

Biologische N₂-Fixierung von Öko-Gemüse- erbsen lag in Abhängigkeit vom Ertrag zwischen 13 und 69 kg N/ha	Öko-Anbau Erbsen N₂-Fixierung
---	---

Zusammenfassung

Im Rahmen eines vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau geförderten zweijährigen Projektes wurde von der Sächsischen Landesanstalt in Dresden-Pillnitz im Jahr 2007 die biologische N₂-Fixierung (BNF) von Öko-Gemüseerbsen auf 8 Praxisschlägen in Sachsen mittels der erweiterten Differenzmethode untersucht.

Bei den betriebsüblich gepflegten Beständen wurden dabei eine BNF von 13 bis 63 kg N/ha ermittelt. Auf unkrautfreien Parzellen lag die BNF zwischen 25 und 69 kg N/ha. Hier zeigte sich auch ein deutlicher Zusammenhang mit dem Marktertrag. Eine Abhängigkeit der BNF vom bodenbürtigen N-Angebot konnte, trotz z. T. extrem hoher N-Angebote nicht beobachtet werden.

Versuchsfrage und -hintergrund

Im Rahmen eines Projektes zur Erfassung der Unkrautkonkurrenz im Öko-Gemüseerbsenanbau bestand die Möglichkeit, auch die N₂-Fixierung der Erbsen zu untersuchen.

Material und Methoden

Auf den innerhalb landwirtschaftlich geprägter Fruchtfolgen (allgemein vieharm) eingliederten Schlägen wurden seitens der Betriebe Mitte März bis Anfang April die Erbsen ausgesät. Mit den Markerbsensorten 'Avola' (= 'Spring') sowie 'Prelado' (Schlag 4) und 'Sherwood' (Schlag 1) wurden nur frühe Typen angebaut.

Durch mangelhafte Saatgutqualität konnten insbesondere auf den Schlägen 1, 7, 8 und 9 nur unzureichende Erbsen-Bestandesdichten etabliert werden. Im Falle des extrem betroffenen Schlages 1 wurde der Bestand später sogar umgebrochen, so dass hier keine Auswertung stattfinden konnte. Die Bestände wurden von den Landwirten zumeist 2-mal im Laufe des Aprils gestriegelt. Die Schläge 5, 8, 10 und 11 zeigten dennoch eine starke Verunkrautung.

Nach den letzten Striegelgängen wurden in der Zeit von Mitte bis Ende April die Versuchspartellen (Kernparzelle 1,5 × 4,5 m = 6,75 m²) in vierfacher Wiederholung (Blockanlage) auf den Praxisschlägen abgesteckt. In einer Mischprobe über die verschiedenen, Parzellen wurde zu diesem Zeitpunkt auch der N_{min}-Vorrat an den Standorten ermittelt.

In der Variante 'unkrautfrei' wurden im weiteren Verlauf alle vorhandenen Unkräuter durch Jäten (keinerlei Bodenbearbeitung) beseitigt. Die Unkrautfreiheit wurde bis zur Ernte aufrechterhalten. In der Variante 'betriebsüblich' wurden versuchsseitig keinerlei Maßnahmen durchgeführt.

In 4 weiteren Parzellen erfolgte eine Einsaat von Phacelia als nicht-legume Referenzkultur. Hierzu wurden die Erbsenpflanzen (maximal im 3-Blattstadium) herausgezogen und das Phaceliasaatgut eingereicht. Die Phacelia lief durch die ungewöhnlich trockene Aprilwitterung auf vielen Schlägen zunächst nur sehr zögerlich auf, keimte dann aber spätestens mit Einsetzen der Niederschläge Anfang Mai flächendeckend.

Am 4. Juni begann die Beerntung der Versuchspartellen auf dem Schlag 12. Dazu wurden die Erbsenpflanzen auf den Kernparzellen herausgezogen und in Säcke verpackt. In der Variante 'betriebsüblich' wurden anschließend die Unkräuter auf 2 × 0,5 m² pro Wiederholung erfasst. Analog wurde bei der Phacelia (inkl. etwaig vorhandener Unkräuter) verfahren. Abschließend wurden in den verschiedenen Varianten N_{min}-Proben gezogen.

Versuche im deutschen Gartenbau	
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Gartenbau	
Dresden-Pillnitz	
Bearbeiter: Hermann Laber	2007

Die Pflanzen wurden über Nacht im Kühlraum bei ca. 4°C gelagert und am nächsten Tag auf einer stationären Erbsendreschmaschine ('Mini Sampling Viner', Tickhill Engineering Company) durch 2-maligen Durchgang gedroschen. Anschließend wurde die Masse an Erbsen und Ernterückständen ausgewogen.

