor Mai und nach Mitte Oktober erfolgt die Mineralisierung nur halb so schnell. Bei altem, strohigem Pflanzenmaterial mit einem C/N-Verhältnis >25 wird Stickstoff festgelegt. Die Bodenorganismen stehen mit den Pflanzen in Konkurrenz um die Stickstoffaufnahme (N-Sperre). Ein günstiges C/N-Verhältnis (Humusaufbau ohne Stickstoffsperre) wird bei vielen Zwischenfruchtarten um die Blütezeit erreicht.
- **Zwischenfruchtart:** Vor allem bei abfrierenden Leguminosen führt das eher enge C/N-Verhältnis (<15) zu einer raschen Mineralisierung, was zu N-Verlusten durch Auswaschung führen kann. Im Vergleich dazu liegt das C/N-Verhältnis bei Senf zur Blütezeit zwischen 15 und 20 in einem mittleren Bereich.
- **Bodenzustand:** Bei der Einarbeitung der Zwischenfrüchte sollte der Boden genügend abgetrocknet sein, damit keine Schmierschicht entsteht.
- **Einarbeitung:** Die Einarbeitung der Zwischenfrüchte sollte möglichst flach und gleichmässig erfolgen. Idealerweise verbleibt ein Teil der Biomasse auf der Bodenoberfläche, um den Boden gegen Verschlämmung und Oberflächenerosion zu schützen.

Kohlenstoff binden

Zwischenfrüchte reichern Biomasse an der Bodenoberfläche und im Untergrund an. Dadurch binden sie Kohlenstoff. Das Bindungspotenzial hängt von der Pflanzenart ab. Der Vorteil von Zwischenfrüchten ist, dass die Festlegung des Kohlenstoffs nicht auf Kosten eines Kohlenstoffverlustes in anderen Bereichen geht, wie dies beim Zukauf von Mist und Gülle von anderen Betrieben der Fall wäre.

Zwischenfrüchte können Emissionen verursachen

Durch den Anbau von Zwischenfrüchten kann es beispielsweise zur Freisetzung von Lachgas kommen, das klimaschädigend wirkt. Die Menge freigesetzter Gase hängt von verschiedenen Faktoren wie der Art und dem C/N-Verhältnis der Zwischenfrucht ab (siehe «Lachgas versus Zwischenfrüchte»).

Physikalische Prozesse

Verhindern von Bodenerosion

Ein geschlossener Pflanzenbestand und ein durchwurzelter Oberboden helfen, den oberflächlichen Abtrag von Boden durch Wind und vor allem durch Wasser zu vermeiden. Die zugeführte organische

Substanz verbessert ihrerseits die Krümelstruktur des Bodens und vermindert die Abschwemmung von mineralischen und organischen Kleinstpartikeln. Dies ist besonders in Hanglagen und Bergregionen von grosser Bedeutung.

Aufbau von organischer Substanz im Boden

Der Anbau von Zwischenfrüchten kann den Gehalt an organischen Stoffen im Boden erhöhen. Eine Zwischenfrucht mit einem niedrigen C/N-Wert wird von den Bodenorganismen schnell mineralisiert und setzt schnell Nährstoffe frei. Für den Aufbau organischer Substanz im Boden, sollte das C/N-Verhältnis über 25 liegen.

Verbesserung der Wasserführung des Bodens

Zwischenfrüchte sorgen durch eine höhere Regenwurmaktivität, Humusaufbau und Struktur im Oberboden für eine bessere Infiltration des Wassers. Ausserdem begünstigt ein erhöhter Anteil organischer Substanz im Boden dessen Wasserspeicherkapazität.

Durch den Anbau von Zwischenfrüchten werden allerdings insbesondere im Frühjahr die Wasserreserven des Bodens angezapft, was für die Folgefrucht von Nachteil sein kann.

Lachgas versus Zwischenfrüchte

Lachgas (N_2O) hat eine zirka 300-mal stärkere Klimawirkung als CO_2 . Selbst geringe Mengen wirken sich stark auf die Erwärmung der Atmosphäre aus.

Die Landwirtschaft gilt als grösste Verursacherin von N_2O -Emissionen. Lachgas wird durch Mikroorganismen (v. a. Bakterien) im Boden gebildet, wenn zu viel pflanzenverfügbarer Stickstoff vorliegt. Ist gleichzeitig gelöster Kohlenstoff verfügbar und der Boden anaerob, sind hohe Emissionen zu erwarten.

