

Nach 8-jährigem Erbsenanbau deuten sich leichte Ertragsrückgänge an

Die Ergebnisse – kurzgefasst

Am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz wurde 2007 ein Fruchtfolgeversuch mit Gemüseerbsen angelegt, bei dem die Erbsen jährlich bzw. im 2-, 4- und 6-jährigen Abstand mit/ohne zwischenzeitliche Leguminosenkulturen angebaut werden.

2015 konnten, nach vormals 7-maligem Erbsenanbau in der Monokulturvariante, zumeist keine signifikanten Ertragsverluste gegenüber Varianten mit nur 4- bzw. 6-jährigen Anbau ermittelt werden. Insgesamt deuteten sich aber bei den Varianten mit jährlichem bzw. 2-jährigem Anbau geringere Erträge an.

Versuchsfrage und Versuchshintergrund

Die (Gemüse)Erbse gilt allgemein, vor allem wegen des Befalls mit Fußkrankheiten, als selbstunverträglich und es werden Anbaupausen von bis zu 7 Jahren empfohlen. CRÜGER et al. (2002) weisen darauf hin, dass auch andere Leguminosen als Wirte für entsprechende Erreger in Frage kommen, sodass (andere) Leguminosen in einer entsprechenden Fruchtfolge fehlen sollten. FREYER (2003) unterscheidet bei den einzuhaltenden Anbaupausen (für Körnererbsen) zwischen einem Anbau "ohne Biozid" (4-6 Jahre) und einem "mit Biozid" (3-4 Jahre), wobei er darauf hinweist, dass ein Anbau "ohne Biozid" nicht mit ökologischem Landbau gleichzusetzen sei.

KÖNNECKE (1967) führte einen Fruchtfolgeversuch mit **Körnererbsen** durch. Hierbei verglich er jeweils eine mehrjährige Monokultur mit alternierendem Anbau von Erbsen mit anderen Leguminosen oder Sommergerste. Verglichen mit dem jeweiligen Durchschnitt der Erträge in den alternierenden Fruchtfolgen zeigte dabei die Monokultur in einem Fall nur noch einen Ertrag von 53 %, in einem anderen Fall von 90 %. Von den anderen in dem Versuch getesteten Leguminosen reagierten Rotklee, Luzerne und insbesondere Buschbohnen mit einem stärkeren Ertragsabfall als die Erbsen.

MICHALEK et al. (1989, zit. bei NAUMANN 1999) fanden bei einer Anbaupause von nur 1 bis 3 Jahren Ertragsrückgänge von 18-26 % gegenüber einer 6-jährigen Anbaupause. Bei 4- bzw. 5-jähriger Anbaupause waren dagegen praktisch keine Ertragseinbußen zu verzeichnen.

BRETAG et al. (2001) ermittelten in Südaustralien unter wasserlimitierten Bedingungen nach 4-jähriger Monokultur einen Ertragsverlust von 80 % gegenüber einem Anbau nach 3-jähriger Pause. Bei nur 2- bzw. 1-jähriger Anbaupause (dann im Vorfeld 2- bzw. 3-jähriger Erbsenanbau) betrugen die Ertragsverluste 17 bzw. 54 %. Die gefundenen Ertragsverluste korrelierten eng mit dem jeweils im Boden vorgefundenen Besatz mit *Ascochyta*-Vermehrungseinheiten.

Zu **Gemüseerbsen** liegen Versuchsergebnisse von GÜNTHER (1980) bzw. KARCH (1988) für einen sandigen Lehmboden aus Löss vor. Aus den Daten von GÜNTHER errechnet sich für das 1. bis 9. Monokultur-Nachbaujahr (die ersten 7 Anbaujahre mit Spinat als Nachfrucht, danach nach Erbse jeweils Brache) im Mittel ein Ertragsverlust von 17 % (Spanne 6,0 % - 38,6 %) gegenüber Erbsen, die innerhalb einer Fruchtfolge mit alternierendem Gemüse- (keine Leguminosen außer 1-malig Buschbohnen) und Sommerweizenanbau angebaut wurden. Für das 10. Nachbaujahr gibt KARCH einen Ertragsverlust von 19 % an. Nach weiterem 2-maligem Erbsenanbau (innerhalb von 3 Jahren im Wechsel mit Bohnen und Spinat), dann aber 3-jähriger Anbaupause, wurde ein Ertragsverlust von nur noch 6 % (statistisch nicht gesichert) festgestellt.

