

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität Gießen  
und der Prüfstelle des Bundessortenamtes Speyer

# Untersuchungen über den Einfluß der Standweite auf die Variabilität einiger Eigenschaften von verschiedenen Sojabohnensorten [*Glycine soja* (L.)]

Von W. SCHUSTER und F. SPENNEMANN

## 1. Problemstellung und Versuchsbedingungen

Bei der Registerprüfung der deutschen Sojabohnensorten fiel die starke Variabilität des Habitus der Sojapflanze bei veränderten Standräumen auf. Durch Schädigung der Keimfähigkeit oder Triebkraft sowie durch Schädlingsbefall vergrößert sich der Standraum bei der einen oder anderen Sorte öfter einmal als normalerweise vorgesehen. Um festzustellen, wie sich die Vergrößerung der Standweite auf die einzelnen Merkmale der Sortenregisterbeobachtungen auswirkt und ob die einzelnen Sorten auf die Veränderung des Standraumes gleich oder unterschiedlich reagieren, wurden in Gießen (schwerer alluvialer Lehm, mittlere Tagestemperatur 8,8 °C, jährliche Niederschlagssumme 601 mm) und in Speyer (humoser, lehmiger Sand, mittlere Tagestemperatur 10,0 °C, jährliche Niederschlagssumme 562 mm) in den Jahren 1959, 1960 und 1961 mehrfaktorielle Versuche mit 3 Standräumen mit 4 Sorten durchgeführt.

Sorten: 1. Adepta (mittelspät, hochwüchsig)  
2. Praemata (mittelfrüh, mittelhoch)  
3. Caloria (mittelfrüh, hochwüchsig)  
4. Bitterhoffs Gelbe (spät, kurz)

Siehe auch D.L.G.-Sortenratgeber 1964

Standräume: I. 40 × 10 cm = 25 Pflanzen je qm  
II. 40 × 25 cm = 10 Pflanzen je qm  
III. 40 × 40 cm = 6,7 Pflanzen je qm

Es wurden mehrere Körner je Pflanzstelle ausgelegt und später auf eine Pflanze vereinzelt. 1960 wurde der Standraum I (25 Pflz. je qm) in Gießen nicht vereinzelt, so daß hier 45–50 Pflanzen auf dem qm standen. Der Standraum 40 × 10 cm entspricht dem normalen Sortenregisteranbau.

In Speyer fielen infolge unvorhergesehener Einflüsse einige Varianten aus, so daß keine zusammenfassende Verrechnung und Tabellierung erfolgen konnte. So müssen die Ergebnisse der beiden Standorte nebeneinander betrachtet werden.

Die hier mitgeteilten Meßwerte sind Mittel von 40 Pflanzen je Variante.

## 2. Literatur

Die Angaben über die optimalen Standräume bei Sojabohnen weichen in älterer und neuerer Literatur stark voneinander ab. J. BECKER-DILLINGEN 1929 bezeichnet Standräume von 45–60 cm im Quadrat je Pflanzstelle 2–3 Samen als optimal. Bei Drillsaaten empfiehlt er 40 cm Reihenabstand und auf 20 cm in der Reihe zu vereinzeln. Er warnt vor zu dichtem Bestand, da die Sojabohne gegen Beschattung sehr empfindlich sei. In Japan seien Standräume von 45 × 30 cm üblich und in China würde die Sojabohne zur Körnergewinnung bei Reihenentfernungen von 40–60 cm und Abständen in der Reihe von 30–40 cm angebaut.

Aber K. BOSHART 1923 fand schon, daß Standräume von 45 × 45 cm nur geringe Erträge lieferten und empfahl Abstände zwischen den Reihen von 30

bis 35 cm und zwischen den Pflanzen in der Reihe von 10–15 cm.

F. DRAHORAD 1934 erhielt in Österreich die höchsten Erträge bei einer Reihenentfernung von 50 cm und einer Saatstärke von 50 kg/ha. Auch E. LOWIG 1938 erzielte mit dem Standraum 50 × 20 cm wesentlich höhere Leistungen als mit weiteren Standräumen. Er vermutete, daß der Kornertrag durch engeren Stand noch gesteigert werden könnte. Unter rumänischen Verhältnissen (Siebenbürgen) erreichte A. KORNFIELD 1936 die höchsten Erträge mit Drillsaat bei 40 cm und späterem Verhacken auf 20 cm, dabei schnitten engere und weitere Reihenabstände ungünstiger ab. W. RIEDE 1938 bezeichnet 20 Pflanzen je qm als optimal.

A. DIECKMANN 1937 empfiehlt eine Saatstärke von 60 kg/ha bei einer Reihenentfernung von 40–45 cm (bei Tausendkorngewicht = 180 g und Triebkraft = 90% = etwa 30 Pflanzen je qm). Auch er sieht einen zu dichten Bestand als nachteilig an, da ein zu enger Standraum den Samenansatz stark beeinträchtigt und eine zu starke Beschattung während der Blütezeit den Ansatz vollkommen in Frage stellen könne.

Ebenso erhielt G. SESSOUS 1938 mit 30 Pflanzen je qm die höchsten Erträge. Dabei wird festgestellt, daß auf leichten Böden offensichtlich die Reihenentfernungen enger als auf besseren Böden sein müssen. In weiteren Untersuchungen (G. SESSOUS 1942) wurden jedoch keine wesentlichen Ertragsunterschiede bei Reihenentfernungen von 20–40 cm gefunden. Auch E. SACHS 1949 erhielt keine Ertragsunterschiede bei Variation der Saatstärke zwischen 30, 40 und 60 kg/ha. Dagegen erhielt F. OBERDORF 1947 einen deutlichen Mehrertrag bei Lichtschachtsaat (10 + 10 ← 70 → 10 + 10) gegenüber einem Reihenabstand von 40 cm.

Wohl in Anlehnung an diese Veröffentlichungen werden in den „Faustzahlen“ (1963) 60 kg/ha bei günstigen und 90 kg/ha bei ungünstigen Verhältnissen bei einer Reihenentfernung von 40–60 cm empfohlen.