Das Wachstum der Zwischenfrüchte verursacht kaum N_2O -Emissionen. Die meisten Emissionen werden bei der Einarbeitung oder beim Abfrieren der Pflanzen freigesetzt. Das C/N-Verhältnis der Zwischenfrüchte spielt dabei eine wichtige Rolle. Je enger das C/N-Verhältnis, desto höher sind die Emissionen. Hier besteht also ein Zielkonflikt bezüglich des optimalen C/N-Verhältnisses der Zwischenfrüchte. Einerseits wird zur Bereitstellung von viel N für die Folgekultur ein tiefes C/N-Verhältnis benötigt, andererseits wird zur Minimierung der Lachgasemissionen ein möglichst hohes C/N-Verhältnis bzw. eine N-Sperre angestrebt. Reine Leguminosen(-Mischungen)

bergen daher ein grosses Risiko, während beispielsweise Hafer die Emissionen minimiert (N-Sperre). Abfrierende Zwischenfrüchte verursachen beim Wiederauftauen des Bodens Lachgasemissionen. Nicht-abfrierende Zwischenfrüchte verursachen vor allem dann Emissionen, wenn sie eingearbeitet werden. Ganz vermeiden lassen sich die Emissionen nicht, aber folgende Massnahmen helfen, die Lachgasemissionen auf einem niedrigen Niveau zu halten:

- Leguminosen mit Nichtleguminosen mit möglichst weitem C/N-Verhältnis anbauen.
- In einer Mischung, den Aufwuchs der Zwischenfrucht wenn möglich wegführen, z. B. zur Futternutzung oder zur Vergärung in Biogasanlagen.
- Vor Regen und bei feuchten Bedingungen keine Zwischenfrüchte einarbeiten.
- Biomasse vor dem Einarbeiten nicht zu stark zerkleinern, um anaerobe Bedingungen im Boden zu vermeiden.
- Zwischenfrüchte nicht zu tief einarbeiten bzw. die Biomasse möglichst an der Oberfläche belassen.

Biologische Prozesse

Unterdrückung der Beikräuter

Schnellwachsende Zwischenfrüchte (z. B. Senf oder Buchweizen) konkurrenzieren mit den Beikräutern um Licht, Wasser und Nährstoffe und können deren Entwicklung, Ausbreitung und Versamung verhindern. Ausserdem kann es bei einigen Arten (z. B. Kreuzblütlern) zu allelopathischen Wechselwirkungen kommen. Dabei kommt es im Boden zur Freisetzung von chemischen Verbindungen, die das Wachstum anderer Pflanzen hemmen. Bei Wurzelunkräutern wie Blacken oder Ackerkratzdisteln ist die Wirkung hingegen oft nicht ausreichend. Hier können ein- oder noch besser mehrjährige Kunstwiesen eine deutlich bessere Wirkung erzielen.

Steigerung der biologischen Aktivität des Bodens

Pilze, Protozoen und Nematoden in der Rhizosphäre ernähren sich von Exsudaten, die an den Wurzeln von Zwischenfrüchten produziert werden. Die organische Substanz aus Wurzeln und eingearbeiteter Grünmasse liefert Regenwürmern und zahlreichen anderen Bodenlebewesen Nahrung. Die Bodenlebewesen sind ein zentraler Bestandteil der Bodenfruchtbarkeit, weil sie den Nährstoffkreislauf schliessen. Sie machen durch den Abbau eines Teils der organischen Substanz Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar und wandeln einen Teil in Humus um.

Steigerung der funktionellen Biodiversität im Boden

Die Steigerung der mikrobiellen Aktivität des Bodens fördert die Etablierung pflanzenstärkender Mikroorganismen (z. B. Trichoderma-Pilze) im Boden. Diese können bodenbürtige Krankheiten unterdrücken.

Einige Zwischenfruchtarten sind zudem nicht Wirtspflanzen für bestimmte Schädlinge oder Krankheitserreger. Sie unterbrechen somit deren Lebenszyklus. Ausgewählte Zwischenfrüchte können als Feindpflanzen gegen einige Nematoden eingesetzt werden (z. B. Tagetes, Sandhafer 'Pratex'). Die Einarbeitung bestimmter allelopathisch wirksamer Arten (Senf, Rübsen, Ölrettich) kann zudem bodenbürtige Krankheiten reduzieren. Dieses Verfahren wird als «Biofumigation» bezeichnet.

Nahrungsquelle für Bestäuber und Schutz für die Fauna

Zwischenfrüchte wie Phacelia oder Buchweizen, die während ihrer Wachstumsperiode blühen, bieten Bienen und anderen bestäubenden Insekten Nahrung. Dies ist von besonderem Wert, da die Zwischenfrüchte im Allgemeinen zu einer Zeit blühen, in der es kaum andere Pollenquellen gibt. Zwischenfrüchte bieten somit einen Lebensraum für Insekten und die Fauna im Allgemeinen. Die Blüten dieser Deckfrüchte können zudem auch den ästhetischen Wert der Landschaft verbessern.

Gelbsenf unterdrückt nicht nur Unkräuter und lockert den Boden, sondern bekämpft auch auf natürliche Weise bodenbürtige Schaderreger.



Weitere Nutzen

Steigerung des Begrünungsanteils

Die Biorichtlinien verlangen, dass mindestens 20 % der Fruchtfolgefläche mit Kunstwiese, Rotations- oder Buntbrache ganzjährig (mindestens 12 Monate zwischen Aussaat und Umbruch) begrünt sein müssen. Dabei müssen alle Einzelflächen in der Fruchtfolge mindestens einmal pro 10 Kalenderjahre für wenigstens 12 Monate begrünt sein. Zwischenfruchtanbau kann zu dieser Anforderung beitragen. Weitere Informationen liefert das FiBL Merkblatt «Bodenschutz und Fruchtfolge (kostenlos verfügbar auf shop.fibl.org > [Art. Nr. 1432](#)).