Nach 8-jährigem Erbsenanbau deuten sich leichte Ertragsrückgänge an

Da kaum Versuchsergebnisse zum langjährigen Einfluss relativ enger Erbsen- bzw. Erbsen-Leguminosen-Fruchtfolgen auf das Ertrags- und Infektionsgeschehen vorliegen, wurde 2007 in Dresden-Pillnitz ein Fruchtfolgeversuch angelegt, der über 18 Jahre (3 Rotationen der 6-jährigen Fruchtfolgen) laufen soll.

Bei einer ersten Ernte 2011 konnten nach vormals 4-maligem Erbsenanbau keine Ertragsdepressionen gegenüber Flächen mit erstmaligem Erbsenanbau festgestellt werden (LABER 2012). Nach weiteren 4 Versuchsjahren standen 2015 auf allen angelegten Varianten Erbsen, sodass wieder ein Ertragsvergleich durchgeführt werden konnte.

Material und Methoden

Der Fruchtfolgeversuch wurde auf einer Fläche angelegt, auf der im September 2006 einheitlich ein Landsberger Gemenge (Winterwicke, Inkarnatklée, Weidelgras) angesät worden war (Tab.). Nach dessen Einarbeitung und einer Einsaat von Phacelia wurden zwischen den späteren 30 m² (12 m × 2,5 m) großen Parzellen 1,25 m (seitlich) bzw. 5,0 m (vor/hinter) breite Rasenwege angelegt, die während der gesamten Versuchslaufzeit eine räumliche Trennung zwischen den Varianten gewährleisten sollen. Anfang August 2007 setzte dann die Differenzierung der verschiedenen Varianten ein: In den Varianten 'jährlich', '2-jährig', '4-jährig ohne/mit Leguminosen' wurde nochmals Phacelia eingesät, während in der Variante '4-jährig + Buschbohne' als Ausgleich für die spätere Ansaat in der Variante '4-jährig mit Leguminosen' Winterwicken ausgesät wurden.

In der Variante '4-jährig mit Luzerne' wurde ein 1^{1/2}-jähriger Luzernebestand etabliert, der regelmäßig beerntet wurde. Diese Variante entspricht einem typischen Anbau von Gemüseerbsen innerhalb einer landwirtschaftlichen Fruchtfolge mit mehrjährigem Klee- oder Luzerneanbau, dem ein 2 (bis 3)-jähriger Getreideanbau folgt. Danach stehen die Gemüseerbsen, wobei man deren frühe Räumung (M.-E. Juni) gerne für die Ansaat von Klee- bzw. Luzernebeständen nutzt.

Die Varianten '4-jährig mit Leguminosen' bzw. '4-jährig + Buschbohne' stellen eher 'intensive' landwirtschaftliche Fruchtfolgen mit Kartoffel- oder Buschbohnenanbau dar, die auf einen mehrjährigen Klee- oder Luzerneanbau verzichten und in denen (stattdessen) Leguminosen-Zwischenfrüchte eingebaut werden. Als Vergleichsvariante dient '4-jährig ohne Leguminosen', in der die Gemüseerbse die einzige Leguminose in der Fruchtfolge ist.

Die Varianten 'jährlich, Zwf. Phacelia' und '2-jährig Zwf. Phacelia' stellen versuchsmäßige Extremvarianten dar. Als Zwischenfrucht nach den Erbsen steht hier Phacelia (Aussaattermin ca. 28. KW), der dann nach Herbstfurche (Spatenmaschine) wieder die Erbse ('jährlich') folgt bzw. nach herbstlicher Einarbeitung ein Wintergetreide etabliert wird. In einer weiteren 2-jährigen Variante ('2-jährig Zwf. Ölrettich') wird nach den Erbsen statt der Phacelia Ölrettich ('Defender') eingesät mit dem zeitgleich (ca. 38. KW) mit der Phacelia-Einarbeitung eine Biofumigation erfolgt.

Die Variante '6-jährig mit Luzerne' stellt eine 'extensivere' landwirtschaftliche Fruchtfolge dar, in der, neben der Luzerne, nur die Gemüseerbse als Leguminose steht. Als Vergleich dient die Variante '6-jährig ohne Leguminosen', in der die Gemüseerbse die einzige Leguminose in der Fruchtfolge ist.

