

Optimale Fruchtfolgen im Feldbau (2. Auflage)

P. VULLIOUD und A. MAILLARD*, Eidgenössische Forschungsanstalt für Pflanzenbau Changins, CH-1260 Nyon

Unter dem Titel «Optimale Fruchtfolge im Ackerbau» veröffentlichte MAILLARD (1991) eine erste Darstellung über den relativen Vorruchtwert verschiedener Feldkulturen und deren möglichen Anteil in den Fruchtfolgen unter Berücksichtigung der integrierten Produktion.

In der vorliegenden Übersicht wurden die Angaben von 1991 an die neusten Erkenntnisse angepasst und mit einigen Feldgemüsearten ergänzt. **Dabei handelt es sich um Empfehlungen und nicht um Normen**, obwohl ein grosser Teil der Angaben (v.a. in Tab. 1) im wesentlichen den Mindestanforderungen für die Direktzahlungen des Bundes entsprechen.

Aus Tabelle 2 ist der relative Vorruchtwert der einzelnen Kulturen für die verschiedenen Folgekulturen herauszulesen. Die Beurteilungskriterien beruhen hauptsächlich auf pflanzenschutzrischen Überlegungen. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass keine Herbizidrückstände der Vorkultur die Wahl der Kulturfolge irgendwie einschränken. Somit kann diese Tabelle im Fall eines frühzeitigen Umbruchs einer Kultur nur teilweise angewendet werden.

Einige Ergänzungen zu Tabelle 3:

- **Anbaugrenzen:** Die angegebenen Grenzen sind sehr stark vom örtlichen Klima und von der Exposition der Äcker abhängig.
- **pH-Wert des Bodens:** Die Darstellung gibt den für die einzelnen Pflanzenarten bevorzugten pH-Wert-Bereich wieder. Dabei ist zu erwähnen, dass die Literaturangaben diesbezüglich oft widersprüchlich sind. Während einer Fruchtfolge ist es kaum möglich, den pH-Wert durch Anbaumassnahmen an die jeweilige Kultur anzupassen. Die pH-Wert-Angabe erlaubt höchstens die Wahl der bestgeeigneten Parzellen eines Betriebs für bestimmte Pflanzenarten. Die in der Tabelle enthaltenen Angaben zeigen jedoch, dass

*Zusätzlich haben mitgewirkt: R. Charles, J. Derron, D. Gindrat, A. Granges, E. Mosimann, D. Pellet, P. Pignon, W. Reust und J.-P. Ryser (RAC), G. Alber und J.-F. Vonnez (SOTA), C. Högger und F. Weilenmann (FAL), U. Widmer (SFZ), sowie J. Troxler (RAC), L. Keller (LBL) und Monika Boltshauser (*Agarforschung*) für die deutsche Fassung.

Glossar

Schlageinteilung = räumliche Verteilung der Kulturen in Schläge auf einem Betrieb.

Fruchtfolge = zeitliche Abfolge der einzelnen Kulturen auf demselben Schlag.

Fruchtfolgefläche = Fläche des offenen Ackerlandes + diejenige der Kunstwiesen.

Offenes Ackerland = Fläche der Acker- und Gemüsekulturen (ohne Kunstwiese).

Hackfrüchte = Gruppe der Feldkulturen, die vor dem Aufkommen der Herbizide ausschliesslich durch Hacken unkrautfrei gehalten wurden.

Monokultur = Bodennutzung mit einer einzigen Kultur.

Mehrfelderwirtschaft = vielseitige und wechselnde Bodennutzung durch verschiedene Kulturen auf demselben Betrieb.

ein pH-Bereich von 6,5 bis 7,5 für die meisten Kulturen geeignet ist. Es ist gleichzeitig der Bereich, bei dem die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodens langfristig erhalten bleiben.

- **Bodentyp:** Angegeben ist der optimale Bodentyp für die aufgeführten Kulturen.