A. SCHEIBE 1953 gibt für Sojabohnen eine Saatstärke von 60–90 kg/ha bei einem Reihenabstand von 35–40 cm an.

In den „Richtlinien für Sortenversuche“ (1961) wird eine Aussaatnorm von 70 Körnern je qm unter Berücksichtigung der Triebkraft als optimal bezeichnet, das entspricht einer Saatsnorm von 130 kg/ha bei einem Tausendkorngewicht von 185 g und einer Reihenentfernung von 35–40 cm.

In den Jahren 1939 bis 1943 wurden von O. RICHTER (1939, 1940, 1941, 1942–1943) Standraumversuche auf unterschiedlichen Standorten und mit verschiedenen Sorten durchgeführt. 1939 nahmen die

Erträge mit dem dichteren Stand zu. Die höchsten Erträge (14,3 dz/ha Korn) wurden bei einer Reihenentfernung von 33,3 cm und einer Saatstärke von 90 kg/ha erzielt. Nur einer von 10 Stämmen brachte bei einer Saatsnorm von 50 kg/ha höhere Erträge als bei 90 kg/ha. Die Stroherträge sowie der Eiweiß- und Fettgehalt wurden durch die Standräume nicht verändert (O. RICHTER und H. GROSSMANN 1939).

1940 wurden die Reihenabstände von 50 cm, 40 cm, 33,3 cm bis 20 cm und die Saatstärken von 50 kg/ha, 70 kg/ha bis 90 kg/ha variiert. Die Saatstärke hatte bei den untersuchten Sorten nur einen geringen Einfluß auf den Kornertrag. Jedoch wurde der höchste Ertrag (15,0 dz/ha) bei einer Reihenentfernung von 20 cm und einer Saatstärke von 50 kg/ha geerntet. Auch war der Eiweiß- und Fettgehalt bei 20 cm Reihenentfernung etwas höher (O. RICHTER 1940).

Die Versuche 1941 auf zwei Standorten brachten dagegen bei 20 cm Reihenentfernung Mindererträge. Die höchsten Kornerträge (die Differenzen zwischen den Varianten waren allgemein nicht groß) wurden bei einer Reihenentfernung von 40 und 50 cm bzw. 70 Körner je qm erzielt (12,6 und 14,8 dz/ha).

1942 und 1943 konnten allgemein nur geringe Erträge geerntet werden (3,95–4,64 und 5,69 bis 7,64 dz/ha). Die Reihenweite betrug 40, 30 und 20 cm und der Abstand in der Reihe 15, 10, 7,5 und 5 cm, das entsprach etwa einer Pflanzenzahl von 15 bis 75 je qm. Der höchste Ertrag wurde bei einem Standraum von  $30 \times 7,5 \text{ cm} = 45$  Pflanzen je qm geerntet (O. RICHTER 1943).

Diese Versuche zeigen, daß Wechselbeziehungen zwischen den Jahreseinflüssen und den Standräumen bestehen. Um Höchsterträge zu erzielen darf offensichtlich die Sojabohne nicht zu dünn stehen, 40 bis 70 Pflanzen je qm sollten nach diesen Ergebnissen gefordert werden. Dabei scheint der Einfluß der Reihenentfernung bei verschiedenem Witterungsverlauf unterschiedlich zu sein, jedoch keine so starke Wirkung wie die Pflanzenzahl je qm zu haben.

Dies kommt auch bei den Untersuchungen von R. G. WIGGANS 1939, A. H. PROBST 1945 und W. F. LEHMAN und J. W. LAMBERT 1960 mit amerikanischen Sorten in Nordamerika zum Ausdruck.

R. G. WIGGANS 1939 erhielt im Mittel von vierjährigen Versuchen bei 20 Pflanzen je qm die höchsten Kornerträge, wobei der Einfluß der Standräume in den einzelnen Jahren stärker variierte.

A. H. PROBST 1945 untersuchte vier Jahre lang das Verhalten von 4 Sorten auf unterschiedliche Abstände zwischen den Pflanzen bei einer Reihenentfernung von 75 cm. Bei Pflanzenabständen in der Reihe von 5 und 7,5 cm = 26 und 17 Pflanzen pro qm wurden im Durchschnitt die höchsten Korn erträge erzielt. Auch bei diesen Untersuchungen ergaben sich signifikante Wechselwirkungen zwischen Standraum/Jahr und Standraum/Sorte. Die engeren Pflanzenabstände 2,5 und 5 cm zeigten eine stärkere Lagerung als die weiteren Standräume. Wuchshöhe und Tausendkorngewicht wurden durch die Standräume nicht oder nur wenig verändert.

Die Untersuchungen von W. F. LEHMAN und J. W. LAMBERT 1960 wurden mit zwei sehr unterschiedlichen Sorten (hochwüchsig, geringere Standfestigkeit, mittleres Tausendkorngewicht und kurz, stand-

fest, große Samen) auf zwei verschiedenen Standorten bei unterschiedlichen Reihenweiten (50 und 100 cm) und verschiedenen Pflanzenabständen in der Reihe (1,3; 1,9; 3,8 und 7,6 cm) durchgeführt. Es zeigten sich deutliche Standorteinflüsse. Auf dem etwas trockneren Standort wurden bei 26 Pflanzen je qm und einem Reihenabstand von 50 cm die höchsten Kornerträge erzielt, während auf dem anderen Prüfort die höchsten Kornleistungen bei 52 Pflanzen je qm geerntet wurden und der Standraum von 26 Pflanzen/qm deutliche Mindererträge brachte. Das Tausendkorngewicht wurde auch bei diesen Versuchen durch die Standräume nicht verändert. Dagegen nahmen mit engerem Standraum deutlich ab: die Zahl der Körner pro Pflanze, die Hülsenzahl pro Pflanze, die Zahl der Körner in der Hülse, die Verzweigung und der Anteil der Seitenzweige am Ertrag pro Pflanze.

Unter russischen Anbaubedingungen werden von W. ZOLOTNIZKI 1958 als günstigste Standräume Quadratverbände von  $45 \times 45 \text{ cm}$  bis  $60 \times 60 \text{ cm}$  mit 6–10 Pflanzen je Horst empfohlen. P. A. ZABAZNYJ 1959 bezeichnet als günstige Saatstärken 40–50 kg/ha bei Reihenentfernungen von 60–80 cm. Dagegen empfiehlt A. LITYNSKI 1959 für polnische Anbaubedingungen einen wesentlich dichteren Bestand: Saatmenge 80–100 kg/ha bei Reihenentfernungen von 30–40 cm.