Futterbauliche Nutzung möglich

Gewisse Zwischenfrüchte erlauben auch die Nutzung als Viehfutter. Dies kann ein interessantes Argument für viehlose Betriebe in der Zusammenarbeit mit viehhaltenden Betrieben sein. Die potenzielle Futterproduktion trägt zur Futtermittelautonomie und zur Resilienz der Betriebe gegenüber klimatischen Schwankungen bei.

Einige Zwischenfruchtarten sind aufgrund ihrer Inhaltsstoffe für die Tierfütterung von grossem Interesse. Allerdings muss die Biomasse im futterbaulich geeigneten Stadium geerntet und korrekt in die Futterration integriert werden.

Vor der Blüte bieten Kreuzblütler wie brauner Senf ein gutes Gleichgewicht von Energie- und Stickstoffwerten, sollten aber aufgrund ihres hohen säurebildenden Risikos nur in begrenzten Mengen gefüttert werden (siehe Tabelle Seite 14).



Ein Gemenge aus Wicke und Hafer eignet sich gut für die Futternutzung.

Erfolgreicher Anbau von der Saatbettbereitung bis zur Einarbeitung

Für Zwischenfrüchte gilt wie für Hauptkulturen, dass eine gute Planung und vor allem eine gute Kulturtechnik für den Anbauerfolg wesentlich sind.

Saatbettbereitung

Analog zur Hauptkultur

- Die Grundbodenbearbeitung kann mit gezogenen (Federzahnegge) oder zapfwellenbetriebenen Maschinen (Kreiselegge, Zinkenrotor oder Geohobel, Schälfräsen) durchgeführt werden. Auf leichten Böden genügt in der Regel ein gezogenes Gerät. Hinterlässt die Vorkultur viel Ernterückstände, sollte die Grünmasse geschlegelt und flach eingearbeitet werden.
- Bei Tendenz zu Bodenverdichtungen bei gut abgetrocknetem Boden tief lockern (z. B. mit Tiefenlockerer, Flügelscharrubber). Die anschliessende Aussaat einer tief wurzelnden Zwischenfrucht (z. B. Ölrettich) sichert die Wirkung der Lockerung durch Lebendverbauung.
- Für ein gleichmässiges und zügiges Auflaufen der Zwischenfrucht guten Bodenschluss sicherstellen, eventuell walzen und nach Möglichkeit bewässern.
- Bei hohem Unkrautdruck trägt ein «falsches Saatbett» (Saatbettbereitung 2–3 Wochen vor der Aussaat der Zwischenfrucht, Striegeln nach 8–10 Tagen) zur Reduktion des Samenvorrats einjähriger Samenunkräuter bei.

Aussaat

Saattermin

- Vor allem bei abfrierenden Arten die Aussaat der Zwischenfrucht zeitnah nach der Ernte der Hauptkultur durchführen. Dies ermöglicht eine lange Standdauer und somit einen hohen Biomassertrag sowie eine maximale stickstofffixierende (Leguminosen) bzw. nährstoffkonservierende Wirkung (Nichtleguminosen) der Zwischenfrucht.
- Bei später Aussaat sollten schnellwachsende Zwischenfruchtarten verwendet werden, damit eine zufriedenstellende Nährstoffkonservierung gewährleistet werden kann.

Sätechnik

- Für die Saat von kleinsamigen Zwischenfrüchten eignet sich ein pneumatisches Sägerät besonders gut. In Kombination mit einer Walze kann damit ein gleichmässiger Aufgang der Saat gesichert werden.
- Bei grossamigen Zwischenfrüchten sollte das Saatgut eingedrillt werden, damit die Zwischenfrüchte genügend Feuchtigkeit für die Keimung haben.
- Für die Saat von Mischkulturen gibt es Sägeräte mit zwei Tanks für die gleichzeitige Saat in unterschiedliche Saattiefen.
- Im Ackerbau können Zwischenfrüchte als Untersaat mit dem letzten Hackdurchgang (z. B. in Sonnenblumen) oder Striegeldurchgang (z. B. in Getreide) ohne Bodenbearbeitung eingesät werden.

Dichte Bestände anstreben

- Raschwachsende Zwischenfrüchte mit guter Unkrautunterdrückung wählen (z. B. Alexandrinerklee, Sandhafer, Chinakohlrüben oder Senf).
- Im Gemüsebau die Saatmenge im Vergleich zum Ackerbau um 10–15 % erhöhen.

Saatgutbeschaffung und Bioanteil im Saatgut

- Von den meisten Zwischenfrucht-Einzelarten und -Mischungen muss Biosaatgut verwendet werden, wenn solches verfügbar ist (Stufe 2 gemäss [OrganicXseeds](#)). Für die Verwendung von konventionellem Saatgut bei fehlendem Biosaatgut ist eine Ausnahmegewilligung erforderlich.
- Zur Verfütterung vorgesehene Untersaaten müssen einen ausreichend hohen Bioanteil im Saatgut aufweisen (analog zu Futterbaumischungen). Es können auch eigene Mischungen mit Biosaatgut hergestellt werden. Auch die Eigenvermehrung von Saatgut ist eine Option.