Nach 8-jährigem Erbsenanbau deuten sich leichte Ertragsrückgänge an

Tab.: Fruchtfolgelglieder bei den verschiedenen Varianten

Variante	2007			2008			2009			2010		
	Früh	Som	Herb	Früh	Som	Herb	Früh	Som	Herb	Früh	Som	Herb
jährlich, Zwf. Pha	Landsberger Gem. ⇨ Pha	Pha		Erbs	Pha		Erbs	Pha		Erbs	Bra	
2-jährig, Zwf. Pha		Pha	WW	SW		Pha	Erbs	Pha	WT		Bra	
2-jährig, Zwf. ÖR		Gelbsenf		Erbs	ÖR		Erbs	ÖR	WT		Bra	
4-jähr. o. Legu		Pha	WW	SW		Pha	Kartoffel		WT		Bra	
4-jähr. m. Legu		Pha	WW	SW		WWi	Kartoffel		WT		Bra	
4-jähr. + Bubo		WWi	WW	SW		Pha	Bubo		WT		Bra	
4-jähr. m. Luz.		Luz			WW			WT		Bra		
6-jähr. o. Legu		WWi	WW	SW		Pha	Erbs	Bra	WT		Bra	
6-jähr. m. Luz		Luz		WW		Pha	Erbs	Pha	WT		Bra	

Variante	2011			2012			2013			2014			2015
	Früh	Som	Herb	Früh	Som	Herb	Früh	Som	Herb	Früh	Som	Herb	Früh
jährlich, Zwf. Pha	Erbs	Bra		Erbs	Pha		Erbs*	Pha		Erbs	Bra	Pha	Erbs
2-jährig, Zwf. Pha	Erbs	Bra	WW		Pha	Erbs*	Pha	WT		Pha	Erbs		
2-jährig, Zwf. ÖR	Erbs	ÖR	WW		Pha	Erbs*	ÖR	WT		Pha	Erbs		
4-jähr. o. Legu	Erbs	Bra	WW		Pha	Kartoffel*		WT		Pha	Erbs		
4-jähr. m. Legu	Erbs	Per	WW		WWi	Kartoffel*		WT		Pha	Erbs		
4-jähr. + Bubo	Erbs	Per	WW		Pha	Bra	Bubo	WT		Pha	Erbs		
4-jähr. m. Luz.	Erbs	Luz			WW			WT		Pha	Erbs		
6-jähr. o. Legu	Ha	Bra		Ha	Pha	WW		WT		Pha	Erbs		
6-jähr. m. Luz	Luz (in DF Ha)				WW			WT		Pha	Erbs		

Frü = Frühjahr/Frühsommer; Som = Sommer; Herb = Spätsommer/Herbst;
 Bra = Brache (bei roter Schrift: witterungsbedingt keine Aussaat von Phacelia möglich bzw. Bestand unbefriedigend und daher vorzeitig umgebrochen); Bubo = Buschbohne;
 Erbs = Gemüseerbse (Markerbse) Sorte 'Spring/'Avola' (SVS) oder 'Sherwood' (SVS); Ha = Hafer (ggf. als DF = Deckfrucht);
 ÖR: Öletting; Per = Perserklee; Pha = Phacelia; SW = Sommerweizen (2007/8: WW durch Vogelfraß vernichtet);
 WT = Wintertriticale; WW = Winterweizen; WWi = Winterwicke; Zwf. = Zwischenfrucht;
 *: Kulturen im Juni nach Starkregenereignissen mit Wasserüberstau abgestorben

Die verschiedenen Varianten sind so synchronisiert, dass im Abstand von 4 Jahren (2011, 2015, ...) alle 1-, 2- und 4-jährigen Varianten mit Gemüseerbsen bestellt werden und so ein Ertragsvergleich stattfinden kann. Direkte Vorkultur ist dann jeweils (außer in der Variante 'jährlich') Wintertriticale mit einer Phacelia-Zwischenfrucht, sodass 'kurzfristige' Fruchtfolgewirkungen eher weniger ertragswirksam werden dürften.

2015 stand auch auf den 6-jährigen Varianten der Anbau von Gemüseerbsen an. Allerdings unterschieden sich diese Varianten nur insoweit von den 4-jährigen Varianten, als das hier letztmalig 2009 Erbsen standen, während dies bei den 4-jährigen Varianten 2011 der Fall war.