Zu ähnlichen Saatstärken kommt E. STREUBER 1961 durch neuere Untersuchungen in Mitteldeutschland. Die höchsten Erträge wurden bei einem Reihenabstand von 40 cm und einer Saatstärke von 80 kg/ha erreicht, die optimale Pflanzenzahl betrug auf leichtem Boden 65–70 Pflanzen je qm. Auf einem Lößlehm Boden wurden die höchsten Kornleistungen bei 50 Pflanzen pro qm erzielt. Daraus wird geschlossen, daß die Bestandesdichte auf leichten Böden höher sein muß als auf besseren. Weiter ergaben kombinierte Saatzeit-Standraum-Versuche, daß bei früher Saat höhere Saatmengen notwendig sind. Die Ergebnisse der Untersuchungen über Saatstärke und Reihenentfernung führten zu dem Schluß, daß ein dichter Bestand in der Reihe wichtiger als der Reihenabstand sei: „Enge Standräume verlangen höhere Saatmengen, weite Standräume kommen mit geringeren aus.“ Die Untersuchungen der ertragbestimmenden Faktoren ergaben, wie bei den amerikanischen Versuchen, keinen Einfluß des Standraumes auf das Tausendkorngewicht sowie auf den Rohprotein- und Rohfettgehalt. Die Zahl der Hülsen und die der Körner pro Pflanze standen in Wechselbeziehung mit der Pflanzenzahl, so daß zwischen den Aussaatmengen von 60, 80 und 100 kg/ha kein Ertragsunterschied auftrat. Der Kornertrag pro Pflanze nahm mit der Erweiterung des Standraumes geradlinig zu. STREUBER weist darauf hin, daß neben den Witterungsverhältnissen wahrscheinlich auch der Wuchstyp und andere Eigenschaften der Sorten eine Rolle bei der Auswahl der richtigen Bestandesdichte spielen wird.

Die Grünfüttererträge der Sojabohne wurden nach R. G. WIGGANS 1937 und 1939 bei Untersuchungen mit engeren Reihenabständen (bis 20 cm) allgemein erhöht. Jedoch ergaben sich auch hier deutliche Wechselwirkungen zwischen Sorte/Standraum und Jahr/Standraum. Auch A. KORNFELD 1936







lich geringere Verzweigung als die übrigen Sorten. Zwischen den Sorten und Standräumen bestanden nur geringe Wechselwirkungen, wie auch die Sorten in den einzelnen Jahren ähnlich auf die Veränderung des Standraumes reagierten.

In Speyer traten ähnliche Sortenabstufungen wie in Gießen auf (siehe Tab. 6). Nur war hier 1960 die Verzweigung stärker als 1959 und 1961.

Die Zahl der Seitenzweige stieg mit dem weiteren Standraum in ganz ähnlicher Weise wie in Gießen an. Selbst die geringere Zunahme der Verzweigung von Standraum I zu Standraum II bei 'Caloria' und die geringe Differenz von Standraum II zu Standraum III bei 'Praemata' sind auf diesem Standort wiederzufinden, wie auch 'Adepta' eine deutlich geringere Verzweigung beim engsten Standraum ( $40 \times 10$  cm) hatte.

Ebenso oder noch deutlicher kommt der Standraumeinfluß bei der Anzahl der Verzweigungen zweiter Ordnung in Tab. 7 und Tab. 8 zum Ausdruck.

Auch die Jahresunterschiede sind bei diesen Zusammenfassungen sehr deutlich und in Speyer anders als in Gießen. Ebenso zeigt sich, daß die einzelnen Sorten unterschiedlich auf die Erweiterung des Standraumes reagieren können. So ist die Zahl der Seitenzweige zweiter Ordnung bei 'Bitterhoffs Gelbe' beim weitesten Standraum wesentlich größer als bei den übrigen Sorten, wie auch diese Sorte einen weiteren Standraum durch Erhöhung der gesamten Seitenzweige ausgleichen konnte (siehe Tab. 5 und 6) und dadurch bei dieser Sorte im Gegensatz zu den übrigen kein so deutlicher Ertragsabfall (siehe Tab. 2) eintrat.

Die Ansatzhöhe der Verzweigung wurde ebenfalls durch den Standraum verändert, wobei keine wesentlichen Jahres- und Sortenunterschiede auftraten. Auch waren die Ergebnisse in Speyer und Gießen sehr ähnlich. Die Ansatzhöhe der Seitenzweige erfolgte im Mittel aller Sorten und Jahre bei Standraum I ( $40 \times 10$  cm) am 2,2ten Blattknoten, bei Standraum II ( $40 \times 25$  cm) am 1,6ten und bei Standraum III ( $40 \times 40$  cm) am 1,3ten Nodium. — Aus Platzmangel wurde auf eine tabellarische Darstellung verzichtet.

Nicht nur die Zahl, sondern auch die Länge der Seitenzweige wurde durch den Standraum variiert. Dabei ergaben sich (Tab. 9) einige Jahres- und Sortenunterschiede sowie auch Wechselwirkungen zwischen Sorte und Standraum.

Der längste Seitenzweig war im Mittel aller Varianten bei 'Adepta' 43,0 cm, bei 'Praemata' 33,5 cm, bei 'Caloria' 44,1 cm und bei 'Bitterhoffs Gelbe' 29,4 cm lang.