Allerdings traten beim Dreschvorgang unvermeidbare Verluste an Erbsen und Ernterückständen auf, die aber kaum über 10 % (vermutlich eher bei 5 %) gelegen haben dürften. Dementsprechend sind die in Tab. 2 genannten Ertragsergebnisse um einen entsprechenden Faktor zu korrigieren. Andererseits wurden bei der Anlage der Versuchspartellen aber Spurbereiche ausgelassen, so dass die gefundenen Ertragszahlen nicht repräsentativ für die gesamte Fläche sind. In Näherung kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die Dreschverluste mit dem Anteil an Fahrspuren in etwa decken, so dass hier ein 'Ausgleich' angenommen werden kann.

An einer Teilprobe über die 4 Wiederholungen wurde für die spätere Ermittlung der N-Gehalte in der Sprossmasse der Trockensubstanzgehalt durch Trocknung bei 75°C ermittelt. Auch bei den zuvor frisch gewogenen Unkräutern der betriebsüblichen Variante und der Phacelia wurde so der TS- bzw. N-Gehalt bestimmt. Allerdings wurde es bei Schlag 5 und 6 versäumt, das Frischgewicht an Unkraut und Phacelia auszuwiegen, so dass für diese Schläge keine BNF errechnet werden konnte. (Zu weiteren Details siehe gesonderte Versuchsberichte zur Unkrautkonkurrenz und zum Nährstoffgehalt.)

Ergebnisse

Die Mitte bis Ende April durchgeführte N_{\min} -Beprobung (0-60 cm) wies mit 53 (Schlag 7) bis 217 kg N/ha (Schlag 11) zum Teil sehr hohe N_{\min} -Vorräte aus (Tab. 2). Im Falle des Schlages 1 (149 kg/ha) lässt sich dies mit der Vorkultur Klee (Umbruch) erklären (Tab. 1). Der durch eine Nachprobe bestätigte Wert von 217 kg N/ha auf dem Schlag 11 kann auch unter Einbeziehung der Stallmistgabe (auch Schlag 4 und 5 erhielten Stallmist) nur als 'Extremwert' angesehen werden. Ohne diesen Wert lag der N_{\min} -Vorrat bei durchschnittlich 91 kg N/ha. Im Mittel der Schläge ohne Kleeumbruch oder Stallmistgabe ergibt sich ein N_{\min} -Vorrat von 80 kg N/ha.

Die ermittelten Erbsenerträge lagen (in Abhängigkeit von der Bestandesdichte, dem Unkrautbesatz und Pathogenbefall) zwischen 9 und 94 dt/ha (Tab. 2). Dementsprechend lag die N-Menge im Marktertrag (Rohware) zwischen 6 und 72 kg N/ha. Die N-Menge in den Ernterückständen betrug 15 bis 83 kg N/ha, auf Schlag 4 (Sorte 'Prelado') lag sie mit rund 130 kg N/ha ungewöhnlich hoch. Der N-Harvestindex (N-Menge im Marktertrag ÷ N-Menge im gesamten Aufwuchs) betrug, bei einer Spanne von 16 bis 62 %, durchschnittlich 33 %.

Die N-Menge in den in der betriebsüblichen Variante vorhandenen Unkräutern lag auf dem stark verunkrauteten Schlag 11 bei 69 kg N/ha, sonst meist im Bereich von 20 kg N/ha oder auch darunter. Die Phacelia nahm bis zu 79 kg N/ha auf.

Die N_{\min} -Reste lagen auf den Erbsenflächen (betriebsüblich bzw. unkrautfrei) mit durchschnittlich (ohne Schlag 4) 67 kg N/ha relativ hoch. Auf Schlag 4 wurden mit 139 (betriebsüblich) bzw. 192 kg N/ha (unkrautfrei) extrem hohe Werte gefunden. Zusammen mit den hier auch sehr hohen N-Mengen im Erbsenaufwuchs und den aber nur 'normalen' N-Mengen in der Phacelia errechnet sich nach der erweiterten Differenzmethode eine BNF von 172 bzw. 232 kg N/ha. Diese Werte liegen über der N-Menge im Erbsenaufwuchs und sind daher nicht nachvollziehbar hoch. Hier liegt die Vermutung nahe, dass insbesondere die N_{\min} -Werte fehlerhaft sind. Allerdings traten extrem hohe N_{\min} -Reste in beiden Varianten auf, so dass wiederum ein 'Ausreißer' unwahrscheinlich ist.

Ohne den Schlag 4 lag die BNF im Mittel bei 37 kg N/ha (13 bis 69 kg N/ha). Trotz einer Spanne im N_{\min} -Vorrat von 50 bis über 200 kg N/ha bzw. einem in den Phacelia-Parzellen ermittelten N-Angebot in ähnlicher Spannweite konnte überraschenderweise keine Abhängigkeit der BNF vom N-Angebot des Bodens festgestellt werden (betriebsüblich: $R^2 = 0,04$, unkrautfrei: $R^2 = 0,00$).