Bei Bodenbearbeitungsgängen (Spatenmaschine, Kreiselegge, Fräse) werden jeweils die 4 Wiederholungen einer Variante nacheinander bearbeitet und danach die Maschine gereinigt, sodass ein Verschleppen von bodenbürtigen Schaderregern zwischen den Varianten weitestgehend ausgeschlossen werden kann.

Nach 8-jährigem Erbsenanbau deuten sich leichte Ertragsrückgänge an

In Ermangelung von geeigneter Erntetechnik wird das Getreide zur Milchreife abgefahren, was eine Ernte mit Strohabfuhr simulieren soll. Auch die Luzerne wird bei mehreren Schnitten pro Jahr geerntet. Die Erbsen der 1- und 2-jährigen Varianten werden, soweit nicht eine Ertragsauswertung zusammen mit den 4-jährigen Varianten ansteht, zur Grünreife gemulcht. Bei einer Ertragsauswertung werden die Druschabfälle wieder auf die Parzellen aufgebracht.

Nach Winterfurche erfolgte 2015 die Aussaat der Erbsen am 7. April. Durch einen Aussaatfehler wurden allerdings 175 Korn/m² ausgesät, geplant war eine praxisübliche Saatedichte von 140 Korn/m². Durch diesen Aussaatfehler konnte auch die Ertrags Erfassung nur auf 7 lfd. m stattfinden.

Auf Grund relativ trockener Witterungsbedingungen musste mit insgesamt 46 mm beregnet werden. Trotz einer erfolgreichen Striegelbehandlung waren die Erbsen relativ stark verunkrautet, Krankheiten und Schädlinge traten aber nicht in nennenswertem Umfang auf.

Kulturdaten 2014/2015

- 27. März 2014: Variante 'jährlich': Aussaat von Erbsen 'Sherwood'(SVS)
- 15./23. Juni: Mulchen der Erbsen (Variante 'jährlich') bzw. der Wintertriticale
- 29. August: Aussaat von Phacelia
- Herbst 2014: Winterfurche mit Spatenmaschine (Phacelia vorher gemulcht)
- 9. April 2015: Saatbettbereitung mit Keiselegge, Aussaat der Erbsen auf Kernparzelle mit Parzellen-Drillmaschine: 175 Korn/m² (geplant: 140 Korn/m²), Sorte 'Sherwood' (SVS; cu); 10 Reihen, 11,5 cm Reihenabstand (Aussaat der Parzellenränder mit 2,5 m Drillmaschine: 140 Korn/m²)
- 27. April: Striegelbehandlung bei BBCH_{Erbsen} 12
- 13. April-8. Juni: Σ 46 mm Beregnung
- 16./17. Juni: Ernte (Drusch: 2 x 'Mini Sampling Viner')
- Versuchsanlage: Blockanlage mit 4 Wiederholungen
- Parzellengröße: 12 m x 2,5 m = 30 m², Ernteparzelle: 7 m x 1,15 m = 8,1 m²
- Bodenart: L 3 Al 73/74 (ca. 43 % Sand, 39 % Schluff, 17 % Ton)
- Nährstoffe: P_{CAL}: 9,2 mg P/100 g (D); K_{CAL}: 9,1 mg K/100 g (B); Mg_{Schachtschabel}: 12,5 mg Mg/100 g (E); C_t: 1,16 %; pH_{KCl}: 6,5

Nach 8-jährigem Erbsenanbau deuten sich leichte Ertragsrückgänge an

Ergebnisse im Detail

Bei der Entwicklung der Erbsen waren augenscheinlich keine Unterschiede auszumachen. Die Ernte der Erbsen erfolgte am 16. und 17. Juni (blockweise) bei einem mittleren Tenderometerwert (TW) von 114, signifikante TW-Unterschiede zwischen den Varianten waren nicht zu verzeichnen ($p = 0,1016$) (Abb. 1).