Beim engsten Standraum ( $40 \times 10$  cm) wurden 27,4 cm, bei Standraum II ( $40 \times 25$  cm) 41,9 cm und beim Standraum III ( $40 \times 40$  cm) 43,5 cm gemessen. Aber die vier Sorten reagierten unterschiedlich auf die Standraumveränderung. 'Adepta' und 'Caloria' zeigten besonders in Gießen, aber auch in Speyer,

Tabelle 9. *Standraumversuch in Gießen und Speyer (1959—1961).*  
Länge des größten Seitenzweiges pro Pflanze in cm

Standraum Sorte/Standort	I = $40 \times 10$ cm		II = $40 \times 25$ cm		III = $40 \times 40$ cm		M Sorte	
	Gießen	Speyer	Gießen	Speyer	Gießen	Speyer	Gießen	Speyer
Adepta	28,5	20,2	46,4	45,6	54,0	46,9	43,0	37,6
Praemata	27,7	23,3	38,1	31,5	34,8	32,5	33,5	29,1
Caloria	31,4	27,3	48,6	40,8	52,3	48,8	44,1	39,0
Bitterhoffs Gelbe	21,9	(23,8)	34,4	(46,7)	32,8	(43,2)	29,4	(37,9)
M Standraum	27,4		41,9		43,5			

ein Längerwerden des größten Seitenzweiges der einzelnen Pflanzen von Standraum II zu Standraum III, während 'Praemata' und 'Bitterhoffs Gelbe' eine Verkürzung der Seitenzweige durch die Erweiterung des Standraumes von  $40 \times 25$  cm auf  $40 \times 40$  cm aufwiesen, wie aus Tab. 9 zu ersehen ist. Auch machte sich 1960 in Gießen der engere Stand bei Standraum I gegenüber den anderen Jahren bemerkbar, indem die Differenz von Standraum I zu II in diesem Jahr etwas größer war.

#### d) Zahl der Blattknoten (Nodien) pro Pflanze

Obwohl die Wuchshöhe mit dem weiteren Standraum abnahm (Tab. 3), nahm die Zahl der Blattknoten an der Hauptachse mit der Vergrößerung des Standraumes zu (siehe Tab. 10 und 11), d. h. die Internodien wurden auf beiden Standorten deutlich kürzer durch Erweiterung des Standraumes von  $40 \times 10$  auf  $40 \times 25$  cm. Eine weitere Vergrößerung des Standraumes auf  $40 \times 40$  cm brachte keine Vermehrung der Nodien an der Hauptachse.

Zwischen den beiden Standorten bestanden kaum Unterschiede, lediglich 1959 wurden in Speyer allgemein mehr Blattknoten am Haupttrieb festgestellt. Auf beiden Standorten machten sich auch die gleichen Sortenunterschiede bemerkbar: 'Adepta' hatte etwas mehr und 'Praemata' etwas weniger Blattknoten als die beiden anderen Sorten.

Es machten sich auch einige Wechselwirkungen bemerkbar, indem die Sorten nicht in jedem Jahr und auf jedem der Standorte gleichsinnig auf die Vergrößerung des Standraumes reagierten.

Die Zahl der Blattknoten an den Seitenzweigen hängt verständlicherweise stark von der Zahl der Seitenzweige ab, so daß diese mit Erweiterung des Standraumes stark zunehmen muß. Deshalb wurde auf die Wiedergabe der Tabellen verzichtet.

Es bestanden ähnliche Sortenrelationen wie bei der Zahl der Seitenzweige: 'Adepta' hatte etwas weniger Blattknoten an den Seitenzweigen (16,7) und 'Bitterhoffs Gelbe' etwas mehr (23,3). Auch deutliche Jahresunterschiede traten auf, indem auf beiden Standorten 1959 eine höhere und 1961 eine geringere Anzahl von Nodien an den Seitenzweigen gezählt wurden als 1960. Auch wurde, wie bei der Zahl der Verzweigungen, die stärkste Zunahme der Blattknoten an den Seitenzweigen beim größeren Standraum 1959 festgestellt.

Die Standraumunterschiede im Mittel der Jahre und Sorten betrugen in Gießen: I =  $40 \times 10$  cm = 9,7; II =  $40 \times 25$  cm = 25,2; III =  $40 \times 40$  cm = 29,9 Blattknoten an den Seitenzweigen. In Speyer wurden praktisch die gleichen Werte gefunden. Auch gewisse Wechselwirkungen zwischen Sorte und Stand-

raum traten zutage, indem 'Praemata' wie bei der Verzweigung weniger auf die Standraumerweiterung von II zu III reagierte als die übrigen Sorten, zumindest 1960 und 1961 in Gießen.

#### e) Anzahl der Hülsen je Pflanze

Ein wichtiger Faktor für die Ertragsbildung der Sojabohne dürfte die Zahl der Hülsen je Pflanze sein. Wie die Tab. 12 zeigt, geht diese mit den großen Ertragsunterschieden in den einzelnen Jahren (Tab. 2a) weitgehend parallel.

Die Sortenunterschiede in Tab. 12 sind dagegen stärker als beim Samenertrag (Tab. 2b). Deutlich mehr Hülsen je Pflanze hatten 'Adepta' und 'Caloria', während bei 'Bitterhoffs Gelbe' und auch bei 'Praemata' weniger festgestellt wurden. In dem ungünstigen Jahr 1961 war die Zahl der Hülsen bei 'Adepta' deutlich höher, während hier 'Caloria' weniger Hülsen als die beiden anderen Sorten ausgebildet hatte.

Der Standraum wirkte sich stark auf die Hülsenanzahl je Pflanze aus, wobei die Sortenunterschiede im wesentlichen bei allen Standräumen vorhanden waren. Deutlicher waren die Sortendifferenzierungen bei den weiteren Standräumen und hier besonders 1959 und 1960. Die größere Zahl von Pflanzen bei Standraum I 1960 macht sich in einer relativ geringen Anzahl von Hülsen bemerkbar. In dem ungünstigen Jahr 1961 nahm die Zahl der Hülsen mit Vergrößerung des Standraumes nicht zu, sondern sogar ab. In Speyer waren die gleichen Tendenzen vorhanden. Hier war jedoch in allen drei Jahren ein Anstieg der Hülsenanzahl pro Pflanze durch die Standraumvergrößerung gegeben und die Werte lagen insgesamt etwas höher: 'Adepta' = 45,9; 'Praemata' = 31,0; 'Caloria' = 38,9.

Daß die Variabilität der Hülsenanzahl je Pflanze nicht nur durch die stärkere Verzweigung bedingt wurde, zeigt Tab. 13, in der die Zahl der Hülsen an der Hauptachse zusammengestellt wurde.

Es lassen sich weitgehend die gleichen Relationen wie in Tab. 12 ablesen, nur sind die Differenzen allgemein und besonders zwischen den Standräumen geringer. Dies ist verständlich, wenn man den starken Einfluß des Standraumes auf die Verzweigung berücksichtigt (siehe Tab. 5 u. 6).