Anbau von Sommereraps als abfrierende Zwischenfrucht.

Gleichmässige Keimung sicherstellen

- Bei allen Säverfahren sollte eine minimale Saattiefe von 2 cm eingehalten werden. Dabei gilt es, die Bedürfnisse der einzelnen Arten sowie die Bodenfeuchtigkeit zu berücksichtigen.
- Das Anwalzen der Saat fördert den Bodenschluss.
- Auf Flächen mit Bewässerung (z. B. Gemüsebau) kann eine Wassergabe nach der Saat den Feldaufgang begünstigen.

Düngung

- Hofdünger, Grünkompost und Kalk lassen sich ideal zu Zwischenfrüchten ausbringen.
- Mist, Grünkompost und Kalk können zur Grundversorgung der Folgekulturen bereits vor der Saatbettbereitung für die Zwischenfrucht ausgebracht werden.
- Im Gegensatz dazu sollten Gülle und flüssiges Gärgut nur auf gut etablierte Zwischenfruchtbestände ausgebracht werden, um Stickstoffverluste zu vermeiden.

Kulturmassnahmen

Schneiden und Mulchen

- Mulchen 3–4 Wochen vor dem Einarbeiten ergibt junge Bestände mit rascher Mineralisierung des Stickstoffs. Ältere oder überständige Bestände mit einem hohen Anteil an verholztem Material hingegen verzögern die Mineralisierung oder entziehen sogar Stickstoff aus dem Boden.
- Der ideale Schnitt- oder Mulchzeitpunkt bei Gräsern ist vor dem Beginn des Rispen-schiebens, bei zweikeimblättrigen Pflanzen zu Beginn der Blüte.
- Während der Vollblüte sollten die Zwischenfrüchte nicht geschnitten oder gemulcht werden, um blütenbesuchende Insekten nicht zu schädigen (notfalls nachts schneiden).
- Ein hoher Schnitt fördert einen kräftigen Wiederaufwuchs.
- Achtung: Überfahrten bei nassem Boden können die positive Wirkung einer Zwischenfrucht zunichtemachen!

Massnahmen gegen Schnecken, Erdschnaken und Mäuse

- Überwinternde Zwischenfrüchte können Schnecken und Erdschnaken fördern. In gefährdeten Parzellen und bei empfindlichen Nachkulturen, Zwischenfrüchte ab 15. Februar bei Frost umbrechen oder zerkleinern, um die Schaderreger zu stören.

Fruchtfolge

Die Wahl der Arten ist entscheidend, um die Übertragung von Schaderregern zu verhindern, vor allem im Gemüsebau. Die Verwendung von Mischungen reduziert die fruchtfolgebedingten Einschränkungen. Die Einschränkungen und Vorteile jeder Art sind in der Tabelle auf Seite 14 beschrieben.

Worauf achten?

- Auf gemüsebaulich genutzten Flächen auf den Anbau von Kreuzblütlerarten wie Senf, Ölrettich oder Raps verzichten, da dadurch die Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) gefördert wird.
- Korbblütler (Sonnenblumen, Ramtillkraut etc.) können das Risiko eines *Sclerotinia*-Befalls erhöhen.

Zerkleinerung und Einarbeiten

Damit die Zwischenfrüchte ihre Vorteile optimal entfalten können, sollten die folgenden Vorgehensweisen eingehalten werden:

- Idealerweise **mindestens 3 Wochen zwischen Einarbeiten der Zwischenfrucht und Saat** oder Pflanzung der Folgekultur einhalten, um die Umsetzung der Frischmasse zu pflanzenverträglichen Abbauprodukten zu ermöglichen. Zudem reduziert dies die Durchwuchsgefahr und ermöglicht ein gutes Absetzen des Bodens für die Folgekultur.
- Die Zwischenfrüchte in ihrem optimalen **Stadium** (zum Ährenschieben/Anfang der Blüte) zerkleinern und einarbeiten.
- Anstatt die Zwischenfrüchte zu mulchen, können diese **mit einer Messerwalze** gewalzt werden. Dies zerkleinert die Biomasse weniger stark und führt beim Pflügen dazu, dass die untergepflügte Pflanzendecke luftiger ist als nach dem Einsatz des Mulchers. Ausserdem läuft die Stickstoffmineralisation aus der Biomasse gleichmässiger ab, wodurch Stickstoffverluste minimiert werden können.
- **Auf erosionsgefährdeten Flächen** die Biomasse möglichst auf der Bodenoberfläche oder in der obersten Bodenschicht behalten.
- **Abgefrorene Zwischenfrüchte** im Frühjahr pfluglos einarbeiten.

