



## FRUCHTFOLGE: PRAKTISCHE INFORMATIONEN



Dieses Informationsblatt enthält ergänzende Informationen zum Best4Soil-Video über die Fruchtfolge: praktische Informationen  
<https://best4soil.eu/videos/12/de>

### EINLEITUNG

Wird die gleiche Kultur über längere Zeit auf dem gleichen Feld angebaut, sinkt deren Ertragsniveau. Ursachen sind bodenbürtige Krankheiten und Nematoden, die zum Überleben und zur Vermehrung eine anfällige Wirtspflanze benötigen. Da die Wurzeln einer Kulturpflanze immer die gleichen Bodenschichten beanspruchen und den gleichen Anteil an verschiedenen Nährstoffen benötigen, wird zudem der Boden ausgelaugt. Die Bekämpfung bodenbürtiger Schädlinge und Krankheiten erfordert den kombinierten Einsatz verschiedener Massnahmen, die Basis für einen gesunden Boden bleibt dabei aber immer eine ausgewogene Fruchtfolge: eine geplante Abfolge des Anbaus bestimmter Kulturen auf demselben Feld (Abb. 1) um Krankheiten und Schädlinge zu verhindern und gleichzeitig die Bodengesundheit zu erhöhen und zu erhalten.

### WARUM FRUCHTFOLGE?

Die Fruchtfolge ist eine der ältesten und wirksamsten Methoden zur Bekämpfung bodenbürtiger Krankheiten und Schädlinge. Das Endergebnis - höherer wirtschaftlicher Nutzen - hängt jedoch sehr stark von der Auswahl, der Häufigkeit und der Reihenfolge der Kulturen, der Anpassung an die lokalen Gegebenheiten und der Integration anderer Verfahren ab. Die Fruchtfolge bildet die Grundlage für die Schädlings- und Krankheitsbekämpfung. In einer guten Fruchtfolge bleibt der Boden langfristig gesund und der Krankheits- und Schädlingsbefall gering, was zu einer ausreichenden Anzahl qualitativ hochwertiger Kulturen führt. Weitere Gründe für eine gute Fruchtfolge sind der Erhalt einer guten Bodenfruchtbarkeit und -struktur.

Jedes Jahr stellt eine Herausforderung dar, eine Anzahl von Kulturen in dem Ausmass anzubauen, die notwendig

ist, um die Rentabilität des Betriebs zu gewährleisten, und gleichzeitig die Bodenqualität für eine langfristige Produktivität zu erhalten. Eine weitere Herausforderung besteht darin, bei der Planung der Abfolge von Wirts- und Nichtwirtspflanzen bestimmte Schädlinge und Krankheiten zu verringern und gleichzeitig andere Schädlinge oder Krankheiten nicht zu fördern. In den folgenden Abschnitten erfahren Sie anhand von Beispielen guter Fruchtfolgen, wie das geht.



Abb. 1: Schema der Fruchtfolge. Die Kulturen der verschiedenen botanischen Familien werden abwechselnd angebaut.

Tabelle 1 zeigt, wie wichtig es ist, eine gute Fruchtfolge mit genügend Zeit zwischen dem ersten und zweiten Anbau derselben Kultur auf dem Feld anzuwenden (empfohlene Mindesthäufigkeit in Jahren).

Tabelle 1. Das Gleichgewicht zwischen der Bodengesundheit und den wichtigsten Kulturgruppen, ihre Mindesthäufigkeit und mögliche Folgen bei Nichtbeachtung der Mindestanforderung (Eine Mindesthäufigkeit von 1:5 bedeutet, dass eine Kultur in den 5 Jahren auf demselben Feld einmal angebaut wird.)