Auch unter den Verhältnissen des Standortes Speyer ergaben sich ganz ähnliche Abstufungen. Hier zeigten sich nur die Jahresunterschiede anders, indem das Jahr 1961 günstiger für den Sojabohnenanbau als in Gießen war, was sich auch auf die Zahl der Hülsen pro Pflanze auswirkte. Auch hier wurde auf die Wiedergabe der Tabellen aus Platzmangel verzichtet.

#### f) Höhe des untersten Hülsenansatzes über der Erde

Für die maschinelle Ernte der Sojabohnen ist es wichtig, daß die untersten Hülsen nicht zu dicht am Boden sitzen. Dieses Merkmal ist sortentypisch, wie die Tab. 14 und 15 zeigen.

Den höchsten Hülsenansatz über der Erde hatte im Mittel aller Jahre und Standräume auf beiden Standorten 'Praemata', dagegen setzten die Hülsen bei 'Caloria' und 'Bitterhoffs Gelbe' deutlich tiefer an.

Die Jahresunterschiede waren in Gießen groß. Hier waren in dem Jahr 1961, wo nur wenige Hülsen zur Ausbildung kamen, diese sehr hoch angesetzt.

Mit der Erweiterung des Standraumes setzten die Hülsen tiefer an, wobei sich der Unterschied von Standraum I zu II auf beiden Standorten stärker bemerkbar machte. In Gießen wurde die Relation von Standraum I zu II 1960 etwas durch den dichteren Stand bei Standraum I verschoben. Die Sortenunterschiede im Mittel der Jahre waren in Gießen beim engeren Standraum weniger deutlich als bei den beiden weiteren; d. h. 'Caloria' setzte bei Standraum II und III besonders tief an. In Speyer war dies jedoch nicht festzustellen, und in Gießen wird die Bedeutung dieser Feststellung durch stärkere Wechselwirkungen zwischen Sorte und Jahre beim Standraum I abgeschwächt.

#### g) Anzahl der Körner pro Pflanze

Die Zahl der Körner pro Pflanze, die zusammen mit dem Tausendkorngewicht den Einzelpflanzenenertrag ergibt, wird bestimmt von der Hülsenanzahl und der durchschnittlichen Zahl der Körner pro Hülse. Letztere variiert nur in engeren Grenzen, wie aus Tab. 16 zu ersehen ist.

Die Sortenunterschiede waren im Mittel der Standräume und Jahre gering. 'Adepta' hatte im Mittel etwas mehr Körner in den Hülsen, besonders 1959.

Auch waren die Jahresunterschiede recht deutlich. Durch den Standraum wurde dagegen die Anzahl der Samen je Hülse nicht verändert. Wechselwirkungen zwischen den Sorten und Jahren oder Standräumen waren nicht festzustellen.

So folgt die Zahl der Körner je Pflanze in Tab. 17 weitgehend der Hülsenanzahl (Tab. 12), nur daß die Sortenunterschiede und die Differenzen zwischen den Jahren noch deutlicher sind.

Auch einige Wechselwirkungen zwischen Standraum und Sorte traten auf. Hier wird, wie bei der Zahl der Hülsen in Tab. 12, 1960 eine andere Reaktion von 'Praemata' auf die Vergrößerung des Standraumes II zu III ersichtlich, indem eine Abnahme der Kornzahl je Pflanze mit dem weiteren Standraum festgestellt wurde. Diese trat jedoch beim Kornenertrag je ha nicht in Erscheinung (Tab. 2d), wohl aber beim Einzelpflanzenenertrag, wie aus Tab. 19 hervorgeht. Weiter fällt 1960 die allgemein geringe Kornzahl bei Standraum I auf, die durch die höhere Pflanzenzahl (45–50) in diesem Jahr verursacht wurde. — Die Ergebnisse in Speyer ergeben eine ähnliche Aussage, aus Platzmangel mußte auch hier wie im folgenden auf die Wiedergabe der Tabellen verzichtet werden.

#### h) Die Variabilität des Tausendkorngewichtes

Der Einzelpflanzenenertrag setzt sich zusammen aus der Zahl der Körner je Pflanze und dem Tausendkorngewicht. Das Tausendkorngewicht wurde hier 1959 und 1960 durch Wiegen von 3mal 100 Körnern bestimmt, leider fehlt diese Feststellung 1961 und eine Rückrechnung aus der ermittelten Pflanzenzahl und dem Korngewicht der Einzelpflanze ist bei den geringen Erträgen und der großen Variabilität zwischen den einzelnen Pflanzen in diesem Jahr sehr ungenau.







Tabelle 15. *Standraumversuch in Speyer 1959, 1960 und 1961.*  
Erster Hülsenansatz über der Erde in cm

Standraum Sorte/Jahr	I = 40 × 10 cm				II = 40 × 25 cm				III = 40 × 40 cm				M Sorte			
	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M
Adepta	19,9	10,1	10,6	13,5	9,8	6,7	8,3	8,3	8,6	5,0	9,0	7,5	12,8	7,3	9,3	9,8
Praemata	16,1	14,2	13,3	14,5	11,1	9,0	10,9	10,3	10,4	9,8	8,8	9,7	12,5	11,0	11,0	11,5
Caloria	10,9	11,3	9,6	10,6	6,5	7,4	8,3	7,4	5,3	7,5	8,5	7,1	7,6	8,7	8,8	8,4
Bitterhoffs Gelbe	11,0	12,0	8,1	10,4	7,5	—	—	—	7,7	—	—	—	8,7	—	—	—
M Standraum	14,5	11,9	10,4	12,3	8,7				8,0				10,4			
M Jahr																

Tabelle 16. *Standraumversuch mit 4 Sorten in 3 Jahren.*  
Gießen 1959, 1960 und 1961.  
Durchschnittliche Anzahl der Körner in den Hülsen