- **Biomassereiche Zwischenfrüchte** mit einem hohen Wassergehalt stellen höhere Anforderungen an die Einarbeitung. Bei flacher Einarbeitung kann feuchte Biomasse im Oberboden ein verzögertes Abtrocknen des Bodens zur Folge haben. Bei tiefer Einarbeitung mit dem Pflug besteht die Gefahr einer «Matratzenbildung» im Bereich der Pflugsohle sowie Lachgasbildung. Deshalb:
 - Sofern möglich, Zwischenfrucht erst flach einarbeiten, dann pflügen.
 - Zerkleinern und Einarbeiten der Zwischenfrucht nur durchführen, wenn der Boden ausreichend abgetrocknet ist. Alternativ können die Flächen im Winter auch bei leichtem Bodenfrost befahren werden. Dadurch können Bodenverdichtungen verhindert werden.

Durchwuchs und Versamung von Zwischenfrüchten verhindern

Beim Einsatz gewisser Zwischenfrüchte kann es leicht zu Durchwuchs in der Folgekultur kommen. Zu den Zwischenfrüchten mit hohem Durchwuchspotenzial gehören vor allem die Weidelgräser (*Lolium*-Arten) sowie Luzerne und Winterwicke.

Worauf achten?

- Die Zwischenfruchtart auf die nachfolgende Kultur abstimmen. Nach einer Zwischenfrucht mit einem hohen Durchwuchspotenzial keine konkurrenzschwache Folgekultur wie gesäte Gemüsekulturen (z. B. Zwiebeln) anbauen.
- Zwischenfrüchte dürfen auf keinen Fall versamen. Besonders bei Arten mit einem grossen Samenpotenzial kann es ansonsten über Jahre zu Durchwuchs und zur Übertragung von Schadorganismen kommen. Ein hohes Versamungsrisiko bringen z. B. Senf oder Buchweizen mit sich.