PFLANZENFAMILIE	EMPFOHLENE MINDESTHÄUFIGKEIT IT	ERHÖHTE RISIKEN, WENN DIE KULTUR HÄUFIGER ALS EMPFOHLEN ANGEBAUT WIRD
<i>Solanaceae</i> (z.B. Kartoffel, Tomate)	1:5	Kartoffelnematoden Verticillium dahliae Sclerotinia Alternaria Phytophthora (Oomyzeten) Rhizoctonia
<i>Alliaceae</i> (z.B. Zwiebel, Knoblauch)	1:6	Weißfäule ( <i>Sclerotium cepivorum</i> ) Fusarium Ditylenchus dipsaci Zwiebelfliege ( <i>Delia antiqua</i> ) Pratylenchus penetrans
<i>Apiaceae</i> (z.B. Karotte, Petersilie)	1:8	Bodenbürtige Pilzkrankheiten (z.B. Schwarzfleckenkrankheit, Sclerotinia) Karottenfliege ( <i>Chamaepsila rosae</i> ) Pratylenchus penetrans
<i>Beta vulgaris</i> (z.B. Zuckerrüben, Rote Rüben)	1:5	Rübenematoden (Heterodera) Cercospora Rhizoctonia solani Verticillium
<i>Hordeum vulgare</i> (Gerste)	1:2	<i>Rhynchosporium secalis</i> Netzfleckenkrankheit ( <i>Pyrenophora teres f. teres</i> ) <i>Heterodera avenae</i> <i>Meloidogyne naasi</i> Brachfliege ( <i>Delia coarctata</i> )
<i>Triticum</i> (Winterweizen, Sommerweizen)	1:2	<i>Gaeumannomyces graminis f. sp. tritici</i> <i>Meloidogyne naasi</i> <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> Brachfliege ( <i>Delia coarctata</i> ) <i>Pseudocercospora herpotrichoides</i> Sattelgallmücke ( <i>Haplodiplosis marginata</i> )
<i>Leguminosae</i> (z.B. Erbse, Puffbohne, Ackerbohne)	1:6	Bodenbürtige Pilzkrankungen (z.B. Wurzelfäule, Sclerotinia) Pratylenchus penetrans Ditylenchus dipsaci
<i>Cruciferae/ Brassicaceae</i> (z.B. Raps, Kohl)	1:4	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Verticillium dahlia Phoma lingam Plasmodiophora brassicae
<i>Zea mays subsp. mays</i> (Mais)	1:3	Bodenbürtige Pilzkrankheiten (z.B. Fusarium, Pythium)

## ANLEITUNG FÜR EINE GUTE FRUCHTFOLGE

Die Gestaltung der Fruchtfolge wird durch die örtlichen Gegebenheiten bestimmt. Grundsätzlich werden die allgemeinen Prinzipien, die im Best4Soil-Video (<https://best4soil.eu/videos/12/de>) erklärt werden, angewandt. Die Planung der Fruchtfolge wird bestimmt durch die Gegebenheiten auf dem Betrieb und im Feld, basierend auf jährlichen und mehrjährigen Erfahrungen. Normalerweise wird für jedes Feld eine Fruchtfolge, basierend auf der Grundlage der biologischen Gegebenheiten (z.B. Nematodenbefall) festgelegt und dann auf Betriebsniveau angepasst, an:

- die Menge des Ertrages, die jährlich geerntet werden soll;
- eine ausgeglichene Risikoverteilung (Einkommensabhängig, auf mehrere Kulturen)
- die Marktnachfrage.

Im Allgemeinen können folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Stellen Sie fest, ob Sie Probleme mit Nematoden haben. Erwägen Sie eine Bodenanalyse, um den Befallsgrad durch pflanzenschädlichen Nematoden zu bestimmen.
- Berücksichtigen Sie möglicherweise vorhandenen pilzlichen Krankheitserreger (nur wenige können analysiert werden!).
- Entscheiden Sie, auf welche Nutzpflanzen, und wenn möglich Sorten, Sie sich konzentrieren wollen. Einige Sorten derselben Kultur können weniger anfällig oder sogar resistent gegen bestimmte Schädlinge und Krankheiten sein, während andere Sorten gewisse Nematodenarten vermehren können.
- Machen Sie einen ersten Entwurf, in dem Sie jede Kultur möglichst weniger häufig als die Mindestanbauhäufigkeit anbauen (Tabelle 1). Berücksichtigen Sie die Fruchtfolge der letzten Jahre.
- Nutzen Sie das Best4Soil Online-Tool (<https://www.best4soil.eu/database/de>), um zu sehen, welche Nematoden und bodenbürtige Pilze mit Ihren Kulturen in Verbindung stehen und passen Sie Ihr Schema an:

- Wechseln sie eine Wirtspflanze durch eine Nicht-Wirtspflanze für mindestens einen Anbauzyklus aus. Der Anbau einer Kulturpflanze, die anfällig ist auf den Befall durch eine Nematoden-Art, welche vermutlich oder wirklich bereits vorhanden ist, nach einer Nicht-Wirtspflanze, senkt das Risiko, dass der betreffende Nematode vorhanden bleibt.