Standraum Sorte/Jahr	I = 40 × 10 cm				II = 40 × 25 cm				III = 40 × 40 cm				M Sorte			
	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M
Adepta	2,1	1,9	1,6	1,9	2,5	1,9	1,5	2,0	2,4	2,0	1,6	2,0	2,3	1,9	1,6	2,0
Praemata	2,0	2,1	1,5	1,9	2,1	1,7	1,6	1,8	2,0	1,6	1,6	1,7	2,0	1,8	1,6	1,8
Caloria	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,2	1,6	1,8	1,6	1,5	1,7
Bitterhoffs Gelbe	1,7	1,5	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5	1,6	1,5	1,3	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6
M Standraum	1,9	1,8	1,6	1,8	2,0	1,7	1,6	1,8	2,0	1,7	1,4	1,7	1,9	1,7	1,6	
M Jahr																

Tabelle 17. *Standraumversuch mit 4 Sorten in 3 Jahren.*  
Gießen 1959, 1960 und 1961.  
Zahl der Körner je Pflanze

Standraum Sorte/Jahr	I = 40 × 10 cm				II = 40 × 25 cm				III = 40 × 40 cm				M Sorte			
	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M
Adepta	75,4	21,4	17,1	38,0	145,9	90,3	13,5	83,2	164,5	129,1	6,7	100,1	128,6	80,3	12,4	73,8
Praemata	62,2	23,6	5,8	30,5	100,9	65,8	3,1	56,6	131,0	59,3	2,3	64,2	98,0	49,6	3,7	50,4
Caloria	52,3	23,8	3,5	26,5	101,4	78,9	2,6	61,0	140,0	102,6	1,3	81,3	97,9	68,4	2,5	56,3
Bitterhoffs Gelbe	41,2	12,8	4,6	19,5	63,4	33,6	2,2	33,4	98,1	32,8	2,8	44,6	67,6	26,4	3,2	32,4
M Standraum	57,8	20,4	7,8	28,6	102,9	67,2	5,4	58,6	133,4	81,0	3,3	72,6	98,0	56,2	5,5	
M Jahr																

Tabelle 18. *Standraumversuch mit 4 Sorten in 2 Jahren.*  
Gießen 1959 u. 1960.  
Tausendkorngewicht in gr

Standraum Sorte/Jahr	I = 40 × 10 cm			II = 40 × 25 cm			III = 40 × 40 cm			M Sorte		
	1959	1960	M	1959	1960	M	1959	1960	M	1959	1960	M
Adepta	139,2	150,2	144,7	139,9	158,6	149,3	136,0	152,3	144,2	138,4	153,7	146,1
Praemata	146,0	140,2	143,1	142,0	144,5	143,3	144,2	148,0	146,1	144,1	144,2	144,2
Caloria	148,7	161,5	155,1	145,0	160,4	152,7	156,0	165,4	160,7	149,9	162,4	156,2
Bitterhoffs Gelbe	181,2	194,0	187,6	184,0	184,2	184,1	180,4	187,0	183,7	181,9	188,4	185,2
M Standraum	153,8	161,5	157,6	152,7	161,9	157,4	154,2	163,2	158,7	153,6	162,2	
M Jahr												

Aus Tab. 18 ist zu ersehen, daß die Tausendkorngewichte nur in engen Grenzen variierten. Vor allem hatte der Standraum keinen wesentlichen Einfluß auf das Tausendkorngewicht der Sojabohne, was auch schon von A. H. PROBST 1945 sowie W. F. LEHMAN und J. W. LAMBERT 1960 festgestellt wurde.

Dagegen sind einige Sortenunterschiede und auch gewisse Jahreseinflüsse aus Tab. 18 ersichtlich. 1960 war das Tausendkorngewicht etwas höher als 1959 und 'Bitterhoffs Gelbe' hatte ein größeres Korn als die übrigen Sorten, wobei auch einige Wechselwirkungen zwischen Jahren und Sorten auftraten.

#### i) Der Kornertrag der Einzelpflanze

Der Kornertrag der Pflanze wurde hier durch Wiegen der Samen von 40 Pflanzen pro Variante

bestimmt. Die Errechnung aus der durchschnittlichen Samenzahl und dem mittleren Tausendkorngewicht führt zu recht ähnlichen Werten, wie Tab. 19 zeigt.

In Tab. 20 wurden die durch Wiegen ermittelten Werte des Kornertrages der Einzelpflanzen zusammengestellt.

Es zeigen sich wie bei der Kornzahl je Pflanze (Tab. 17) deutliche Sortenunterschiede, indem 'Adepta' höher und 'Bitterhoffs Gelbe' niedriger im Einzelpflanzenenertrag als die übrigen Sorten lagen. Ebenso deutlich waren die Jahresunterschiede.

Der Einfluß des Standraumes auf den Einzelpflanzenenertrag war bei allen Sorten deutlich, wobei er mit der Erweiterung des Standraumes von 4,3 g auf 9,0 und 11,6 g zunahm. Auch hier wurden 1960 beim

Standraum I, wie bei der Kornzahl je Pflanze, wesentlich niedrigere Werte gefunden, was durch den ums doppelte dichteren Stand der Pflanzen bei dieser Variante bedingt war.

Gewisse Wechselwirkungen zwischen Sorte und Standraum sind 1960 angedeutet, indem 'Praemata' und auch 'Bitterhoffs Gelbe' hier nicht auf die Vergrößerung des Standraumes von  $40 \times 25$  cm zu  $40 \times 40$  cm reagierten, worauf schon bei der Kornzahl je Pflanze hingewiesen wurde.

Werden aus diesen hier gefundenen Einzelpflanzen-erträgen und der Pflanzenzahl die Kornerträge in dz/ha errechnet, so liegen diese alle deutlich höher, die Abstufungen und Differenzierungen zwischen den Varianten treten jedoch in gleicher Weise zutage wie bei den gewogenen Teilstückerträgen in Tab. 2 (siehe Tab. 21).

Die Überhöhung des aus dem Einzelpflanzen-ertrag errechneten dz/ha-Ertrages, besonders beim engen Standraum, kommt wohl durch Unterschiede zwischen der effektiven und der geforderten Pflanzenzahl sowie eine gewisse subjektive Auswahl von besseren Pflanzen für die Bestimmung der Einzelmerkmale zustande. Auch zeigt diese Tatsache, daß bei Sojabohnen für eine exakte Ertragsermittlung eine Teilstückgröße von 1,6 qm (40 Pflanzen bei Standraum I = 1,6 qm) zu ungenau ist, und hier Teilstücke von 10 bis 12 qm in 4 Wiederholungen notwendig sind, wie diese der Ertragsermittlung in Tab. 2 zugrunde liegen.