Die ertragsbezogene BNF lag durchschnittlich (ohne Schlag 4) bei 1,27 kg N/dt FM-Ertrag und damit auf 'Faustzahlenniveau' (1,5 kg N/dt). Sie zeigte allerdings eine große Spannweite von 0,37 (Schlag 7) bis 3,23 (Schlag 8). Doch auch bei diesem (auf das unterschiedliche Ertragsniveau korrigierte) Wert zeigte sich keinerlei Abhängigkeit vom N-Angebot (betriebsüblich: $R^2 = 0,06$, unkrautfrei: $R^2 = 0,00$).

Dagegen ließ sich die Variation der BNF zumindest bei der unkrautfreien Variante fast ausschließlich mit dem erzielten Erträgen erklären (Abb.). Bei betriebsüblicher Bewirtschaftung und damit Verunkrautung zeigte sich dieser Zusammenhang nicht, da auf Schlag 7 und 9 mit 13 bzw. 25 kg N/ha eine deutlich geringere BNF als auf Grund der Regressionsgraden zu erwarten gefunden wurde. Warum an diesen beiden Standorten eine größere Differenz in der BNF zwischen der betriebsüblichen und der unkrautfreien Variante auftrat bleibt unklar, da (analog zu der relativ geringen Verunkrautung) keine bzw. (im Vergleich zu anderen Schlägen) nur geringe Ertragseinbußen zu verzeichnen waren.

Tab. 1: Vorkultur, Düngung und Anbaudaten

Schlag	Bodenzahl ¹⁾	Vorkultur 2006 ^{1, 2)}	Düngung ¹⁾	Pflugfurche ¹⁾	Aus-saat-termin ¹⁾	Bestandes dichte [Pfl./m ²]	Ernte der Versuchs-Parzellen ³⁾
1	84	Klee		Herbst	28.3.	44	
2	75	Dinkel		Herbst	28.3.	75	11.6. ⁴⁾
3	ca. 85	Dinkel		Herbst	~15.3.	85	5.6.
4	55	Erbsen, Leindotter ⁵⁾	200 dt/ha Schafmist ⁶⁾	Herbst	28.3.	102	11.6.
5	36			Herbst	17.3.	110	7.6.
6	60	Weizen		Frühjahr	13.3.	82	7.6.
7	85	Weizen		Frühjahr	27.3.	63	12.6.
8	47	Körnermais		Frühjahr	15.3.	55	6.6.
9	47	Grünroggen ⁷⁾		Frühjahr	4.4.	54	18.6.
10	47	Körnermais		Frühjahr	30.3.	85	14.6.
11	55	Weizen	200 dt/ha Mist (Rind/Pferd) ⁶⁾	Herbst	13.3.	83	6.6.
12	50	Möhren		Herbst	14.3	94	4.6.

- ¹⁾ Angaben des Betriebs; ²⁾ soweit nicht anders angegeben keine Zwischenfrüchte; ³⁾ inkl. N_{min}-Probe;
⁴⁾ auf Grund eines starken Befalls mit *Fusarium solani* (Notreife) wurde der Schlag bereits am 7.6. beerntet;
⁵⁾ Gemüseerbsen, anschließend Leindotter; ⁶⁾ zur Herbstfurche 2006/2007;
⁷⁾ Ölrettich/Buchweizen/Phacelia-Gründungsgemenge, anschließend Grünroggen mit Futternutzung