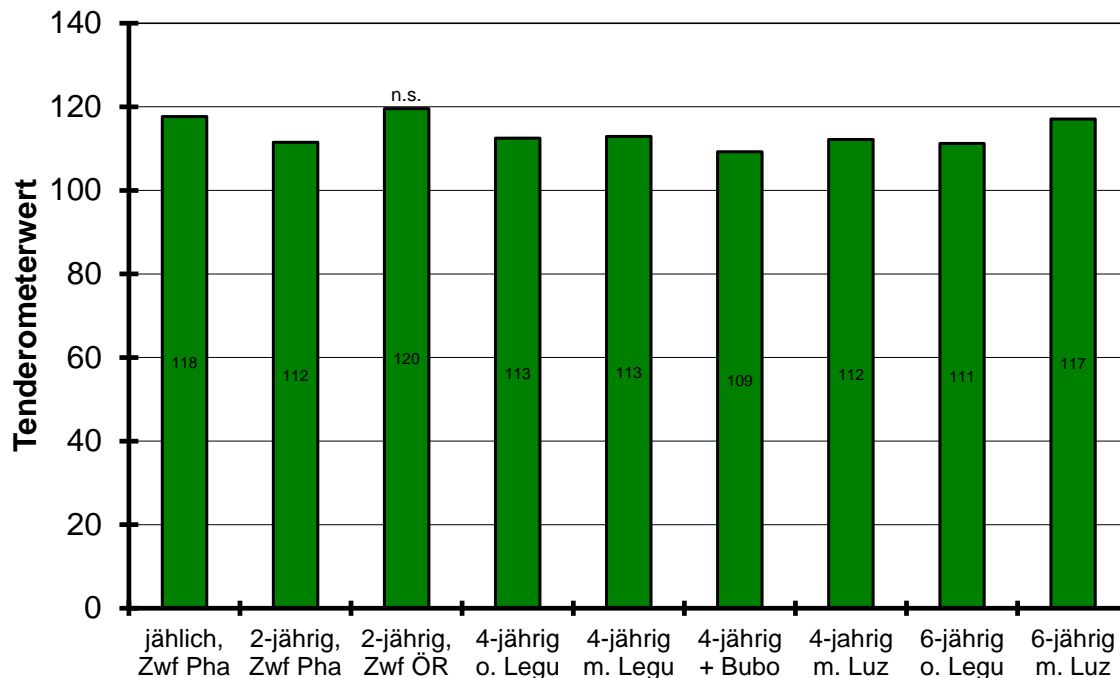


Abb. 1: Tenderometerwert der geernteten Erbsen (Mittelwert über die Wiederholungen, je Wiederholung 3 Messwiederholungen)

Mit durchschnittlich 49 dt/ha konnte ein für Öko-Anbauverhältnisse guter Rohertrag realisiert werden (Abb. 2). Korrigiert auf einen einheitlichen TW von 120 (rel. Ertrag_{TW 120} [%] = $-0,008248 \cdot (TW - 164,62)^2 + 116,4$; LABER 2011, verändert) lag das durchschnittliche Ertragsniveau bei 53 dt_{TW 120}/ha. Zwischen den meisten Varianten zeigten sich keine signifikanten Ertragsunterschiede (TW 120), deutlich positiv hob sich die Variante '4-jährig m. Luz' ab. Die Variante 'jährlich, Zwf. Pha' und '2-jährig, Zwf. ÖR' zeigten die geringsten Erträge. Allerdings fiel auch die Variante '6-jährig o. Legu' ertraglich ab, was 'schwerlich' mit der Anbauhäufigkeit der Erbsen in dieser Variante erklärt werden kann.

Fast man die Ertragsergebnisse der 1- und 2-jährigen Varianten zusammen (im Mittel 46 dt_{TW 120}/ha) und stellt sie den 4- und 6-jährigen Varianten (56 dt_{TW 120}/ha, inkl. '6-jährig o. Legu') gegenüber, deuten sich tendenziell ($p = 0,066$) aber doch geringere Erträge (-16 %) bei sehr häufigem Erbsenanbau an.