- **Wachstum in flachgründigen und trockenen Böden:** Die Reserve an verfügbarem Wasser im Boden wird durch dessen Tiefgründigkeit und die Textur bestimmt. Die Beurteilung muss denn in Abhängigkeit der örtlichen Niederschlagsverhältnisse und der Beregnungsmöglichkeiten erfolgen.

Tabelle 1. Maximale Anteile der Kulturen in der Fruchtfolge beim integrierten Pflanzenbau.

GETREIDE (ohne Mais und Hafer) 66%		HACKFRÜCHTE 50% ¹	
Weizen	50%	Raps	25%
Roggen	66%	Kartoffeln	25%
Dinkel	50%	Mais ohne Bodenschutzmassnahmen	40%
Triticale	66%	Mais mit Bodenschutzmassnahmen	60%
Gerste	66%	Zucker- und Futterrüben	25%
Hafer	25%	Sonnenblumen	25%
Weizen + Dinkel	50%	Tabak Burley	25%
Weizen + Roggen	66%	Tabak Virginie	17%
Weizen + Gerste	66%	Erbsen	15%
Weizen + Triticale	66%	Ackerbohnen	25%
Weizen + Hafer	66%	Soja	25%
Gerste + Roggen	66%	Hanf	50%
Gerste + Hafer	66%	Lein	15%
Gerste + Triticale	66%	Karotten	20%
Weizen + Gerste + Roggen	66%	Zwiebeln	20%
Weizen + Gerste + Hafer	66%	Endivien	25%
Weizen + Gerste + Triticale	66%	Spinat	25%
		Buschbohnen	25%
		Raps + Rüben	33%
KUNSTFUTTERBAU		Raps + Sonnenblumen	25%
Luzerne	2	Raps + Erbsen	33%
Kunstwiese	2	Raps + Soja	33%

¹ Mais mit Bodenschutzmassnahmen ist in dieser Begrenzung nicht inbegriffen.

² Keine weitere Begrenzung als diejenige, die von der Entwicklung der Kultur und deren botanischen Zusammensetzung bestimmt wird.