#### 4. Zusammenfassung

1. An Hand von dreijährigen Standraumversuchen mit vier Sojabohnensorten in Gießen und Speyer wurde die Variabilität verschiedener Merkmale untersucht.

Tabelle 19. *Standraumversuch mit 4 Sorten in 2 Jahren.*

*Gießen 1959 und 1960.*

Errechneter Einzelpflanzen-ertrag in gr  
(Kornzahl mal Tausendkorngewicht)

Standraum Sorte/Jahr	I = $40 \times 10$ cm		II = $40 \times 25$ cm		III = $40 \times 40$ cm		M Sorte	
	1959	1960	1959	1960	1959	1960	1959	1960
Adepta	10,5	3,2	20,4	14,3	22,4	19,7	17,8	12,4
Praemata	9,1	3,3	14,3	9,5	18,9	8,8	14,1	7,2
Caloria	7,8	3,8	14,7	12,7	21,8	17,0	14,8	11,2
Bitterhoffs Gelbe	7,5	2,5	11,7	6,2	17,7	6,1	12,3	4,9
M Standraum	8,7	3,2	15,3	10,7	20,2	12,9	14,8	8,9
M Jahr								

2. Der Samenertrag der Sojabohnen wurde durch den Standraum stark beeinflusst, wobei der engste Standraum von 25 Pflanzen je qm im Mittel die höheren Erträge brachte. Dabei traten deutliche Wechselwirkungen zwischen Sorten und Jahren sowie zwischen Sorten und Standräumen auf; d. h. einzelne Sorten verhielten sich in den Jahren und bei unterschiedlichen Standräumen verschieden. So reagierte 'Bitterhoffs Gelbe', eine Sorte mit einer starken Verzweigungsfähigkeit, mit keinem oder einem geringeren Ertragsabfall auf die Erweiterung des Standraumes.

3. Beim Tausendkorngewicht und bei der Kornzahl pro Hülse traten einige Sortendifferenzierungen und geringe Jahresunterschiede auf. Durch den Standraum wurden diese beiden Merkmale nicht beeinflusst. Der Kornertrag pro Pflanze war somit stark von der Hülsenzahl und diese wiederum von der Verzweigung abhängig. Damit nahm der Kornertrag pro Pflanze mit dem größeren Standraum zu, da die Zahl der Seitenzweige und die Hülsenzahl pro Pflanze sowie die Hülsen an der Hauptachse durch die Standraumerweiterung vermehrt wurden. Aber auch hier verhielten sich die Sorten teilweise unterschiedlich bei verschiedenem Standraum und in den einzelnen Jahren.

Tabelle 20. *Standraumversuch mit 4 Sorten in 3 Jahren.*

*Gießen 1959, 1960 und 1961.*

Kornertrag je Pflanze in gr

Standraum Sorte/Jahr	I = $40 \times 10$ cm				II = $40 \times 25$ cm				III = $40 \times 40$ cm				M Sorte			
	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M
Adepta	11,9	3,3	3,2	6,1	18,1	13,1	2,1	11,1	22,2	18,4	1,0	13,9	17,4	11,6	2,1	10,4
Praemata	8,8	3,3	1,1	4,4	14,3	13,2	0,5	9,3	19,0	12,2	1,2	10,8	14,0	9,6	0,9	8,2
Caloria	7,3	3,4	0,5	3,7	14,0	14,1	0,5	9,5	23,2	17,4	0,3	13,6	14,8	11,6	0,4	8,9
Bitterhoffs Gelbe	6,7	1,6	0,5	2,9	12,3	5,7	0,3	6,1	18,9	5,2	0,3	8,1	12,6	4,2	0,4	5,7
M Standraum	8,7	2,9	1,3	4,3	14,7	11,5	0,9	9,0	20,8	13,3	0,7	11,6	14,7	9,3	1,0	
M Jahr																

Tabelle 21. *Standraumversuch mit 4 Sorten in 3 Jahren.*

*Gießen 1959, 1960 und 1961.*

Errechneter Kornertrag in dz/ha  
aus gewogenem Einzelpflanzen-ertrag mal Pflanzenzahl je ha

Standraum Sorte/Jahr	I = $40 \times 10$ cm				II = $40 \times 25$ cm				III = $40 \times 40$ cm				M Sorte			
	1959	1960*	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M	1959	1960	1961	M
Adepta	29,8	16,5	8,0	18,1	18,1	13,1	2,1	11,1	14,8	12,3	0,7	9,3	20,9	14,0	3,6	12,8
Praemata	22,0	16,5	2,8	13,8	14,3	13,2	0,5	9,3	12,7	8,1	0,8	7,2	16,3	12,6	1,4	10,1
Caloria	18,3	17,0	1,3	12,2	14,0	14,1	0,5	9,5	15,5	11,6	0,2	9,1	15,9	14,2	0,7	10,3
Bitterhoffs Gelbe	16,8	8,0	1,3	8,7	12,3	5,7	0,3	6,1	12,6	3,5	0,2	5,4	13,9	5,7	0,6	6,7
M Standraum	21,7	14,5	3,4	13,2	14,7	11,5	0,9	9,0	13,9	8,9	0,5	7,8	16,8	11,6	1,6	
M Jahr																

\* 50 Pflanzen je qm

Trotz der Zunahme des Einzelpflanzenenertrages bei weiterem Standraum konnte diese die geringere Zahl von Pflanzen pro Fläche nicht ausgleichen, so daß der Kornertrag je ha mit dem weiteren Standraum abnahm.

4. In der Wuchshöhe zeigten sich deutliche Jahres- und Sortenunterschiede. Daneben wurde diese auch durch den Standraum beeinflusst. In Gießen nahm die Wuchshöhe mit dem größeren Standraum, besonders 1960, ab, während in Speyer eine Zunahme der Pflanzenhöhe mit Erweiterung des Standraumes, vor allem 1961, eintrat. Neben die Wechselwirkungen zwischen Standraum und Jahr traten aber auch noch solche zwischen Standraum und Sorte.