- Wenn Sie einen hohen Befallsgrad eines bestimmten Nematoden haben, überlegen Sie sich, wie Sie diesen reduzieren können. Für einige Nematoden-Arten können Sie bestimmte Kulturen anbauen, welche diese Art ausrottet.
- Zu beachten ist, dass bestimmte Pflanzen-Arten eine gute Prävention gegen einen Nematoden oder eine Krankheit darstellen, gleichzeitig aber für eine andere anfällig sein können.
- Achten Sie auf die Eigenschaften der Nutzpflanzen. Kulturen mit spezifischen Eigenschaften können voneinander profitieren, wenn sie klug kombiniert werden, wie z. B. eine Leguminosenkultur, die den Stickstoff im Boden fixiert, der danach von einer stark stickstoffbedürftigen Pflanze genutzt wird.
- Integrieren Sie andere bewährte Verfahren in Ihr Konzept, um die Gesundheit des Bodens zu erhalten und zu verbessern, wie z.B. Zwischenfrüchte.

Unter Berücksichtigung der Kriterien aus Tabelle 1 kann je nach Region eine gute Fruchtfolge gestaltet werden, wie die Beispiele in Tabelle 2 und 3 für Betriebe in den Niederlanden und Spanien zeigen. Hier sehen Sie auch, wie lokale Gegebenheiten ihre Fruchtfolge beeinflussen, z.B. wirtschaftliche Faktoren. In Tabelle 2 wurde zum Beispiel beschlossen, die Hauptkultur Kartoffel mit einer Häufigkeit von 1:4 statt des empfohlenen Minimums von 1:5 anzubauen, weil der Gewinn relativ hoch ist und aufgrund der Ergebnisse der Nematodenanalyse ein geringes Ausfallrisiko erwartet wurde. In Tabelle 3 basierte die Fruchtfolge hauptsächlich auf dem Nährstoffbedarf.





Tabelle 2. Beispiel für eine gute Fruchtfolge für einen Betrieb auf einem leicht schluffigen Lehm Boden in den Niederlanden, mit Kartoffeln, Karotten, Zuckerrüben, Winterweizen und Zwiebeln als Hauptkulturen (GD = Gründüngung). Eine Ne-matodenanalyse von diesem Feld weist ein hohes Risiko für Trichodorus-Befall aus. Einige Felder haben leichtere Böden (sandig) und andere schwerere Böden (mehr Lehm), was zu einer etwas anderen Fruchtfolge führt.

BODEN-EIGENSCHAFTEN	FELD	JAHR 1	JAHR 2	JAHR 3	JAHR 4	JAHR 5	JAHR 6	JAHR 7	JAHR 8		
Lehm	A1	Kartoffel	Zuckerrübe	Weizen	Zwiebel GD Senf	Kartoffel	Zuckerrübe	Weizen	Zwiebel GD Senf		
	A2		Weizen	Weizen	Karotte		Weizen	GD Gras	Karotte		
Lehm	B1	Zwiebel	GD Senf	Kartoffel	Weizen	Zwiebel GD Gras	GD Senf	Kartoffel	Weizen	GD Gras	
	B2	Karotte		Zuckerrübe	Weizen	Karotte		Zuckerrübe	Weizen		
Sandig	C1	Weizen	GD Rettich	Weizen	Zwiebel GD Gras	Weizen	Karotte	Kartoffel	GD Mix	Zuckerrübe	Weizen
	C2		Zuckerrübe	Weizen	Karotte		Zwiebel	GD Mix			
Sandig	D1	Zuckerrübe	Weizen	GD Rettich	Zwiebel GD Mix	Karotte		Karotte	Kartoffel		
	D2		Weizen		Karotte		Zuckerrübe	Weizen			



Best4Soil wurde im Rahmen des Horizont-2020-Programms der Europäischen Union als Koordinierungs- und Unterstützungsmaßnahme unter GA Nr. 817/69696 gefördert.

Tabelle 3. Beispiel für eine gute Fruchtfolge eines Betriebs auf einem sandigen Boden in Südspanien. rot = Hauptkulturen (hoher Nährstoffbedarf), grün = Nebenkulturen (geringer Nährstoffbedarf), schwarz = Gründünger.

