

**Institut für Pflanzenbau
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Lehrstuhl für Speziellen Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Direktor: Prof. Dr. K.-U. Heyland**

**Untersuchungen zur Bedeutung der Saatechnik für die
Ertragsbildung und Ertragsleistung von Winter- und
Sommerweizen unter Berücksichtigung von Saatstärke,
Sorte und Stickstoffdüngung**

**Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Grades
Doktor der Landwirtschaft
(Dr. agr.)
der
Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn**

**vorgelegt am 26. Juli 1983
von
Dipl.-Ing. agr. Heinz Große Hokamp
aus Ostbevern**

Referent: Prof. Dr. K.-U. Heyland

Korreferent: Prof. Dr. W. Brinkmann

Tag der mündlichen Prüfung: 2. September 1983.

meinen Eltern

Vorwort

Herrn Prof. Dr. K.-U. Heyland möchte ich für die Ermöglichung der vorliegenden Arbeit sowie die stets gewährte Unterstützung herzlich danken.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. W. Brinkmann für die mir gewährte technische Unterstützung und für die Übernahme des Korreferates.

Ganz besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. H.J. Kochs für seine ständige und engagierte Diskussions- und Hilfsbereitschaft.

Unterstützt wurde ich ferner von den Mitarbeitern des Versuchsgutes Dikopshof, ohne deren Mithilfe die Anlage und Durchführung der aufwendigen Feldversuche nicht möglich gewesen wäre. Hierfür herzlichen Dank.

Besonderen Dank gebührt ebenso den Firmen ACCORD (Soest), AMAZONE (Hasbergen-Gaste) und FÄHSE (Düren), die über die großzügige Bereitstellung der Versuchsmaschinen die Versuchsanlage erst ermöglichten.

Allen Institutsangehörigen möchte ich für die stete Hilfsbereitschaft und die sehr angenehme Zusammenarbeit in den vergangenen drei Jahren danken.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat diese Arbeit finanziell getragen. Hierfür sei ebenfalls herzlich gedankt.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung und Aufgabenstellung	7
2.	Literaturübersicht	9
2.1	Entwicklung der Getreidesaat	9
2.2	Überlegungen zur Bewertung von Standraum und Standraumgeometrie der Getreideeinzelpflanze ...	10
2.3	Bedeutung des Standraums und der Standraumgeome- trie für Ertrag und Ertragsstruktur	12
2.4	Bedeutung der Saattiefe für Ertrag und Ertragsstruktur	21
3.	Arbeitshypothesen	23
4.	Material und Methodik	25
4.1	Feldversuche	25
4.1.1	Standort und Witterung	25
4.1.2	Feldversuchsanlage und -aufbau	29
4.1.3	Versuchsdurchführung	34
4.1.3.1	Bonituren und Messungen	35
4.1.3.2	Erfassung der erzielten Saattiefe sowie deren Streuung	37
4.1.3.3	Einzelpflanzenbeerntung	37
4.1.3.4	Siebsortierung	37
4.1.4	Biometrische Auswertung	38
4.2	Modellversuch	42
5.	Ergebnisse der Feldversuche	45
5.1	Überprüfung der Ablagequalität	45
5.2	Feldaufgang und Keimdichte	47
5.3	Bestockung und Triebdichte	53

5.4	Bonituren und Messungen während der Vegetation .	56
5.4.1	Standbonituren	56
5.4.2	Unterschiede in der Pflanzenentwicklung	59
5.4.3	Wuchshöhe	60
5.4.4	Lager	61
5.5	Ertragsstrukturanalyse	64
5.5.1	Bestandesdichte	64
5.5.2	Kornzahl pro Ähre	71
5.3.3	Tausendkornmasse	76
5.5.4	Kornflächenertrag	81
5.6	Ergebnisse der Einzelpflanzenuntersuchungen	89
5.6.1	Ährenfertilität	89
5.6.2	Pflanzenhomogenität	94
5.7	Siebsortierung	97
6.	Ergebnisse des Modellversuchs	98
7.	Diskussion	103
7.1	Keimbedingungen, Saattiefe und Ertrag	103
7.2	Einzelpflanzenstandraum, Pflanzenhomogenität und Ertrag	108
7.3	Saatstärke, Konkurrenz und Ertrag	118
7.4	Stickstoffdüngung und Ertrag	122
7.5	Sorte und Ertrag	124
7.6	Praxisorientierte Wertung der Saattechnik	126
8.	Zusammenfassung	129
9.	Bildanhang	132
10.	Literatur	135

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Die Standraumzuteilung ist für unsere Kulturpflanzen eine der wesentlichen Voraussetzungen, um sowohl eine optimale Jugendentwicklung, als auch eine weiterhin günstige generative Entwicklung zu gewährleisten.

Mit der Saat gilt es möglichst jeder Einzelpflanze ideale Wachstumsbedingungen zu schaffen, die ihr über eine entsprechende Beährung eine maximale Ausschöpfung des genetisch fixierten Leistungspotentials ermöglichen. Bei der Vorbereitung von entsprechend hohen und sicheren Einzelpflanzen- und damit Flächenerträgen ist dieses ein entscheidender Schritt, der beim Getreide noch nicht in zufriedenstellendem Maße gelöst ist. Vielmehr werden schon bei der Saat mit der üblichen Drilltechnik Ertragsdepressionen aufgrund einer sehr unregelmäßigen Saatgutapplikation, sowohl in der Verteilung über der Fläche als auch in der Ablagetiefe regelrecht vorprogrammiert.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll anhand von Feldversuchen geprüft werden, inwieweit es durch neue verbesserte Saattechniken möglich ist, ertragsschädigende zwischen- und innerpflanzliche Konkurrenzwirkungen zu minimieren und damit insgesamt eine gleichmäßigere Bestandesstruktur zu erzielen.

Es ist ferner zu überprüfen, ob die angestrebten, gleichmäßigeren Getreidepflanzen neben einer besseren Nutzung von Nährstoffen, Wasser und Standraum einen wirksameren und gezielteren Einsatz von pflanzenbaulichen Maßnahmen ermöglichen. Besonders interessieren dabei Wechselwirkungen zwischen Saattechnik (Verteilung und Saattiefe), Saatstärke, Stickstoffdüngung und Sortenverhalten sowie ihr Einfluß auf Ertrag und Ertragsstruktur.

Der Arbeit sind folgende Überlegungen vorausgestellt:

Bei der Stellung der Getreidepflanze innerhalb eines Bestandes handelt es sich um ein sehr komplexes Konkurrenzsystem, daß durch eine Vielzahl von zum Teil nicht quantifizierbaren Faktoren sowohl innerhalb der Pflanze selbst, als auch von außen auf sie einwirkt. Durch eine gezielte Samenapplikation sollte es möglich sein, die von außen auf die Pflanze einwirkenden Konkurrenzmechanismen so zu beeinflussen, daß die zumeist vegetativen Konkurrenzwirkungen zugunsten einer günstigeren generativen Entwicklung verringert werden.

2. Literaturübersicht

2.1 Entwicklung der Getreidesaat

Eine Vielzahl von Arbeiten, die zum Teil bis ins letzte Jahrhundert reichen, hatten das Bestreben, die Getreideerträge durch eine Verbesserung des Aussaatverfahrens zu erhöhen.

Erste Arbeiten beschäftigten sich mit den Vor- und Nachteilen der Drillsaat gegenüber der Breitsaat von Hand. Bewußt nahm man mit dieser neuen Technik in Kauf, daß sie den Pflanzen eine ungünstige Flächenzuteilung, nämlich relativ große Reihenabstände von über 20 cm und sehr enge und ungleichmäßige Pflanzenabstände in der Reihe bietet, da die Vorteile einer gleichmäßigeren Tiefenablage sowie die Möglichkeit des maschinellen Unkrauthackens deutlich überwogen (THAER, 1804).

Eine Vielzahl von Versuchen, die bis in die jüngste Zeit hin zur Ermittlung des günstigsten Reihenabstandes bei der Drillsaat durchgeführt wurden, analysierte MÜLLE (1979). Er ermittelt für den Bereich von 10 - 20 cm pro Zentimeter Reihenverengung einen Mehrertrag von 0,7 Prozent, wobei sich die verschiedenen Getreidearten in etwa gleich verhalten. Trotz dieser doch recht eindeutigen Ergebnisse liegt auch heute noch der durchschnittliche Drillreihenabstand in der Bundesrepublik bei 14 cm (FIRMENMITTEILUNG, 1982).

Eine gewisse Verbesserung der Kornverteilung bieten die in jüngerer Zeit entwickelten Band- und Breitsaat-techniken, die das Saatgut mittels Prallteller auf der Unterseite von Gänsefußscharen in einem Band ablegen. Für diese Techniken wurden in entsprechenden Versuchen (ELONEN, 1972, HEEGE, 1977, IRLA, 1977) Mehrerträge von ca. 4 Prozent gegenüber der Drillsaat ermittelt. Jedoch konnten sie sich bis heute kaum durchsetzen.

Zu den neueren Entwicklungen zählt auch die Saatgutablage in den Erdstrom von rotierenden Bodenbearbeitungsgeräten, z.B. die Frässaat. Während die Verteilung der Körner über die Fläche hierbei ebenfalls wesentlich verbessert ist, ergibt sich bei dieser arbeitswirtschaftlich recht günstig erscheinenden Technik eine absolut nicht zufriedenstellende Einhaltung der Saattiefe (KOCHS, 1980 b).

Schon in den 30 er Jahren und verstärkt im letzten Jahrzehnt versuchte man mit der maschinellen Einzelkornsaat dem Ideal der Gleichstandssaat nahezukommen. Mit der Gleichstands- bzw. der Einzelkornsaat wurden zum Teil Mehrerträge von über 10 Prozent festgestellt (LONG, 1975, MEYERS, 1980). Nach MÜLLE (1979) liegt eine Gleichstandssaat dann vor:

"Wenn jedem im Boden abgelegten Samenkorn eine Standfläche exakt gleicher Form und Größe als Wuchsraum zur Verfügung steht. Diese Definition ist unabhängig davon, ob eine Kornverteilung im Rechteck-, Quadrat- oder Dreieckverband realisiert ist."

2.2 Überlegungen zur Bewertung von Standraum und Standraumgeometrie der Getreideeinzelpflanze

Unter den Umweltfaktoren spielt der Standraum für die Einzelpflanze eine bedeutende Rolle, da er die Höhe ihres Ertrages weitgehend beeinflusst. Nach dem Wirkungsgesetz von MITSCHERLICH (1919) steigt der Ertrag freistehender Einzelpflanzen noch mit der Vergrößerung der Standfläche an, wobei diese Ertragssteigerung dem bekannten Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs folgt. Hohe Flächenerträge bilden allerdings einen Kompromiß aus hohen Einzelpflanzenenerträgen und einer möglichst hohen Anzahl Pflanzen pro Flächeneinheit.

Dabei ist es erforderlich, daß auch jeder Einzelpflanze ein Optimum bzw. Maximum an den benötigten Wachstumsfaktoren (Wasser, Wärme, Licht, Nährstoffe) zur Verfügung gestellt wird (BOGUSLAWSKI et al., 1963). Es kann erwartet werden, daß dieses in einem umso höheren Ausmaß ermöglicht wird, je gleichmäßiger die den Pflanzen zugeordneten Standräume ausfallen. Diese Gleichmäßigkeit sollte sich aber nicht nur auf die absolute Flächengröße, sondern auch auf die geometrische Ausdehnung des Einzelpflanzenstandraums beziehen.

Zur Klärung dieser Standraumfragen entwickelten verschiedene Autoren (MITSCHERLICH, 1909, 1919, HEGE, 1952, HEEGE, 1967, SPEELMAN, 1975) Maßzahlen für die Standflächenform bzw. für die sich daraus ergebenden Konkurrenzbeziehungen. Eine recht einfache Maßzahl, die die Standraumgeometrie bei Reihensaat, also der Drill- und Einzelkornsaat beschreibt, ist der Quotient aus dem Verhältnis von Länge zu Breite des durchschnittlichen Einzelpflanzenstandraums (FAWCETT, 1964). Während dieser Wert bei der Gleichstandssaat (Quadrat- und Dreiecksverband) 1 ist, wird er mit ansteigenden Reihenabständen bei gleichbleibender Saatstärke im Quadrat vergrößert.

Da die Kornverteilung bei den verschiedenen Saattechniken zumeist sehr großen Streuungen unterworfen ist, entwickelt HEEGE (1967) die Maßzahl "r", die als Bewertungsgrundlage für alle Techniken (für die Bandsaat bedingt) anwendbar ist. SPEELMAN (1975) entwickelt die entsprechende Maßzahl für die Bandsaat. Definitionsgemäß erfaßt diese Maßzahl jeweils den geringsten Abstand eines Saatkorns zu seinem Nachbarkorn unabhängig von der Verteilungsrichtung. HEEGE geht hierbei von der Grundvorstellung aus, daß jegliches Zusammendrängen der Körner -gleichgültig in welche Richtung dieses geschieht- zu Mindererträgen führt. Vergleichskriterium für verschiedene Techniken ist der Mittelwert " \bar{r} " und die Streuung " σ_r ".

2.3 Bedeutung des Standraums und der Standraumgeometrie für Ertrag und Ertragsstruktur

Mit der Frage nach der optimalen Konstellation des Einzelpflanzenstandraums, abgeleitet aus Saatstärke und Reihenabstand, sowie deren spezifische Auswirkung auf die Ertragsbildung beschäftigten sich eine Vielzahl von Autoren. Hervorragende Persönlichkeiten in diesem Bemühen waren WOLLNY (1885), der als erster Untersuchungen zum Reihenabstand anstellte, MITSCHERLICH (1919), der den Pflanzenstandraum zu einem bedeutenden Wachstumsfaktor erklärte und HEUSER (1954), der als Begründer der Ertragsstrukturanalyse anzusehen ist, die er im Rahmen seiner Arbeiten über die Einzelkornsaat bzw. über optimale Saatstärken und Reihenabstände entwickelte.

Mit Hilfe dieser Ertragsanalyse läßt sich der Ertrag in die einzelnen Ertragskomponenten Bestandesdichte (ährentragende Halme pro Quadratmeter), Kornzahl je Ähre und Tausendkornmasse zerlegen. Weitere hiervon ableitbare und unter Umständen pflanzenbaulich interessante Kriterien sind der Einzelährenertrag, der Einzelpflanzen-ertrag, die Kornzahl pro Pflanze, die Ährenzahl pro Pflanze und unter Umständen die Körnzahl pro Quadratmeter (Masle Maynard, 1980).

HEUSER (1954) stellt fest, daß durch die Veränderung von Drillreihenabständen bei gleichbleibender Saatstärke die Wachstumsbedingungen des Getreides in vielfältiger Weise geändert werden. So wird bei Verringerung des Drillreihenabstandes die Körner- bzw. Pflanzenfolge in der Reihe weniger dicht, was zu einem gleichmäßigeren Luft- und Bodenraum mit einer ebenso gleichmäßigeren Durchwurzelung und Bestockung und letztlich zu höheren Erträgen führt. Eine Vielzahl von entsprechenden Versuchen bestätigt diese Ergebnisse, wobei zumeist eine Erhöhung der Bestandesdichte als Ursache hierfür angegeben wird.

Dieses finden HEUSER, 1954, WIEDENBRÜG, 1961, FREYMÜLLER, 1964, FURRER und STAUFFER, 1970, KRATSCH, 1972, TRIEBEL, 1982, SCHEER, 1983. Fast alle Autoren führen eine erhöhte Ährenzahl auf eine stärkere Bestockung dieser in Bezug auf die verschiedenen Wachstumsfaktoren günstiger gestellten Einzelpflanzen zurück. POMMER und ZELTNER (1981) hingegen ermitteln bei einer Verengung der Reihenabstände von 13 auf 9 bzw. 6 cm keine Auswirkungen auf den Ertrag, eine Erweiterung auf 18 cm erbrachte hingegen Ertragsrückgänge.

Eine weitere Ursache für eine erhöhte Bestandesdichte ist die bei engeren Reihenabständen deutlich verminderte interspezifische Konkurrenz, die zu geringeren Keimpflanzenausfällen führt (BOGUSLAWSKI und DEBRUCK, 1973). Dambroth (1979) betont, daß bei weiteren Reihenabständen und entsprechend ungünstigeren Standräumen in verstärktem Maße unterschiedlich kräftige also inhomogenere Einzelpflanzen ausgebildet werden.

Über die Auswirkungen von verringerten Reihenabständen auf den Einzelährenertrag bestehen nicht so eindeutige Aussagen wie für die Bestandesdichte. So stellten FURRER und STAUFFER (1970), BENGTTSSON, (1972), FOTH et al. (1964) und SCHEER (1983) neben der erhöhten Bestandesdichte eine leicht verringerte Kornzahl pro Ähre mit unveränderter Tausendkornmasse fest. Andere Autoren stellen dagegen einen unveränderten Einzelährenertrag oder sogar einen über die Kornzahl pro Ähre erhöhten Einzelährenertrag fest (HEUSER, 1954).

Die Tausendkornmasse bleibt im allgemeinen von einer Änderung des Reihenabstandes unbeeinflußt. Lediglich TOUSSAINT und HETTINGA (1966) ermitteln in umfangreichen Versuchen mit Sommerweizen eine höhere Tausendkornmasse bei engeren Reihenabständen. Gleichzeitig stellen sie eine Erhöhung der Bestandesdichte und eine Verringerung der Kornzahl pro Ähre fest.

Neben der Verteilungstechnik hat die Saatstärke einen wesentlichen Einfluß auf den Bestandaufbau, da sie die Bestandesdichte und hierüber die Ertragskomponenten Kornzahl pro Ähre und die Tausendkornmasse direkt beeinflußt (ZEIDAN, 1970). In der Regel besteht für die Ertragskomponenten Bestandesdichte und Kornzahl pro Ähre eine deutlich negative Korrelation (HEYLAND, 1967), die jedoch nach HEUSER (1928), FURRER und STAUFFER (1970), FINLAY et al. (1971), BENGTSSON (1972), stark abgeschwächt oder sogar gebrochen wird, wenn eine Erhöhung der Bestandesdichte auf eine Verringerung von Reihenabständen zurückgeht.

Über die Möglichkeit bei einer Verringerung von Standweiten auch die Saatstärke zu verändern, liegen widersprüchliche Ansichten und Ergebnisse vor. In mehrjährigen Versuchen kommt BACHTHALER (1971) zu dem Ergebnis, daß sich die höchsten Erträge bei einer gleichzeitigen Reduzierung von Reihenweite und Saatstärke erzielen lassen. Zum gleichen Schluß kommt HEUSER (1954) aus einem Saatstärken - Drillweitenversuch. Auch DAMBROTH (1975) spricht sich für eine Verringerung der Saatstärke bei gleichzeitig verbessertem Standraum aus. Er hält eine Saatmenge von 90 kg pro Hektar für ausreichend, wenn jedem Samenkorn ein optimaler Standraum zur Verfügung steht.

SCHEER (1983) findet bei Winterweizen, daß beim Reihenabstand von 22 cm das Saatstärkenoptimum bei ca 250 keimfähigen Körnern liegt, während beim engen Reihenabstand von 11 cm dieses Optimum bei 350 Körnern pro Quadratmeter liegt.

DEBRUCK (1972) dagegen fordert die Beibehaltung der üblichen Saatstärken bei gleichzeitiger Verringerung der Reihenabstände auf ein pflanzenphysiologisches Optimum von 8 bis 10 cm.

Er argumentiert, daß die Engerstellung der Drillreihen unabhängig von der Saatstärke zu einer höheren Bestandesdichte führt, die grundsätzlich mit einer Ertragserhöhung verbunden ist.

Die größten Widersprüche gibt es in der Frage nach optimalen Saatstärken für die Einzelkornsaat. NUYKEN (1972) stellt bei Sommergerste fest, daß je gleichmäßiger die Verteilung ist, umso höher auch die Saatstärke bemessen sein kann. Selbst mit 800 Keimpflanzen pro Quadratmeter kann er den Ertrag noch bei der von Hand ausgelegten Gleichstandssaat gegenüber 600 Pflanzen erhöhen.

Ganz im Gegensatz hierzu stehen die Versuche von HEUSER (1928) mit Winterweizen, BOEKHOLT (1932) mit Winterroggen, MEYERS (1980) mit Winterweizen und KERSTING (1982) mit Winterweizen, die überproportionale Mehrerträge schon bei auf unter 200 Körner je Quadratmeter reduzierten Saatstärken feststellten. Übereinstimmend beruhen diese Mehrerträge auf einer pro Pflanze wesentlich verstärkten Beährung und auf einer ebenso starken Erhöhung der Kornzahl je Ähre sowie der Tausendkornmasse. Ferner betonen NUYKEN (1972), KERSTING (1981) und LIMBERG (1982) die wesentlich größere Homogenität der im Einzelkornverfahren ausgesäten Pflanzen. Dabei ist die Streuung der Kornzahl pro Ähre bzw. der Ährenzahl pro Pflanze wesentlich verringert.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß mit unterschiedlichen Saatstärken aufgrund eines sehr starken Kompensationsvermögens des Getreides in Bezug auf Ährenzahl pro Pflanze und Einzelährenertrag gleich hohe Erträge zu erzielen sind. Diese zeichnen sich jedoch je nach Ertragsaufbau durch zum Teil sehr große Unterschiede in ihrer jeweiligen Ertragssicherheit aus (BOGUSLAWSKI und DEBRUCK, 1972, LALOUX et al., 1980, HEYLAND, 1980 b).

Daher muß das Hauptziel des Pflanzenbauers die Erzielung einer günstigen Bestandesdichte sein. SCHRIMPF (1961) bezeichnet sie als den tragenden Faktor des Ertrages und verweist darauf, daß es sinnvoller ist, die Bestandesdichte durch eine Verbesserung des Einzelpflanzenstandraums als durch größere Saatstärken zu erhöhen, da so die Entwicklung und Ausbildung der übrigen Ertragskomponenten günstiger beeinflußt werden kann.

Der Bereich der idealen Bestandesdichte wird nach HEUSER (1928) durch einen "unteren" und "oberen Schwellenwert" begrenzt. Der "untere Schwellenwert" ist der Bereich, bei dem eine geringe Bestandesdichte gerade noch durch einen hohen Einzelährenertrag aufgefangen wird, während der "obere Schwellenwert" den Bereich begrenzt, von dem an die Ährengewichtsabnahme proportional größer ist als die Zunahme der Bestandesdichte. BOGUSLAWSKI und DEBRUCK (1973) lehnen die praktische Handhabung solcher Grenzbereiche ab, da nach ihren Erfahrungen diese Bereiche von der jeweils unsicheren Ökologie des Standortes, von der Getreideart und letztlich von der Sorte abhängt.

Die Sorte spielt auch nach HANUS und SCHÖNBERGER (1976) eine entscheidende Rolle beim Bestandaufbau. Sie betonen, daß die Saatstärke stets im Zusammenhang mit dem Ertragsaufbau der jeweiligen Sorte, der Saatzeit und der Stickstoffdüngung sowie ihrer Aufteilung zu sehen ist. Ferner finden sie, daß Sorten mit in der Regel hoher Tausendkornmasse Mängel in der Saatstärke bzw. in der Bestandesdichte besser ausgleichen können als Sorten mit einer niedrigen Tausendkornmasse, die allgemein eine höhere Bestandesdichte für Höchsterträge benötigen.

Ähnliche Sortenunterschiede, die auch in Verbindung mit der Standraumgestaltung zu sehen sind, stellen andere Autoren fest (WESTPHAL, 1935, HEUSER, 1954, FINLAY et al., 1971).

BOEKHOLT (1962), der diese Sortenunterschiede ebenfalls ermittelte, fordert die Ermittlung optimaler Drillweiten unter den jeweiligen Anbaumaßnahmen sowie die Einteilung der Sorten zu bestimmten Standweitentypen.

Der Stickstoffdüngung kommt im intensiven Getreidebau eine entscheidende Bedeutung zu (KRATSCH, 1975, GEHLEN, 1978, HEYLAND, 1980, LALOUX, 1980, BRAUN, 1980, KOCHS, 1980, BECKER und AUFHAMMER, 1982, TRIEBEL, 1982), da über sie die größten Ertragssteigerungen der vergangenen 3 Jahrzehnte möglich waren (BOCKMANN und PARTSCH, 1975). KRATSCH (1972) stellt in entsprechenden Versuchen fest, daß keine Wechselwirkungen zwischen Reihenabstand und Stickstoffdüngung bestehen.

Neben der absoluten Menge der Stickstoffdüngung ist hierbei auch die gezielte mehrfache Applikation von besonderer Bedeutung, da man im zunehmendem Maße bemüht ist, mit den verschiedenen Gaben ganz bestimmte Wachstumsphasen bzw. Ertragskomponenten des Getreides zu beeinflussen (TRIEBEL, 1982).

Mit dieser Zielsetzung wurden Düngungssysteme vorgestellt, die auf zum Teil unterschiedlichen Wegen Höchsterträge anstreben. KOCHS (1980) vergleicht verschiedene Stickstoffdüngungssysteme und kommt zu dem Schluß, daß die Stickstoffgaben jeweils gezielt nach Saatstärke bzw. Pflanzen-, Trieb- und Ährenzahl appliziert werden sollten.

SCHEER und TRIEBEL (1982) betonen bei der Vorstellung eines programmierten Weizenanbauverfahrens, daß im Intensivgetreidebau sämtliche Anbaumaßnahmen in ihren vielseitigen Wechselwirkungen gesehen werden sollten. Sie zählen hierzu neben Bodenzustand, Saatzeit, Sorte, N - Düngung, Pflanzenschutz auch die Saattechnik bestehend aus Verteilungsweise, Saatstärke, Saattiefe und auch Korngröße des Saatgutes.

Vielfach berichtet wird über Wechselwirkungen zwischen Stickstoffdüngung und Saatstärke (HEYLAND, 1980, FALISSE, 1982, HANUS und SCHÖNBERGER, 1976, BRAUN, 1980, KOCHS, 1982, TRIEBEL, 1982). Übereinstimmend kommen diese Autoren zu dem Schluß, daß bei geringeren Saatstärken bzw. Pflanzenzahlen eine gezieltere und wirksamere Stickstoffdüngung möglich ist.

Die Geometrie bzw. Struktur des Standraums hat auch für eine Reihe anderer auf die Pflanze von außen einwirkende Faktoren eine besondere Bedeutung.

So verursacht eine dichtere Kornfolge in der Reihe, sei es durch größer werdende Reihenabstände bzw. durch Erhöhung der Saatstärken eine deutliche Minderung des Feldaufgangs. Dieses bestätigen Versuche von WHYBREW (1958), FURRER und STAUFFER (1965,1970), BENGTTSSON (1972), NYKEN (1972). Als Ursache werden die verstärkte Konkurrenz der eng liegenden Körner um Bodenwasser und Sauerstoff genannt. In wieweit hier vielleicht allelopathische Zusammenhänge bestehen, ist nicht geklärt.

In der weiteren Pflanzenentwicklung setzen sich diese interspezifischen Konkurrenzerscheinungen fort und führen bei dichten Pflanzenbeständen zu einer erhöhten Keimpflanzenmortalität bzw. zu einer verstärkten Auswinterungsgefahr (BOGUSLAWSKI und DEBRUCK , 1973, FURRER, 1965, KOCHS, 1980 a). In Standraumversuchen ermitteln PUCKRIDGE und DONALD (1967) bei ungünstigen Pflanzenstandräumen neben einer verstärkten Triebreduktion eine erhöhte Verminderung der vorhandenen Pflanzenzahl. Sie bezeichnen diesen Vorgang als "Mortalität". Hiermit einher geht eine wesentlich erhöhte Infektionsgefahr mit Pilzkrankheiten wie Mehltau, Gelbrost, Cercospora und Braunrost (BOECKHOLT, 1962, TEN HAG, 1976, LALOUX, 1980, NEBEN, 1980, KOCHS, 1980 c).

Besonders gilt dies für die Wachstumsphasen von Bestockung bis zum Ährenschieben, in denen die Getreidebestände eine sehr dichte Grünmasse bilden. Dieses ist für HEYLAND (1972) unter anderem ein Grund, um zu nicht "überzogenen Beständen" mit geringeren Bestandesdichten zu raten.

Wichtig erscheint im Zusammenhang mit einem gezielten Bestandaufbau der von HEUSER (1954) und von BOEKHOLT (1958) festgestellte wassersparende Effekt einer verbesserten Pflanzenverteilung, die vor allem auf leichten und sandigen Böden einer unproduktiven Wasserverdunstung vorbeugt. Denn gerade das Wasser ist nach HEYLAND (1979) auf vielen Standorten ein begrenzender Faktor für Höchstertträge, der durch anbautechnische Maßnahmen ökonomischer genutzt werden kann. Er fordert dabei außer einer wassersparenden Bodenbearbeitung einen gezielten Einzelpflanzenaufbau mit möglichst 2 Ähren pro Pflanze, da stärker bestockende Pflanzen bis zu 30 Prozent mehr Wasser benötigen.

Im Zusammenhang mit einer besseren Einzelpflanzenverteilung stellen BJERNINGER et al. (1963) eine deutlich verstärkte Unkrautunterdrückung fest. So ermittelten sie in Versuchen mit Sommergerste, Sommerweizen und Hafer für eine Erhöhung des Reihenabstandes von 12,5 auf 20 cm eine gleichzeitige Erhöhung des Unkrautbesatzes um 65 Prozent. Bereits 1939 wies RADEMACHER hierauf hin, da der Lichteinfall am Boden eines Getreidebestandes mit engen Reihenabständen wesentlich geringer wäre, als bei weiten Abständen. Entsprechendes stellen FURRER und STAUFFER (1970) bei Winterweizen fest.

Von besonderem Risiko ist für den Getreidebestand bzw. für den Ertrag eine durch zu hohe Bestandesdichten verringerte Standfestigkeit, wodurch die Kornausbildung vor allem in den Phasen vom Ährenschieben bis zur Milchreife besonders gefährdet ist (KLAPP, 1967).

Lager entsteht zumeist aufgrund einer zu hohen Saatstärke oder einer überhöhten Stickstoffdüngung (BAIER, 1965, KRATSCH, 1972). Unklare Aussagen bestehen zur Frage des Standraumeinflusses auf die Lageranfälligkeit. FURRER und STAUFFER (1970) führen eine geringere Lagerneigung von engreihig gesättem Getreide auf eine reduzierte Wuchshöhe zurück. Eine ebenfalls verringerte Lagerneigung stellten HOFFMANN (1971), TEN HAG (1976), TRIEBEL (1982) sowie SCHEER (1983) fest. Nach WIEDENBRÜG (1961) erlauben engreihig gedrillte Bestände sogar eine höhere N-Gabe.

Nach FREYMÜLLER (1964), BACHTHALER (1971) und KRATSCH (1976) hat der Reihenabstand jedoch keinen Einfluß auf die Standfestigkeit. RADEMACHER (1950) und HEYLAND (1972) stellen fest, daß bei enggestellten Reihen die Halmbasis aufgrund einer geringeren Belichtung schwächer ausgeprägt ist. Das Licht ist auch nach BAIER (1965) in hohem Maße für die Halmstabilität verantwortlich, da Lichtmangel mehr die Halmlänge und weniger die Halmwanddicke fördert.

LASHIN und SCHRIMPF (1961) betrachten die Standweite als einzigen bedeutsamen Faktor, um Ertragsdepressionen bei Spätsaat aufzufangen. Eine Risikoverminderung besteht nach HEUSER (1954) ebenfalls darin, daß durch engere Reihenabstände vor allem in Dürrejahre Ertragsdepressionen aufzufangen sind, während in Normaljahren nur geringe Ertragsunterschiede festzustellen sind.

Nach BACHTHALER (1971) wirkt sich die günstigere Einzelpflanzenstellung durch eine Reihenverengung vor allem auf schweren Böden positiv aus, während auf leichteren Böden nur geringe Ertragsverbesserungen festzustellen waren. Gleichzeitig stellt er in seinen Versuchen mit 2 Winterweizensorten an 4 Standorten fest, daß eine Erhöhung der Saatstärke von 150 auf 200 Kg/Ha bei besseren Böden mit Ertragsdepressionen verbunden war, während hier bei leichteren Böden keine Unterschiede auftraten.

2.4 Bedeutung der Saattiefe für Ertrag und Ertragsstruktur

Im Vergleich zu Versuchen über Auswirkungen einer unterschiedlichen Verteilung des Saatgutes über die Fläche liegen über Effekte einer unterschiedlichen Tiefenablage des Saatgutes nur sehr wenig Untersuchungen vor. Hier wird in fast allen bisher genannten Versuchen von einem nicht näher definiertem "Optimum" ausgegangen.

KAHNT (1977) betont, daß jede Saattiefe im Grunde einen Kompromiß darstellt. So finden sich die günstigsten Luftverhältnisse an der Bodenoberfläche, während die gleichmäßigste Wasserversorgung in 10 cm Tiefe gegeben ist. Der "optimale" Temperaturbereich wiederum liegt wegen der großen Tag- und Nachtschwankungen an der Bodenoberfläche bzw. bei zu geringem Temperaturanstieg am Tage in ca. 4 bis 5 cm Tiefe. Ferner stellt er fest, daß der durch die Saattiefe beeinflusste Feldaufgang in entscheidendem Maße von der mit Bodenbearbeitung und Zwischenfruchtbau geschaffenen Bodenstruktur abhängt.

FISCHBECK, HEYLAND und KNAUER (1982) betrachten neben einer hohen Keimfähigkeit und einer gleichmäßigen Größe der Samen die exakte Einhaltung der Saattiefe für die erste Voraussetzung für einen gleichmäßigen Aufgang bzw. eine gleichmäßige Jugendentwicklung der Pflanzen.

HEEGE und MÜLLE (1977) untersuchten die Tiefenstreuungen der Samenkörner bei den verschiedenen Sätechniken und ermittelten für die Drillsaat eine Standardabweichung von 6 - 11 mm. Dieses bedeutet, daß sich bei einer Zielsaattiefe von 3 cm im Extremfall (Standardabweichung 11 mm) 68 Prozent der Körner im Bereich zwischen 1,9 und 4,1 cm befinden und das der Rest der Körner noch stärker vom Sollwert abweicht. Für die Band-, Breit- und Frässaat liegen die ermittelten Streuungen noch wesentlich höher.

KOCHS (1979) erläutert die für die Einzelpflanze "katastrophalen" Folgen einer falschen Saattiefe. Zu flach abgelegte Körner führen im Extremfall zu Vogelfraß, zu Herbizidschädigungen oder sie gelangen in trockene Bodenschichten bzw. in vom Bodenschluß isolierende Ernterückstände.

Zu tief abgelegte Körner dagegen benötigen mehr Energie zum Auflaufen und sind aufgrund einer konstitutionellen Schwächung in ihrer Ertragsanlage unheilbar geschädigt. Ferner sind diese Pflanzen wesentlich anfälliger gegen Krankheiten besonders Fußkrankheiten. Sowohl die zu flache als auch die zu tiefe Saat führen zum ungleichmäßigen und lückigen Auflaufen der Bestände mit deutlichen Auswirkungen auf den Ertrag.

BUHTZ (1973) betont, daß die optimale Saattiefe aber sehr standortspezifisch, vor allem nach den gegebenen Klimabedingungen gewählt werden soll. Während er für DDR - Bedingungen je nach Getreide- und Bodenart 2 bis 6 cm Saattiefe empfiehlt, berichtet er von in russischen Trockengebieten als optimal angesehenen Tiefen von bis zu 10 Zentimetern.

In einem Modellversuch untersucht SCHEER (1983) Auswirkungen einer unterschiedlichen Saattiefe bei gleichzeitig verschiedenen Korngrößen auf Ertrag und Ertragsstruktur. Sie findet mit zunehmender Saattiefe eine deutlich veränderte Pflanzenstruktur, beginnend mit einem verringerten und verzögerten Feldaufgang, einer verringerten Bestockung aber einer erhöhten produktiven Bestockung, eine verringerte Ährenzahl je Pflanze, jedoch einen nicht veränderten Einzelpflanzenenertrag. Hierbei gleichzeitig eingesetztes kleinkörniges Saatgut zeigte deutlich erhöhten "Streß" mit besonders stark verringertem Feldaufgang und verringerten Einzelpflanzenenerträgen.

3. Arbeitshypothesen

Zur Klärung der pflanzenbaulichen Konsequenzen beim Einsatz verbesserter bzw. neuartiger Saattechniken sollen zu folgenden Punkten Arbeitshypothesen überprüft werden.

1. Keimbedingungen, Saattiefe und Ertrag

Die konventionelle Saattechnik beim Getreide erzeugt sowohl in der flächenmäßigen Verteilung als auch in der Tiefenablage des Saatgutes sehr unterschiedliche Einzelpflanzenstandräume. Diese führen zu entsprechend unterschiedlichen Startbedingungen für die Jungpflanzen. Durch eine gezielte Steuerung der Saattiefe ist es möglich, die Ertragsstruktur im Sinne einer Ertragserrhöhung zu beeinflussen.

2. Einzelpflanzenstandraum, Pflanzenhomogenität und Ertrag

Entscheidendes Kriterium für Höchsterträge ist die Homogenität der Pflanzenausbildung. Diese ist wiederum bedingt durch die mit der Saattechnik geschaffenen Standräume, die die zwischen- und innerpflanzlichen Konkurrenzwirkungen wesentlich beeinflussen. Das Ziel, gleichmäßig kräftige Pflanzen, die sowohl in der Ährenzahl pro Pflanze als auch in ihrer Kornzahl pro Ähre eine möglichst geringe Varianz aufweisen, wird am ehesten mit der Einzelkornsaat und am wenigsten mit einer Drillsaat mit weiten Reihenabständen erreicht.

3. Saatstärke, Konkurrenz und Ertrag

Das wichtigste Mittel zum Bestandesaufbau ist die Saatstärke. Je besser die Saatgutverteilung und -einbettung durchgeführt ist, umso höher ist der Feldaufgang, die Einzelpflanzenbeährung und letztlich die Einzelpflanzenleistung.

Entsprechend ist bei den genannten Idealbedingungen mit verringerten Saatstärken zu arbeiten. Hingegen erfordern ungünstige Verteilungstechniken aufgrund der verstärkten zwischenpflanzlichen Konkurrenzwirkungen höhere Saatstärken.

4. Stickstoffdüngung und Ertrag

Unterschiedliche Saattechniken erfordern im Zusammenhang mit einer gezielt bemessenen Saatstärke auch eine pflanzen- und bestandesspezifische Stickstoff - Düngung.

5. Sorte und Ertrag

Für die Einzelkornsaat mit geringen Saatstärken eignen sich besonders Genotypen mit einer starken sortenspezifischen Beähnung, da diese Ertragskomponente durch eine günstige Pflanzenstellung am ehesten zu fördern ist. Anbautechnische Maßnahmen, wie z.B. die Stickstoffdüngung haben so zu erfolgen, daß bei den einzelnen Sorten jeweils die Ertragskomponente besonders betont wird, die die größte Variabilität aufweist.

4. Material und Methodik

Zur Klärung der anstehenden Versuchsfragen wurden in den Jahren 1980 bis 1982 insgesamt 3 Feldversuche durchgeführt, wobei Versuch 1 (1980/81) und Versuch 2 (1982) mit Winterweizen, Versuch 3 (1982) mit Sommerweizen ausgesät war. Ferner wurde im Jahr 1982 ein Modellversuch angelegt, der spezifische Fragen der Einzelkorntsaat klären sollte. Die Entwicklungs- bzw. Differenzierungsstadien werden im Verlauf der Arbeit nach Eucarpia (EC) beschrieben (ZADOKS et al., 1974).

4.1 Feldversuche

4.1.1 Standort und Witterung

Die Feldversuche der vorliegenden Arbeit wurden auf dem Versuchsgut Dikopshof der Rheinischen - Friedrich - Wilhelms - Universität Bonn durchgeführt. Der Betrieb liegt im südlichen Teil der Kölner Bucht auf der Mittelterasse des Rheins und weist eine Höhenlage von 62 Meter über NN auf. Beim Bodentyp handelt es sich um eine Parabraunerde aus umgelagertem Löß. Die Bodenart kann als sandiger Lehm angesprochen werden.

Folgende Bodenmerkmale und Klimadaten wurden für den Dikopshof ermittelt:

pH (KCL):	6,5 - 7,0
Humusgehalt %:	1,9 - 2,1
C / N - Verhältnis:	10 - 11 / 1
Gesamt - N in %:	0,10 - 0,11
mg P ₂₀₅ / 100 g (Lactat):	21 - 37
mg K ₂₀ / 100 g (Lactat):	16 - 20
Basensättigung: (Milliäquivalent):	88 - 90
Bodenwertzahlen:	78 - 83
Jahresniederschläge (x 1951 - 1981):	638
mittlere Temperatur C:	9,8

Die Versuche wurden nach folgenden Vorfrüchten bzw. auf folgenden Betriebsschlägen angebaut:

	Art	Vorfrucht	Vor-Vorfrucht	Schlag
V1 (WW 81)	W.-weizen	Z.-rübe	K.-mais	I c
V2 (WW 82)	W.-weizen	A.-bohne	W.-gerste	VI g
V3 (SW 82)	S.-weizen	Z.-rübe	K.-mais	IV c

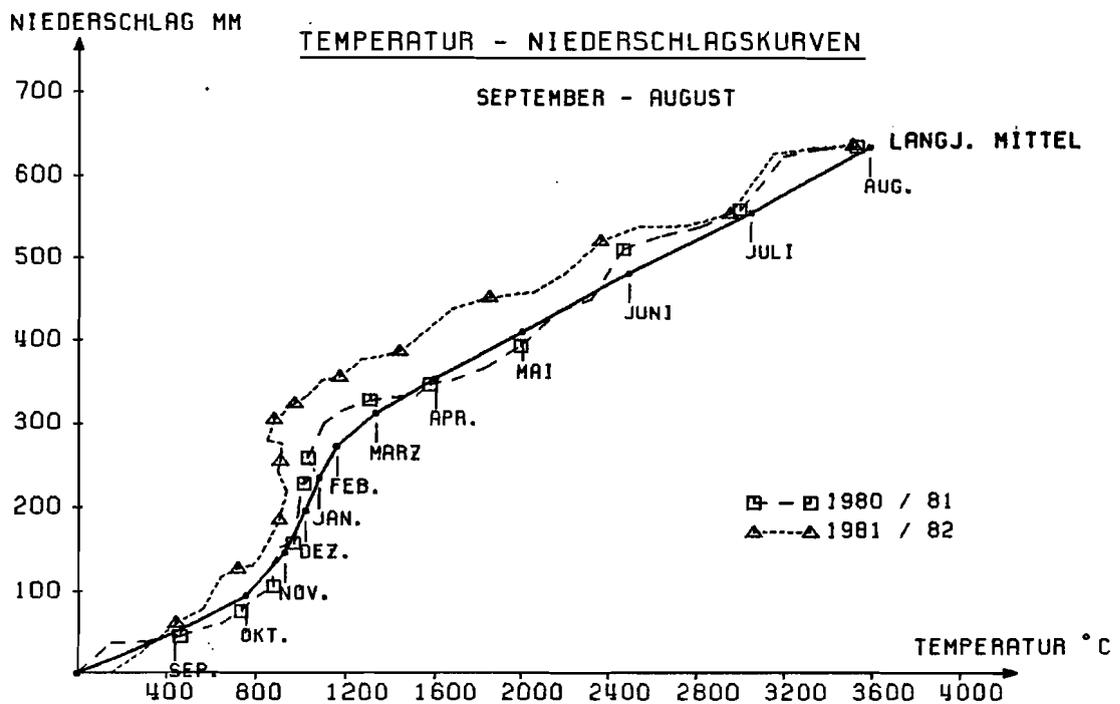


Abbildung 1: Darstellung des Witterungsverlaufs der Versuchsjahre 1980/81 und 1981/82 sowie des langjährigen Mittels auf dem Dikopshof (n. LOSSNITZER, 1950)

Die Witterung des Versuchsstandortes Dikopshof ist gekennzeichnet durch ein relativ ausgeglichenes maritimes Klima, wobei eine Niederschlagsspitze im Sommer zu verzeichnen ist. In der Abbildung 1 ist die Temperatur - Niederschlagskurve (n. LOSSNITZER, 1950) der beiden Versuchsjahre sowie das langjährige Mittel aufgeführt.

Der Versuch 1 mit Winterweizen in den Jahren 1980 / 81 war gekennzeichnet durch einen naß - kalten Herbst, der eine Saat erst zum 18. November nach der Vorfrucht Zuckerrüben ermöglichte. Nach einem ebenso verlaufenden Winter und sehr hohen Niederschlägen im März war der Zeitraum von Vegetationsbeginn bis zum Schossen durch extrem trockene und heiße Klimaverhältnisse gekennzeichnet. So gab es in der Zeit vom 1. April bis zum 10. Mai lediglich 24 mm Niederschläge, während im gleichen Zeitraum an 10 Tagen sogar schon Temperaturen von über 20 Grad C gemessen wurden.

Einfluß auf den Versuch hatten diese Witterungsbedingungen insofern, als daß sie neben einer verringerten Bestockung eine verstärkte Triebreduktion und folglich eine extrem geringe Bestandesdichte verursachten. Der weitere Verlauf des ersten Versuchsjahres wies neben zum Teil ebenfalls sehr hohen Temperaturen aber auch bedeutende Niederschläge auf, was die Entwicklung des Bestandes allgemein günstig beeinflusste.

Der Versuch 2 mit Winterweizen sollte im Herbst 1981 ebenfalls nach der Vorfrucht Zuckerrüben ausgesät werden. Aufgrund von extrem hohen Niederschlägen im Herbst und eines zum Teil sehr strengen Winters war der Versuchsschlag praktisch nicht zu bearbeiten. So konnte die geplante Aussat erst am 8. Februar 1982, allerdings auf einem anderen Schlag nach der Vorfrucht Ackerbohnen durchgeführt werden.

Da ein planmäßiger Ablauf dieses Versuchs aufgrund des extrem späten Saattermins nicht gesichert erschien, wurde am 17. März noch ein dritter Versuch mit Sommerweizen auf dem ursprünglich für Winterweizen geplanten Schlag angelegt.

Der Frühjahrsbeginn 1982 erfolgte leicht verzögert mit einem bis zum Mai dem langjährigen Mittel entsprechenden Witterungsverlauf. Der Sommer 1982 hebt sich mit extrem hohen Temperaturen und durch geringe Niederschläge von diesem langjährigen Mittel ab. Wider Erwarten entwickelten sich sowohl der so spät gesäte Winterweizen als auch der Sommerweizen sehr positiv und konnten voll zur Ergebnisfindung beitragen.

4.1.2 Feldversuchsanlage und -aufbau

Die als Spaltanlage mit einer Wiederholung angelegten Feldversuche umfaßten folgende Faktoren:

- (T) Saatechnik (T = Verteilung; S = Saattiefe)
- (N) N-Düngung
- (M) Saatstärke
- (G) Genotyp
- (W) Wiederholung

In der Abbildung 2 wird der Versuchsplan von Versuch 2 als Beispiel dargestellt. Die Tabelle 2 zeigt die Faktorenkonstellation der drei Versuche.

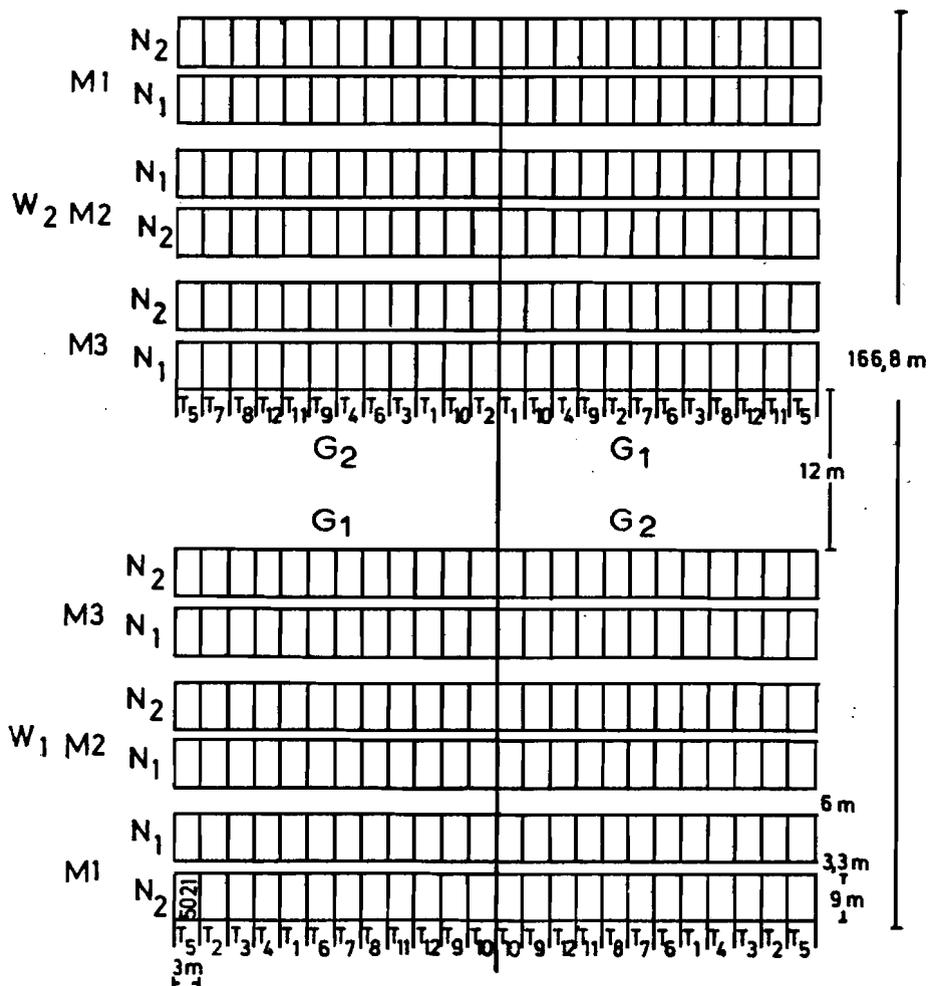


Abbildung 2: Versuchsplan des Winterweizenversuchs 1982

Tabelle 1: Faktorenkonstellation der durchgeführten Versuche:

		1. Versuch, W.weizen 81		2. Versuch, W.weizen 82		3. Versuch, S.weizen 82	
Wiederholungen:		2		2		2	
Genotypen:		G 1 Carimulti G 2 Vuka		Carimulti Vuka		Ralle Selpek	
Saatstärken:		**) EKS / übrige Techn.		EKS / übrige Techn.		EKS / übrige Techn.	
M 1		170 / 250		170 / 250		170 / 250	
(Körner / Qm) M 2		250 / 330		250 / 330		250 / 330	
M 3		330 / 410		330 / 410		330 / 410	
N - Düngung		N 1 50 / 20 / -- / 60 N 2 20 / 20 / 30 / 60		80 / 10 / -- / 50 / 25 40 / 30 / 20 / 50 / 25		100 / 20 / -- / 50 / 35 60 / 40 / 20 / 50 / 35	
Saattechnik:		Sorte:		Sorte:		Sorte:	
		RA BB G1 G2		G1 G2		G1 G2	
T 1 Breitsaat		+ +		+ +		+ +	
T 2 Bandsaat 12,5 10		+ +		+ +		+ +	
T 3 Bandsaat 15 10		+ +		+ +		+ +	
T 4 Bandsaat 12 8		+ +		+ +		+ +	
T 5 Drillsaat 8		+ +		+ +		+ +	
T 6 Drillsaat 12		+ +		+ +		+ +	
T 7 Drillsaat 15		- -		+ +		+ +	
T 8 EKS 10		+ +		+ +		+ +	
T 9 EKS 12,5		+ +		+ +		+ +	
T10 EKS 15		+ +		+ +		+ +	
*) T11 EKS 12,5, 1 cm St		+ -		+ +		+ +	
*) T12 EKS 12,5, 5 cm St		+ -		+ +		+ +	

**) EKS = Einzelkornsaat; *) St = Saattiefe

Versuch: 3 Stufen

Die Auswertungen beziehen sich auf die Versuche:

- V 1: Winterweizen 1980/81 (WW 81)
- V 2: Winterweizen 1982 (WW 82)
- V 3: Sommerweizen 1982 (SW 82)

Saattechnik: 12 Stufen

In diesem Faktor sollte das ganze Spektrum von möglichen Verteilungsarten geprüft werden. Dabei erfolgte eine Abstufung der Techniken nach dem Grad der Flächenbedekung mit Körnern. Ferner galt es, mit dem Faktor Saattiefe den Einfluß von unterschiedlichen Ablagetiefen zu prüfen.

- T 1: Breitsaat
- T 2: Bandsaat, 12,5 cm RA, 10 cm Bandbreite
- T 3: Bandsaat, 15,0 cm RA, 10 cm Bandbreite
- T 4: Bandsaat, 12,0 cm Ra, 8 cm Bandbreite
- T 5: Drillsaat, 8,0 cm RA
- T 6: Drillsaat, 12 cm RA
- T 7: Drillsaat, 15 cm RA
- T 8: Einzelkornsaat, 10,0 cm RA
- T 9: Einzelkornsaat, 12,5 cm RA, 3 cm S.-tiefe (S 2)
- T10: Einzelkornsaat, 15,0 cm RA
- T11: Einzelkornsaat, 12,5 cm RA, 1 cm S.-tiefe (S 1)
- T12: Einzelkornsaat, 12,5 cm RA, 5 cm S.-tiefe (S 3)

Es handelte sich mit Ausnahme der Einzelkornsämaschine um serienmäßige Sämaschinen, die zum Teil für die verschiedenen Varianten mit unterschiedlichen Säscharen, bzw. im Reihenabstand verändert, umgerüstet wurden. Abgebildet sind die eingesetzten Säschare im Anhang Seite 132 - 134.

Für die großzügige Unterstützung und Bereitstellung der Versuchsmaschinen sei den Firmen ACCORD (Soest), AMAZONE (Hasbergen-Gaste) und FÄHSE (Düren) herzlich gedankt.

Während die Band- und Drillmaschinen mit federdruckgeführten Säscharen ausgerüstet waren, wurden die Gänsefußschare der Breitsaat über parallelogrammgeführte Bodenrollen in der Saattiefe gesteuert. Um den notwendigen Bodenfregang zu gewährleisten, waren die Drillschare der 8 cm-Drillsaat in 3 Scharschritten (in Versuch 2 und 3 in 4 Scharschritten) angeordnet, während die Maschinen für die weiteren Reihenabstände lediglich 2 Scharreihen aufwiesen.

Bei der Einzelkornsämaschine (Prinzip: MONOAIR GS) handelte es sich um ein mit Unterdruck arbeitendes Gerät, das über eine Staffelung in 2 Gerätereihen einen Reihenabstand von 10 cm aufweist. In den Versuchen kam auch diese Maschine mit verschiedenen Reihenabständen (10 cm, 12,5 cm und 15 cm) zum Einsatz.

Der pflanzenbauliche Einfluß von unterschiedlichen Saattiefen wurde lediglich bei der Einzelkornsaat mit 12,5 cm Reihenabstand geprüft, da nur mit dieser Maschine eine wirklich gleichbleibende Saattiefe gewährleistet schien.

Die Drillsaat mit 15 cm Reihenabstand (T 7) wurde im Versuch 1 nicht eingesetzt. Ferner kamen in diesem Versuch die Saattiefenstufen T 11 und T 12 nur mit einer Sorte (Carimulti) zur Anwendung.

Genotyp: 2 Stufen

Ziel bei der Sortenwahl war es, je Versuch 2 Sorten mit einem möglichst unterschiedlichen sortentypischen Ertragsaufbau auszusäen. Entsprechend fiel die Wahl nach der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes auf folgende Sorten:

Versuch 1 und 2: (W.-Weizen)

Versuch 3: (S.-Weizen)

G 1: Carimulti

G 1: Ralle

G 2: Vuka

G 2: Selpek

Im Verlauf der Arbeit soll jeweils der Genotyp 1, der den Ertrag mit hohen Kornzahlen aufgrund einer sortentypisch hohen Bestandesdichte und eher geringen Tausendkornmasse bildet, als "Kornzahltyp" bezeichnet werden. Der Genotyp 2 hingegen mit der geringeren Bestandesdichte aber einer höheren Tausendkornmasse wird als "Korngewichtstyp" deklariert.

Saatstärke: 3 Stufen

Von der Vorstellung ausgehend, daß für die Einzelkornsaat geringere Aussaatstärken als für die übrigen Techniken ausreichend sind, wurden hier die Mengen jeweils eine Stufe geringer gewählt:

	<u>Einzelkornsaat</u>	<u>übrige Techniken</u>
M 1	170	250 (M 2)
M 2	250	330 (M 3)
M 3	330	410 (M 4)

Die Auswahl gerade dieser Saatstärkestufen richtete sich nach den bei der Einzelkornsämaschine möglichen Einstellungen.

N-Düngung: 2 Stufen

Die Stickstoffdüngung erfolgte in Form von Ammonitrat-harnstofflösung (AHL). Sie wurde nicht in der Menge wohl aber in der Verteilung variiert. Die Ausbringungsmenge orientierte sich an den im Februar gemessenen N-Min Werten sowie an den Nährstoffbilanzen der einzelnen Flächen.

Zum einen wurde eine besonders die Bestockung zu Vegetationsbeginn fördernde N-Gabe (N1) ausgebracht, zum anderen wurde eine Verteilung gewählt, die neben einer "gebremsten" Anfangsentwicklung besonders die Kornanlagephase fördern sowie die Triebreduzierung hemmen sollte (N2).

Tabelle 2: N-Verteilung in Kg / Hektar: (AHL)

	E C	VB	2 9	3 3	4 9	6 1	N-Gesamt
Versuch 1	N1	50	20	-	-	60	231
N-Min 101	N2	20	20	30	-	60	231
Versuch 2	N1	80	10	-	50	25	233
N-Min 68	N2	40	30	20	50	25	233
Versuch 3	N1	100	20	-	50	35	216
N-Min 11	N2	60	40	20	50	35	216

4.1.3 Versuchsdurchführung

Die den Versuchsverlauf bestimmenden Kriterien und Termine sind in der Tabelle 3 aufgeführt. Als Herbizid wurde im Versuch 1 eine Mischung aus 4 Kg ARETIT und 2 Kg ARELON (EC 2 2) pro Hektar appliziert, während in Versuch 2 und 3 je 2,5 l CERTROL H (EC 2 5) eingesetzt wurde. Ferner erfolgte neben dem betriebsüblichen Einsatz des Wachstumsregulators CCC (0,9 l/ha) in allen Versuchen ein je einmaliger Einsatz der Fungizide BAYLETON - DF und DEROSAL. Als Insektizid kam im Versuch 1 (WW 81) E 605 FORTE gegen Blattläuse zur Anwendung, während sich der Einsatz des gleichen Mittels in den Versuchen des zweiten Jahres vor allem gegen die Sattelmücke richtete.

Tabelle 3: Daten der durchgeführten Versuche

	WW 81	WW 82	SW 82
Parzellenzahl	240	288	288
Aussaart	18.11.80	7. 2.82	17. 3.82
Bodenzustand	normal	naß,klutig	naß, krümelig
Auflauf	23.12.80	24. 3.82	7. 4.82
Bestockungsbeg.	1. 4.81	20. 4.82	28. 4.82
Schoßbeginn	8. 5.81	20. 5.82	15. 5.82
Ährenschieben	30. 5.81	17. 6.82	10. 6.82
Blüte	10. 6.81	25. 6.82	16. 6.82
Ernte	13. 8.81	15. 8.82	17. 8.82

Die Parzellengröße betrug jeweils 27 Quadratmeter bei einer Länge von 9 Metern und einer Breite von 3 Metern. Es wurde jedoch jeweils nur eine Kernbeerntung von 1,50 Meter Breite mit einem HEGE - Parzellenmähdrescher durchgeführt, um etwaige das Versuchsergebnis verfälschende Randeinwirkungen auszuschließen. Mit diesem Ziel wurde ferner schon nach dem Feldaufgang der jeweilige Erntebereich in der Parzellenmitte mit je 2 Nylonschnüren durchzogen, um mit deren Hilfe vor der Ernte ein eindeutiges Abtrennen auch bei eventuell auftretendem Lager zu ermöglichen.

4.1.3.1 Bonituren und Messungen

Die die Versuche begleitenden Bonituren erfolgten nach der neunteiligen Skala des Bundessortenamtes. Sie erstreckten sich über den jeweiligen Stand nach Aufgang, Stand zum Schossen und Stand nach dem Ährenschieben. Da nur in Versuch 2 Lager zu verzeichnen war, erfolgte hier eine Bonitur des Lagers zur Gelbreife (EC 8 7). Ebenfalls wurde bei allen Parzellen eine Messung der Wuchshöhe zum Stadium der Milchreife durchgeführt.

Eine Zählung der Keimdichte und der Bestandesdichte erfolgte je Parzelle durch 3 Zählungen von jeweils einem Meter laufender Reihe. Ferner wurde die Triebzahl pro Quadratmeter durch die Zählung von einem laufenden Meter Reihe je Parzelle ermittelt. Da diese Zahlen bei den Band- und Breitsaatparzellen nicht bzw. nur sehr schwierig mit dem Zählstock zu erfassen waren, erfolgte hier die Zählung mit einem Lattenrechteck (40 * 40 cm).

Für den auf 86 % Trockensubstanz bereinigten Kornertrag wird nur die Siebfraktion > 2 mm und die Fläche der exakt gedroschenen Parzelle zugrundegelegt. Aus dem Vollkornanteil ließen sich nach der Bestimmung der Tausendkornmasse (TKM) auch die übrigen Ertragsstrukturkomponenten ermitteln.

Insgesamt lagen nach entsprechender Verrechnung Daten folgender Merkmale für die ertragsanalytische Auswertung vor.

Keimdichte	prozent. Feldaufgang
Triebdichte	Triebzahl pro Pflanze
Bestandesdichte	Ährenzahl pro Pflanze
Kornzahl pro Pflanze	Kornzahl pro Ähre
Kornzahl pro Quadratmeter	
Tausendkornmasse (g)	
Einzelpflanzenenertrag	Einzelährenertrag (g)
bereinigter Kornertrag	Rohrertrag (dt/ha)
proz. Kornanteil > 2 mm	proz. Kornanteil < 2 mm

4.1.3.2 Erfassung der erzielten Saattiefe sowie deren Streuung

Direkt nach der Saat von Versuch 1 (WW 81) und 2 (WW 82) erfolgte eine Überprüfung der erzielten Saattiefe mit Hilfe eines Bodenhobels. Hiermit wurden sowohl längs als auch diagonal zur Särichtung in 0,5 cm - Stufen Bodenschichten abgehobelt und die darin enthaltenen Körner über eine Siebung des Bodens ermittelt. Da bei Versuch 3 dieser Bodenhobel nicht zur Verfügung stand, erfolgte hier die Erfassung der erzielten Saattiefe durch stichprobenweises Messen von je 100 Körnern pro Saattechnik. Die Bodenhobeluntersuchungen erfolgten bei den einzelnen Saattechniken jeweils in den 3 Meter langen Randflächen zwischen N 1 und N 2 in 2 Wiederholungen.

4.1.3.3 Einzelpflanzenbeerntung

Neben der normalen Parzellenbeerntung erfolgte ferner zur Zeit der Gelbreife eine Einzelpflanzenbeerntung, bei der jeweils 25 Pflanzen mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen wurden. Die Pflanzen wurden gebündelt und nachdem die Wurzeln von anhängender Erde befreit waren, zum Trocknen aufgehängt. Später erfolgte zur möglichst exakten Feststellung der Einzelpflanzenstrukturen neben der Erfassung der jeweiligen Ährenzahl pro Pflanze, die Erfassung der Gesamtährenstufenzahlen, der fertilen Ährenstufenzahlen sowie der unten und oben an der Ähre befindlichen sterilen Ährenstufenzahlen.

4.1.3.4 Siebsortierung

Ein weiteres Untersuchungskriterium bestand in einer Siebsortierung des Erntegutes, bei der die jeweiligen Korngrößenfraktionen festgestellt wurden. Die Siebsortierung erstreckte sich über folgende Korngrößenklassen:

< 2,2 mm 2,2 - 2,5 mm 2,5 - 2,8 mm > 2,8 mm

4.1.4 Biometrische Auswertung

Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte im Regionalen Hochschulrechenzentrum der Universität Bonn. Neben den Programmsystemen BMD und SPSS stand für die varianzanalytische Auswertung ein institutseigenes Programmsystem zur Verfügung (Autor: K. BLOCK), das automatisch den 'erweiterten F-Test' nach HEYLAND und KOCHS (1978) durchführt. Außer der in der Varianzanalyse allgemein üblichen Testung gegen die höchste Interaktion erfolgt hierbei eine zusätzliche Testung. Dabei werden alle im ersten Test signifikanten Haupt- und Wechselwirkungen gegen alle höheren gesicherten Wechselwirkungen, in denen sie faktormäßig ganz enthalten sind, getestet.

In der vorliegenden Arbeit ist das Ergebnis der statistischen Prüfung jeweils in Varianztabelle dargestellt. In ihnen sind die mittleren quadratischen Abweichungen (MQ) aller Hauptwirkungen, unabhängig von ihrer Signifikanz aufgenommen. Bei Interaktionen sind diese dagegen nur aufgeführt, wenn sie auch im erweiterten F - Test signifikant bleiben. Die Signifikanz bei einer 5 prozentigen Irrtumswahrscheinlichkeit ist mit einem Stern (*), die bei einer 1 prozentigen mit 2 Sternen (**) gekennzeichnet.

Da die Versuchsergebnisse aufgrund fehlender Varianten des ersten Versuchs und wegen der zum Teil nur schwer zu überschauenden Vielzahl von eingesetzten Saattechniken nicht orthogonal zu verrechnen bzw. nur schwierig zu überschauen sind, wird bei der varianzanalytischen Auswertung auf folgende fünf Verrechnungsmöglichkeiten zurückgegriffen.

1. "Kernversuch"

Der Kernversuch beinhaltet die Daten aller eingesetzten Saattechniken mit Ausnahme der flachen (T11) und der tiefen Saat (T12), sowie der mit 15 cm Reihenabstand durchgeführten Drillsaat (T7). Auf ihn beziehen sich, sofern nicht ausdrücklich erwähnt in der Regel die Auswertungen.

- 2 Wiederholungen
- 3 Versuche
- 2 Genotypen
- 3 Saatstärken
- 2 N - Düngungsstufen
- 9 Saattechniken (T1-T10, ohne T7)

2. "EKS - Saattiefe"

In dieser Verrechnung sind die im Einzelkornverfahren ausgesäten Varianten mit der Saattiefe 1 cm (T11), 3 cm (T8) und 5 cm (T12) enthalten. Da diese im ersten Versuch nur mit der Sorte Carimulti (G1) eingesetzt waren, erfolgt zur orthogonalen Verrechnung der Einsatz des Faktors "Genotyp" mit folgenden 5 Stufen:

- | | | | |
|-----|-------------------|-----|----------------|
| G 1 | Carimulti (WW 81) | G 5 | Ralle (SW 82) |
| G 3 | Carimulti (WW 82) | G 6 | Selpek (SW 82) |
| G 4 | Vuka (WW 82) | | |

- 2 Wiederholungen
- 5 Genotypen
- 3 Saatstärken
- 2 N - Düngungsstufen
- 3 Saattiefen

3. "Gleiche Saatstärken"

Die Auswahl "Gleiche Saatstärken" ermöglicht eine gesonderte Betrachtung der allen Saattechniken gemeinsamen Saatstärken 250 Körner und 330 Körner pro Quadratmeter.

- 2 Wiederholungen
- 3 Versuche
- 2 Genotypen
- 2 Saatstärken
- 2 N - Düngungsstufen
- 9 Saattechniken

4. "10 Techniken"

Diese Verrechnung beinhaltet neben den im "Kernversuch" verrechneten Saattechniken noch die dort fehlende Drillsaat mit 15 cm Reihenabstand. Diese Auswahl bezieht sich jedoch nur auf die Versuche 2 (WW 82) und 3 (SW 82).

- 2 Wiederholungen
- 2 Versuche (V2 und V3)
- 2 Genotypen
- 3 Saatstärken
- 2 N - Düngungsstufen
- 10 Saattechniken (T1 - T10)

5. "EKS - Reihenabstand"

Der Effekt der im Einzelkornverfahren ausgesäten Reihenabstände 10 cm, 12,5 cm und 15 cm soll in dieser Verrechnung speziell geprüft werden. Bis auf den Faktor Saattechnik mit den Stufen T8 - T10 entspricht die Faktorenzusammensetzung dem "Kernversuch"

Vorrangiges Ziel der Versuche ist es, Auswirkungen von unterschiedlichen Verteilungstechniken mit über die Saatstärke veränderten Einzelpflanzenstandräumen zu untersuchen. Daher sind Hauptwirkungen des Faktors Saatechnik, einschließlich der Saattiefe, sowie Wechselwirkungen dieses Faktors mit der Saatstärke von besonderem Interesse. Sonstige signifikante Haupt- und Wechselwirkungen ergeben insofern eine zusätzliche Auskunft, als daß sie Aussagen über die geprüfte Umwelt und über die mögliche Verallgemeinerungsfähigkeit geben.

4.2 Modellversuch

Ein von Hand ausgesäter Modellversuch mit Sommerweizen wurde am 15. März 1982 in der Vegetationsanlage des Instituts für Pflanzenbau in Bonn - Poppelsdorf angelegt. Die Bedingungen dieses Versuchs entsprachen Freilandverhältnissen, wobei ein Schutz gegen Vogelfraß durch eine Drahthalle gegeben war. Die Klimabedingungen an diesem Standort entsprechen weitgehend denen des Standortes Dikopshof.

Der Versuch sollte die direkten Auswirkungen einer unterschiedlichen Standraumgeometrie, abgeleitet aus Reihenabstand und Kornabstand in der Reihe, auf die einzelne Pflanze klären.

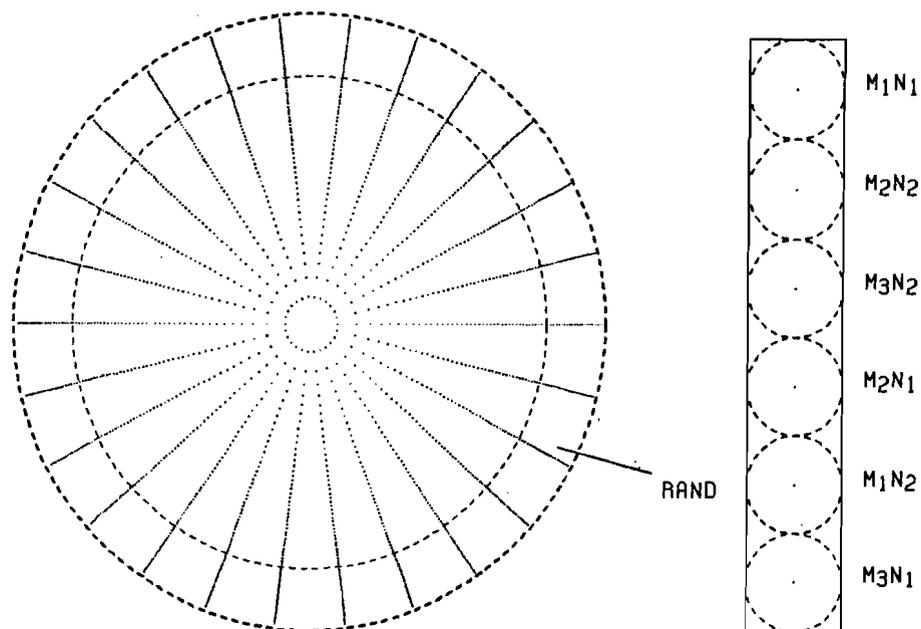


Abbildung 3: Beispiel für die Pflanzenverteilung im Modellversuch sowie Annordnung der einzelnen Versuchsglieder

Neben diesem Faktor Standraumgeometrie wurden die Faktoren Saatstärke (167, 250, 500 Körner pro Quadratmeter) und N - Verteilung (2 Stufen) variiert. Hieraus ergaben sich 6 zusätzliche Versuchsglieder. Als Beispiel wird in Abbildung 3 ein einzelnes Versuchsglied sowie die Versuchsanordnung aufgezeigt.

Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, wurden je Versuchskreis 26 Wiederholungen (=Reihen) ausgesät, deren Reihenabstand von 0 cm (Mitte) bis 30 cm (Außen) variiert war. Gleichzeitig war der Kornabstand in der Reihe so berechnet und ausgesät, daß jedem Korn in einem Kreis jeweils die gleiche Standfläche zur Verfügung stand. Es ergibt sich zwar aus dieser Standraumanordnung streng geometrisch gesehen immer nur ein Trapez, dessen geringe Abweichung vom zugrundegelegten Rechteck hier vernachlässigt wird.

Für den Versuch ergaben sich also folgende Faktoren bzw. Faktorstufen:

Saatstärke: (M);

M 1: 167 Körner je Quadratmeter

M 2: 250 Körner je Quadratmeter

M 3: 500 Körner je Quadratmeter

N-Düngung: (N); (hochgerechnet in Kg / Hektar)

	EC	1 3	2 9	5 7	Summe
N 1		70	-	20	90
N 2		20	50	20	90

Standraumgeometrie: (R)

(Reihenabstand)

- 30 Stufen bei 167 Körnern pro Quadratmeter
- 45 Stufen bei 250 Körnern pro Quadratmeter
- 90 Stufen bei 500 Körnern pro Quadratmeter

Die Aussaat erfolgte mittels einer entsprechend vorgebohrten Spanplatte, die nach dem oben aufgeführten Muster 500 Löcher je Quadratmeter aufwies. Die Handablage wurde mit einem Sästempel (n. FLAKE, 1980) durchgeführt, der eine genaue Einhaltung der gewünschten Saattiefe ermöglichte, nachdem die Platte auf einer exakt vorbereiteten Bodenfläche aufgelegt war. Je nach Saatstärke wurde entweder in jedem dritten, jedem zweiten oder in jedem Loch ein Korn abgelegt. Um verfälschende Randeinflüsse zu vermeiden, wurde um jeden Kreis noch ein Rand von 30 Zentimeter Breite gesät.

Die wenigen Fehlstellen, an denen 2 Wochen nach Auflaufen der ersten Pflanzen noch kein Aufgang festzustellen waren, wurden von Hand nachgepflanzt. Weitere Maßnahmen bestanden in einer Herbizidapplikation mit CERTROL - H (EC 2 5), einer Applikation des Fungizids BAYLETON DF (EC 3 7) und einer Insektenbekämpfung mit E 605 FORTE zu EC 5 1.

Die biometrische Auswertung des Modellversuchs erfolgte nach den gleichen Richtlinien, wie sie unter Punkt 4.1.4, Seite 38 beschrieben sind.

5. Ergebnisse der Feldversuche

5.1 Überprüfung der Ablagequalität

Neben den Keimeigenschaften des Saatgutes sind für einen hohen Feldaufgang im Getreidebau vor allem die Faktoren Temperatur, Feuchtigkeit, Gasaustausch und Bodenbeschaffenheit von Bedeutung. Das Bereitstellen dieser Keimfaktoren erfordert zum einen eine entsprechend durchgeführte Bodenbearbeitung, zum anderen eine möglichst gleichbleibende Einhaltung der Zielsaattiefe.

Die Überprüfung der Saatgutablagequalität mit einem Bodenhobel erbrachte gesicherte Unterschiede sowohl in den mittleren Saattiefen als auch in den Streuungen der Körner in Hinsicht auf die Saattiefe bei den verschiedenen Techniken (Tabelle 4). Die Abbildung 4 zeigt die jeweils gemessenen mittleren Saattiefen sowie die Standardabweichungen (68 % aller Körner) von Versuch 1 (WW 81) und 2 (WW 82). Ebenfalls ist jeweils die mittlere bei den verschiedenen Techniken erreichte Saattiefe von Versuch 3 eingezeichnet.

Tabelle 4: Varianztabelle der mittleren erzielten Saattiefe, sowie der Streuung der Saattiefe

Varianzursache	FG	MQ \bar{x} Saattiefe	MQ Streuung
W Wiederholung	1	2,5	0,1
V Versuch	1	13,3	36,7 *
R Hobelrichtung	1	0,3	46,3 **
T Saattechnik	10	640,8 **	24,6 *
VT	10		6,4 **
VRT	10	11,9 *	
WVRT	10	3,4	0,9
Total	87	80,6	5,2

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

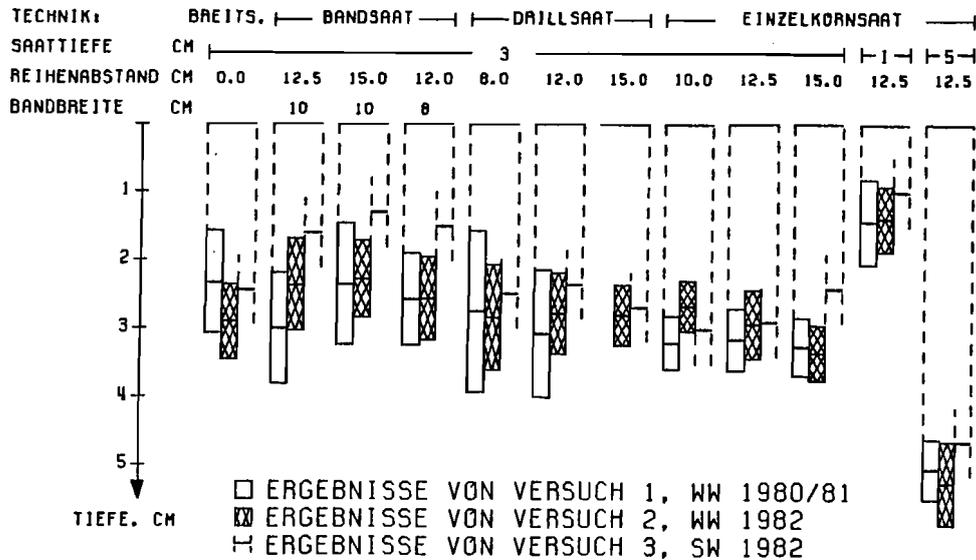


Abbildung 4: Bei den verschiedenen Techniken erreichte mittlere Saattiefe und Standardabweichung der Körner im Versuch 1 und 2, sowie die im Versuch 3 erzielte mittlere Saattiefe.

Bei diesen Messungen lag der Bodenobel jeweils längs zur Saatrichtung. Gleichfalls durchgeführte Messungen, bei denen der Hobel diagonal zur Saatrichtung geführt war, ergaben gesichert erhöhte Streuungen, die zum einen auf Bodenunebenheiten, zum anderen auf uneinheitlichen Tiefgang der einzelnen Säscharre beruhen.

Varianzanalytisch signifikante Unterschiede bestehen auch in den Streuungen zwischen Versuch 1 und 2. Diese sind offensichtlich auf den jeweiligen Bodenzustand zurückzuführen, der beim Versuch 1 relativ locker und abgetrocknet dagegen im Versuch 2 eher zäh und naß war und dort geringere Tiefenunterschiede mit sich brachte.

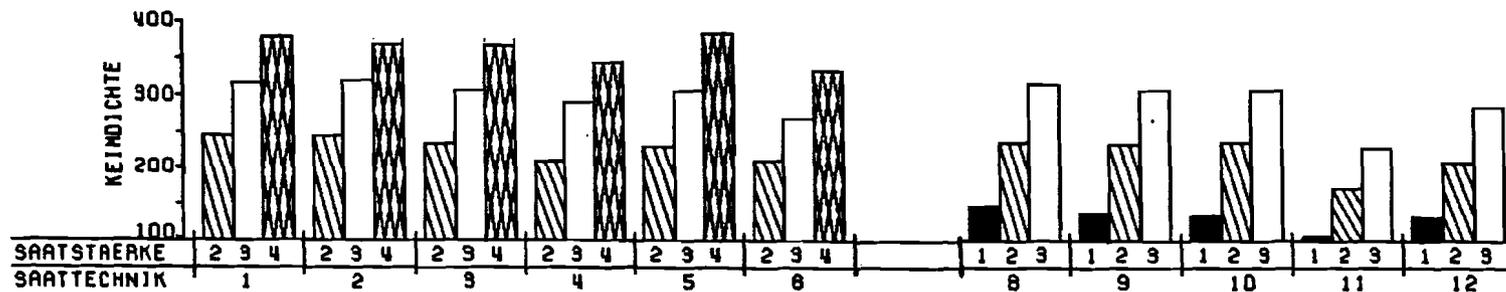
Hoch gesicherte Unterschiede weisen ferner die Tiefenstreuungen zwischen den verschiedenen Saattechniken auf. Während die Einzelkorntechniken die geringsten Standardabweichungen verzeichnen, weist bei den Drillstechniken der Reihenabstand einen erheblichen Einfluß auf die Tiefenstreuung und damit auf die Ablagequalität der Körner auf. So wird mit zunehmendem Reihenabstand die Streuung deutlich geringer. Die Werte der Breit- und Bandsaatstechniken entsprechen in etwa denen der mit 12 cm Reihenabstand durchgeführten Drillsaat.

Die angestrebten Saattiefen wurden im Mittel in etwa erreicht. Größere Unterschiede ergaben sich hier lediglich im dritten Versuch mit Sommerweizen 1982, in dem die Zielsaattiefe von 3 cm nur mit der Einzelkornsaat genau erreicht wurde. Die übrigen Techniken erbrachten dagegen zumeist flachere Saattiefen von 2 bis 2,5 cm, was letztlich auf Probleme bei der genauen Einstellung der Saattiefe zurückzuführen ist.

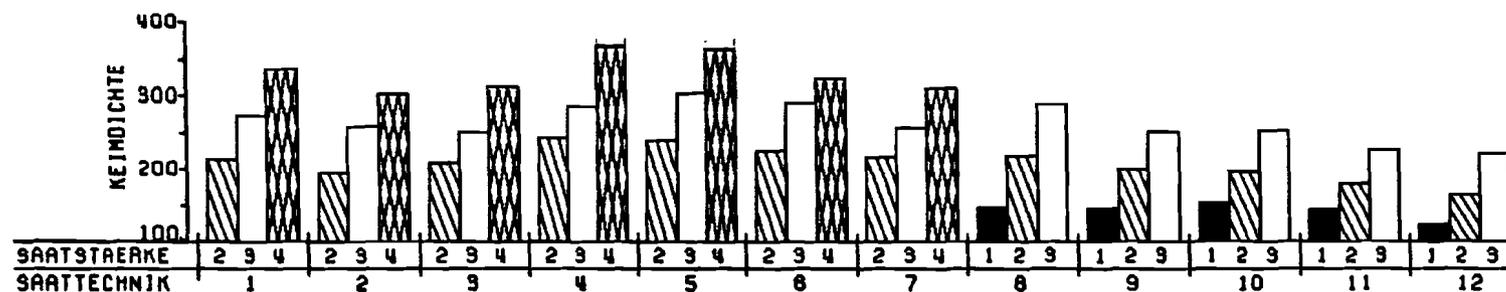
5.2 Feldaufgang und Keimdichte

Die Erzielung der angestrebten Pflanzenzahlen war für die Versuche von besonderer Bedeutung, da sie die Ausgangsbasis für den jeweiligen Bestandaufbau und für die sich daraus ergebenden Interpretationen darstellte. Die Abbildung 5 stellt die in den 3 Versuchen bei den verschiedenen Saattechniken und Saatstärken gezählten Pflanzenzahlen dar.

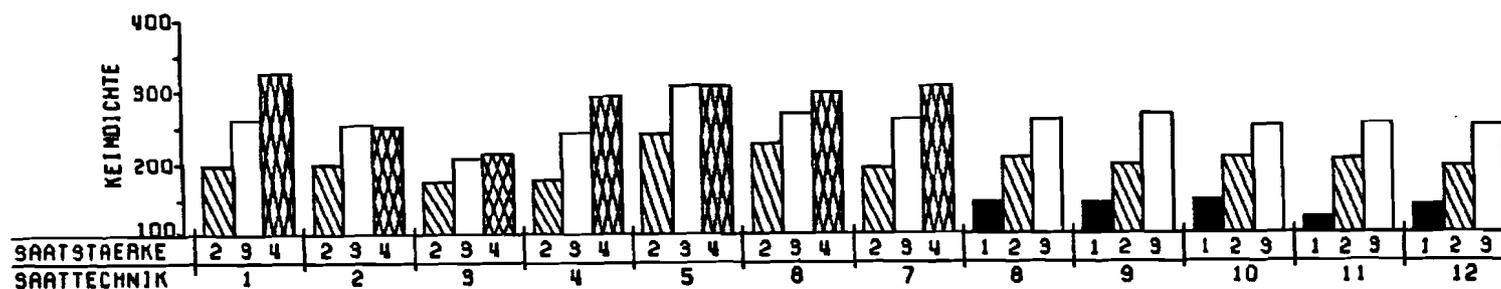
VERSUCH 1: WW 1981



VERSUCH 2: WW 1982



VERSUCH 3: SW 1982



SAATSTAEERKE

- 1: 170 KOERNER / QM
- 2: 250 KOERNER / QM
- 3: 330 KOERNER / QM
- 4: 410 KOERNER / QM

SAATTECHNIK

- 1: BREITSAAT
- 2: BANDSAAT 12.5 / 10 CM
- 3: BANDSAAT 15.0 / 10 CM
- 4: BANDSAAT 12.0 / 8 CM
- 5: DRILLSAAT 8 CM
- 6: DRILLSAAT 12 CM
- 7: DRILLSAAT 15 CM
- 8: EKS 10.0 CM
- 9: EKS 12.5 CM, 3 CM TIEF
- 10: EKS 15.0 CM
- 11: EKS 12.5 CM, 1 CM TIEF
- 12: EKS 12.5 CM, 5 CM TIEF

Abbildung 5: Darstellung der in den Versuchen bei den verschiedenen Saattechniken und Saatstärken ermittelten Pflanzenzahlen

Entsprechend der unterschiedlichen Saattermine erfolgte der Feldaufgang bei Versuch 1 (WW 81) und Versuch 2 (WW 82) in Begleitung von Wechselfrösten zögernd, während bei Versuch 3 (SW 82) entsprechend der Jahreszeit ein wesentlich schnellerer Aufgang zu verzeichnen war. Da die Einzelkorntechniken im Vergleich zu den übrigen Techniken mit verringerten Saatstärken eingesetzt waren, erfolgt eine varianzanalytische Verrechnung der gezählten Keimdichte, indem der prozentuale Feldaufgang als Merkmal herangezogen wurde.

Obwohl die verschiedenen Maschinen so exakt wie möglich eingestellt waren, sind geringe Ungenauigkeiten in der tatsächlich ausgebrachten Saatmenge nicht völlig auszuschließen. Diese schlagen sich in der Varianzanalyse (Tabelle 5, S. 52) des prozentualen Feldaufgangs in den gesicherten Wechselwirkungen Versuch * Saatstärke, Genotyp * Saatstärke und in der Dreifachinteraktion Versuch * Genotyp * Technik nieder.

Da jedoch hierbei die Hauptwirkung Saattechnik nicht signifikant ist und keine signifikanten Wechselwirkungen der Saattechnik mit der Saatstärke bestehen, ist der Beweis geführt, daß es durch die Veränderung der Saatstärken in den einzelnen Versuchen gelungen ist, die angestrebten Keimpflanzenzahlen zu erzielen.

Exakt vergleichbar sind die Saatstärken nur bei der Einzelkornsaat. Die getrennte Verrechnung der Einzelkorntechniken mit den Reihenabständen 10, 12,5 und 15 cm (T8, T9 und T10 in der Auswahl: EKS - RA, Tabelle 6) mit dem Merkmal prozentualer Feldaufgang ergab neben einer Signifikanz in der Wechselwirkung Versuch * Saatstärke einen hoch gesicherten Einfluß des Faktors Genotyp (Abbildung 6).

In allen drei Versuchen lag der Feldaufgang der "Korngewichtstypen" (G2, Vuka bzw. Selpek), der Sorten mit einer allgemein hohen sortentypischen Tausendkornmasse und einer eher geringen Bestandesdichte, um mehr als 5 Prozent über dem der "Kornzahltypen" (G1, Carimulti bzw. Ralle).

FELDAUFGANG IN PROZENT

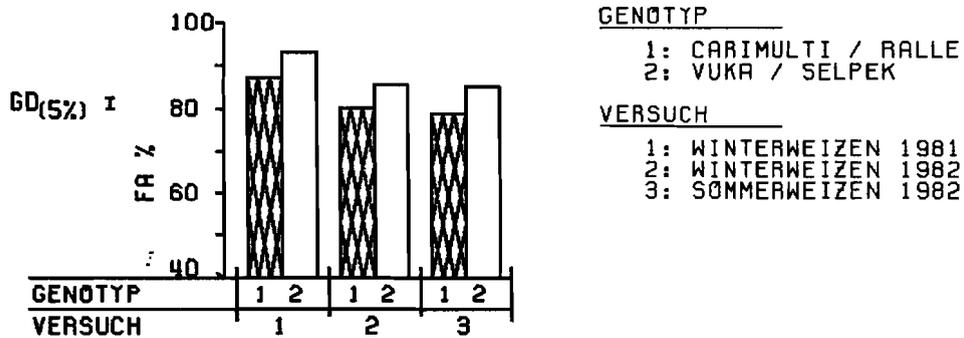


Abbildung 6: Einfluß der Hauptwirkung Genotyp auf den Feldaufgang in den 3 Versuchen ("EKS - Reihenabstand")

Die Variation der Saattiefe ergab zum Teil nur uneinheitliche Ergebnisse in Bezug auf den Feldaufgang. So konnte trotz Vogelschutzmaßnahmen nicht verhindert werden, daß die flach gesäten Parzellen verstärkt durch Taubenfraß geschädigt wurden. Hierauf sind die hochsignifikanten Wechselwirkungen Genotyp * Saatstärke und Genotyp * Saattiefe zurückzuführen (Varianzanalyse Tabelle 6, S. 52). Abbildung 7 zeigt die letztgenannte Wechselwirkung.

Während der zum Teil geringere Feldaufgang der flachen Saat (1 cm) in den genannten Fraßschäden begründet liegt, fällt aber auch eine ebenso deutliche Depression bei der 5 cm tiefen Saat auf.

FELDAUFGANG IN PROZENT

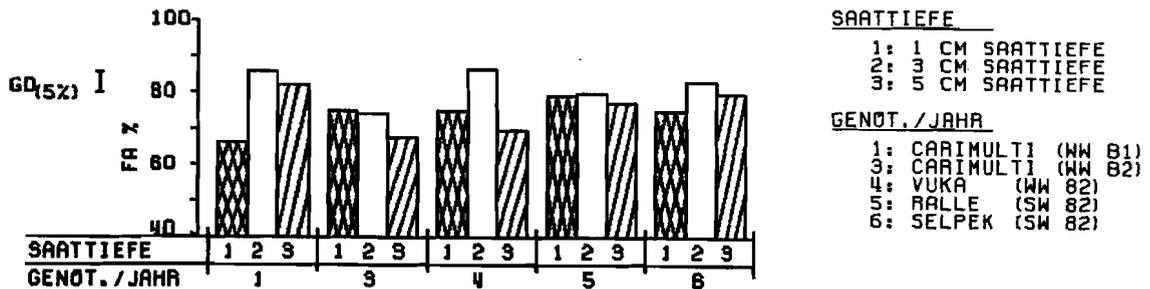


Abbildung 7: Einfluß von Genotyp und Saattiefe auf den prozentualen Feldaufgang

So zeigt der Carimulti des ersten Versuches (Genotyp 1) bei den dort relativ guten Bodenverhältnissen einen nur leicht verringerten Feldaufgang, während die extrem nassen und ungünstigen Bedingungen des Versuchs 2 (Genotyp 3 und 4) zu einer starken Verringerung der Keimpflanzenzahl führten. Gleichzeitig war bei diesen tief gesäten Parzellen ein gehemmttes Wachstum mit einer Gelbfärbung der jungen Pflanzen zu beobachten. Der Sommerweizenversuch (Genotyp 5 und 6) zeigt entsprechend der hier wiederum besseren Bodenverhältnisse eine geringere Depression des Feldaufgangs bei der tiefen Saat.

Tabelle 5: Varianzanalysen der Keimdichte, des Feldaufgangs, der Triebdichte und der Triebzahl pro Pflanze "Kernversuch"

Varianzursache	FG	Keimd.	Fa %	Triebd.	Tr./Pfl.
W Wiederholung	1	263	49,8	221	0
V Versuch	2	95564	7341,5	5896107	* 104 *
G Genotyp	1	19547	2057,8	1412226	* 5
M Saatstärke	2	746751 **	1063,8	2423187 **	** 61 *
N N-Düngung	1	754	42,6	585903	13
T Saattechnik	8	79688 **	920,9	713924 **	5 *

VG	2	27195 **	1697,1 **		
VM	4	15093 **	892,9 **		7 *
VT	16	8397 **	644,2 **		
MT	16				1 **
VGM	4			44769 **	
VGN	2			67661 **	
WVT	16			127524 **	2 **
WGT	8			24316 *	
VGT	16	2743 **	212,1 *	27819 **	1 **
WGMN	2		191,3 *		1 **
VGMN	4				1 **
WVGMT	32	1039 **	95,3 *		
WVMNT	32	775 *			
WGMNT	16	1054 *			
WVGMNT	32	415	44,2	10105	0,25

Total	647	4744	130,3	56716	1,10

Tabelle 6: Varianzanalysen des prozentualen Feldaufgangs sowie der Triebzahl je Pflanze in der Auswahl "EKS - Reihenabstand" bzw. "EKS - Saattiefe"

Varianzursache	FG	"EKS - RA"		"EKS - Saattiefe"	
		FG	Felddaufg.	FG	Felddaufg. Triebe/Pfl.
W Wiederholung	1	1	14,92	1	40,27
V Versuch	2		1494,07		0,00
G Genotyp	1	4	1888,06 **	4	290,98
M Saatstärke	2	2	53,14	2	104,25
N N-Düngung	1	1	9,85	1	77,04
T Saattechnik	2	2	235,75	2	1096,68

VM	4		782,29 **		
GM	2	8		8	358,40 **
GT	2	8		8	385,81 **
GMT	4	16		16	1,60 *
WVGMNT	8	16	67,21	16	46,79

Total	215	179	74,63	179	102,95

					2,62

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

5.3 Bestockung und Triebdichte

Die Zählung der Triebdichte erfolgte jeweils zum Ende der Bestockung. Da sich das Merkmal Triebzahl pro Quadratmeter bei den einzelnen Techniken und Saatstärken aus sehr unterschiedlichen Pflanzenzahlen ableitet, interessiert ferner für die Beurteilung der Einzelpflanzenentwicklung das Merkmal Triebzahl pro Pflanze. Die varianzanalytische Auswertung zeigt Tabelle 5 und 6, Seite 52.

TRIEBZAHL / QUADRATMETER

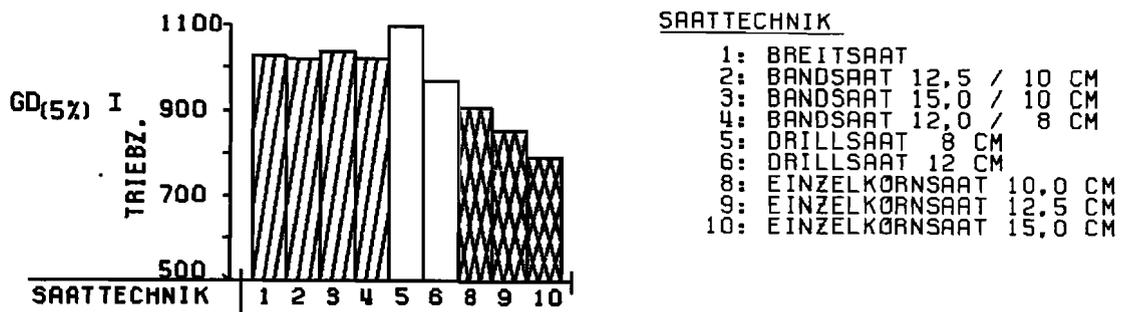


Abbildung 8: Einfluß der Saattechnik auf die Triebzahl pro Quadratmeter

Statistisch gesicherte Unterschiede bestehen im Merkmal Triebzahl pro Quadratmeter in den sich gegen alle Wechselwirkungen durchsetzenden Hauptwirkungen Versuch, Genotyp, Saatstärke und Saattechnik.

In den 3 Versuchen wurden im Mittel 940 (WW 81), 1050 (WW 82) und 820 (SW 82) Triebe pro Quadratmeter gezählt. Die geringe Triebzahl des ersten Winterweizenversuchs läßt sich auf die extrem trockene und kurze Bestockungsphase im Frühjahr 1981 zurückführen, während die noch geringere Triebdichte des Sommerweizens wohl eher als für diese Weizenart typisch angesehen werden kann.

Die Verrechnung des Faktors "Genotyp" zeigt ferner, daß jeweils die Sorte mit der genetisch geringeren Beährung ("Korngewichtstyp") die stärkste Bestockung aufweist, daß also eine relativ "unproduktive" Bestockung stattfindet.

Neben der zu erwartenden Signifikanz in der Saatstärke zeigen sich ebenso hoch gesicherte Unterschiede in der Hauptwirkung Saattechnik (Abbildung 8). Während die deutlichen Unterschiede der Einzelkorntechniken (T8 - T10) gegenüber den übrigen Techniken auf die unterschiedlichen Saatstärkenabstufungen zurückzuführen sind, bestehen jedoch noch weitere signifikante Unterschiede. So fällt die mit einem Reihenabstand von 8 cm durchgeführte Drillsaat (T5) mit einer extrem hohen Triebzahl, die mit 12 cm Reihenabstand durchgeführte Drillsaat mit einer dazu gesichert geringeren Triebdichte pro Quadratmeter auf.

Entscheidend wirkt sich offensichtlich die jeweilige zwischenpflanzliche Konkurrenz bei den verschiedenen Techniken auf die Bestockungsneigung aus. Diese ist eindeutig bei größer werdendem Reihenabstand mit in der Reihe enger stehenden Pflanzen reduziert. Bestätigt wird diese Tatsache ferner durch die Einzelkorntechniken T8 - T10 mit 10 cm, 12,5 cm und 15 cm Reihenabstand, wo bei dem zunehmenden Reihenabstand ebenfalls eine gesicherte Abnahme der Triebdichte festzustellen ist.

Die Variation der Stickstoffdüngung hatte das Ziel, unterschiedlich strukturierte Bestände aufzubauen. Dieses gelang insofern, als daß die früh betonte Stickstoffapplikation (N1) eine gesichert erhöhte Triebdichte pro Quadratmeter bewirkte. Die Sorten verhalten sich jedoch in den Versuchen uneinheitlich, was sich in der in der Abbildung 9 dargestellten Interaktion N - Düngung * Genotyp * Versuch niederschlägt.

TRIEBZAHL / QUADRATMETER

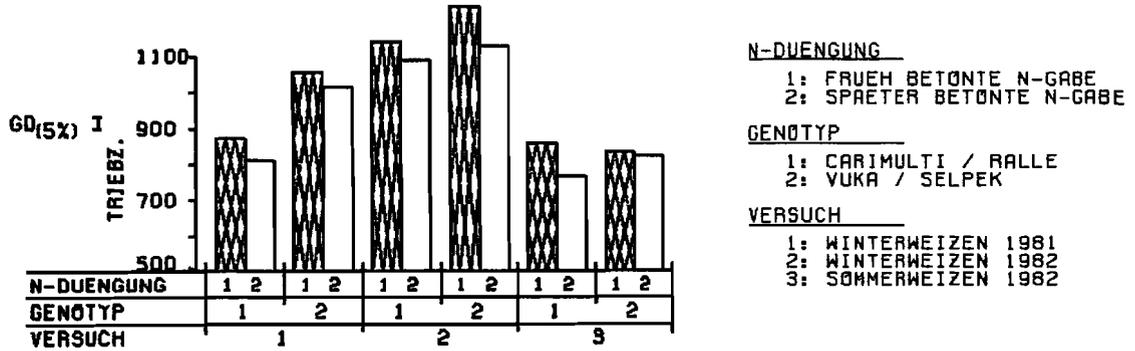


Abbildung 9: Einfluß der Stickstoffdüngung, der Sorte und des Versuchs auf die Triebdichte

Es fällt auf, daß nur beim Sommerweizenversuch (SW 82) und dort die Sorte Selpek (G2) nicht die signifikante Triebzahlerhöhung in der frühbetonten N - Düngung aufweist.

Von ebenso starkem Einfluß auf das Anlegen von Nebentrieben ist die Saattiefe. Da in den Saattiefenvarianten sehr unterschiedliche Pflanzenzahlen ermittelt wurden, soll zur Charakterisierung dieses Faktors das Merkmal Triebzahl pro Pflanze herangezogen werden. In der dazu durchgeführten Varianzanalyse (Tabelle 6, S. 52). wird neben allen anderen Hauptwirkungen auch die Saattiefe hoch signifikant. So verzeichnet die flache Saat mit 1 cm Saattiefe im Mittel 5,4 , die 3 cm - Saattiefe 4,4 und die 5 cm tiefe Saat 4,2 Triebe pro Pflanze (GD 5% = 0,27).

Ferner weist auch die Wechselwirkung Genotyp * Saatstärke * Saattiefe (Abbildung 10) signifikante Unterschiede auf. Es zeigt sich, daß eine Erhöhung der Saatstärke bei gleichzeitig tieferer Saat eine verstärkte triebreduzierende Konkurrenz ausübt und daß ferner die Sorten hierauf in unterschiedlichem Ausmaß reagieren.

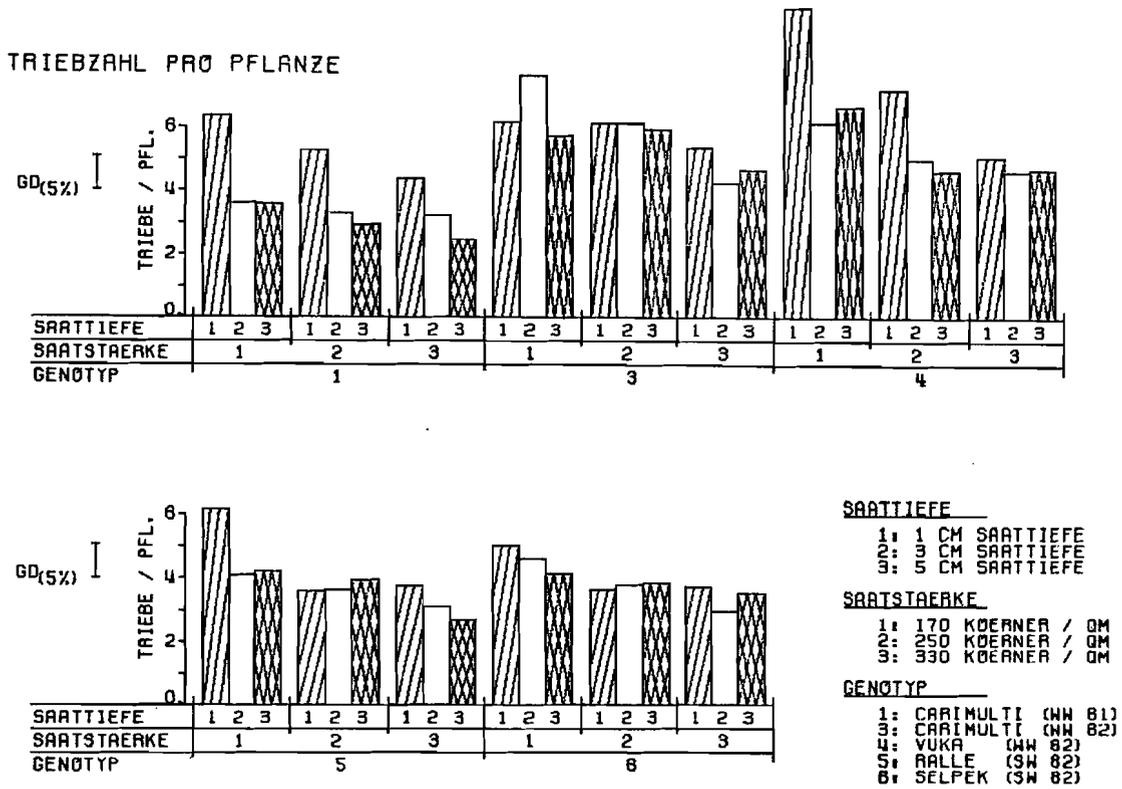


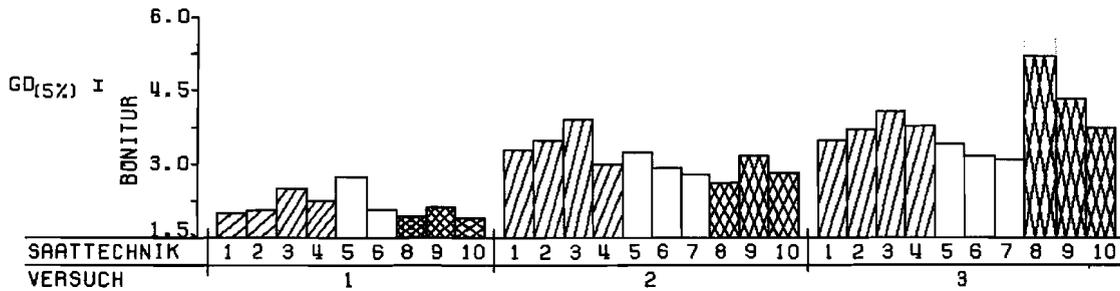
Abbildung 10: Einfluß von Genotyp, Saatstärke und Saattiefe auf die Triebzahl pro Pflanze ("EKS - Saattiefe")

5.4 Bonituren und Messungen während der Vegetation

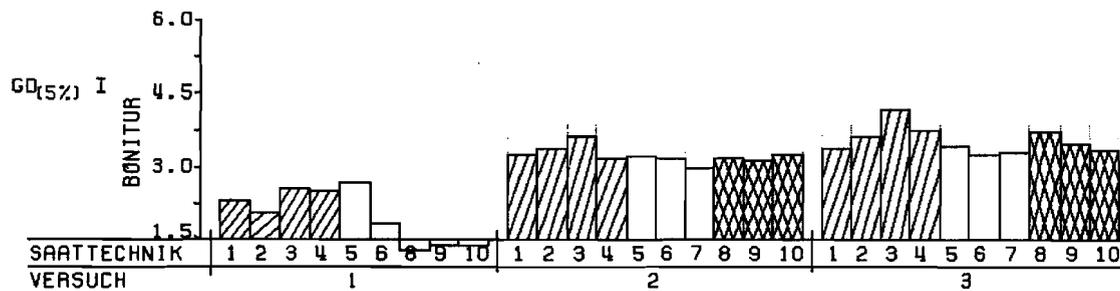
5.4.1 Standbonituren

Die die Versuche begleitenden Bonituren in Hinsicht auf die Merkmale Stand nach Aufgang, Stand zum Schossen und Stand nach dem Ährenschieben weisen übereinstimmend signifikante Unterschiede in den Haupt- und Wechselwirkungen Versuch, Versuch * Technik sowie Versuch * Genotyp * Technik (Tabelle 7, S. 58) auf. Den jeweils optisch günstigsten Eindruck bot der Versuch 1 (WW 81), während der Versuch 3 (SW 82) während des gesamten Entwicklungsverlaufs einen unausgeglichene und später stufigen Eindruck machte. Die genannten Boniturergebnisse zeigt die Abbildung 11 in der Wechselwirkung Versuch * Technik.

BONITUR: STAND NACH AUFGANG



BONITUR: STAND ZUM SCHÜSSEN



BONITUR: STAND NACH ÄHRENSCHIEBEN

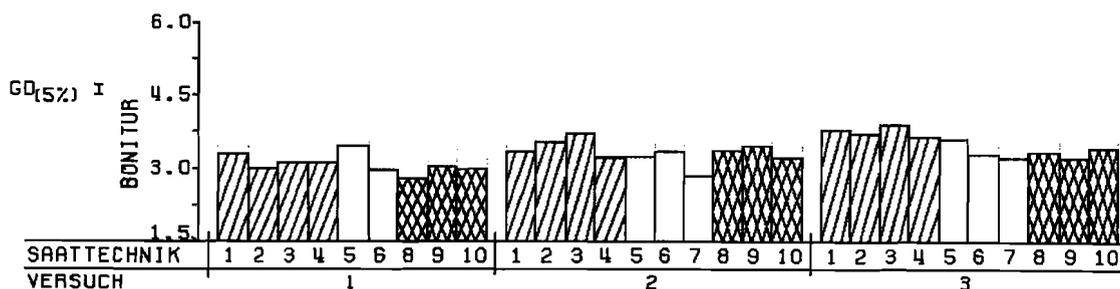


Abbildung 11: Boniturergebnisse Stand nach Aufgang, zum Schüssen sowie Stand nach dem Ährenschieben in der Interaktion Versuch * Technik (Legende, siehe S. 30)

Der bis zum Ende der Bestockung deutlich schlechtere Stand der Einzelkorntsaat (T8 - T10) im Versuch 3 (SW 82) läßt sich auf die dort erzielte Saattiefe zurückführen. Während im Mittel der übrigen Techniken in diesem Versuch eine Saattiefe von 2 cm erzielt wurde, lag bei den Einzelkorntechniken die gemessene durchschnittliche Saattiefe bei 2,8 cm (T8 = 3,0 cm, T9 = 2,9 cm, T10 = 2,4 cm). Sommerweizen reagiert demnach deutlich negativer auf eine tiefere Saat. Dies ergab auch die Verrechnung der Bonituren in der Auswahl "EKS - Saattiefe".

Tabelle 7: Varianzanalysen der Bonituren Stand nach Aufgang, Stand zum Schossen und Stand nach dem Ährenschieben "Kernversuch"

Varianzursache	FG	MQ Stand n. Aufgang	MQ Stand z. Schossen	MQ Stand n. Ährenschieb.
W Wiederholung	1	0,05	0,22	1,04
V Versuch	2	158,04 *	150,49 **	11,83
G Genotyp	1	8,45	0,10	8,00
M Saatstärke	2	10,23	12,34 *	1,08
N N-Düngung	1	0,06	1,04	0,40
T Saattechnik	8	4,01	5,16	1,56
<hr/>				
WG	1	3,86 *		
VG	2	7,55 **		
VT	16	5,10 **	2,25 **	0,73 *
WVM	4	4,18 *		0,45 *
VGM	4			0,53 *
WVN	2			1,58 **
VGN	2		1,21 *	1,78 **
VMN	4			0,82 *
WGT	8		0,83 **	
VGT	16	1,19 **	0,54 *	
WVGM	4		1,37 **	
WVGT	16			0,31 *
VMNT	32			0,29 *
GMNT	16			0,28 *
WVGMN	4	0,39 *		
WVGMT	32	0,37 **		
WVGNT	16	0,28 *		
WVMNT	32	0,31 **		
WVGMNT	32	0,13	0,24	0,14
<hr/>				
Total	647	1,13	0,91	0,37

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

5.4.2 Unterschiede in der Pflanzenentwicklung

Die varianzanalytische Verrechnung der Bonituren des Differenzierungsstadiums (Tabelle 8, S. 63) weist neben deutlichen genotypischen Unterschieden auch gesicherte Einflüsse der Saattechnik auf die Pflanzenentwicklung auf. Bei den Sorten zeigen jeweils die "Korngewichtstypen" Vuka und Selpek (G2) eine deutlich verzögerte Entwicklung im Vergleich zu den "Kornzahltypen" (G1).

Während die Hauptwirkung Saattechnik bei der Bonitur zur Blüte gegen die Wechselwirkung Versuch * Genotyp * Technik durchfällt, zeigt sie zur Gelbreife einen hoch gesicherten Einfluß auf den Ablauf der Pflanzenentwicklung. In der Abbildung 12 ist diese Hauptwirkung mit den beiden Bonituren dargestellt.

Die Abbildung weist eine verzögerte Entwicklung der im Einzelkornverfahren gesäten Varianten auf. Da diese Techniken mit einer im Mittel um 80 Körner je Quadratmeter verringerten Saatstärke eingesetzt wurden, drängt sich geradezu die Frage auf, ob dieses nicht auch ein Effekt der Saatstärke ist.

DIFF.-STADIUM ZUR BLUETE U. GELBREIFE

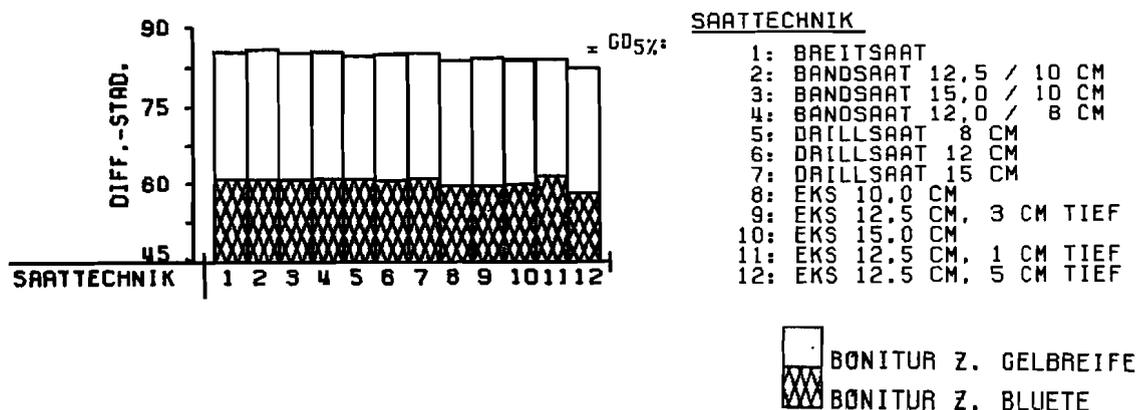


Abbildung 12: Einfluß der Saattechnik auf die Pflanzenentwicklung (Differenzierungsstadien zur Blüte und zur Gelbreife nach EC)

Eine weitere varianzanalytische Verrechnung, in der jeweils nur die bei allen Techniken gemeinsam eingesetzten Saatstärken (250 und 330 Körner je Quadratmeter) verrechnet sind, zeigt jedoch ebenfalls zu beiden Boniturterminen diese gesicherten Unterschiede in der Hauptwirkung Saattechnik auf. Es bestätigt sich, daß die günstigere Einzelpflanzenstellung zu einer deutlich verlangsamten Pflanzenentwicklung führt.

Die Saattiefe zeigte in den Versuchen die erwarteten Unterschiede. Während die flache 1 cm - Saat (T11) praktisch keinen Entwicklungsvorsprung vor der mittleren 3 cm tiefen Saat zur Gelbreife aufwies, war eine deutliche Vegetationsverzögerung der 5 cm tiefen Saat zu beobachten. Im Mittel lag diese Variante letztlich in ihrer Entwicklung um etwa 10 bis 14 Tage hinter den übrigen Saattechniken.

5.4.3 Wuchshöhe

Das Merkmal Wuchshöhe weist in der Varianzanalyse (Tabelle 9, S. 63) Signifikanzen in den Hauptwirkungen Saatstärke und N - Düngung auf. Es ließen sich jedoch zwischen den Saatstärken M1 (170/250 Körner / qm) mit 106,9 cm und M3 (330/410 Körner / qm) mit 105,9 cm nur sehr geringe Halmlängendifferenzen feststellen.

Die frühbetonte Stickstoffdüngung (N1) erhöhte ebenfalls die Wuchshöhe nur leicht um 1,5 cm (N1 = 107,3 cm; N2 = 105,7 cm). Die ebenfalls signifikanten Wechselwirkungen Versuch * Technik, Genotyp * Technik und Saatstärke * Technik zeigen einen zum Teil indifferenten Einfluß der Saattechnik auf die Halmlänge auf. In allen Wechselwirkungen ergibt sich jedoch der Trend, daß die Reihensaaten eine geringfügig erhöhte Wuchshöhe gegenüber den Band- und Breitsaaten mit sich bringen. Ein Einfluß der Saattiefe auf die Wuchshöhe wurde nicht festgestellt.

5.4.4 Lager

Ein zum Teil starkes Lagern des Weizens trat nur im Versuch 2 (WW 82) und hier ausschließlich bei der Sorte Vuka (G2) kurz vor der Ernte auf. Die Varianzanalyse (Tabelle 9, S. 63) weist einen hoch gesicherten Einfluß des Faktors Saattechnik (Abbildung 13) auf dieses Merkmal auf. Ferner werden die Wechselwirkungen Saatstärke * N-Düngung sowie Saatstärke * Saattechnik signifikant.

Die Interaktion Saatstärke * N-Düngung ist insofern leicht erklärbar, als daß das Lager bei der früh betonten N-Düngung (N1) praktisch bei allen Saatstärken gleichermaßen zu verzeichnen war, während die später betonte N-Gabe (N2) vor allem bei den höheren Saatstärken (M2 und M3) lagerte.

Die Interaktion Saatstärke * Saattechnik weist ebenso wie die Hauptwirkung Saattechnik deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Saattechniken auf. Hierbei zeichnen sich jedoch die Breit- und Bandsaattechniken (T1 - T5) durch eine besonders starke Lagerneigung bei allen Saatstärken aus, während die Drill- und Einzelkorntechniken erst bei den höheren Saatstärken und hier in geringerem Ausmaß lagerten.

BONITUR: LAGER BEI GELBREIFE

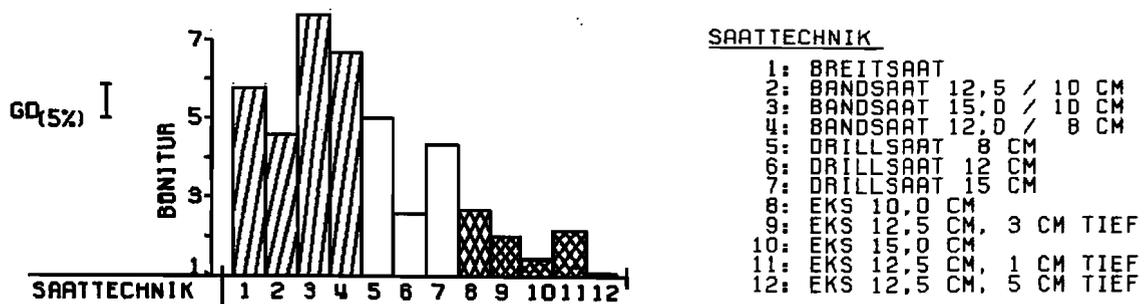


Abbildung 13: Einfluß der Saattechnik auf das Auftreten von Lager (WW 82, Vuka)

Bei der Drillsaat weist der mittlere Reihenabstand von 12 cm eine signifikant verringerte Lagerneigung im Vergleich zum 8 cm - und 15 cm Reihenabstand auf. Hier spielt offensichtlich sowohl eine ausreichende Belichtung der Halmbasis als auch gleichzeitig eine nicht zu hohe Pflanzenkonkurrenz, die die Ausbildung von relativ kräftigen Halmen ermöglicht, eine Rolle. Beides ist demnach von der 12 cm Drillsaat im günstigsten Umfang gegeben.

Die Saattiefe war in diesem Versuch für das Lagerverhalten offensichtlich nur in Verbindung mit der hierdurch beeinflussten Bestandesdichte von Bedeutung. So läßt sich bei der deutlich erhöhten Bestandesdichte der flachen Saat ein ebenso erhöhtes Lagern feststellen, während die eine sehr geringe Bestandesdichte aufweisende tiefe Saat überhaupt nicht lagerte.

Tabelle 8: Varianztabelle der Differenzierungsstadien zur Blüte und zur Gelbreife "12 Techniken"

Varianzursache	FG	MQ	Diff.-Stad. z. Blüte	MQ	Diff.-Stad. z. Gelbreife
W Wiederholung	1		0,022		0,016
V Versuch	1		38,131		0,502
G Genotyp	1		57,128		0,887 *
M Saatstärke	2		0,011		0,626
N N-Düngung	1		0,003		0,490
T Saattechnik	11		0,380		0,420 **
<hr/>					
VG	1		24,338 *		
WT	11				0,058 *
VT	11				0,057 *
NT	11				0,011 *
WGM	2		0,064 **		
VGT	11		0,136 **		
VMT	22		0,013 *		0,010 *
GMT	22		0,015 *		
WVGM	2		0,039 **		
WVGN	1		0,037 *		
WGMN	2				0,023 *
VGMN	2		0,038 **		0,027 **
WVGT	11		0,025 **		0,013 *
WGMT	22				0,010 *
WVGMNT	22		0,006		0,005
<hr/>					
Total	575		0,233		0,025

Tabelle 9: Varianzanalysen der Wuchshöhe und der Bonitur des Lagers

Varianzursache	FG	Wuchshöhe MQ	FG	Lagerbonitur MQ
W Wiederholung	1	15,74	1	21,00
V Versuch	2	106,76		
G Genotyp	1	71,33		
M Saatstärke	2	57,18 *	2	15,44
N N-Düngung	1	384,26 *	1	15,34
T Saattechnik	8	13,83	11	55,67 **
<hr/>				
WM	2		2	15,19 **
MN	2		2	4,53 *
WT	8		11	3,28 **
VT	16	7,01 *		
GT	8	6,02 **		
MT	16	3,78 **	22	2,26 *
WVG	2	115,44 *		
WVT	16	2,90 *		
WVGM	4	5,19 *		
WVGN	2	5,31 *		
WVMN	4	7,70 **		
WVGMNT	32	1,40	22	1,02
<hr/>				
Total	647	5,59	143	6,49

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

5.5 Ertragsstrukturanalyse

Im Folgenden soll der Einfluß der Versuchsfaktoren auf die Ausbildung der Ertragsstrukturkomponenten Bestandesdichte, Kornzahl pro Ähre und Tausendkornmasse sowie auf den Kornertrag erläutert werden.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß bei den besonders interessierenden Ergebnissen zur Saattechnik unterschiedliche Saatstärken zugrundegelegt sind. Während die Einzelkornsaat die Saatmengenabstufungen 170, 250 und 330 Körner je Quadratmeter aufweist, liegen bei den übrigen Techniken die Saatstärken jeweils um 80 Körner höher, also bei 250, 330 und 410 Körnern pro Quadratmeter.

5.5.1 Bestandesdichte

Die varianzanalytische Verrechnung der Bestandesdichte weist bei der Verrechnung des Kernversuchs mit Ausnahme des Faktors N-Düngung bei allen Hauptwirkungen signifikante Unterschiede auf (s. Tabelle 10, S. 70).

Der Faktor Versuch zeigte insofern gesicherte Unterschiede auf, als daß der erste Versuch (WW 81) im Mittel die extrem geringe Ährenzahl von 396 Ähren pro Quadratmeter hatte, während sowohl Versuch 2 (WW 82) als auch der Versuch 3 (SW 82) im Mittel 535 Ähren zählten. Die besonders geringe Bestandesdichte des ersten Versuchs läßt sich auf mehrere Ursachen zurückführen. So zeichnete sich das Frühjahr 1981 durch einen zumeist kühlen und sehr nassen März aus, dem wiederum 6 zum Teil sehr heiße und trockene Wochen folgten. Die Folgen waren eine in dieser Phase zunächst relativ geringe Bestockung mit einer später aufgrund der Trockenheit zusätzlich verstärkten Reduktion von Nebentrieben.

Aufgrund des hohen N-Min - Wertes von 101 kg N sowie der positiven Stickstoffbilanz des Versuchsschlages waren zu Vegetationsbeginn (20. März) die N-Mengen von 50 kg (N1) und 20 kg (N2) gewählt worden. Diese Mengen waren offensichtlich zu gering, um eine angestrebte Bestandesdichte von wenigsten 500 Ähren zu gewährleisten. Negativ wirkte sich in diesem Versuch ferner die Applikation des Herbizids ARETIT auf die Beährung aus, da die Anwendung bei dem trockenen Frühjahrswetter zu Ätzschäden führte.

Die Signifikanz in der Hauptwirkung Genotyp bestätigt die Erzielung der in den Versuchen angestrebten genotypischen Unterschiede im Bestandaufbau. So wurden beim Genotyp 1 dem "Kornzahltyp" im Mittel der Versuche 514 ährentragende Halme festgestellt, während der "Korngewichtstyp" lediglich 463 Ähren pro Quadratmeter zählte.

Auch die Variation der Saatstärke weist gesicherte Unterschiede in der Bestandesdichte auf. Die Abbildung 14 zeigt jedoch, daß mit zunehmender Saatstärke der Gewinn in Form einer Erhöhung der Bestandesdichte wesentlich geringer wird. Dieses trifft einer getrennten Verrechnung zufolge sowohl für die Einzelkorntechniken als auch für die übrigen Techniken zu.

REHREN PRO QUADRATMETER

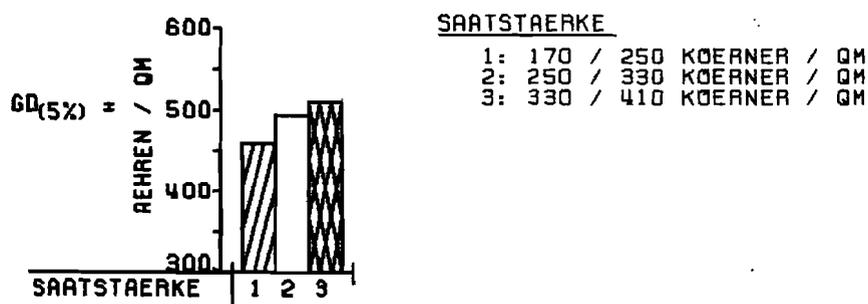


Abbildung 14: Einfluß der Saatstärke auf die Ährenzahl pro Quadratmeter

Während die Erhöhung der Bestandesdichte von M1 (170/250 Körner / qm) nach M2 (250/330 K./qm) noch eine Zunahme von 36 Ähren je Quadratmeter, also 0,5 Ähren pro mehr gesätes Korn mit sich brachte, betrug diese Zunahme in der Abstufung M2 nach M3 (330/410 K./qm) lediglich 16 Ähren, also 0,2 Ähren mehr pro mehr gesätes Korn.

Die Hauptwirkung Saattechnik zeigt in dem Merkmal Ährenzahl pro Quadratmeter hoch gesicherte Unterschiede. Es ergeben sich bei den Saattechniken praktisch 2 Gruppierungen. Dabei besteht die erste Gruppe aus den Techniken 1 - 5, die eine relativ hohe Bestandesdichte aufweisen, während zu der 50 Ähren weniger aufweisenden zweiten Gruppe die Einzelkorntechniken (T8 - T10) sowie die 12 cm - Drillsaat (T6) zählen. Die Erklärung für diese gesichert geringere Bestandesdichte ist bei der Einzelkorntechnik in den verringerten Saatstärken zu sehen, bei der 12 cm - Drillsaat hingegen ist hier offensichtlich ein gesicherter Effekt dieser Saattechnik gegeben. Die für die Hauptwirkung geschilderten Aspekte zeigen sich ebenso in der Wechselwirkung Versuch * Technik (Abbildung 15), worin sich auch die deutlichen Unterschiede zwischen den Versuchen niederschlagen.

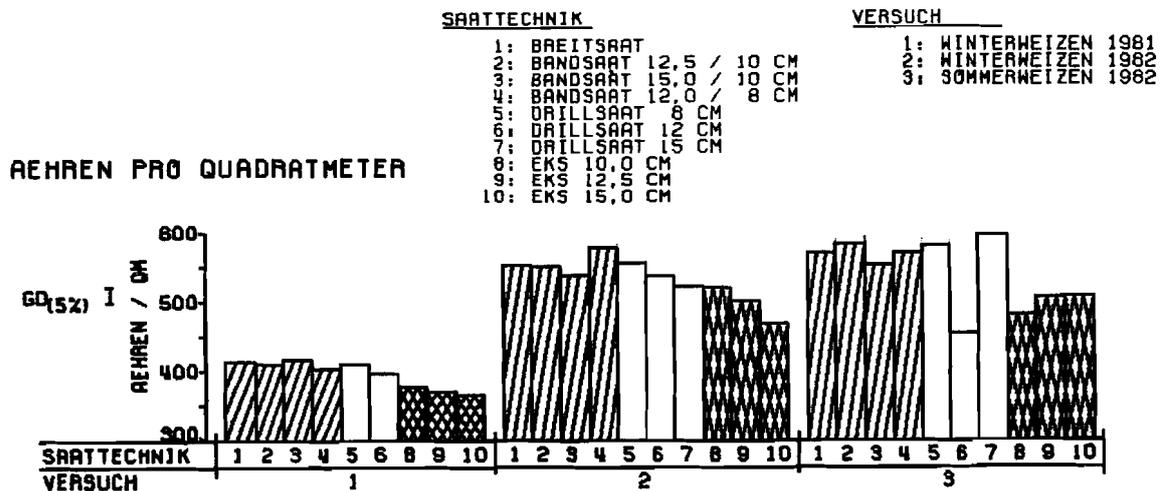
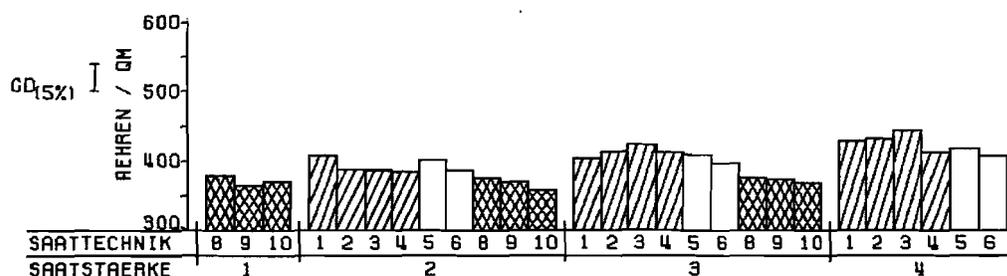


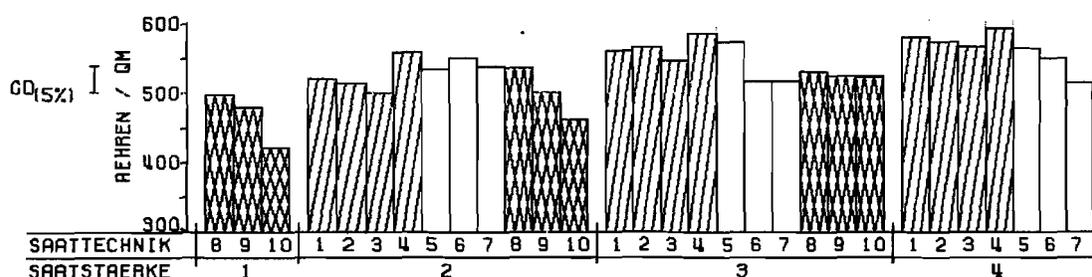
Abbildung 15: Einfluß von Versuch und Saattechnik auf die Ährenzahl pro Quadratmeter

Die Dreifachinteraktion Versuch * Saatstärke * Saattechnik weist neben den in den einzelnen Versuchen ähnlich hohen Bestandesdichten der Techniken 1 - 5 (Breit- und Bandsaattechniken sowie 8 cm - Drillsaat) deutlich unterschiedliche Effekte der Saatstärke bei den übrigen Techniken auf (Abbildung 16).

REHREN PRO QUADRATMETER (WW 1981)



REHREN PRO QUADRATMETER (WW 1982)



REHREN PRO QUADRATMETER (SW 1982)

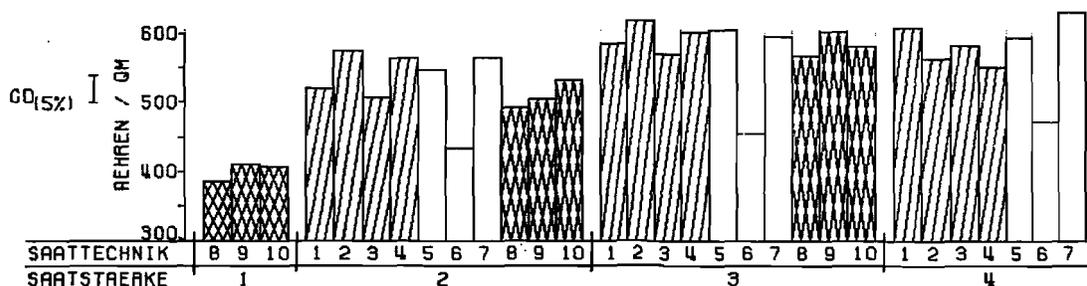


Abbildung 16: Einfluß von Versuch, Saatstärke und Saattechnik auf die Ährenzahl pro Quadratmeter (Legende, siehe S. 30)

Während der Versuch 1 (WW 81) die bereits erwähnte sehr geringe Bestandesdichte mit entsprechend geringen Unterschieden zwischen den Saatstärken und Saattechniken aufweist, ist im Versuch 2 (WW 82) und 3 (SW 82) die gesicherte Interaktion Saatstärke * Saattechnik gegeben.

Ins Auge sticht bei Versuch 2 die Reaktion der in verschiedenen Reihenabständen durchgeführten Einzelkornsaat (T8 - T10) bei den unterschiedlichen Saatstärken. Beim engen Reihenabstand von 10 cm (T8) führt bereits die geringste Saatstärke (M1: 170 K./qm) zu einer Bestandesdichte von 498 Ähren pro Quadratmeter, während die Erhöhung auf 250 Körner pro Quadratmeter nur 36 Ähren, die Erhöhung auf 330 Körner sogar nur 30 Ähren mehr mit sich bringt.

Bei den weiteren Reihenabständen von 12,5 (T9) bzw. 15 cm (T10) zeigt sich die hier in der Reihe erhöhte zwischenpflanzliche Konkurrenz, die sich vor allem auf die Nebenähren 3. und 4. Ordnung erstreckt. Bei den Saatstärken 170 und 250 Körner pro Quadratmeter führt dieses zu einer deutlichen Reduzierung der Bestandesdichte. Unabhängig vom Reihenabstand sind aber bei der hohen Saatstärke (330 Körner) noch alle Pflanzen in der Lage wenigstens 2 Ähren pro Pflanze auszubilden, was zu der dort gleichen Ährenzahl pro Quadratmeter führt.

Daß Sommerweizen ein aufgrund der im Frühjahr kürzeren Vegetationszeit geringeres Beährungsvermögen aufweist, bestätigt ebenfalls die Einzelkornsaat im Versuch 3 (SW 82). Während keine deutlichen Auswirkungen der unterschiedlichen Reihenabstände zu erkennen sind, zeigt sich jedoch, daß sich der Sommerweizen durch eine verbesserte Standraumzuteilung nicht in dem Maße in der Beährung erhöhen läßt wie der Winterweizen. In diesem Versuch war die Einzelkornsaat zudem insofern mit schlechteren "Startbedingungen" versehen, als daß hier, wie bereits bei den Bonituren erwähnt, die Saattiefe mindestens 1 cm tiefer lag, als bei den übrigen Techniken, die nur etwa 2 cm tief gesät waren.

Unter den Reihensaaten fällt besonders im Versuch 3 die deutlich verringerte Bestandesdichte der mit 12 cm Reihenabstand durchgeführten Drillsaat (T6) auf, die in den anderen Versuchen zwar ebenfalls, aber in wesentlich geringerem Umfang gegeben war.

ÄHREN PRO QUADRATMETER

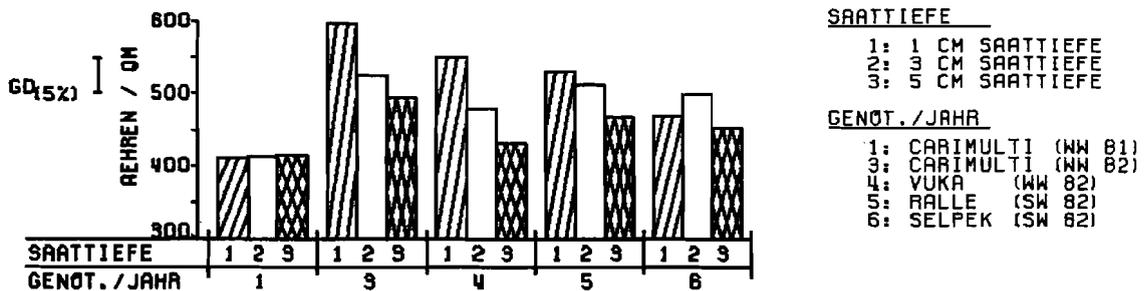


Abbildung 17: Einfluß von Saattiefe und Genotyp auf die Ährenzahl pro Quadratmeter (EKS-Saattiefe)

Die Varianzanalyse der mit verschiedenen Saattiefen durchgeführten Einzelkornsaat weist einen deutlichen Einfluß dieses Faktors auf das Behrungsverhalten der Weizenpflanze auf (s. Tabelle 11, S. 70). Neben der Hauptwirkung Saattiefe, die bei der flachen Saat im Mittel 512, bei 3 cm tiefen Saat 486 und bei der 5 cm tiefen Saat 452 ährentragende Halme bewirkt, wird ferner die in der Abbildung 17 dargestellte Wechselwirkung Genotyp * Saattiefe signifikant.

Während beim Carimulti (G1) im Versuch 1 (WW 81) kaum ein Einfluß einer zunehmenden Saattiefe auf die Bestandesdichte festzustellen ist, läßt sich beim Versuch 2 (G3 = Carimulti; G4 = Vuka) und Versuch 3 (G5 = Ralle; G6 = Selpek) der Einfluß einer zunehmenden Saattiefe auf eine gesichert abnehmende Ährenzahl pro Quadratmeter nachweisen. Bei den Sommerweizensorten Ralle und Selpek zeigt sich dieser Einfluß jedoch in wesentlich geringerem Umfang.

Tabelle 10: Varianzanalysen des bereinigten Kornertrages und der Ertragsstruktur "Kernversuch"

Varianzursache	FG	Bestandes- dichte MQ	Kornzahl je Ähre MQ	TKM MQ	Kornertrag MQ
W Wiederholung	1	737	2,5	5,6	56,7
V Versuch	2	1382877 **	3587,9 **	1719,2	2112,3
G Genotyp	1	416328 **	53,4	1466,1	662,9
M Saatstärke	2	151904 **	257,3 *	96,0	30,3
N N-Düngung	1	131	1,9	1,0	8,3
T Saattechnik	8	64409 **	191,6 **	29,2	28,2
<hr/>					
WV	2			23,4 *	
VG	1			39,5 *	
VG	2			1061,3 **	
WM	2				11,8 *
VM	4			29,8 *	147,2 **
VN	2		25,4 *		
GN	1			7,8 **	
WT	8		16,4 *		
VT	16	13611 *	48,7 *		77,2 **
MT	16				19,7 **
WVG	2				121,8 **
WVM	4	4399 *			
VGM	4	4453 *	25,9 *		8,7 *
WVN	2				28,1 **
VMN	4			1,8 *	
WGT	8	3635 *			
VGT	16		18,1 **	7,8 **	17,0 *
VMT	32	5779 **		1,6 **	6,8 **
WVGM	4			2,6 **	
WVGT	16			1,2 *	
WGMT	16			1,3 *	
VGNT	16	3110 *			
GMNT	16	3110 *			
WVGMNT	32	1491	6,8	0,6	2,7
Total	647	8998	23,5	13,2	16,7

Tabelle 11: Varianzanalysen des bereinigten Kornertrages und der Ertragsstruktur "EKS - Saattiefe"

Varianzursache	FG	Bestandes- dichte MQ	Kornzahl. / Ähre MQ	TKM MQ	Kornertrag MQ
W Wiederholung	1	2584	11,4	0,2	0,5
G Genotyp	4	76917 *	425,9 **	322,3 **	1150,8 **
M Saatstärke	2	203188 **	214,3 **	100,5 **	356,2 *
N N-Düngung	1	3277	12,4	0,1	0,8
S Saattiefe	2	54320 *	116,4	21,5 **	58,4
<hr/>					
GM	8	14980 **		7,1 *	52,3 *
GN	4				12,3 **
GS	8	10730 *	35,2 *		69,7 *
WGMS	16				19,0 **
WGMNS	16	3114	12,2	0,8	2,5
Total	179	8141	26,1	9,5	42,1

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

5.5.2 Kornzahl pro Ähre

Ebenso wie die Bestandesdichte ist auch die Kornzahl pro Ähre eine sehr variable Größe, die sich in hohem Maße durch anbautechnische Maßnahmen beeinflussen läßt. Dieses bestätigt die Varianztabelle 10, die Signifikanzen für die Hauptwirkungen Versuch, Saatstärke und Saattechnik aufweist. Daneben kennzeichnen den Versuchsrahmen die gesicherten Interaktionen Versuch * N - Düngung sowie Versuch * Genotyp * Saatstärke.

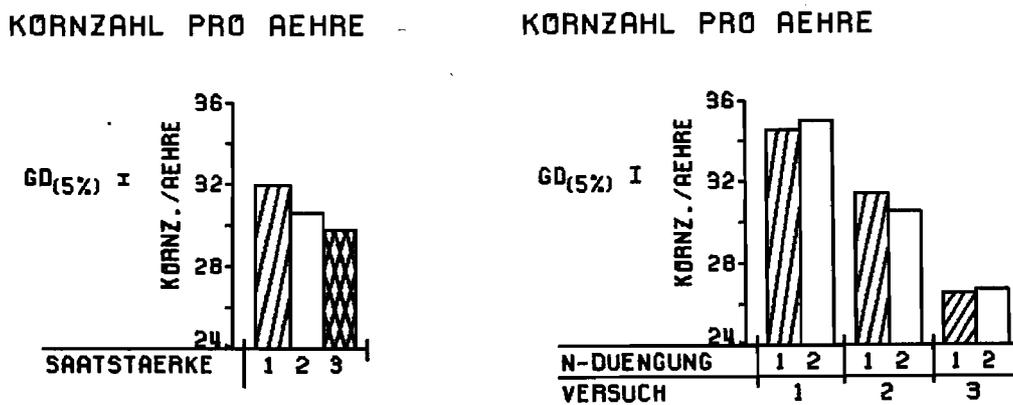


Abbildung 18: Einfluß der Hauptwirkung Saatstärke sowie der Wechselwirkung Versuch * N-Düngung auf die Kornzahl pro Ähre (Legende, s. S. 30)

Neben dem sehr kornzahldepressiven Einfluß der höheren Saatstärke zeigt die Abbildung 18 in der Wechselwirkung Versuch * N-Düngung, daß das direkte Ziel der variierten Stickstoffverteilung im Versuch 2 (WW 82) insofern nicht erreicht wurde, als daß die angestrebte Düngung auf die Kornzahl (N2) hier vielmehr eine gesichert verringerte Kornzahl pro Ähre aufweist.

Ferner zeigt die Darstellung die enormen Unterschiede in den Kornzahlen bei den 3 Versuchen. Ganz offensichtlich schlägt sich hier die sehr geringe Bestandesdichte im ersten Winterweizenversuch 1981 in einer besonders hohen Kornzahl pro Ähre nieder, während die geringe Kornzahl des 3. Versuchs mit Sommerweizen auf den sehr stufigen Bestand mit vielen kleinen Nebenähren zurückgeführt wird.

KORNZAHL PRO ÄHRE

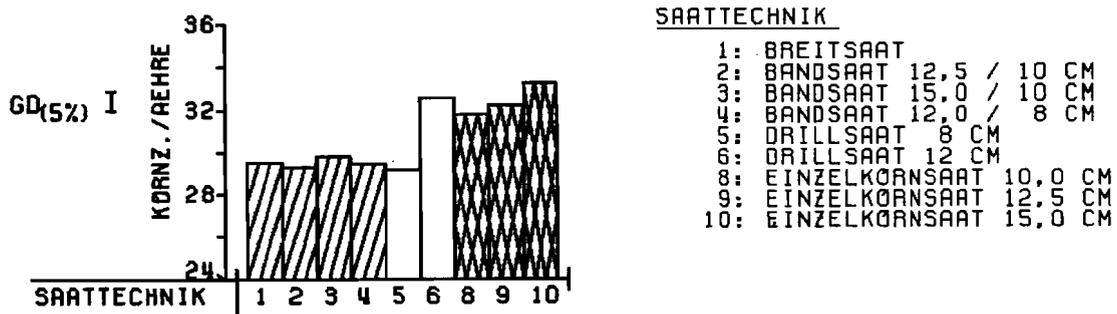


Abbildung 19: Einfluß der Saattechnik auf die Kornzahl pro Ähre

Die Saattechnik übt einen hoch gesicherten Einfluß auf die je Ähre ausgebildete Kornzahl aus (Abbildung 19). Dabei besteht eine im Verhältnis zur Bestandesdichte genau umgekehrte Relation, daß nämlich die Techniken 1-5 relativ geringe Kornzahlen pro Ähre aufweisen, während die Einzelkorntechniken sowie die Drillsaat mit 12 cm Reihenabstand deutlich erhöhte Kornzahlen aufweisen. Signifikante Unterschiede bestehen sogar zwischen der Einzelkorntsaat mit 10 cm (T8) und 15 cm Reihenabstand (T10), wobei der weite Reihenabstand im Mittel 1,4 Körner mehr pro Ähre ausbildet.

Während die hohen Kornzahlen der Einzelkornsaat auf die dort geringeren Saatstärken und die besonders gute Einzelpflanzenstellung zurückzuführen sind, erscheint die hohe Kornzahl der mit 12 cm durchgeführten Drillsaat als besonders hervorragend. Die zur Saattechnik gemachten Aussagen werden weitgehend in der ebenfalls signifikanten Wechselwirkung Versuch * Saattechnik (Abbildung 20) bestätigt.

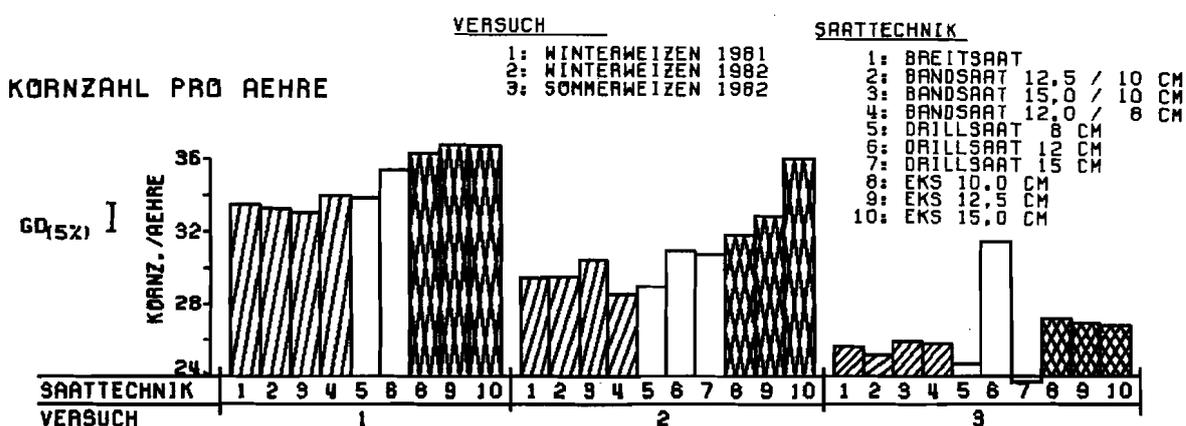


Abbildung 20: Einfluß von Versuch und Saattechnik auf die Kornzahl pro Ähre

Neben den deutlichen Unterschieden zwischen den Versuchen zeigt sich jedoch, daß die auf den Einfluß eines unterschiedlichen Reihenabstandes basierenden Unterschiede bei der Einzelkornsaat nur bei besonders hohen und zwischen den Reihenabständen veränderten Bestandesdichten, wie sie im Versuch 2 (WW 82) gegeben waren, auftreten. Ebenso bestätigt obige Abbildung, daß sich die überproportional erhöhte Kornzahl der 12 cm - Drillsaat (T6) in der Abbildung 19 vor allem auf eine im Sommerweizenversuch 1982 besonders erhöhte Kornzahl zurückzuführen ist. Es wird daran erinnert, daß es sich bei der Kornzahl je Ähre um eine errechnete Größe handelt, auf die sich geringe Fehler bei der Zählung der Bestandesdichte stark niederschlagen.

Gesicherte Unterschiede weist die Varianzanalyse ferner in den den Versuchsrahmen betreffenden Dreifachinteraktionen Versuch * Genotyp * Saattechnik sowie Versuch * Genotyp * Saatstärke auf. Während bei der zuerst genannten Wechselwirkung kein gerichteter Einfluß von Saattechnik und Sorte in den einzelnen Versuchen festzustellen ist, weist die Interaktion Versuch * Genotyp * Saatstärke unterschiedliche Reaktionen der Sorten bei einer Erhöhung der Saatstärke auf.

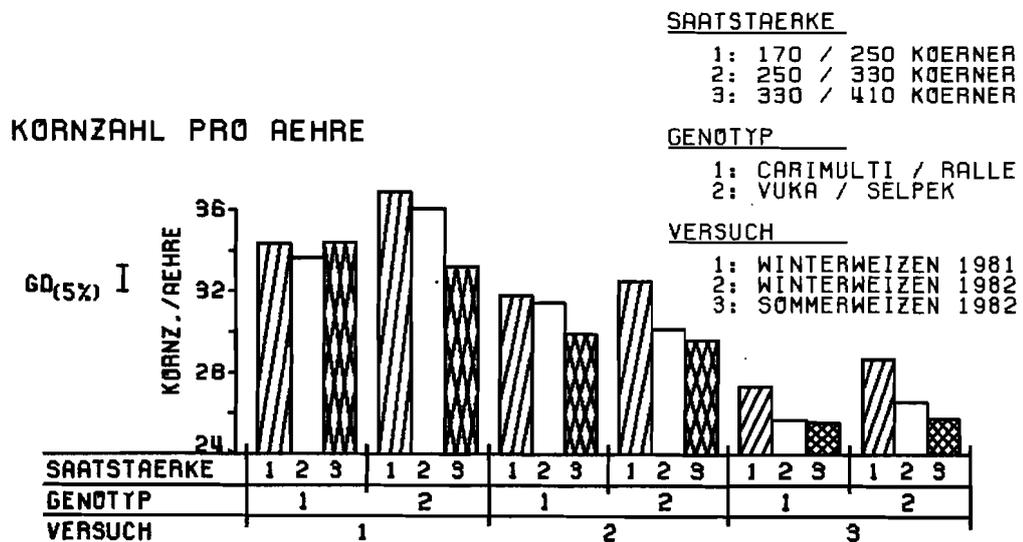


Abbildung 21: Einfluß von Versuch, Genotyp und Saatstärke auf die Kornzahl pro Ähre

Die Abbildung 21 veranschaulicht, daß jeweils die "Korngewichtstypen" Vuka bzw. Selpek besonders deutlich mit einer Kornzahlreduktion auf eine Saatstärkenerhöhung reagieren, während die "Kornzahltypen" Carimulti bzw. Ralle hier weniger stark reagieren. Lediglich die Sorte Carimulti im ersten Versuch zeigt diese gesicherte Interaktion nicht auf. Dieses entspricht exakt gegenläufig der gleichen bei der Bestandesdichte ebenfalls gesicherten Wechselwirkung.

Von erheblichem Einfluß auf die Kornzahl je Ähre ist die Saattiefe. In der Varianzanalyse (Tabelle 11, S. 70) schlägt sich dieser Faktor zwar nicht als gesicherte Hauptwirkung, wohl aber in der signifikanten Wechselwirkung Genotyp * Saattiefe nieder (Abbildung 22).

KORNZAHL PRO ÄHRE

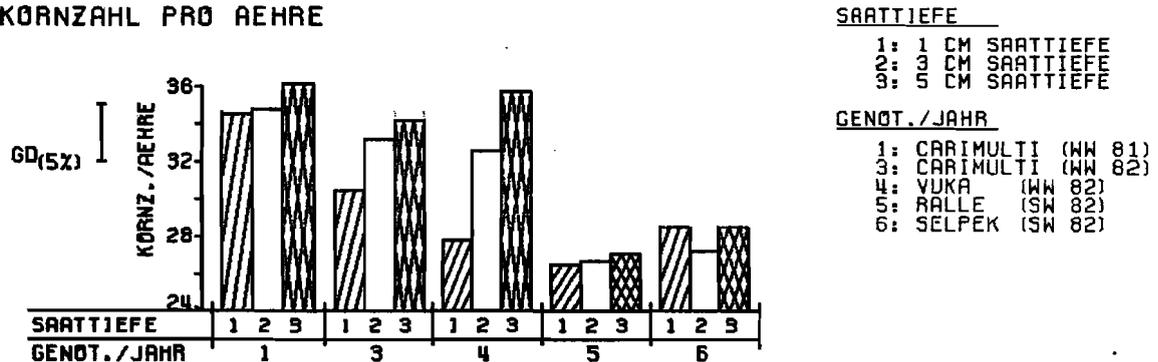


Abbildung 22: Einfluß von Genotyp und Saattiefe auf die Kornzahl pro Ähre

Recht eindeutig läßt sich hier als erstes eine Differenzierung nach der Weizenart feststellen. So findet man für die Winterweizenvarianten G1, G3 und G4 einen gesicherten Effekt der Saattiefe auf die Kornzahl während bei den Sommerweizensorten G5 und G6 dieser Einfluß nicht erkennbar ist. Die erhöhte Kornzahl je Ähre bei der tieferen Winterweizenfaat wird zum großen Anteil auf die dort geringere Bestandesdichte zurückzuführen sein. Daß dieses jedoch nicht die alleinige Ursache hierfür ist, beweist die Sorte Carimulti (G1) im ersten Versuch, der bei allen Saattiefen die gleiche Bestandesdichte aufwies. Auch hier ist die Bekörnung bei der tiefen Saat deutlich verbessert. Eine Klärung dieses Effektes soll in der Diskussion erfolgen.