Entscheidungshilfen für die Auswahl von Mischungen oder Einzelarten

Abbildung 2: Mögliche Saatmischungen vor einer Herbstkultur

Aussaat von abfrierenden Arten im Juli und August

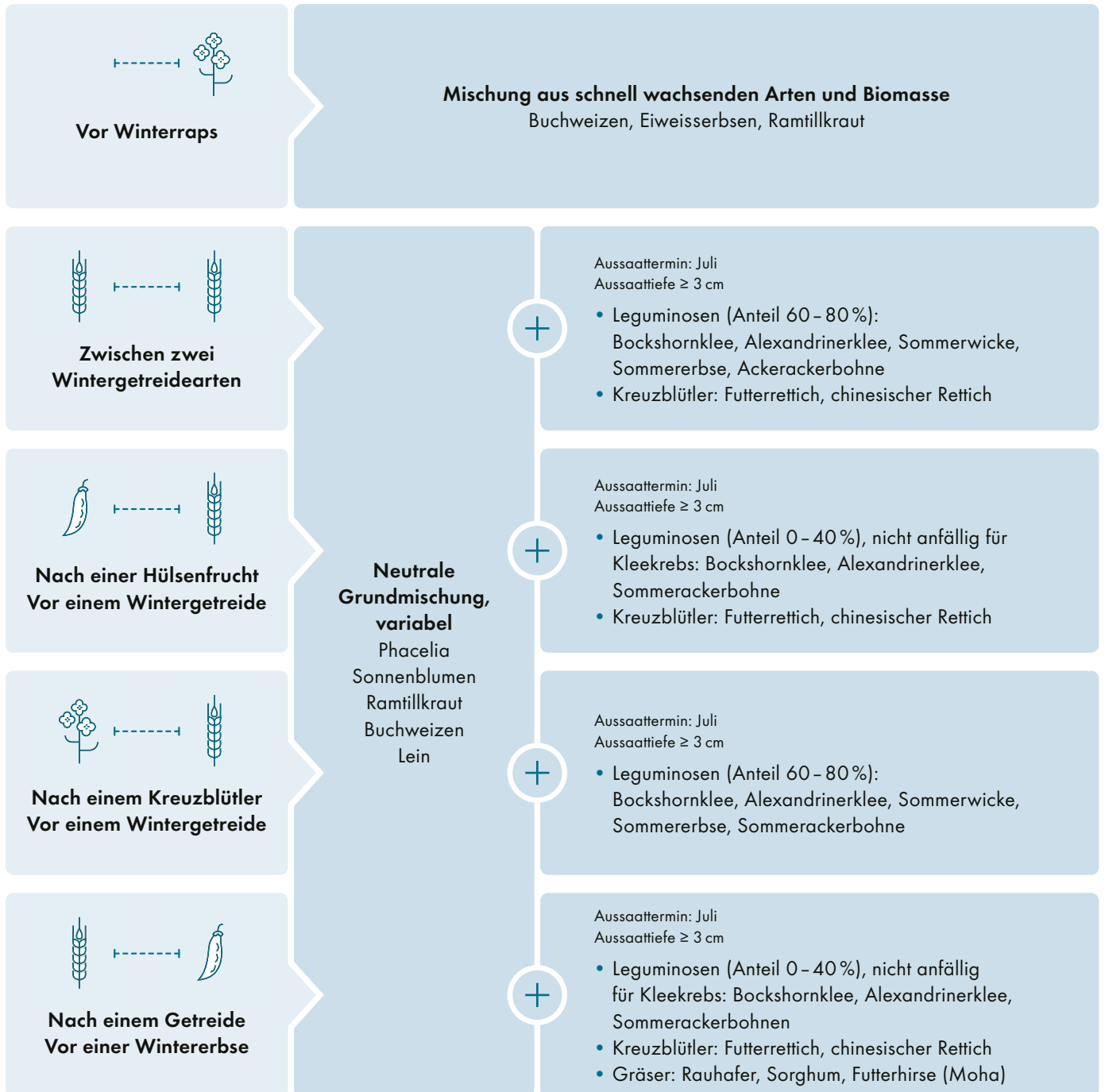


Abbildung 3: Mögliche Saatmischungen vor einer Frühjahrskultur

Aussaat von abfrierenden oder überwinternden Arten im Juli und August

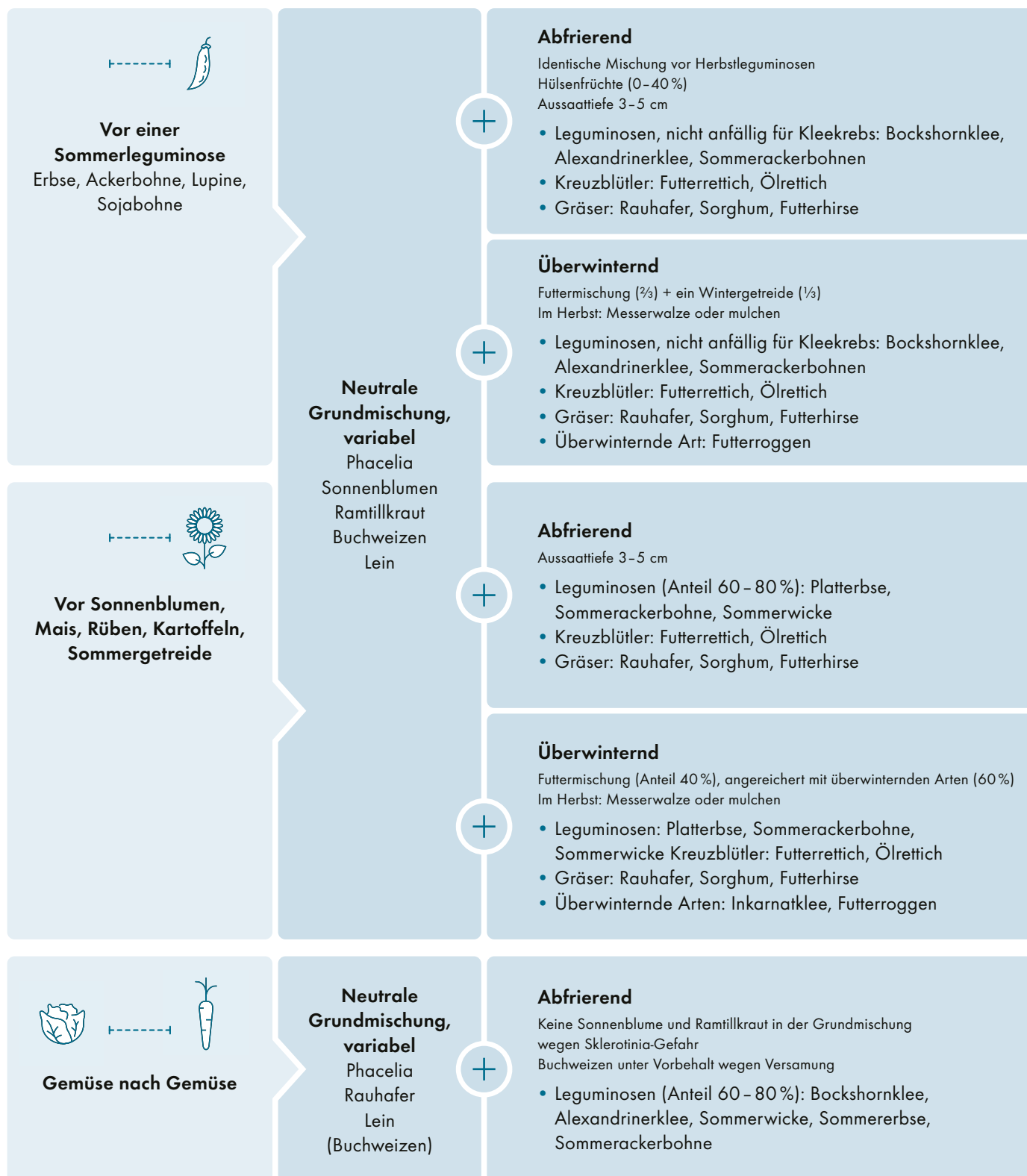


Abbildung 4: Mögliche Saatmischungen vor einer Frühjahrskultur

Aussaat ab September



Abbildung 5: Untersaaten



Tabelle 1: Charakteristika verschiedener Zwischenfruchtkulturen

Art	Saatzeitpunkt	Saatstärke (kg/ha)	Fruchtfolgeeinschränkungen	Bodenbedeckung	Stickstoffkonservierung	Stickstofffixierung
Leguminosen						
Sommerackerbohne	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	150-200	SK, WF	o	-	+
Winterackerbohne	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	150-200	SK, WF	o	-	+
Sommerwicke	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	100-140	SK, WF	-	-	+
Winterwicke	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	100-140	SK, WF	-	-	+
Sommererbse	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	150-200	SK, WF, DD	-	-	+
Wintererbse	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	150-200	SK, WF, DD	-	-	+
Inkarnatklee	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	25-35	SK	o	-	+
Alexandrinerklee	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	30-35	SK	o	-	+
Perserklee	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	15-20	SK	o	-	+
Kreuzblütler						
Sareptasenf	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	15-20	HS, PB	+	+	-
Weisser Senf	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	15-20	HSF, PB	+	+	-
Sommerrübe	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	10-20	HS, PB	+	+	-
Ölrettich	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	20-25	HSF, PB	+	+	-
Gräser						
Grünroggen	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	150-200	HB	+	+	-
Hafer	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	100-150		+	+	-
Sandhafer	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	100-150		+	+	-
Sorghum	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	20-25		-	+	-
Andere Arten						
Phacelia	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	10-15		o	+	-
Ramtilkkrut	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	10	SK	o	+	-
Buchweizen	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	50-80		+	+	-
Tagetes	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	5-10		-	o	-
Sonnenblume	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	10-15	SK, DD	-	+	-
Lein	MÄR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT	10-15		-	o	-
				+ schnell o mittel - langsam	+ hoch o mittel - gering	+ hoch - keine