EN	A'BOHNEN		SOJA	HANF	LEIN	KAROTTEN	SPINAT	BUSCHBOHNEN	ZWIEBELN	ENDIVIEN	LUZERNE	KUNSTWIESE	KRANKHEITEN und SCHÄDLINGE wenn Fruchtfolgeregel nicht beachtet werden (ohne die Aspekte der Unkräuter)		BEMERKUNGEN	
	Winter-	Sommer-											KRANKHEITEN	SCHÄDLINGE		
3							1						Schwarzbeinigkeit <i>Gaeumannomyces graminis</i> Halbbruchkrankheit ① <i>Cercospora herpotrichoides</i>		① Empfindlichkeit der Getreidearten auf Halbbruchkrankheit: Weizen = Triticale = Dinkel > Gerste > Roggen	
		3														② Empfindlichkeit der Wintergetreidearten auf <i>H. avenae</i> geringer als diejenige der Sommerarten
			3				1									Empfindlichkeit der Sommergetreidearten auf <i>H. avenae</i> : Hafer > Weizen > Gerste
				3			1									
				3												
							1			2						Risiko grösser auf leichten als auf schweren Böden
3	3	3			3		3	3	3		3	3		Kohlernie <i>Plasmodiophora brassicae</i> Rapskrebs; <i>Phoma lingam</i>	<i>Heterodera cruciferae</i> <i>Heterodera schachtii</i>	
3*	3*	3*	3	3			3	3*	3	3	2	2				
							1			2	4	2	2	<i>Rhizoctonia sp.</i>	<i>Globodera rostochiensis</i> <i>Globodera pallida</i>	
				3	2					2	3	2	2	Bakterienkrankheiten		
										2		2	2	<i>Rhizoctonia cerealis</i> Kopbrand	<i>Pratylenchus sp.</i>	③ Bei Vorhandensein von Kopbrand verschiebt sich der Vorfruchtwert von Mais auf 5
										2		2	2	<i>Sphacelotheca reiliana</i> ③		
3*				1	2	4					3	3		Wurzelbrand – <i>Aphanomyces</i> , <i>Pythium</i> , <i>Phoma</i> , <i>Rhizoctonia</i> ④	<i>Heterodera schachtii</i> <i>Ditylenchus dipsaci</i>	④ <i>Rhizomania</i> - Wu'bartigkeit <i>Rhizoctonia</i>
3*	3*	3*	3	3		3		3*	3	4	3	3		E. Mehltau, <i>Phomopsis</i> <i>Sclerotinia</i> , <i>Phoma</i>	Nematoden <i>Ditylenchus dipsaci</i>	
3*	3*	3*	3*	3	2	3	3		4	4	3	3		Wurzelfäule <i>Chalara elegans</i> (sortenbedingte Toleranzunterschiede)	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Bei Virgin-Sorten sind hohe N _{min} -Werte im Boden zu vermeiden
				3	3											
	4	4	4	3	2	3	1		3		3	3		Brennfleckenkrankheit	Nematoden <i>D. dipsaci</i> Blattrandkäfer	
	4	4	4	3	2	3			3	4	3	3		Stengel- und Wurzelfäule		
4	1/4			3	2	3	1		3		3	3				
4		1/4		3	2	3			3	3	3	3		Stengel- und Wurzelfäule		
4	1	1	1/4	3	2	3	1		3	4	3	3				
				1/2	2									<i>Pythium</i> , <i>Botrytis</i>		
3*	3*	3*	3	3	1/7	3	4	3*	3	1	4	4		Fusariose		
3*	3*	3*			1/5	2			2	4				Wurzelfäule <i>Sclerotinia</i>	Nematoden	
				3	2	4	1/4		3		3	3		<i>Phoma</i>		
				3		2		1/4	2	3	4	3		Wurzelfäule <i>Sclerotinia</i> , <i>Phoma</i>		
				3		4			1/3					Wurzelfäule <i>Sclerotinia</i>	Nematoden	
3*	3*	3*		3					3	1/4				Wurzelfäule <i>Sclerotinia</i>		
3	3	3						3				3/5		Verticilliose <i>Verticillium albo atrum</i>	Blattrandkäfer, Nematoden <i>Ditylenchus dipsaci</i>	Reine Luzernebestände oder Mischbestände mit hohem Luzerneanteil
3	3*	3*	3	3			1	3	2	3		3/5				
3	3	3						3	3							
3*	3*	3*	3	2			1	3	2	3	3	3		Kleekrebs <i>Sclerotinia trifoliorum</i>		Kunstwiese = Mischung von Futtergräsern und Leguminosen

 rechtzeitige Saat schwierig oder unmöglich wegen dem «Kulturenterminkalender»

 rechtzeitige Saat möglich bei frühzeitiger Ernte der Vorfrucht

Tabelle 2.