JAHR 1		JAHR 2		JAHR 3		JAHR 4	
Blumenkohl	Gründünger	Paprika	Zwiebel	Melone	Kohl	Tomate	Karotte
Mais	Kopfsalat	Kartoffel	Karotte	Bohne	Gründünger	Aubergine	Zwiebel
Erdnuss	Mangold	Mais	Kopfsalat	Kartoffel	Wassermelone	Kopfsalat	Gründünger
Kürbis	Puffbohne	Gründünger	Kohl	Paprika	Zwiebel	Mais	Kopfsalat

### BEKÄMPFUNG VON KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGEN MIT HILFE DER FRUCHTFOLGE

Wichtige Schädlinge, die man mit Fruchtfolgen bekämpfen kann, sind Nematoden. Das sind kleine Würmer, die im Wasser (entweder in Flüssen, Meeren, Boden oder Tieren) leben. Es gibt Tausende von bodenbürtigen Nematoden, die glücklicherweise nicht alle schädlich sind. Ob Nematoden zu einem Problem werden, hängt von folgendem ab:

- **Wirtsbereich:** Nematoden benötigen spezifische Wirtspflanzen, um zu überleben und sich zu vermehren. Das Spektrum der Wirtspflanzen variiert von sehr weit bis eng.
- **Mobilität:** Nematoden können durch Boden, Gewässer, Maschinen, Menschen oder Tiere verbreitet oder neu in Felder eingebracht werden.
- **Hartnäckigkeit:** Verschiedene Arten können sehr anfällig bis sehr widerstandsfähig gegen ihre Bekämpfung sein.
- **Schaden:** Nematoden schaden den Nutzpflanzen, indem sie sich von ihnen ernähren, aber auch durch die Übertragung von Krankheiten.

Das erfolgreiche Bekämpfen von Krankheiten und Schädlingen erfordert Informationen über:

- Wie lange ein Erreger im Boden überlebt
- Wie der Erreger überleben kann: auf welchen Kulturpflanzen und wie er zwischen zwei anfälligen Kulturpflanzen überlebt
- Wie er sich ausbreiten kann oder eingeschleppt wird

- Welche anderen Pflanzenarten von der Krankheit oder dem Schädling betroffen sein können

Wenn sie die Schäden (Bild 2) der Schädlinge und Krankheiten erkennen, haben sie eine bessere Ausgangsposition:

- Nehmen Sie Proben um sie auf Nematoden- und Krankheitsbefall zu testen.
- Behandeln Sie die Stelle des Feldes, an welcher der Schaden beobachtet wurde. In der aktuellen Saison ist es meistens zu spät, um das Problem zu lösen, aber für die nächste Saison ist dies eine wichtige Information.



Abbildung 2. Schaden der Kulturen durch Schädlinge und Krankheiten: a) Fusarium bei Zwiebel (mittlere Zwiebelpflanze), b) Verticillium bei Erdbeere, c) Rhizoctonia solani bei Kopfsalat, d) Sclerotium cepivorum bei Zwiebel.

## MASSNAHMEN WÄHREND DER FRUCHTFOLGE

Sie können Ihre Fruchtfolge auch zu weiteren Zwecken nutzen, wie z.B. zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit. Durch die Auswahl bestimmter Kulturen, insbesondere von Gründüngern und Zwischenfrüchten, können Sie sich auf folgende Aspekte konzentrieren, um die Bodenfruchtbarkeit weiter zu verbessern:

- Mehrjährige Pflanzen
- Zwischenfrüchte und Gründünger
- Tiefwurzeln Pflanzen, die Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten aufnehmen
- Dauerhafte Bodenbedeckung zur Verhinderung von Auswaschung und Erosion
- Hülsenfrüchte zur Stickstoffbindung
- Nutzpflanzen mit zusätzlichen Vorteilen (z.B. Weizen)

Darüber hinaus kann ein Rotationskonzept auch die Unkrautbekämpfung beinhalten. Beispielsweise kann die Bodenbedeckung zwischen den Hauptkulturen das Keimen von Unkraut verhindern. Auch die Unkrautarten sollten in der Fruchtfolge berücksichtigt werden, da sie Wirtspflanzen für Nematoden sein können.

## EINE ERFOLGREICHE FRUCHTFOLGE: EINE KOMBINATION AUS PRAXIS, WISSEN UND FLEXIBILITÄT

Die Planung einer Fruchtfolge kann sehr einfach sein, aber die Planung einer guten Fruchtfolge, bei der ein hoher wirtschaftlicher Gewinn zusammen mit der Erhaltung eines gesunden Bodens erreicht werden soll, ist eine Herausforderung. Die Integration von bewährten Verfahren, das Wissen um die standortspezifischen Gegebenheiten und der clevere Einsatz von Tools wie den Best4soil-Datenbanken bilden jedoch eine gute Grundlage für eine gesunde Fruchtfolge, die langfristig produktive Böden sichert.