HS Zuckerrüben: auf Flächen mit Rübenzystennematoden (*Heterodera schachtii*) vermeiden; **HSF** Zuckerrüben: Fangpflanze für Rübenzystennematoden, nur auf befallenen Parzellen; **PB** Raps, Kohlgewächse: Kohlhernie-Gefahr (*Plasmodiophora brassicae*), aber auch Adernschwärze (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) oder tierische Schaderreger (Kohlrübenblattwespe, Weiße Fliege, Rapsminierfliege); **DD** Zuckerrüben: auf Flächen mit Rübenkopffälchen (*Ditylenchus dipsaci*); **SK** Soja, Sonnenblumen, Salat, Erbsen, Bohnen, Sellerie, Karotten, Randen, Gurken, Auberginen: *Sclerotinia*-Gefahr; **WF** Erbsen, Bohnen: Wurzelfäule; **HB** Getreide: Halbruch

Durchwurzelung	Biomassebildung	Frostverträglichkeit	Fütterung	Bemerkungen	Art
Leguminosen					
+	+	-	+	Starke Pfahlwurzelbildung	Sommerackerbohne
+	+	+	+	Starke Pfahlwurzelbildung	Winterackerbohne
o	o	-	+	Gute Trockenheitstoleranz und Stickstofffixierung	Sommerwicke
o	+	+	+	In der Regel als Gemenge mit Grünroggen angebaut, Saatgutpreis vergleichsweise hoch, erhöhtes Unkrautpotenzial	Winterwicke
o	o	-	+	Hohe Stickstofffixierung, 5 Jahre Anbaupause zu Erbsen	Sommererbse
o	+	+	+	Spätere Saat bis Anfang November möglich, Gefahr der Auswinterung in strengen Wintern, sehr hohe Stickstofffixierung, 5 Jahre Anbaupause zu Erbsen	Wintererbse
+	o	+	+		Inkarnatklee
+	o	-	+	Nicht frostharte Kleeart	Alexandrinerklee
+	o	-	+	Nicht frostharte Kleeart	Perserklee
Kreuzblütler					
+	+	-	-	Geeignet für Biofumigation, zur Blütezeit sehr attraktiv für Bestäuber, Gefahr der Versamung, rechtzeitig mulchen	Sareptasenf
+	+	-	-	Geeignet für Biofumigation, zur Blütezeit sehr attraktiv für Bestäuber, Gefahr der Versamung, rechtzeitig mulchen	Weisser Senf
+	+	-	-		Sommerrübe
+	+	-	-	Geeignet für Biofumigation, zur Blütezeit sehr attraktiv für Bestäuber	Ölrettich
Gräser					
o	+	+	+	Spätere Aussaat möglich, insbesondere bei spätbelegender Folgekultur interessant (Mais, Kürbis, etc.)	Grünroggen
o	o	-	+	Niedriger Saatgutpreis	Hafer
o	o	-	+	Bekämpfung von wandernden Wurzelnematoden (<i>Pratylenchus</i> spp.), Saatgutpreis vergleichsweise hoch	Sandhafer
o	+	-	+	Sehr frostempfindlich	Sorghum
Andere Arten					
+	o	-	+	Zur Blütezeit sehr attraktiv für Bestäuber	Phacelia
+	+	-	+	Saatgutpreis gering, keine einheimische Art, Gefahr von Kleeseide im Saatgut, sehr frostempfindlich	Ramtillkraut
o	+	-	+	Sehr frostempfindlich, schnelle Jugendentwicklung, Gefahr der Versamung, Tatarischen Buchweizen dem Echten Buchweizen wegen späterer Samenbildung vorziehen	Buchweizen
o	-	-	-	Bekämpfung von wandernden Wurzelnematoden (<i>Pratylenchus</i> spp.), Aussaat aufgrund Samenform anspruchsvoll	Tagetes
o	+	-	+	Vorsicht in Fruchtfolgen mit <i>Sclerotinia</i> -anfälligen Kulturen	Sonnenblume
-	-	-	+	Bodendeckung in Jugendphase gering, nicht auf stark verunkrauteten Flächen anbauen	Lein
+ tief o mittel - flach	+ hoch o mittel - gering	+ überwinternd - abfrierend	+ geeignet - ungeeignet		