Bewertung der Vorfrüchte in einer Fruchtfolge

KULTUR	VORFRUCHT	WEIZEN		WINTERROGGEN	DINKEL	TRITICALE		GERSTE		HAFER		RAPS		KARTOF.		MAIS		Z & F-RÜBEN	SONNENBLUMEN	TABAK		ERBSEN
		Winter-	Sommer-			Winter-	Sommer-	Winter-	Sommer-	Winter-	Sommer-	Früh-	Speise- & Ind.-	Silo-	Körner-	Burley	Virgin					
WEIZEN	Winter-	1/2		3																		
	Sommer-		1/2	3																		
ROGGEN	Winter-	3	3	2/3	3	3	3	3	3							3		3		3	3	
DINKEL	Winter-			3	1/2 3												3					
TRITICALE	Winter-			3		1/2																
	Sommer-			3			1/2 3	3	3													
GERSTE	Winter-	3	3	3	3	3	3	1/2 3	3							3						
	Sommer-	3	3		3	3	3		1/2 3	3	3	3										
HAFER	Winter-	2	2	2	2	2	2	2	2		1/4					1						
	Sommer-	2	2	2	2	2	2	3	3		1/4						2				2	2
RAPS	Winter-	2	3	2	2	2	2			2	2	1/4	1/4									3
	Sommer-											1/4	1/4								3	3
KARTOFFELN	Früh-											3	3	1/4 3		2	3	3	2	3	3	
	Speise-, Ind.-											3	3		1/4		3			2	2	2
MAIS	Silo-	2	2			2	2	2	2	3	2					2/3	2				2	2
	Körner-	2	2			2	2	2	2	3	2					2	2/3	2			2	2
ZUCKER- UND FUTTERRÜBEN												4	4	2 1/4	2 1/4	2	3	1/4	3			3*
SONNENBLUMEN	Sommer-											4	4			2	3	1/5	3	2	2	3*
TABAK	Burley											3*	3*	4	4	2	2	4	2	1/4	1/4	4
	Virgin												3*	4		3	3			1/5	1/6	
ERBSEN	Winter-											3	3	2*	2*		2	3	3	2	2	1/7
	Sommer-											3	3	2*	2*		2	3	3			
ACKERBOHNEN	Winter-											3	3	2*	2*		2	3*	3			
	Sommer-											3	3	2*	2*		2		3			
SOJA	Sommer-										3	3							3			
HANF	Sommer-																					
LEIN	Sommer-											4*	4*	3*	3*	3	3	4	3	3	3	3*
KAROTTEN	Sommer-											4	4			4	4		3			
SPINAT	Win'- und Som'-											4	4	2	2				2			
BUSCHBOHNEN	Sommer-											4	4	3	3*					4	4	4
ZWIEBELN	Som'- und Win'-											3	3	3	3							
ENDIVIEN	Sommer											3*	3*									3*
LUZERNE	Sommersaat	3		3	3	3				3		3	3									3
	Frühlingssaat																					3
KUNSTWIESE	Sommersaat	3		3	3	3				3		3										3
	Frühlingssaat																					3*

Zahlen 1 bis 5 = Vorfruchtwert:

3 MITTELMÄSSIG

1/4 Wiederanbauzeit (zum Beispiel: 1/4 = jedes 4. Jahr)

* «Luxusvorfrucht» (schlechte Ausnutzung des Bodenstickstoffes wenn keine Zwischenfrucht)



LBL

Standortansprüche der Kulturen

Tabelle 3. Standort- und Bodenansprüche der Kulturen.

	① HÖHE über Meer	② pH-WERT (Wasser) DES BODENS					③ BODENTYP			④ VERHALTEN AUF TROCKENEM BODEN			⑤ EROSIONS- RISIKO			
		bis zu...	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	Leicht	Mittel	Schwer	Schlecht	Mittel	Gut	Schwach	Mittel	Gross
			[Visual representation of requirements using bars and symbols (+, (+), -)]													
Winterweizen	900 m															
Sommerweizen	900 m															
Winterroggen	1900 m															
Sommerroggen	1000 m															
Dinkel	1400 m															
Wintertriticale	800 m															
Sommertriticale	900 m															
Wintergerste	800 m															
Sommergerste	1200 m															
Winterhafer	500 m															
Sommerhafer	900 m															
Winterraps	800 m															
Sommerraps	800 m															
Kartoffeln	1500 m															
Körnermais	600 m															
Silomais	900 m															
Zucker- und Futterrüben	1000 m															
Sonnenblumen	500 m															
Tabak	700 m															
Wintererbsen	600 m															
Sommererbsen	1200 m															
Winterackerbohnen	600 m															
Sommerackerbohnen	700 m															
Soja	500 m															
Hanf	900 m															
Lein	1500 m															
Karotten	500 m															
Spinat	800 m															
Buschbohnen	600 m															
Zwiebeln	500 m															
Endivien	700 m															
Luzerne	1400 m															
Kunstwiese	1500 m															

⊙ Maximale Anbauhöhe der Kulturen. Die Exposition der Parzelle spielt eine grosse Rolle.
 ⊙ Optimaler Bodentyp je nach Kultur. ⊙ Diese Beurteilung hängt von den lokalen klimatischen Bedingungen ab.