Nach 8-jährigem Erbsenanbau deuten sich leichte Ertragsrückgänge an

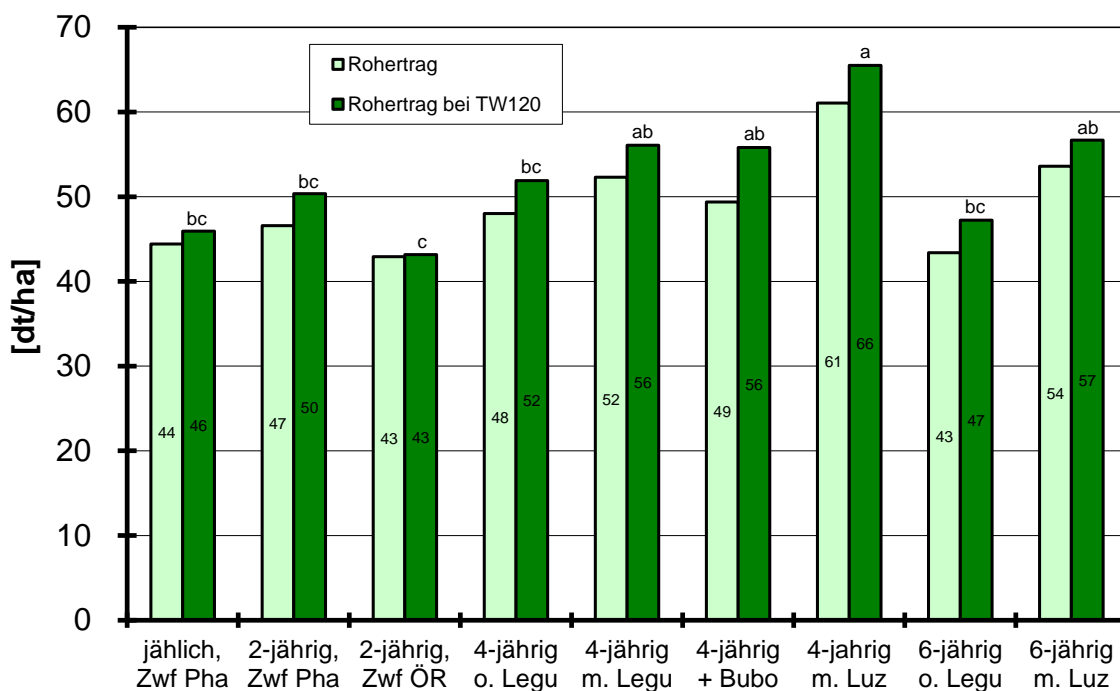


Abb. 2: Rohertrag und geschätzter Rohertrag bei einem Tenderometerwert von 120 (verändert nach LABER 2011) **bei den verschiedenen Fruchtfolgevarianten** (Mittelwert über die Wiederholungen; $GD_{\alpha < 0,05}$ Rohertrag: 10,1 dt/ha; Rohertrag bei TW 120: 11,0 dt/ha)

Literatur:

- BRETAG, T.W., L.M. SMITH und D.J. WARD 2001: Effect of soil-borne Ascochyta blight fungi on the grain yield of field peas. In: Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference, Hobart 2001
- CRÜGER, C., G.-F. BACKHAUS, M. HOMMES, S. SMOLKA und H.-J. VETTEN 2002: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Verlag E. Ulmer, Stuttgart
- FREYER, B. 2003: Fruchtfolgen. Verlag E. Ulmer, Stuttgart
- GÜNTHER, R. 1980: Der Einfluss des Anbaus in Monokultur auf quantitative und qualitative Merkmale bei neun Gemüsearten auf einem Löß-Standort. Diss. Univ. Halle-Wittenberg
- KARCH, G. 1988: Ergebnisse des Ertragsverlaufs bei einigen Gemüsearten nach zehnjähriger Monokultur und danach eingeschobenen Anbaupausen. Gartenbau **35** (12), S. 358-360
- KÖNNECKE, G. 1967: Fruchtfolgen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- LABER, H. 2011: Abreife- und Ertragsverlauf bei normalblättrigen und fiederblattlosen Markerbsen praktisch gleich; TW und AIS eng korreliert. www.hortigate.de
- LABER, H. 2012: Nach vierjährigem Erbsenanbau zeigten sich noch keine Ertragsdepressionen. Versuche im Deutschen Gartenbau, Gemüsebau, www.hortigate.de
- MICHALEK, H., H. POHLER, M. BRUMMUND und H. MELZER 1989: Empfehlungen zur Saatgut- und Körnerfutterproduktion von Erbsen und Gelben Süßlupinen. VE Kombinat Pflanzenzüchtung u. Saatgutwirtschaft, Quedlinburg
- NAUMANN, S. 1999: Produktionstechnik zur Integration in das Ökosystem des Standortes und betriebliche Aspekte. In: KELLER, R., H. HANUS und K.-U. HEYLAND: Handbuch des Pflanzenbaues, Bd. 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen, Verlag E. Ulmer, Stuttgart