Vorteile von Mischungen

- Vielversprechend in Bezug auf Biomasseertrag und N-Gehalte zeigen sich Mischungen aus Leguminosen und Nicht-Leguminosen. Sie sind oft ertragsstabiler und widerstandsfähiger gegen Klimaschwankungen als Reinsaaten.
- Durch die Mischungen mit Gräsern oder anderen Nicht-Leguminosen fixieren die Leguminosen mehr Stickstoff als in Reinsaat.
- Ausserdem bieten die Nicht-Leguminosen in der Mischung aufgrund des meist weiteren C/N-Verhältnisses einen gewissen Schutz vor der N-Auswaschung.
- Die Nährstoffe werden besser genutzt und der Boden dank unterschiedlicher Durchwurzelungshorizonte stärker belebt.
- Geringere Gefahr der Krankheitsübertragung.
- Flexibler gegenüber variierenden Wachstumsbedingungen. Dies kann in besonders trockenen oder nassen Jahren ein wichtiger Vorteil sein.
- Zwischenfruchtmischungen haben v.a. durch Diversität im Wurzelbereich Vorteile auf die biologische Aktivität im Boden.
- Wahl der «richtigen» Zwischenfrucht(-Mischung) v.a. abhängig vom Standort und Fruchtfolge.

Berechnung der Aussaatmenge bei Eigenmischungen

Ausgangslage sind die individuellen Aussaatmengen (kg/ha) jeder einzelnen Art.

Beispiel

- 50 % Ackerbohne, 25 % Ölrettich, 25 % Phacelia
 - Ackerbohne $0,50 \times 150 \text{ kg/ha} = 75 \text{ kg}$
 - Ölrettich $0,25 \times 20 \text{ kg/ha} = 5 \text{ kg}$
 - Phacelia $0,25 \times 12 \text{ kg/ha} = 3 \text{ kg}$

Wichtig

Sollen sehr dominante mit schwächeren Arten gemischt werden, sollte der Anteil der dominanten Arten in der Mischung reduziert werden!

Weiterführende Informationen

Publikationen

Merkblatt «Bodenschutz und Fruchtfolge»
shop.fibl.org > 1432

Video FiBL Film

Humuswirtschaft: Humus aufbauen-Bodenfruchtbarkeit erhalten
youtube.com > FiBLFilm > [Humuswirtschaft](#)

Gründung einarbeiten mit Fräsen und gezogenen Gräten
youtube.com > FiBLFilm > [Gründungen einarbeiten](#)

Mulchtec Planter: Gemüsesetzlinge in Mulchschicht pflanzen
youtube.com > FiBLFilm > [Mulchtec Planter](#)

Impressum

Herausgebende Institution

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
Ackerstrasse 113, Postfach 219, 5070 Frick, Schweiz
Tel. +41 (0)62 865 72 72, info.suisse@fibl.org, fibl.org

Autor*innen: Tino Hedrich, Daniel Böhler, Raphael Charles, Meike Grosse, Samuel Hauenstein, Sheila Hofer, Martin Koller, Maïke Krauss, Martin Lichtenhahn, Jeremias Niggli, Paul van den Berge, Marina Wendling, Anja Vieweger (alle FiBL Schweiz), André Stucki (Sativa)

Redaktion: Vanessa Gabel und Jeremias Lütold
(beide FiBL Schweiz)

Gestaltung: Brigitta Maurer und Sandra Walti
(beide FiBL Schweiz)

Fotos: Hansueli Dierauer (FiBL Schweiz): Titelbild, S. 6, 9;
Raphaël Charles (FiBL Schweiz): S. 2; Meike Grosse (FiBL Schweiz): S. 4; Anja Vieweger (FiBL Schweiz): S. 7

FiBL Art.-Nr.: 1168

Permalink: <https://orgprints.org/id/eprint/54142/>

Empfohlene Zitierweise: Hedrich T. et al. (2024): Zwischenfrüchte im biologischen Acker- und Gemüsebau. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Frick. Unter: shop.fibl.org > 1168.

Das Merkblatt steht unter shop.fibl.org auch zum kostenlosen Download zur Verfügung.

Alle Angaben in diesem Merkblatt basieren auf bestem Wissen und der Erfahrung der Autor*innen. Trotz grösster Sorgfalt sind Unrichtigkeiten und Anwendungsfehler nicht auszuschliessen. Daher können Autor*innen und Herausgeber keinerlei Haftung für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten, sowie für Schäden aus der Befolgung der Empfehlungen übernehmen.

2024 © FiBL

Für detaillierte Copyright-Informationen siehe fibl.org/de/copyright