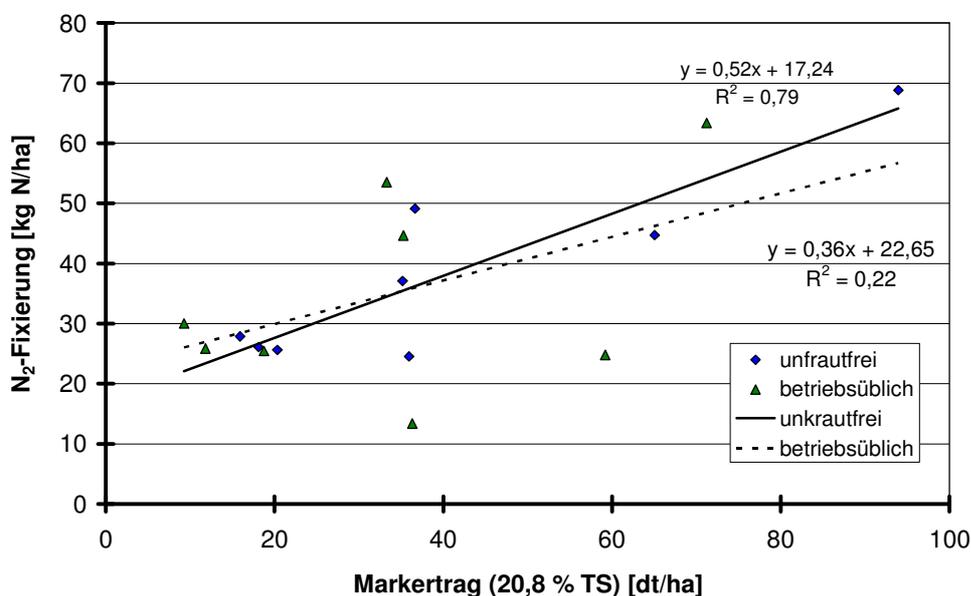


Abb.: N₂-Fixierung in Abhängigkeit vom Marktertrag
(Mittelwerte über vier Wiederholungen)

Tab. 2: N_{min}-Werte, N-Menge im Aufwuchs sowie daraus berechnete N₂-Fixierung

Schlag	Variante	N _{min} -Vorrat ¹⁾ (0-60 cm) [kg N/ha]	Erbsen			N im Aufwuchs ³⁾ (kg N/ha)	N _{min} -Rest (0-60 cm)	Summe N ⁵⁾	N ₂ -Fixierung ⁶⁾	
			Markt- Ertrag ²⁾ [dt FM/ ha]	N im Markt- ertrag	N in Ernte- rückst.				[kg N/ dt FM]	[kg N/ dt FM]
1		149								
2	betriebs- üblich	96	19	12	19	$\frac{31}{21^{4)}$	59	111	25	1,36
	unkrautfrei		18	12	15	27	84	111	26	1,44
	Phacelia					21	64	85		
3	betriebs- üblich	82	35	26 ⁷⁾	43	$\frac{69}{12^{4)}$	22	103	45	1,27
	unkrautfrei		35	26 ⁷⁾	43	69	27	96	37	1,05
	Phacelia					24	34	59		
4	betriebs- üblich	106	57	46	123	$\frac{169}{12^{4)}$	139	320	(172) ⁸⁾	(3,01)
	unkrautfrei		64	51	137	189	192	381	(232) ⁸⁾	(3,65)
	Phacelia					73	76	148		
5	betriebs- üblich	111	23	16	65	81	104			
	unkrautfrei		28	20	80	100	87	187		
	Phacelia						80			
6	betriebs- üblich	75	27	17	43	60	33			
	unkrautfrei		27	18	44	63	34	96		
	Phacelia						36			
7	betriebs- üblich	53	36	23	38	$\frac{61}{10^{4)}$	44	115	13	0,37
	unkrautfrei		36	24	47	71	55	126	25	0,68
	Phacelia					50	52	102		
8	betriebs- üblich	98	9	6	33	$\frac{39}{30^{4)}$	82	151	30	3,23
	unkrautfrei		16	11	49	60	89	149	28	1,75
	Phacelia					55	66	121		
9	betriebs- üblich	80	59	50	55	$\frac{105}{6^{4)}$	55	166	25	0,42
	unkrautfrei		65	51	52	103	83	186	45	0,69
	Phacelia					70	71	141		
10	betriebs- üblich	78	71	58	35	$\frac{93}{26^{4)}$	69	187	63	0,89
	unkrautfrei		94	72	52	123	70	193	69	0,73
	Phacelia					74	50	124		
11	betriebs- üblich	217	12	10	53	$\frac{63}{69^{4)}$	91	223	26	2,19
	unkrautfrei		20	17	83	100	123	223	26	1,26
	Phacelia					79	119	198		
12	betriebs- üblich	76	33	23	61	$\frac{84}{21^{4)}$	54	160	54	1,61
	unkrautfrei		37	26	63	89	66	155	49	1,34
	Phacelia					45	62	106		

¹⁾ N_{min}-Beprobung zwischen dem 17. und 25. April (nach den Striegelbehandlungen);

²⁾ Ertrag berechnet auf einem TS-Gehalt von 20,8 % (entspricht einem Tenderometerwert von ca. 120);

³⁾ bei Erbsen: N im Marktertrag + N in den Ernterückständen, bei Phacelia: inkl. geringer Mengen an Unkraut;

⁴⁾ N im Unkraut-Aufwuchs; ⁵⁾ N im Aufwuchs (bei betriebsüblich inkl. N im Unkraut) + N_{min}-Rest. Entspricht in der Phacelia-Variante dem N-Angebot des Standortes; ⁶⁾ Summe-N_{betriebsüblich} bzw. unkrautfrei – Summe-N_{Phacelia};

⁷⁾ N-Gehalt in der TS auf Grund fehlender Analysewerte auf Basis der durchschnittlichen Gehalte geschätzt;

⁸⁾ berechnete N₂-Fixierung offensichtlich fehlerhaft. Daten bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt