

Analyse der Ertragsstruktur von Sojabohnen (*Glycine max* [L.] Merr.) auf einem Standort im mitteldeutschen Trockengebiet

H.-G. Stock, K. Warnstorff und M. Kazmi

Yield structure analysis of soya (*Glycine max* [L.] Merr.) on an eastern German site

1. Einleitung

Die Sojabohne ist wegen ihrer vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten eine sehr interessante Fruchtart. Neben der hauptsächlichlichen Gewinnung von Öl und eiweißreichem Konzentratfutter wird auch der traditionelle direkte Einsatz in der menschlichen Ernährung weiterhin Bedeutung haben. So eignet sich die Sojabohne als Speisehülsenfrucht und für die Herstellung simulierter proteinreicher Nahrungsmittel. Es werden heute bereits einige hundert Erzeugnisse aus pflanzlichem Eiweiß hergestellt, die Fleisch, Fisch und Geflügel ersetzen sollen. Gegenüber der Tierproduktion wird diese industrielle Herstellung hochwertiger Eiweißerzeugnisse als wirtschaftlicher und umweltfreundlicher

und deshalb perspektivreich angesehen (N. N., 1988). Auch als Sojamehl zur Proteinanreicherung von Getreide und als Proteinkonzentrat für Zusätze in der Fleischwarenindustrie werden Sojaprodukte in der Nahrungsgüterproduktion verwendet (LÜCKER, 1982). Die Ergebnisse medizinischer Forschungen, daß die Sojabohne auf Grund ihrer Inhaltsstoffe als Diätnahrung geeignet ist, eröffnen dieser Fruchtart weitere Einsatzmöglichkeiten in der direkten menschlichen Ernährung (Sojamehl, -konzentrate, -keime). Sojamilch eignet sich besonders für Kinder mit Intoleranz gegenüber tierischer Milch (DIMOW und IWANOW, 1989).

Mehrere Wissenschaftlergenerationen haben bereits versucht, der alten, aus China stammenden Kulturpflanze zur Anbauwürdigkeit in Mitteleuropa zu verhelfen, ohne daß es

Summary

Soya, a highly interesting crop thanks to its manifold uses, is still not considered worth cultivating in Central Europe despite of more than 100 years of concentrated endeavours.

The present analysis of yield structure is hoped to make a contribution to controlled yield formation. The data were collected in agrotechnical field plot experiments run between 1987 and 1993 on waterlogged sandy loam in the Central German dry region. The partially considerable losses during combine harvesting were conditioned by the position height of the lowest pods. Losses fell below 0,5 tonnes per hectare only when the pods were positioned higher than 22 cm. Since higher plant densities lifted the position of the lowest pods, yields at harvest correlated positively with the number of plants per unit area, although lower population densities gave rise to higher grain yields as a result of the excellent pod setting potential of soya on the single plant.

Both correlation estimates and optimum ranges of the yield components as derived from regression functions showed that the grain yield is not dominated by the expression of a single yield component. Moreover all components may support the formation of high yields by fairly different combinations.

The investigations have led to the conclusion that on the test site the following results can be reached:

grown average yield – 2.0 to 2.5 tonnes per hectare with approx. 20 to 35 plants/m², 32 to 39 pods per plant, 1.69 to 1.80 seeds per pod and 142 to 153 g TKW, combine-harvested yield – 1.4 to 1.8 tonnes per hectare from over 60 plants per m², 8 to 11 pods per plant, 1.67 to 1.80 seeds per pod and 133 to 139 g TKW.

All yield components can be more or less influenced by various agronomic measures, this means that the crop grower is able to exert optimal influence on yield formation.

Key words: Soybean, yield structure, eastern Germany, field plot experiments.

Zusammenfassung

Die wegen ihrer vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten interessante Fruchtart Sojabohne ist trotz über 100jähriger Bemühungen in Mitteleuropa noch nicht anbauwürdig.

Durch die Analyse der Ertragsstruktur sollte ein Beitrag geleistet werden, Eingriffsmöglichkeiten in die Ertragsbildung finden zu helfen. Das Datenmaterial entstammte agrotechnischen Parzellenfeldversuchen der Jahre 1987 bis 1993 auf einem stauvernässten, sandigen Lehm Boden im mitteldeutschen Trockengebiet. Teilweise beträchtliche Mähdruschverluste waren abhängig von der Ansatzhöhe der untersten Hülsen, Verluste von 5 dt/ha konnten erst unterschritten werden, wenn die Ansatzhöhe 22 cm überstieg. Da zunehmende Pflanzendichte den Ansatz der untersten Hülsen erhöhte, korrelierte der Mähdruschertrag positiv mit der Pflanzenanzahl je Flächeneinheit, obwohl infolge der Fähigkeit der Sojabohne zu einem sehr guten Hülsenansatz an der Einzelpflanze niedrigere Pflanzendichten einen größeren Kornertrag heranwachsen ließen. Sowohl Korrelationsrechnungen als auch aus Regressionen abgeleitete Optimalbereiche der Ertragskomponenten zeigten, daß der Kornertrag nicht durch die Ausprägung einer einzelnen Ertragskomponente dominiert wird, sondern daß alle Komponenten in sehr unterschiedlichen Kombinationen zur Ausbildung eines hohen Ertrages beitragen können.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß auf dem untersuchten Standort im Durchschnitt ein gewachsener Ertrag von 20–25 dt/ha mit etwa 20–35 Pflanzen/m², 32–39 Hülsen/Pflanze, 1,69–1,80 Körnern/Hülse und 142–153 g TKG, ein Mähdruschertrag von 14–18 dt/ha mit mehr als 60 Pflanzen/m², 8–11 Hülsen/Pflanze, 1,67–1,80 Körnern/Hülse und 133–139 g TKG zu erreichen sind.

Alle Ertragskomponenten sind durch verschiedene agronomische Maßnahmen mehr oder weniger stark beeinflussbar, so daß der Pflanzenbau in der Lage ist, auf ihre optimale Ausprägung Einfluß zu nehmen.

Schlagworte: Sojabohne, Ertragsstruktur, Ostdeutschland, Feldversuche.

bis heute gelungen ist. Als HILTNER 1915 vor unüberlegtem Anbau warnte, konnte er bereits auf über 25jährige Anbauversuche in Deutschland, Österreich und verschiedenen anderen europäischen Ländern hinweisen und sich auf eigene Versuche seit 1896 stützen. Weitere 20jährige Erfahrungen mit dem Anbau von Sojabohnen ließen BERKNER 1935 auf „einen vielleicht nicht ganz aussichtslosen Anbau der Sojabohne in geeigneten Lagen“ hoffen, und DIECKMANN (1940) sprach vom „Wunschkind“ Europas im 20. Jahrhundert. Zehn Jahre später meinte ROEMER (1950), daß noch zwei Jahrzehnte vergehen werden, bis die Sojabohne in Deutschland als Feldfrucht von Bedeutung Raum gewinnt. Nach Ablauf dieser Frist stellten aber BOMMER und DAMBRODT (1974) fest, daß diese Hoffnung auch für die nächsten Jahre bestehen bleiben muß. Auch in der Schweiz (HUBER, 1968; SOLDATI und KELLER, 1977; SCHMID, 1979) und in Österreich (LIEBHARD, 1980) war umfangreichen Bemühungen um einen lohnenden Sojaanbau kein Erfolg beschieden. Wir selbst mußten schließlich unsere seit 1987 durchgeführten agrotechnischen Versuche mit der Feststellung zusammenfassen, daß das relativ niedrige Ertragsniveau eine Einführung des Sojabohnenanbaues in Ostdeutschland vorläufig nicht erwarten läßt (STOCK und KAZMI, 1992).

An dieser Stelle sollen deshalb nicht Bemühungen um die Optimierung des Anbauverfahrens dargestellt werden, son-

dern es sollen die Ertragsstruktur analysiert sowie die Beziehungen der Ertragskomponenten untereinander und zum Kornertrag betrachtet werden mit dem Ziel, Chancen für Eingriffsmöglichkeiten in die Ertragsbildung aufzuzeigen.

2. Material und Methoden

Das Datenmaterial stammt aus Parzellenfeldversuchen der Lehr- und Versuchsstation Seehausen (Kreis Leipziger Land) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Der Standort liegt im ostdeutschen Binnenlandklima der Leipziger Tieflandsbucht. Es ist ein stauvernässter, sandiger Lehm Boden, repräsentativ für 5–10 % der Bodenfläche Deutschlands (Tab. 1).

In den Jahren 1987 bis 1993 wurden in mehrfaktoriellen Spaltanlagen mit vier Wiederholungen und Parzellengrößen von 45 bis 54 m² für die Anlageparzelle und 14 bis 17,5 m² für die Ernteparzelle die Faktoren Saatmenge, Stickstoffdüngung, Beregnung und Impfung geprüft. Die übrigen agronomischen Maßnahmen einschließlich einer Reihenentfernung von 25 cm und einer Saattiefe von 4 bis 6 cm wurden konstant gehalten. Zum Anbau kam die Sorte „Dorado“, lediglich 1993 die Sorte „Major“.

Prüfmerkmal war zum einen der Kornertrag (dt/ha bei

Tabelle 1: Standortcharakteristik der Lehr- und Versuchsstation Seehausen (Kreis Leipziger Land) der Martin-Luther-Universität Halle – Wittenberg

Table 1: Site characteristics of the educational and test station Seehausen (country Leipziger Land) of the Martin-Luther-University Halle-Wittenberg

Allgemeine Angaben	
Höhenlage über NN	132 m
Grundwasserstand	20 m
Klima	
mittlere Jahrestemperatur (1961–1990)	9,1 °C
Vegetationszeit (> 5 °C)	235 d (23.03.–12.11.)
mittlerer Jahresniederschlag (1961–1990)	552 mm
Boden	
Bodenschätzungsergebnis	sL 4 LÖD 58/61
FAO-Klassifikation	Gleyic Luvisol
Hauptbodenform	Lößtieflhm-Braunstaugley
Standorttyp	D 5 c
C _t -Gehalt der Krume	0,8 ... 1,0 %
Feldkapazität	19 Masse %
Charakteristik	
Stauernäße Böden, Wechsel zwischen Vernässung und Austrocknung	
Repräsentanz	
für 5–10 % der Bodenfläche Deutschlands (n. ALTERMANN, 1992)	

86 % TS), der durch Mähdrusch der Ernteparzellen mit einem Parzellenmähdrusch Massey-Ferguson MF 31 (Typ 31–6, Schnittbreite 6 Fuß = 1,85 m) ermittelt wurde. Die Ertragskomponenten sowie morphologische Merkmale wurden nach Handerte an allen Pflanzen von sechs markierten Meßstrecken zu je 1 m Länge je Parzelle in allen vier Wiederholungen ($\Delta 6$ m²/Variante) erfasst. Die Meßstrecken lagen jeweils in einer der Ernteparzelle benachbarten völlig gleichbehandelten Probeparzelle. Aus der Handerte ergaben sich Ertragswerte, die den gewachsenen Ertrag repräsentieren sollten.

Die hier ausgewerteten Prüfmerkmale wurden parzellenweise wie folgt bestimmt:

Pflanzen/m²: Auszählen aller Pflanzen der sechs Meßstrecken und Berechnung der Pflanzenanzahl/m²

Hülsen/Pflanze: Auszählen aller fertilen Hülsen der sechs Meßstrecken und Bezug auf die Pflanzenanzahl

Körner/Hülse: Berechnung der Kornanzahl/m² aus dem Kornertrag/m² und dem TKG und Bezug auf die Anzahl fertiler Hülsen/m²

Tausenkorngewicht (TKG, g): Ermittlung der Masse von 4 x 100 Körnern aus dem Erntegut der Meßstrecken und Berechnung des TKG

Pflanzenhöhe (cm): Messung von der Erdoberfläche bis zum Ansatz der obersten Hülse an allen Pflanzen der Meßstrecken

Ansatzhöhe der untersten Hülse (cm): Messung von der Erdoberfläche bis zum Ansatz der untersten Hülse an den gleichen Pflanzen.

Für die Auswertungen wurden die Variantenwerte als Mittel der vier Wiederholungen verwendet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Differenzen zwischen gewachsenem und geerntetem Ertrag und ihre Ursachen

Mehrfach beobachteten wir beträchtliche Unterschiede zwischen dem Kornertrag aus der Handerte und dem Kornertrag aus dem Mähdrusch. Die naheliegende Vermutung, daß Druschverluste die Ursache dafür sind, sollte nachgewiesen werden. Dazu wurden im Zeitraum 1989 bis 1992 neben den morphologischen Merkmalen auch die Mähdruschverluste bestimmt (Tab. 2): unmittelbar nach der Ernte wurden von 0,25 m² je Parzelle, $\Delta 1,0$ m² je Variante, alle auf dem Boden zu findenden Hülsen und Körner aufgelesen und die Körner gewogen.

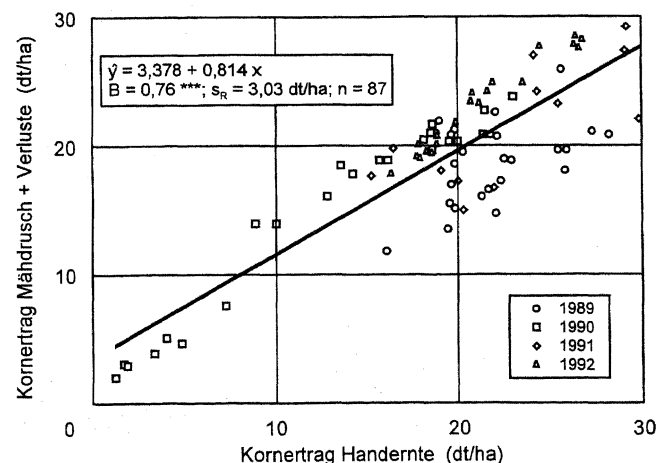


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Kornertrag Mähdrusch + Verluste und Kornertrag Handerte (1989 ... 1992)

Figure 1: Relationship between grain yield from combine harvest and losses and grain yield from manual harvest (1989...1992)

Tabelle 2: Statistische Maßzahlen für Bestandes- und Ertragsmerkmale (1989...1992; Anzahl der Werte n = 87)
 Table 2: Index numbers for crop and yield characteristics (1989...1992; number of values n = 87)

Merkmal		niedrigster wert	höchster Wert	Mittelwert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Variations- koeffizient s %
Pflanzendichte	Pfl/m ²	11,1	111,3	48,9	29,2	59,8
Pflanzenhöhe	cm	35,3	64,8	48,6	7,2	14,8
Ansatzhöhe unterste Hülse	cm	5,7	38,5	17,2	8,6	49,7
Kornertrag Mähdrusch	dt/ha	1,9	25,6	12,7	6,5	51,4
gemessene Verluste	dt/ha	0,0	18,1	6,4	5,0	79,3
Kornertrag Mähdrusch + Verluste	dt/ha	2,0	30,1	19,0	6,1	32,2
Kornertrag Handernt	dt/ha	1,0	29,9	19,2	6,5	34,1

Setzt man die Summe aus dem Mähdruschertrag plus den ermittelten Verlusten in Beziehung zum Handernteertrag, so ergibt sich eine enge lineare Abhängigkeit ($B = 76\%$, $s_R = 3,03$ dt/ha, $n = 87$; Abb. 1).

Durch die Druschverluste ließen sich also die Differenzen zwischen Handernt und Mähdrusch erklären.

Sowohl aus eigenen Beobachtungen als auch aus Literaturhinweisen (STREUBER, 1961; SCHUSTER und SPENNE-MANN, 1964) war zu entnehmen, daß Mähdruschverluste abhängig sind von der Ansatzhöhe der untersten Hülse. Das war am eigenen Material deutlich nachweisbar. Die Funktion $y = a + b \cdot e^{cx}$ ist für die Schätzung der Abhängigkeit der Ernteverluste von der Ansatzhöhe der untersten Hülse gut geeignet. Die Variabilität wird durch die geschätzte Funktion mit $B = 78\%$ erklärt (Abb. 2). Für die nichtlineare Regression wurde als Maß für die Genauigkeit der

Funktionswerte die Reststandardabweichung ($\pm s_R$) angegeben. Man kann dann aussagen, daß bei Einsatz einer dem genutzten Mährescher entsprechenden Erntemaschine Verluste von 5 dt/ha erst unterschritten werden, wenn die Ansatzhöhe der untersten Hülse 22 cm übersteigt. Will man die Verluste unter 3 dt/ha drücken, ist eine Ansatzhöhe der untersten Hülse über 32 cm erforderlich. Damit können Ziele für Züchtung und Anbaumaßnahmen vorgegeben werden, die bisher noch nicht quantitativ belegt wurden.

Von der Pflanzenhöhe waren die Mähdruschverluste nicht in gleicher Stärke abhängig wie von der Ansatzhöhe der untersten Hülse ($B = 45\%$). Ursache war die Tatsache, daß Ansatzhöhe und Pflanzenhöhe schwach korrelieren, die Ansatzhöhe wird im Entwicklungsverlauf sicher wesentlich eher fixiert als die Pflanzenhöhe, die durch Umwelteinflüsse

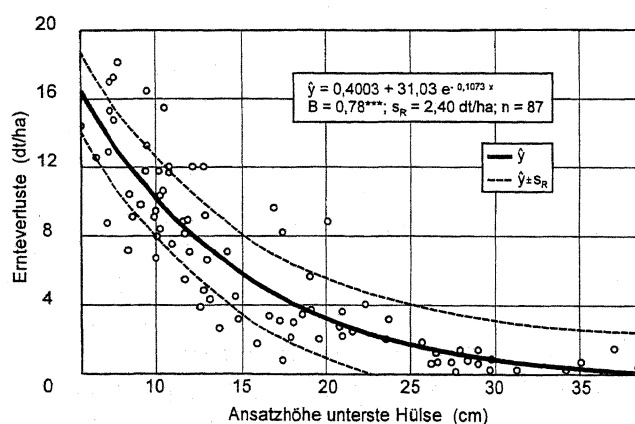


Abbildung 2: Abhängigkeit der Ernteverluste von der Ansatzhöhe der untersten Hülse (1989 ... 1992)

Figure 2: Dependence of harvest losses on the stem height of the lowest pod (1989 ... 1992)

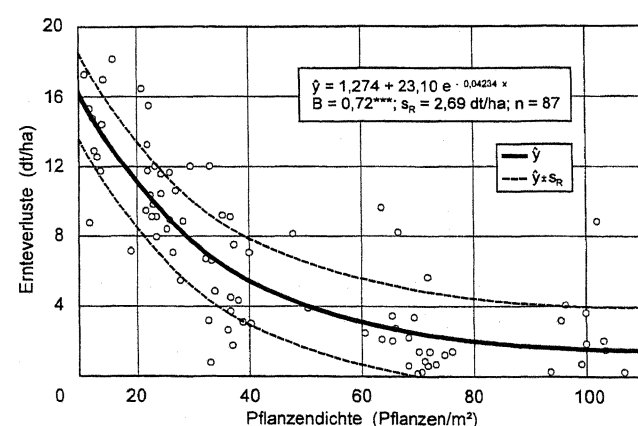


Abbildung 3: Abhängigkeit der Ernteverluste von der Pflanzendichte (1989 ... 1992)

Figure 3: Dependence of harvest losses on population density (1989 ... 1992)

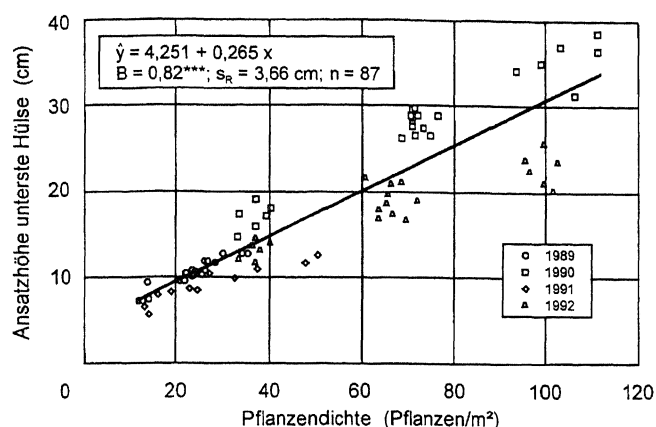


Abbildung 4: Abhängigkeit der Ansatzhöhe der untersten Hülse von der Pflanzendichte (1989 ... 1992)

Figure 4: Dependence of lowest pod height on population density (1989...1992)

se später noch beeinflusst werden kann. Eine recht enge Abhängigkeit ($B = 72\%$) zeigten die Ernteverluste dagegen wieder von der Pflanzendichte zur Ernte (Abb. 3), weil die Ansatzhöhe der untersten Hülse eng mit der Pflanzenanzahl je Flächeneinheit korreliert war ($B = 82\%$; Abb. 4).

Über einen höheren Hülsenansatz mit zunehmender Bestandesdichte wird auch in der Literatur berichtet. So fanden SCHUSTER und SPENNEMANN (1964) in Gießen im Mittel von vier Sorten und drei Jahren bei Erhöhung der Bestandesdichte von 6,25 über 10 auf 25 Pflanzen/m² eine Zunahme des ersten Hülsenansatzes von 14,2 über 15,4 auf 19,2 cm. LUFTENSTEINER (1980) betonte die größere Bedeutung der durchschnittlichen Ansatzhöhe der am tiefsten inserierten Hülse gegenüber der durchschnittlichen Pflanzenhöhe für etwaige Mähdruschverluste. Er fand bei ca. 40 Pflanzen/m² an zwei Orten Ostösterreichs eine Ansatzhöhe von ca. 10,5 bzw. 14,5 cm, die durch einen noch dichteren Bestand nicht mehr gesteigert werden konnte und seiner Meinung nach für einen verlustfreien Mähdrusch ausreichte. STELZNER et al. (1984) betonten ebenfalls die günstigere technologische Eignung dichter Bestände. Eine Steigerung der Aussaatmenge von 30 über 60 auf 90 Körner/m² erhöhte die Ansatzstelle der untersten Hülsen in Dornburg im Mittel von zwei Jahren von 7,5 über 9,5 auf 11,8 cm.

Über die Gestaltung der Pflanzendichte kann also pflanzenbaulich auf die Ansatzhöhe der untersten Hülse und damit auf die Mähdruschverluste Einfluß genommen werden. Die Pflanzenhöhe wird dagegen offenbar auch von anderen Faktoren stark beeinflusst, die Variabilität war in unserem Material durch die geschätzte Funktion Pflanzenhöhe in Abhängigkeit von der Pflanzendichte nur mit $B = 35\%$ erklärt.

3.2 Beziehungen der Ertragskomponenten untereinander und zum Kornertrag

Für die Analyse der Beziehungen zwischen den Ertragskomponenten untereinander und zum Kornertrag wurde das Datenmaterial des gesamten Versuchszeitraumes 1987 bis 1993 herangezogen. Die Ertragskomponenten der Sorte „Major“ (1993) lagen meist innerhalb der Spannweiten der bei „Dorado“ (1987–1992) beobachteten Werte. Es schien deshalb berechtigt, die Daten der Sorte „Major“ in die Analyse der Ertragskomponenten einzubeziehen und damit den Stichprobenumfang zu erhöhen.

Das Datenmaterial wird zunächst mit Hilfe von Box-Whisker-Plots beschrieben.

Tabelle 3 und Abbildung 5 zeigen die Maße der Plots für die Erträge bei Handernte und Mähdrusch und für die Ertragskomponenten, dabei bedeuten:

Median: 50 % der Werte sind niedriger als der Median und 50 % aller Werte haben einen höheren Wert als der Median ($Q_{50\%}$).

25 % Quartil: 25 % aller Werte sind kleiner als $Q_{25\%}$ und 25 % aller Werte liegen zwischen $Q_{25\%}$ und dem Median.

75 % Quartil: 25 % aller Werte sind größer als der Median und kleiner als $Q_{75\%}$.

25 % aller Werte liegen oberhalb $Q_{75\%}$.

Interquartilabstand: $Q = Q_{75\%} - Q_{25\%}$

MIN, MAX: Minimum bzw. Maximum aller Werte unter Ausschluß der Ausreißer

Ausreißer: Ausreißer sind Werte, die außerhalb des Bereichs $Q_{25\%} - 1,5 * Q$ bzw. $Q_{75\%} + 1,5 * Q$ liegen.

Die Kornerträge bei Handernte und Mähdrusch unterscheiden sich im Median. Die Verteilung der Ertragswerte bei Mähdrusch ist unsymmetrisch, d. h. der Bereich unterhalb des Median ist breiter als der oberhalb des Median. Ebenso ist der Ertragsbereich ($\text{Median} - Q_{25\%}$) = 5,9 dt/ha breiter als der Bereich ($Q_{75\%} - \text{Median}$) = 3,6 dt/ha. Beim

Tabelle 3: Statistische Maßzahlen für Ertrag und Ertragskomponenten (1987 ... 1993)

Table 3: Index numbers for yield and yield components (1987...1993)

n = 116	MIN	Q _{25 %}	Median	Q _{75 %}	MAX
Ertrag/Handernte	7,3	16,9	20,0	24,1	32,1
Ertrag/Mähdrusch	1,9	9,1	15,0	18,6	26,8
Pflanzen/m ²	11,1	25,9	42,5	68,4	111,3
Anzahl Hülsen/Pflanze	2,5	11,0	20,6	35,7	62,6
Anzahl Körner/Hülse	1,38	1,66	1,78	1,85	2,11
TKG	108	135	143	153	172

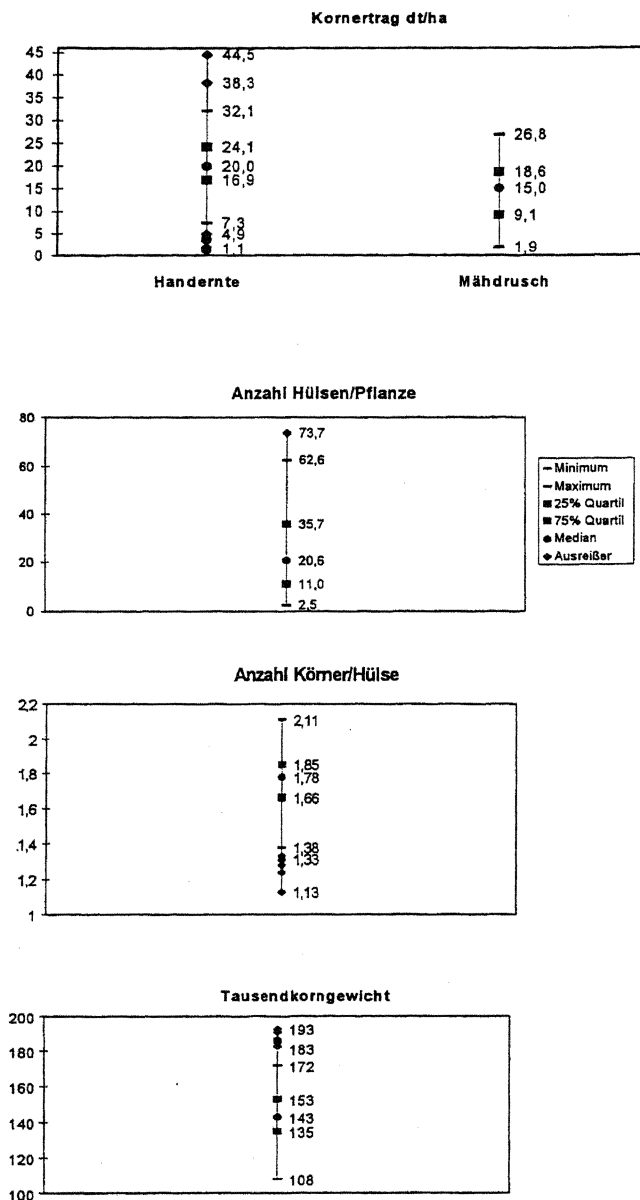


Abbildung 5: Box-Whisker-Plots für Kornertrag und Ertragskomponenten (1987 ... 1993)

Figure 5: Box-Whisker plots for grain yield and yield components (1987...1993)

Kornertrag aus Handernte fällt keine derartige Unsymmetrie auf, es gibt 7 Ausreißer im Bereich niedriger Erträge und 2 Ausreißer im Bereich hoher Erträge.

Bei der Anzahl Hülsen/Pflanze fällt ebenfalls die Verteilung der Werte auf. Die 50 % niedrigen liegen in einem Bereich von 2,5–20,6 Hülsen/Pflanze. Dieser Bereich ist bedeutend enger als der Bereich oberhalb des Median mit 20,6–62,6 Hülsen/Pflanze. Es gibt einen Ausreißer von 73,7 Hülsen/Pflanze.

Bei der Anzahl Körner/Hülse sind die Ausreißer unterhalb von 1,38 Körnern/Hülse auffällig. Die Verteilung der Merkmalswerte ist unsymmetrisch.

Die Verteilung der Werte des Tausendkorngewichtes ist zwischen 108 g und 172 g relativ symmetrisch, es gibt aber oberhalb von 172 g mehrere Ausreißer.

Die in der Literatur zu findenden Größenangaben für die Ertragskomponenten bewegen sich zum überwiegenden Teil in der auch durch unsere Untersuchungen erfaßten Spannweite. Die in gravierendem Maße von der Aussaatmenge abhängige Bestandesdichte liegt in den traditionellen Anbauländern mit dort einsetzbaren spätreifen, hochwüchsigen Sorten sehr niedrig (GRETZMACHER, 1978; IKEDA et al., 1994), sie wird im europäischen Raum deutlich höher gewählt. Die Hülsenanzahl je Pflanze zeigt sich in Bestätigung unserer Ergebnisse allgemein als stark schwankende Komponente (SCHUSTER und SPENNEMANN, 1964; LUFTENSTEINER, 1980). Bei ihr werden vereinzelt auch deutlich höhere Werte bis über 100 Hülsen/Pflanze angegeben (JOHNSTON et al., 1969; SOLDATI und KELLER, 1977; GEISLER, 1983). Die Kornanzahl je Hülse erweist sich dagegen ebenfalls in Bestätigung zu unseren Befunden als sehr stabiles Merkmal (SCHUSTER und SPENNEMANN, 1964; GRETZMACHER, 1978; LUFTENSTEINER, 1980; SPERBER et al., 1988). Für die TKG finden sich vor allem sortenbedingt recht unterschiedliche Angaben, die unseren Beobachtungsbereich sowohl deutlich unter- als auch übertreffen (SCHUSTER und SPENNEMANN, 1964; JOBEHDAR HONARNEJAD, 1974).

Die in Abb. 6 graphisch dargestellte Korrelationsmatrix zeigt eine starke negative lineare Korrelation zwischen Pflanzendichte und Hülsenanzahl je Pflanze und auch noch einen negativen Einfluß der Pflanzendichte auf das TKG. Beide Zusammenhänge bestätigen Befunde aus der Literatur (LEHMAN und LAMBERT, 1960; SCHUSTER und SPENNEMANN, 1964; ENYI, 1973; LUFTENSTEINER, 1980; SPERBER et al., 1988). Die zwischenpflanzliche Konkurrenz beeinträchtigt also offenbar in starkem Maße die Ausbildung der beiden Ertragskomponenten Hülsenanzahl je Pflanze und TKG. Die Anzahl Körner je Hülse steht nur in recht schwachen Beziehungen zu den anderen Ertragskomponenten.

Grundsätzlich unterschiedlich stellten sich die Beziehungen der Ertragskomponenten zum gewachsenen bzw. zum geernteten Ertrag dar. Während Hülsenanzahl je Pflanze, Anzahl Körner je Hülse und TKG verständlicherweise den gewachsenen Ertrag positiv beeinflussten, führte zunehmende Pflanzendichte wegen ihres negativen Einflusses auf Hülsenanzahl und TKG auch zum Rückgang des Kornertrages aus Handernte. Die oben dargestellte Verminderung der

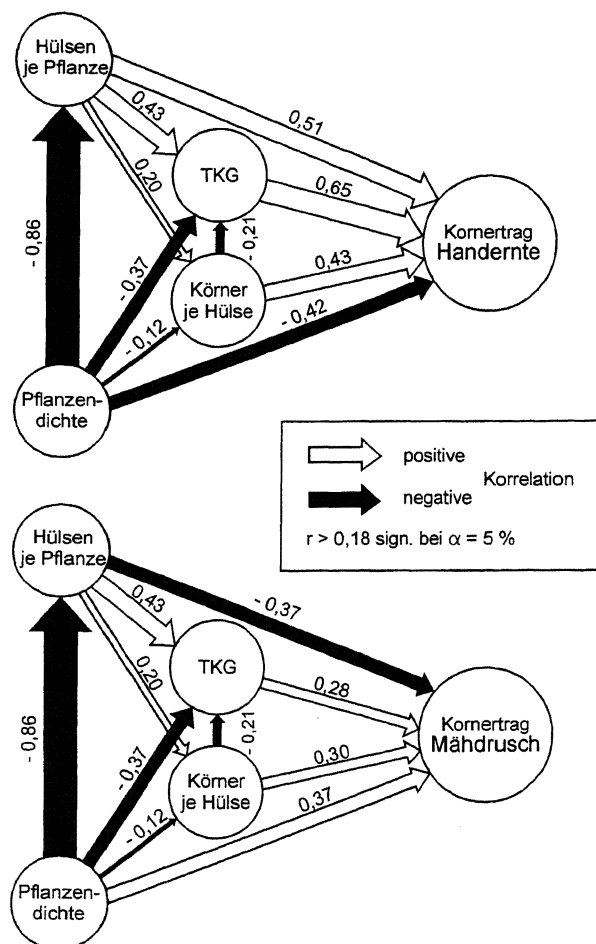


Abbildung 6: Korrelation der Ertragskomponenten untereinander und zum Kornertrag (1987 ... 1993)

Figure 6: Correlation between yield components themselves and with grain yield (1987 ... 1993)

Ernteverluste mit zunehmender Pflanzendichte hatte dagegen eine positive lineare Korrelation der Pflanzenanzahl je Flächeneinheit zum Mähdrusch-Ertrag zur Folge. Daraus resultierte eine negative lineare Korrelation zwischen Hülsenanzahl je Pflanze und geerntetem Ertrag und auch recht schwache lineare Korrelationen der beiden restlichen Ertragskomponenten zum Kornertrag aus Mähdrusch.

Man muß bemerken, daß die linearen Korrelationskoeffizienten bei diesem Datenmaterial nur bedingt Aussagekraft haben, da es, wie in den weiteren Ausführungen gezeigt, nichtlineare Beziehungen zwischen den Ertragskomponenten und zwischen Ertrag und Ertragskomponenten gibt.

Die unterschiedlichen Beziehungen der Komponenten zum gewachsenen und zum geernteten Ertrag erklären sicher teilweise gegensätzliche Aussagen der Literatur. So werden für die Beziehungen zwischen Pflanzen/m² und Kornertrag sowohl negative (ENYI, 1973) als auch positive

Zusammenhänge (IKEDA und SATO, 1990) genannt. Eine deutlich positive lineare Korrelation wurde vielfach für die Beziehung zwischen Hülsen/Pflanze und Kornertrag gefunden (WEATHERSPOON und WENTZ, 1934; SOLDATI und KELLER, 1977; TAYSI et al., 1977; GRETZMACHER, 1978; CECCON et al., 1994). Auch das TKG war häufig positiv mit dem Kornertrag verbunden (TAYSI et al., 1977; GRETZMACHER et al., 1994).

3.3 Abgrenzung von Optimalbereichen der Ertragskomponenten

Um Bereiche der Ertragskomponenten bei einem hohen Ertrag abzugrenzen, wurden zunächst die Beziehungen der Ertragskomponenten untereinander untersucht.

Folgende Funktionen wurden geschätzt:

- Abhängigkeit der Anzahl Hülsen/Pflanze von der Anzahl Pflanzen/m² (Abb. 7)

$$(1) \text{ Anzahl Hülsen/Pflanze} = 5,7 + 92,7 e^{-0,04283 \cdot \text{Pfl./m}^2}$$

B = 91,9 % $s_R = 4,733$ n = 116

Bei sehr hohen Pflanzendichten beträgt die mittlere Anzahl Hülsen/Pflanze 5,7.

- Abhängigkeit der Anzahl Körner/Hülse von der Anzahl Hülsen/Pflanze (Abb. 8)

$$(2) \text{ Anzahl Körner/Hülse} = 0,185 + 1,585 (1 - e^{-0,41525 \cdot \text{Hülsen/Pfl.}})$$

B = 25,8 % $s_R = 0,156$ n = 116

Die Anzahl Körner/Hülse kann im Mittel höchstens 1,77 (0,185+1,585) erreichen.

- Abhängigkeit des TKG von der Anzahl Hülsen/Pflanze (Abb. 9)

$$(3) \text{ TKG} = 115,5 + 40,1 (1 - e^{-0,08529 \cdot \text{Hülsen/Pfl.}})$$

B = 24,7 % $s_R = 15,1 \text{ g}$ n = 116

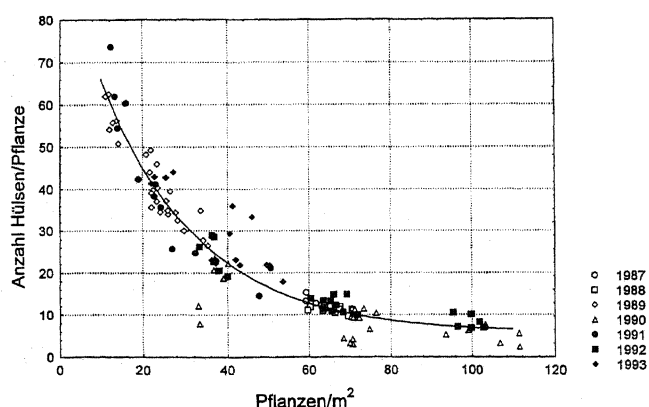


Abbildung 7: Abhängigkeit der Anzahl Hülsen/Pflanze von der Pflanzendichte (1987 ... 1993)

Figure 7: Dependence of pod number per plant on population density (1987...1993)

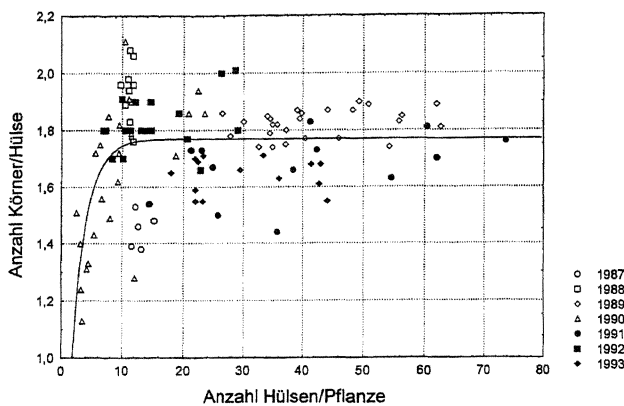


Abbildung 8: Abhängigkeit der Anzahl Körner/Hülse von der Anzahl Hülsen/Pflanze (1987 ... 1993)
Figure 8: Dependence of grain number per pod on the number of pods per plant (1987...1993)

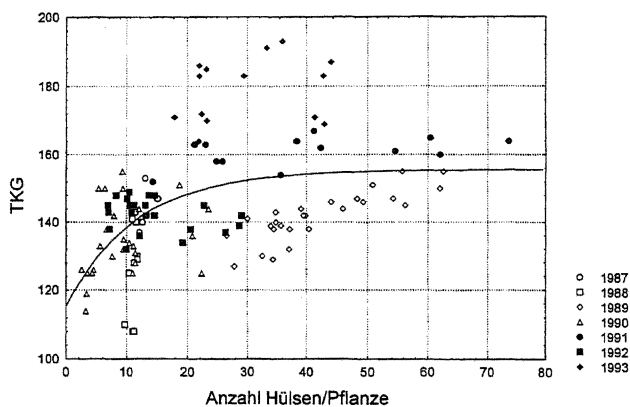


Abbildung 9: Abhängigkeit des TKG von der Anzahl Hülsen/Pflanze (1987 ... 1993)
Figure 9: Dependence of the 1000-kernel weight on the number of pods per plant (1987...1993)

Das Tausendkorngewicht bei großer Anzahl Hülsen/Pflanze kann im Durchschnitt 155,6 (115,5+40,1) g erreichen. Die mit Hilfe der Funktionen (1) bis (3) geschätzten Funktionswerte wurden benutzt, um nach der bekannten Gleichung: (4) Ertrag [dt/ha] = Pflanzen/m² * Anzahl Hülsen/ Pflanze * Anzahl Körner/Hülse * TKG/10⁴

Ertragswerte zu berechnen. Die so berechneten Werte sind eine Schätzung für den gewachsenen Ertrag ohne Ernteverluste, also den Ertrag aus Handernte. In Abbildung 10 sind die geschätzten Ertragswerte (als Kurvenverlauf) und die gemessenen Erträge aus Handernte (als Punktwolke) in Abhängigkeit von der Pflanzenanzahl/ m² dargestellt. Es fällt auf, daß es im Jahr 1990 sehr niedrige Ertragswerte bei hohen Pflanzendichten gab (nichtberegnete Parzellen des Trocken-

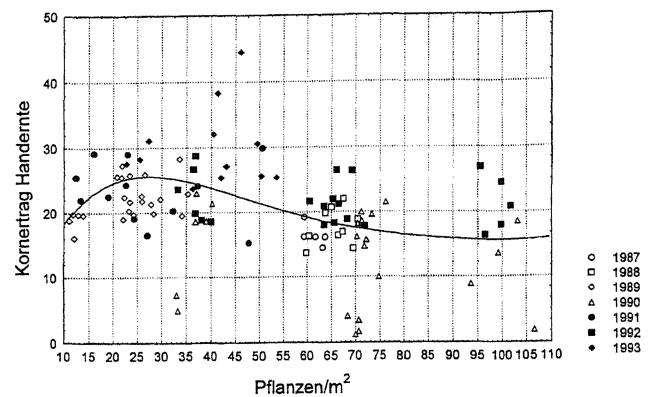


Abbildung 10: Aus den geschätzten Funktionswerten der Ertragskomponenten berechneter Ertrag (Kurvenverlauf; ohne 1990) sowie durch Handernte gemessener Ertrag (Punktwolke) in Abhängigkeit von der Pflanzendichte (1987 ... 1993)

Figure 10: Yield calculated from estimated function values of yield components (curve shape, without 1990) and yield determined after manual harvest (plot of values) in dependence on population density (1987...1993)

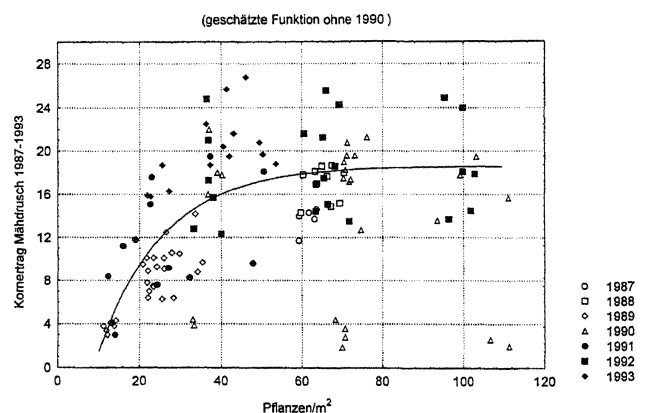


Abbildung 11: Abhängigkeit des Korntrages Mähdrusch von der Pflanzendichte (1987 ... 1993, geschätzte Funktion ohne 1990)

Figure 11: Dependence of grain yield from combine harvest on population density (1987...1993, estimated function without 1990)

jahres 1990) und 1993 sehr hohe Ertragswerte bei Pflanzendichten zwischen 40 und 50 Pflanzen/m². Diese und die niedrigsten Werte von 1990 sind Ausreißer (s. Abb. 5).

Abbildung 10 zeigt, daß das Maximum des gewachsenen Ertrages bei Pflanzendichten zwischen 20 und 35 Pflanzen/m² lag. Für diesen Bereich wurden in Tabelle 4 die Konfidenzintervalle für den mittleren Ertrag und die mittleren Ertragskomponenten angegeben.

Die Abhängigkeit des Kornertrages aus Mähdrusch von der Pflanzendichte kann wie folgt geschätzt werden (Abb. 11):
(5) Kornertrag = $-18,44 + 35,05 (1 - e^{-0,081 \cdot \text{Pfl./m}^2})$

$$B = 32,1 \% \quad s_R = 5,24 \text{ dt/ha} \quad n = 116$$

Bei hohen Pflanzendichten kann im Durchschnitt ein Ertrag von 16,6 ($-18,44 + 35,05$) dt/ha erreicht werden. Bei Ausschluß des Jahres 1990 (trockenes Jahr, unberechnete Parzellen lieferten kaum Ertrag) aus dem Datenmaterial erhöht sich das Bestimmtheitsmaß der geschätzten Funktion um etwa 20 %, die Reststandardabweichung verringert sich deutlich:
(6) Kornertrag = $13,44 + 32,07 (1 - e^{-0,06277 \cdot \text{Pfl./m}^2})$

$$B = 54,0 \% \quad s_R = 3,63 \text{ dt/ha} \quad n = 90$$

Der Ertrag nahm bis zu einer Pflanzendichte von 60 Pflanzen/m² zu und stieg bei höheren Pflanzendichten nicht weiter an. Bei hohen Pflanzendichten lag der mittlere Ertrag bei 18,6 ($-13,44 + 32,07$) dt/ha. Für den Bereich von mehr als 60 Pflanzen/m² sind in Tabelle 4 Konfidenzintervalle für die mittleren Erträge und mittleren Ertragskomponenten angegeben. Die aufgeführten Konfidenzintervalle können als Optimalbereiche der Ertragskomponenten für den gewachsenen bzw. für den geernteten Ertrag angesehen werden. Der mittlere Kornertrag bei Handerte und 20–35 Pflanzen/m² liegt deutlich über dem Ertrag bei Mähdrusch und mehr als 60 Pflanzen/m², ebenso das Tausendkorngewicht.

Tabelle 4: Konfidenzintervalle für den mittleren Kornertrag und die mittleren Ertragskomponenten (gerundet)

Table 4: Confidence intervals for the average grain yield and the average yield components (rounded)

Pflanzen/m ²	20–35	> 60
Anzahl Hülsen/ Pflanze	32,0–38,6 n = 32	8,6–10,5 n = 48
Anzahl Körner/ Hülse	1,69–1,80 n = 32	1,67–1,80 n = 48
TKG	142–153 n = 32	133–139 n = 48
	Handerte	Mähdruschernte
Kornertrag	20,3–24,3 n = 32	14,3–17,7 n = 48
Kornertrag ohne 1990	22,0–24,8 n = 29	15,6–19,3 n = 28

Die mittlere Anzahl Hülsen/Pflanze ist bei einer Pflanzendichte von 20–35 Pflanzen/m² bedeutend größer als bei Pflanzendichten von mehr als 60 Pflanzen/m². Die Anzahl Körner/Hülse ist nicht abhängig von der Pflanzendichte.

3.4 Wirkung agronomischer Maßnahmen auf die Ertragskomponenten

Abschließend soll die Wirkung von einzelnen agronomi-

Tabelle 5: Wirkung agronomischer Maßnahmen auf die Ertragskomponenten von Sojabohne

Table 5: Effect of agronomic measures on the yield components of soya

Variante	Pflanzen/m ²	Hülsen/ Pflanze	Körner/ Hülse	TKG g	Kornertrag bei Hand- erte dt/ha
Saatmenge (ohne N, mit Beregnung, ohne Impfung; 1989...1993 ohne 1991)					
40 Körner/m ²	27,2	36,6	1,80	148	21,0
80 Körner/m ²	51,0	19,4	1,80	147	20,4
120 Körner/m ²	74,9	15,2	1,78	144	19,9
Differenz (3–1)					
absolut	+ 47,7	– 21,4	– 0,02	– 4	– 1,1
relativ	+175 %	– 58 %	– 1 %	– 3 %	– 5 %
N-Düngung (80 Körner/m ² , mit Beregnung, ohne Impfung; 1988, 1989, 1992)					
ohne N	50,6	18,9	1,81	137	18,8
mit N (40 kg/ha)	52,1	23,7	1,83	143	23,3
Differenz					
absolut	+ 1,5	+ 4,8	+ 0,02	+ 6	+ 4,5
relativ	+ 3 %	+ 25 %	+ 1 %	+ 4 %	+ 24 %
Impfung (80 Körner/m ² , ohne N, mit Beregnung; 1993)					
ohne Impfung	42,0	23,2	1,71	170	25,4
mit Impfung	46,0	33,3	1,71	191	44,5
Differenz					
absolut	+ 4,0	+ 10,1	± 0	+ 21	+ 19,1
relativ	+ 10 %	+ 44 %	± 0 %	+ 12 %	+ 75 %
Beregnung (80 Körner/m ² , ohne N, ohne Impfung; 1988 ... 1991)					
oh. Beregnung	47,6	20,6	1,62	130	14,3
mit Beregnung	44,2	26,5	1,86	140	20,8
Differenz					
absolut	– 3,4	+ 5,9	+ 0,24	+ 10	+ 6,5
relativ	– 7 %	+ 29 %	+ 15 %	+ 8 %	+ 45 %

schon Maßnahmen auf die Ausprägung der Ertragskomponenten und damit auf den Kornertrag (hier den gewachsenen Ertrag) betrachtet werden (Tab. 5). Dazu wurden Jahre und Varianten ausgewählt, in denen der jeweilige Prüffaktor eine deutliche Wirkung zeigte. Ausdrücklich sei betont, daß die Darstellungen deshalb nicht zur generellen Beurteilung des Prüffaktoreinflusses auf den Ertrag berechnen.

Eine Steigerung der Saatmenge von 40 über 80 auf 120 Körner/m² führte erwartungsgemäß zu einer deutlichen Erhöhung der Pflanzenanzahl/m², die allerdings im Mittel der Jahre etwa um ein Drittel niedriger lag als die ausgesäte Kornanzahl. Ursache dafür waren vor allem häufig unbefriedigende Feldaufgangswerte durch zu kühle Witterung und/oder Bodenverschlammung. Die steigenden Pflanzendichten ergaben, wie bereits ausführlich dargestellt, eine drastische Verringerung der Hülsenanzahl/Pflanze, so daß der Ertrag in der Tendenz zurückging.

Eine Verbesserung der Stickstoffernährung, entweder über mineralische Stickstoffdüngung oder über Förderung der symbiontischen N-Bindung durch Impfung, wirkte über Steigerung der Hülsenanzahl je Pflanze auf den Kornertrag. Bei der Impfung wurde auch ein positiver Effekt auf das TKG beobachtet. Über letztere Wirkung berichtet auch KORNFIELD (1936), während STREUBER (1961) eine Zunahme von Hülsen/Pflanze, Körner/Hülse und TKG durch Impfung fand.

Über Förderung letztgenannter drei Ertragskomponenten kam in unseren Versuchen auch die positive Ertragsbeeinflussung durch Beregnung zustande. Ähnliche Wirkungen fanden CARLSON et al. (1982) bei Beregnungsversuchen in Iowa (USA). CECCON et al. (1994) beobachteten durch Wassermangel in erster Linie einen Rückgang der Hülsenanzahl/Pflanze, in geringerem Maße auch des TKG. LUFTENSTEINER (1980) schließlich stellte fest, daß Zusatzwassergaben über ein hoch signifikant höheres TKG zu einem deutlichen Ertragsanstieg im Vergleich zu unberegneten Flächen führten. Die positive Wirkung der Beregnung auf Hülsenanzahl/Pflanze, Kornanzahl/Hülse und TKG belegt die Notwendigkeit einer über die gesamte Vegetationszeit kontinuierlich ausreichenden Wasserversorgung für die Ertragsbildung.

Auch durch diese abschließenden Betrachtungen wird also bestätigt, daß bei der Sojabohne nicht nur eine Ertragskomponente vorrangig für die Ausbildung des Ertrages verantwortlich ist, sondern über alle Ertragskomponenten Einfluß auf die Ertragsbildung genommen werden kann.

4. Schlußfolgerungen

Die Sojabohne ist in der Lage, durch einen sehr guten Hülsenansatz an der Einzelpflanze mit geringer Bestandesdichte hohe Flächenerträge zu liefern. Diese sind aber durch die bei großem Standraum niedrigen Ansatzhöhen der untersten Hülsen technisch nicht 100 %ig zu ernten. Vertretbare Mähdruschverluste erfordern Ansatzhöhen über 20 cm, die nur durch hohe Bestandesdichten im Bereich von 60 Pflanzen/m² erreichbar sind. Auf dieses Ziel muß die Anbautechnik ausgerichtet werden. Gleichzeitig bleibt ein möglichst hoher Ansatz der untersten Hülsen ein vordringliches Zuchtziel. Die Hülsenanzahl je Pflanze nimmt mit zunehmender Pflanzendichte exponentiell ab. Kornanzahl je Hülse und TKG variieren weniger stark, sind aber auch durch agronomische Maßnahmen beeinflussbar. Es gibt keine Ertragskomponente, die einen hohen Kornertrag ausschließlich

bestimmt, sondern er kann sich aus recht verschiedenen Kombinationen der Komponenten zusammensetzen. Aufgabe des Pflanzenbaues ist es deshalb, auf die optimale Ausprägung aller Ertragskomponenten Einfluß zu nehmen.

Danksagung

Die Autoren danken Frau Ilona Bothmann für die Mitwirkung bei der Aufbereitung und statistischen Verrechnung des Datenmaterials, Frau Loni Henning für Anfertigung von Grafiken, Frau Heidi Steinbeiß für Schreibaarbeit sowie Frau Inge Häßler für die technische Erstellung des Manuskripts.

Literatur

- ALTERMANN, M. (1992): Kennzeichnung der natürlichen Standortbedingungen der Versuchsstation Seehausen. Wissenschaftl. Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 6, 42–60.
- BERKNER, F. (1935): Zwanzigjährige Erfahrungen mit dem Anbau von Sojabohnen. Pflanzenbau 12, 51–75.
- BOMMER, D. und M. DAMBROTH (1974): Ein Beitrag zur Diskussion über die Möglichkeiten des Sojabohnenanbaues in der Bundesrepublik Deutschland. Landbauforschung Völkenrode 24, 133–136.
- CARLSON, R. E., M. KARIMI-ABADCHI and R. H. SHAW (1982): Comparison of the nodal distribution of yield components of indeterminate soybeans under irrigated and rain-fed conditions. Agronomy J. 74, 531–535.
- CECCON, P., L. DALLA COSTA, R. GIOVANARDI and C. ROGER (1994): The interaction of sowing date and water availability in determining plant architecture, fruiting pattern and yield components of soybean (*Glycine max.* L. Merr.). J. Agronomy & Crop Sci. 173, 172–183.
- DIECKMANN, A. (1940): Entwicklung und Zukunft der Soja. Mitt. f. d. Landwirtschaft. 55, 670–672.
- DIMOW, N. und P. IWANOW (1989): Die Verwendung der Sojabohne zu Nahrungs- und Futterzwecken. Intern. Zt. Landwirtschaft 5, 413–415.
- ENYI, B.A.C. (1973): Effect of plant population on growth and yield of soya bean (*Glycine max.*). J. agric. Sci. 81, 131–138.
- GEISLER, G. (1983): Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- GRETZMACHER, R. (1978): Die Reaktion der Sojabohne

- (*Glycine max* (L.) Merr.) auf unterschiedliche Bestandesdichten. *Die Bodenkultur* 29, 333–350.
- GRETZMACHER, R., N. SCHAHABZIAN und H. POURDAVAI (1994): Einfluß von symbiontischem, organischem und anorganischem Stickstoff auf Ertrag und Qualität von Sojabohnen. *Die Bodenkultur* 45, 253–267.
- HILTNER, L. (1915): Darf man den Anbau der Sojabohne empfehlen? *Prakt. Bl. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz* 13, 25–32 und 44–49.
- HUBER, W. (1968): Anbau von Sojabohnen zur Körnergewinnung? *Mitt. Schweiz. Landwirtsch.* 16, 110–112.
- IKEDA, T., H. SAITO, R. MATSUDA und S. SATO (1994): Soybean yield and yield components in two planting patterns. *J. Agronomy & Crop Sci.* 173, 73–78.
- IKEDA, T. and K. SATO (1990): Relation between plant density and yield components in soybean plants. *Japanese Journal of Crop Sci.* 59, 219–224.
- JOBEHDAR HONARNEJAD, R. (1974): Physiologische Reaktion verschiedener Sojabohnensorten auf Tageslänge und Temperatur sowie die Ertragsleistung unter verschiedenen Umweltbedingungen. Dissertation Justus-Liebig-Univ., Gießen.
- JOHNSTON, T. J., J. W. PENDLETON, D. B. PETERS und D. R. HICKS (1969): Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield, and yield components of soybeans (*Glycine max* L.). *Crop Sci.* 9, 577–581.
- KORNFELD, A. (1936): Grundversuch zur Frage ertragreichen Ölbohnen-(Soja)baues. *Pflanzenbau* 13, 161–206.
- LEHMAN, W. F. and J. W. LAMBERT (1960): Effects of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. *Agron. J.* 52, 84–86.
- LIEBHARD, P. (1980): Untersuchungen über den Einfluß der Tageslänge und der Temperatur auf Wachstum und Entwicklung mehrerer Sojabohnensorten (*Glycine max* (L.) Merr.) im Freiland. *Die Bodenkultur* 31, 277–297.
- LÜCKER, R. (1982): Agrarer Strukturwandel unter dem Einfluß des Sojaweltmarktes. *Geographische Rundschau* 34, 368–373.
- LUFTENSTEINER, W. (1980): Ertragsparameter der Sojabohnensorte Evans. *Jahrbuch 1979 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung Wien*, 163–175.
- N. N. (1988): „Fleisch“ aus Soja und Weizen. *Bauern-Echo* 41, Nr. 280, 6.
- ROEMER, T. (1950): Die Erzeugung von pflanzlichem Nahrungseiweiß. *Kühn-Archiv* 63, 91–101.
- SCHMID, J. E. (1979): Einfluß tiefer Temperaturen auf das Wachstum und den Ertragsaufbau verschiedener Sojabohnensorten (*Glycine max* (L.) Merr.). Dissertation, Eidgen. Techn. Hochschule Zürich.
- SCHUSTER, W. und W. SPENNEMANN (1964): Untersuchungen über den Einfluß der Standweite auf die Variabilität einiger Eigenschaften von verschiedenen Sojabohnensorten (*Glycine soja* (L.)). *Der Züchter* 34, 262–272.
- SOLDATI, A. und E. R. KELLER (1977): Abklärung von Komponenten des Ertragsaufbaues bei der Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.) unter verschiedenen klimatischen Bedingungen in der Schweiz. *Schweiz. landwirtschaftl. Forschung* 16, 257–278.
- SPERBER, J., R. BARISCH, E. EDINGER und W. WEIGL (1988): Öl- und Eiweißpflanzen. *Anbau-Kultur-Ernte*. Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- STELZNER, C., R. ALBRECHT und G. W. KRAUSSE (1984): Ergebnisse zweijähriger Untersuchungen zur Aussaatzeit und Aussaatmenge der Sojabohnensorte "Fiskeby V" und Schlußfolgerungen für die Sojabohnenzüchter. *Arch. Züchtungsforsch.* 14, 129–138.
- STREUBER, E. (1961): Untersuchungen über Anbautechnik und Ertragsleistung der Sojabohne, *Glycine max* (L.) Merr. *Kühn-Archiv* 75, 102–189.
- STOCK, H.-G. und M. KAZMI (1992): Wirkungen agronomischer Maßnahmen auf Ertragsstruktur und Ertrag von Sojabohnen auf einem sandigen Lehm Boden unter ostdeutschen Klimaverhältnissen. *Arch. Acker- und Pflanzenb. Bodenkd.* 36, 357–364.
- TAYSI, V., W. SCHUSTER, H. SEPET und U. POSSELT (1977): Die Leistungen von Sojabohnensorten unterschiedlicher Provenienz unter ost-mediterranen und west-europäischen Klimaverhältnissen. *Z. Acker- und Pflanzenbau*, 144, 311–324.
- WEATHERSPOON, J. H. and J. B. WENTZ (1934): A statistical analyses of yield factors in soybeans. *J. Amer. Soc. Agron.* 26, 524–531.

Die Autoren

PD Dr. habil. Hans-Georg Stock, Dr. Kristina Warnstorff
Dr. Mushtaq Kazmi, Institut für Acker- und Pflanzenbau
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-
Wucherer-Str. 2, D-06108 Halle.

Eingelangt am 19. Jänner 1996

Angenommen am 23. Februar 1996