5. Die Verzweigungen nahmen mit der Standraumvergrößerung deutlich zu, vor allem auch die Seitenzweige zweiter Ordnung. 'Bitterhoffs Gelbe' konnte dabei den weiteren Standraum besser ausnutzen als die übrigen Sorten. Auch die Wuchshöhe der Seitenzweige wurde bei zwei Sorten mit dem weiteren Standraum vergrößert, wobei sich wiederum Wechselwirkungen zwischen Sorte und Standraum herausstellten, da die beiden anderen Sorten durch Verkürzung der Seitenzweige auf die Standraumerweiterung reagierten.

6. Trotz Abnahme der Wuchshöhe bei den größeren Standräumen wurde die Zahl der Blattknoten (Nodien) mit Erweiterung des Standraumes auf beiden Standorten erhöht. Auch bei diesem Merkmal traten Wechselwirkungen zwischen Sorte und Standraum in den einzelnen Jahren auf.

7. Die Ansatzhöhe der untersten Hülse wurde durch den Standraum ebenfalls verändert, indem die Hülsen beim engeren Standraum höher ansetzten. Auch Sortenunterschiede und einige Wechselbeziehungen zwischen Standraum und Sorte sowie Jahr traten zutage.

8. Bei den meisten untersuchten Merkmalen traten bei Veränderung des Standraumes deutliche Wechselwirkungen zwischen diesem und den Sorten auf; d. h. die Sorten reagierten unterschiedlich auf den erweiterten Standraum, so daß die Relationen der Sortenmerkmale in den meisten Fällen durch den Standraum verändert wurden. Bei unterschiedlichen Standräumen (lückige Bestände) können also die Merkmale der Sorten, wie sie z. B. in der Registerprüfung zur Sortencharakteristik benutzt werden, nicht miteinander verglichen werden.

9. Die Veränderungen der Merkmale durch den unterschiedlichen Standraum waren auf beiden Standorten sehr ähnlich. Nur in wenigen Fällen

ergaben sich durch starke Unterschiede in den Witterungsabläufen bedingte Wechselwirkungen zwischen den Standorten und Standräumen.

#### Literatur

1. BECKER-DILLINGEN, J.: Handbuch des Hülsenfruchtbaues und Futterbaues. Berlin: Parey 1929. —
2. BOSCHART, K.: Versuche über den Anbau der Sojabohne. Prakt. Bl. Bayr. Landesanst. Pflanzenbau Pflanzenschutz 1, H. 5 (1923). —
3. Bundessortenamt: Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Rethmar 1961. —
4. DIECKMANN, A.: Die deutsche Sojabohne. Berlin 1937. —
5. DLG-Verlag: Sortenratgeber für Körner- und Futterleguminosen, Öl- und Faserpflanzen, Hirse. Frankfurt am Main: DLG-Verlag 1964. —
6. DRAHORAD, F.: Über die Saatchichte und Reihentfernung im Sojabohnenanbau. Z. Landeskultur Wien 4, 91—93 (1934). —
7. KORNFELD, A.: Grundversuch zur Frage ertragreichen Ölbohnen-(Soja)baues. Pflanzenbau 13, 161—206 (1936). —
8. LEHMAN, W. F., and J. W. LAMBERT: Effects of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. Agron. Journ. 52, 84—86 (1960). —
9. LITYNSKI, A.: Erfolge in der Akklimatisierung und im Anbau der Sojabohne in Polen. Int. Z. Landwirtsch., Sofia—Berlin, Nr. 2, 66—69 (1959). —
10. LOWIG, E.: Versuche zur Anbautechnik der Sojabohne. Pflanzenbau 14, 16—29 (1938). —
11. OBERDORF, F.: Einiges über Sojabohnenzüchtung und -anbau. Züchter 18, 411—413 (1947). —
12. PROBST, A. H.: Influence of spacing on yield and other characters in soybeans. J. Amer. Soc. Agron. 37, 549—554 (1945). —
13. RICHTER, O., und H. GROSSMANN: Sojabericht 1939. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Gießen (1939). —
14. RICHTER, O.: Sojabericht 1940. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Gießen (1940). —
15. RICHTER, O.: Sojabericht 1941. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Gießen (1941). —
16. RICHTER, O.: Sojabericht 1942—1943. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Gießen (1943). —
17. RIEDE, W.: Die wichtigsten Voraussetzungen für einen erfolgreichen Sojaanbau in Deutschland. Phosphorsäure 7, 251—262 (1938). —
18. Ruhr-Stickstoff A.G.: Faustzahlen für die Landwirtschaft. 5. Aufl. Bochum 1963. —
19. SACHS, E.: Bedeutung, langjährige Versuchsergebnisse, Anbaumöglichkeiten der Sojabohne. Landwirtsch. Jb. Bayern 26, 46—64 (1949). —
20. SCHEIBE, A.: Hülsenfruchtbau. Handb. d. Landwirtschaft Bd. II, 248—317. Berlin und Hamburg: Parey 1953. —
21. SESCOUS, G.: Züchterische Arbeiten und Kulturversuche mit der Sojabohne. Forschungsdienst, Sonderh. 8, 297—300 (1938). —
22. SESCOUS, G.: Stand und Ziel von Anbau und Züchtung der Soja. Forschungsdienst, Sonderh. 16, 400—403 (1942). —
23. STREUBER, E.: Untersuchungen über Anbautechnik und Ertragsleistung der Sojabohne, Glycine max (L.) Merr. Kühn-Archiv 75, 102—189 (1961). —
24. WIGGANS, R. G.: Soybeans in the Northeast. J. Amer. Soc. Agron. 29, 227—235 (1937). —
25. WIGGANS, R. G.: The influence of space arrangement on the production of soybean plants. J. Amer. Soc. Agron. 31, 314—321 (1939). —
26. ZABAZNYJ, P. A.: Mehr Beachtung dem Sojaanbau. Ackerbau (UdSSR) 7, H. 11, 72—78 (1959). —
27. ZOLOTNIZKI, W.: Die Sojabohne. Wiss. u. fortschr. Erfahr. Landwirtsch. (UdSSR) 91, H. 9, 59—61 (1958).