⊙ Optimaler pH-Wert des Bodens je nach Kultur.
 ⊙ Erosionsgefährdung des Bodens durch Wasser.

• **Erosionsrisiko:** Diese Zusammenstellung zeigt im wesentlichen die Klassierung der Kulturen in Abhängigkeit des zeitlichen und räumlichen Verlaufs der Bodenbedeckung durch die Kulturpflanzen. Diese Einstufung beruht auf den klassischen Pflug-Anbauverfahren. Je nach Kultur ermöglicht die konservierende Bodenbearbeitung (z.B. pfluglose Verfahren, Mulchsaaten, Direktsaaten) eine bedeutende Senkung des Erosionsrisikos.

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der Feldkulturen in ausgewählten Kantonen der deutschen Schweiz nach den Statistischen Erhebungen des Schweizerischen Bauernverbandes (ANONYM, 1996). Die Unterschiede zwischen den Kantonen veranschaulichen die wesentlichen Anbau-eignungen nach Regionen.

Aufgrund dieser Statistik erhält man den Eindruck, dass eine reiche Kulturartenvielfalt besteht und es noch genügend Spielraum zu den in Tabelle 1 angegebenen Höchstwerten gibt. Die Situation der Einzelbetriebe sieht jedoch anders aus:

Diese müssen mit technischen und wirtschaftlichen Vorgaben handeln, welche zu einer zwangsläufigen Spezialisierung führen. Dabei mag der Flächenanteil gewisser Kulturen nah an die in Tabelle 1 angegebenen Maximalwerte herankommen.

Literatur

ANONYM, 1996. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung. Schweizerischer Bauernverband, Brugg.

MAILLARD A., 1991. Optimale Fruchtfolge im Ackerbau. Landwirtschaft Schweiz 4 (8).

Tabelle 4. Fruchtfolgeflächen in der Schweiz und Anteil der Kulturen in ausgewählten deutschsprachigen Kantonen (Auszug aus Statistische Erhebungen und Schätzungen des schweizerischen Bauernverbandes, 1996).

Fruchtfolgeflächen (1000 ha)	Schweiz 403	BE 90	AG 37	SO 17	ZH 40	SH 10	TG 21	SG 6	BL 8
Getreide (%)	45,8	38,9	47,7	47,6	45,0	57,2	40,6	27,2	50,5
- Weizen	24,1	17,1	24,9	24,2	28,5	36,3	26,2	5,8	23,4
- Roggen	0,9	0,6	1,0	1,3	1,2	1,1	0,4	8,7	1,1
- Gerste	14,9	14,3	15,4	15,4	9,9	15,9	9,4	10,7	17,6
- Hafer	2,6	2,9	2,3	3,4	3,3	2,6	2,1	1,6	5,3
- Triticale	2,6	2,8	2,0	2,7	2,0	1,2	2,3	0,2	3,1
- andere (Dinkel, Mischel, usw.)	0,7	1,1	2,1	0,6	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1
Hackfrüchte (%)	31,8	27,0	32,7	29,0	38,9	34,9	42,2	56,0	25,3
- Körner-, Grün- und Silomais	16,4	10,7	20,7	14,7	21,4	14,2	24,1	43,5	16,3
- Kartoffeln	4,4	7,8	2,8	4,4	3,8	3,6	3,5	2,5	1,5
- Zucker- und Futterrüben	4,3	4,0	2,7	3,0	5,3	6,0	8,3	3,5	0,8
- Raps	4,1	3,0	3,6	5,8	5,0	9,2	3,3	1,7	3,4
- andere (Erbsen, Soja, Tabak, Gemüse, usw.)	2,5	1,6	2,9	1,1	3,3	1,8	2,9	4,8	3,0
Kunstwiesen (%)	22,4	34,1	19,6	23,4	16,1	8,0	17,2	16,8	24,2