5.3.3 Tausendkornmasse

Obwohl die Tausendkornmasse zumeist als eine nur in geringem Maße beeinflussbare Größe bezeichnet wird, weist die varianzanalytische Verrechnung (Tabelle 10, S. 70) auch für dieses Merkmal deutliche Unterschiede aus. Besonders fällt hierbei wiederum die Saattechnik ins Auge, da sie als einzige Hauptwirkung signifikant wird (Abbildung 23).

TAUSENDKORNMASSE

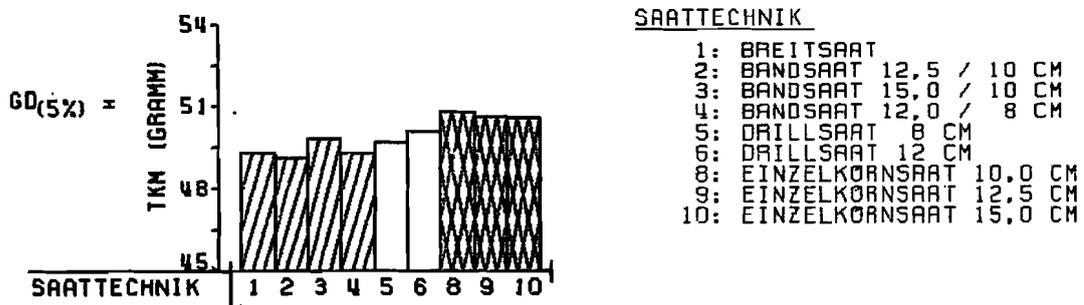


Abbildung 23: Einfluß der Saattechnik auf die Tausendkornmasse

In der Abbildung setzt sich eine Aufteilung der Saattechniken fort, wie sie schon bei der Bestandesdichte und beim Merkmal Kornzahl pro Ähre zu sehen war. So läßt sich hier, umgekehrt zu der bei den Einzelkorntechniken (T8 - T10) und bei der 12 cm - Drillsaat (T6) festgestellten geringen Bestandesdichte aber hohen Kornzahl pro Ähre eine ebenso gesichert erhöhte Tausendkornmasse feststellen. Eine geringe, aber ebenfalls gesicherte Erhöhung weist das Korngewicht im Vergleich zu den Techniken 1, 2 und 4 bei der Bandsaat mit 15 cm Reihenabstand (T3) und bei der engreihigen (8 cm) Drillsaat (T5) auf.

Bei der Betrachtung dieser Abbildung ist man geneigt, diese Unterschiede, vor allem bei der Einzelkornsaat, auf die dort geringere Saatstärke bzw. Bestandesdichte zurückzuführen. Eine getrennte Verrechnung, bei der die jeweils nur allen Techniken gemeinsamen Saatstärken untersucht wurden, erbringt jedoch die gleichen Relationen der verschiedenen Techniken zueinander.

Gesicherte Wechselwirkungen mit der Saattechnik ergeben sich in der Interaktion Versuch * Genotyp * Saattechnik sowie Versuch * Saatstärke * Saattechnik. Die in der Abbildung 24 dargestellte Wechselwirkung Versuch * Genotyp * Saattechnik zeigt, daß im Versuch 1 (WW 81) und 2 (WW 82) die vom Versuchsaufbau angestrebte Sortenrelation "Kornzahltyp" (G1 = Carimulti) und "Korngewichtstyp" (G2 = Vuka) gegeben ist, während im Versuch 3 mit Sommerweizen 1982 diese Relation nicht besteht. Vielmehr weist hier die Sorte Ralle (G1) eine höhere TKM auf als die Sorte Selpek (G2). Diese Verhältnisse spiegeln sich auch in der ebenso signifikanten Interaktion Versuch * Genotyp wieder.

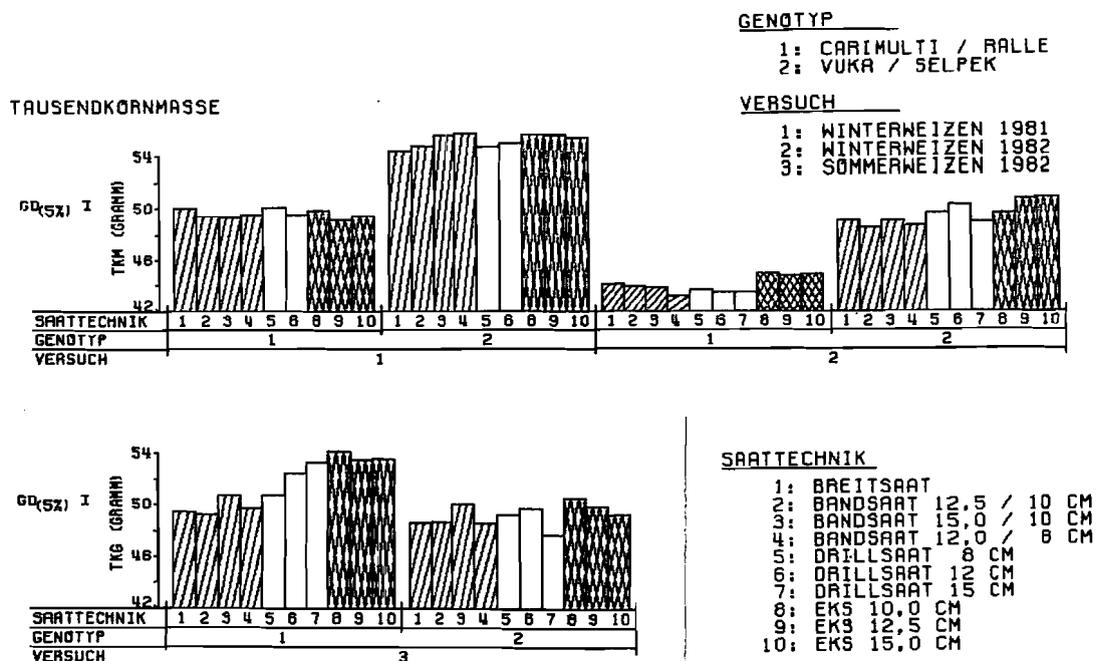


Abbildung 24: Einfluß von Versuch, Genotyp und Saattechnik auf die Tausendkornmasse

Im Sommerweizenversuch ergibt sich ferner eine Interaktion von Saattechnik und Sorte insofern, als daß die Sorte Ralle (G1) ihre TKM bei der günstigeren Standraumzuteilung durch die Einzelkornsaat wesentlich stärker erhöht als der Selpek (G2), der hier nur in geringem Maße positiv reagiert.

Die signifikante Wechselwirkung Versuch * Saatstärke * Saattechnik beruht auf den bei der Einzelkornsaat im Vergleich zu den übrigen Techniken geringeren Aussaatstärken und der entsprechend höheren Tausendkornmasse. Dieses zeigt sich jedoch nicht im Versuch 1 (WW 81) mit der geringen Bestandesdichte, wohl aber in den Versuchen 2 (WW82) und 3 (SW 82).

Die Stickstoffdüngung verursachte in den Versuchen im Allgemeinen nur geringe Unterschiede. Bei der Tausendkornmasse zeigen sich diese in den gesicherten Interaktionen Genotyp * N-Düngung sowie Versuch * Saatstärke * N-Düngung.

TAUSENDKORNMASSE

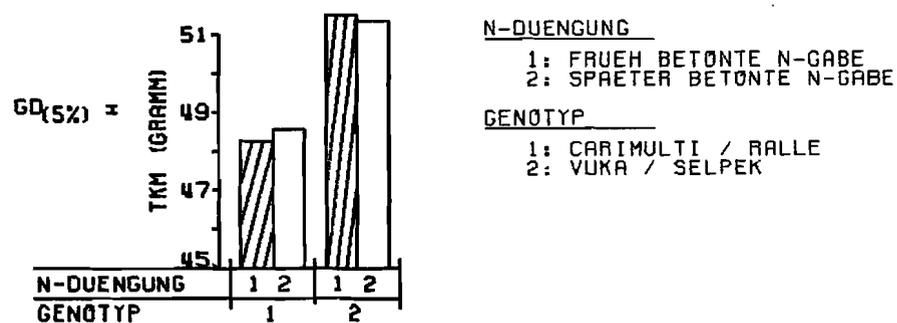
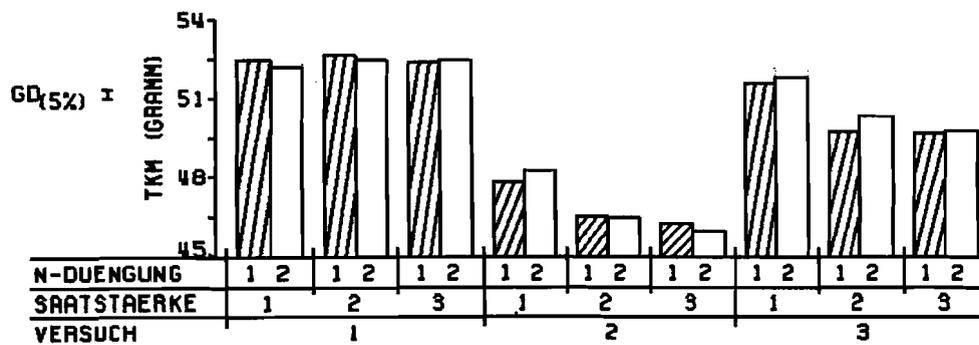


Abbildung 25: Einfluß von Genotyp und Stickstoffdüngung auf die Tausendkornmasse

Die Abbildungen 25 und 26 zeigen die genannten Wechselwirkungen, gegen welche jeweils die Hauptwirkungen Genotyp bzw. Saatstärke bei der Testung durchfielen. Es zeigt sich bei den signifikanten Varianten eine jeweils genau gegenläufige Reaktion zur Kornzahl je Ähre, daß also hier die Varianten mit hohen Kornzahlen eine geringere TKM aufweisen und umgekehrt.

TAUSENDKORNMASSE



<u>N-DUENGUNG</u>	<u>SAATSTAERKE</u>	<u>VERSUCH</u>
1: FRUEH BETONTE N-GABE	1: 170 / 250 KOERNER	1: WINTERWEIZEN 1981
2: SPAETER BETONTE N-GABE	2: 250 / 330 KOERNER	2: WINTERWEIZEN 1982
	3: 330 / 410 KOERNER	3: SOMMERWEIZEN 1982

Abbildung 26: Einfluß von Versuch, Saatstärke und Stickstoffdüngung auf die Tausendkornmasse

Ein Einfluß der Saattiefe auf die Tausendkornmasse war am wenigsten erwartet worden. Die Varianztabelle 11, S. 70 zeigt hier jedoch einen hoch gesicherten Einfluß der Saattiefe, der in der Abbildung 27 dargestellt ist. Demnach verursacht die 5 cm tiefe Saat (S3) im Vergleich zur 1 cm (S1) bzw. 3 cm tiefen Saat (S2) eine Erhöhung der Tausendkornmasse um 1 Gramm. Dieses unerwartete Ergebnis muß, obwohl es zunächst nicht sehr logisch erscheint, auf die bei der tieferen Saat doch bessere Bodenwasserversorgung zurückgeführt werden. Sowohl im Sommer 1981 als auch 1982 gab es extrem trockene und heiße Wachstumsphasen in den Zeiten der Abreife.

Eine Zurückführung des höheren Korngewichts auf verringerte inner- bzw. zwischenpflanzliche Konkurrenzwirkungen ist dagegen unwahrscheinlich, da die 5 cm tiefe Saat (S3) im Mittel sogar 1,5 Körner mehr pro Ähre, eine leicht verringerte Bestandesdichte aber die gleiche Ährenzahl pro Pflanze aufweist.

TAUSENDKÖRNMASSE

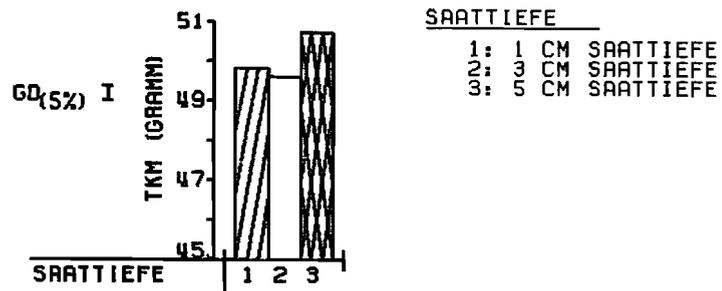


Abbildung 27: Einfluß der Saattiefe auf die Tausendkorn-
masse

5.5.4 Kornflächenertrag

Der sich aus den bisher behandelten Ertragskomponenten unter vielfältigsten zwischen- und innerpflanzlichen Konkurrenz- und Kompensationseinwirkungen zusammensetzende Kornertrag weist in der Varianztabelle 10 (Seite 70) relativ geringe faktorbedingte Varianzen auf. Während hier keine der Hauptwirkungen signifikante Unterschiede zeigt, sind folgende Interaktionen gesichert:

Versuch * Saatstärke
Versuch * Saattechnik
Saatstärke * Saattechnik
Versuch * Genotyp * Saatstärke
Versuch * Genotyp * Saattechnik
Versuch * Saatstärke * Saattechnik

Die gesicherten Interaktionen Versuch * Saatstärke sowie die in der Abbildung 28 dargestellte Wechselwirkung Versuch * Genotyp * Saatstärke weisen einen unterschiedlichen Einfluß der Saatstärke bei den einzelnen Versuchen und den dort ausgesäten Sorten auf. Mit Ausnahme der Sorte Carimulti (G1) im Versuch 1 (WW 81) bringt der Winterweizen (Versuch 1 und 2) jeweils die höchsten Erträge bei der geringsten Saatstärke, wobei die Winterweizenerträge im Mittel der Sorten bei der Saatstärke 1 (170/250 K./qm) 74,2 dt/ha erreichten, während die Saatstärke 2 (250/330 K./qm) 73,8 dt/ha und die Saatstärke 3 (330/410 K./qm) 73,3 dt/ha erbrachten.

Die beiden Winterweizensorten verhalten sich in den Versuchen im Kornertrag gegenläufig. Während der Carimulti (G1) im ersten Versuch (WW 81) mit 72,4 dt/ha der Sorte Vuka (G2) um 2,1 dt/ha im Mittel überlegen war, liegt beim zweiten Versuch (WW 82) der Ertrag der Sorte Vuka mit 76,5 dt/ha im Mittel der Saatstärken um 0,7 dt über dem des Carimulti.

KORNERTRAG (DT / HA)

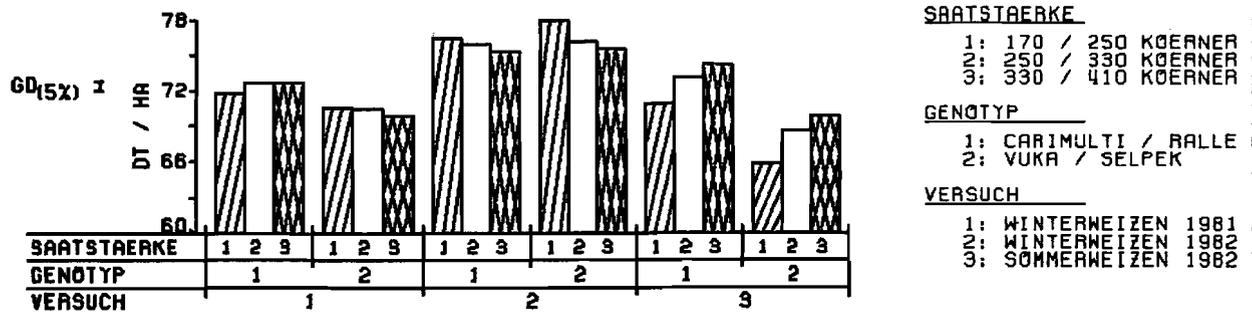


Abbildung 28: Einfluß von Versuch, Genotyp und Saatstärke auf den Kornertrag

Beim Sommerweizenversuch (SW 82) ist die Sorte Ralle (G1) mit 72,7 dt/ha der Sorte Selpek (G2) im Mittel um 4,6 dt/ha deutlich überlegen. Bei diesen beiden Sorten war die Relation "Kornzahltyp" (Ralle) zu "Korngewichtstyp" (Selpek) insofern nicht gegeben, als daß diese Charakterisierung für die Sorte Ralle zwar zutrifft, daß die Sorte Selpek dagegen jedoch die geringere sortentypische Bestandesdichte nicht durch einen erhöhten Ährenenertrag auszugleichen vermochte.

Bei beiden Sommerweizensorten zeigt jeweils die höchste Saatstärke den gesichert höchsten Ertrag, was ganz offensichtlich mit der beim Sommerweizen geringeren Bestockungsneigung und dem damit verbundenen erhöhten Bedarf an Pflanzen für eine entsprechende Bestandesdichte zusammenhängt.

Alle übrigen im Merkmal Kornertrag signifikanten Wechselwirkungen beinhalten jeweils Interaktionen mit der Saattechnik, wobei diese zum Teil auf den Einfluß der mit geringeren Saatstärken ausgesäten Einzelkornsaat zurückzuführen sind. Auch in der in Abbildung 29 dargestellten Wechselwirkung Versuch * Saattechnik kommt dieser Einfluß sehr deutlich zum Vorschein.

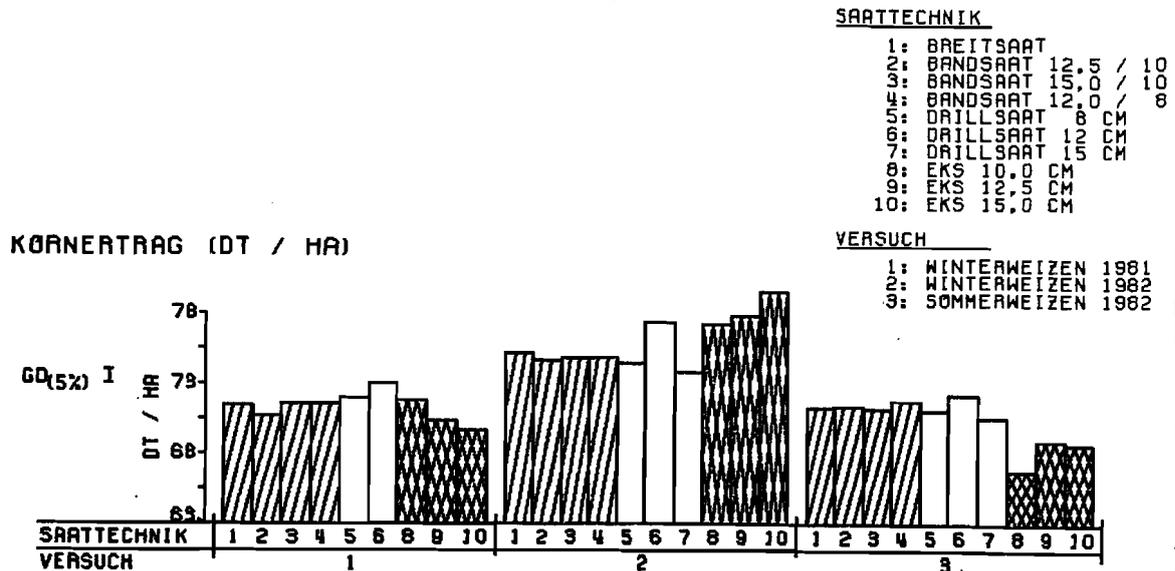


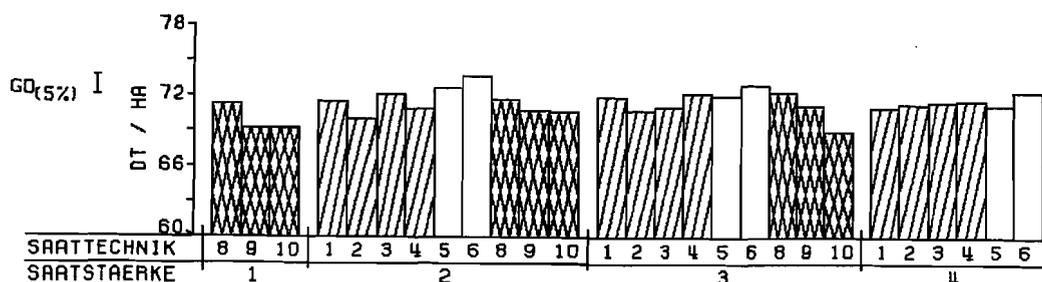
Abbildung 29: Einfluß von Versuch und Saattechnik auf den Körnertrag

Die Saattechniken 1 - 6/7 weisen in allen drei Versuchen in etwa die gleichen Relationen zueinander auf. Während praktisch keine Unterschiede zwischen der Breitsaat (T1), den Bandsaattechniken (T2-T4) und der 8 cm - Drillsaat (T5) festzustellen sind, weist die Drillsaat mit 12 cm Reihenabstand (T6) unter den genannten Techniken in allen drei Versuchen den höchsten Ertrag auf (Versuch 1 und 2 signifikant). Ein noch weiterer Drillreihenabstand von 15 cm (T7), wie er im Versuch 2 und 3 eingesetzt war, verursacht dagegen einen gesichert verringerten Ertrag, der beim Winterweizenversuch 2 um 3,5 dt und beim Sommerweizenversuch 3 um 1,6 dt/ha unter dem entsprechenden Ertrag der mit 12 cm Reihenabstand durchgeführten Drillsaat (T6) lag.

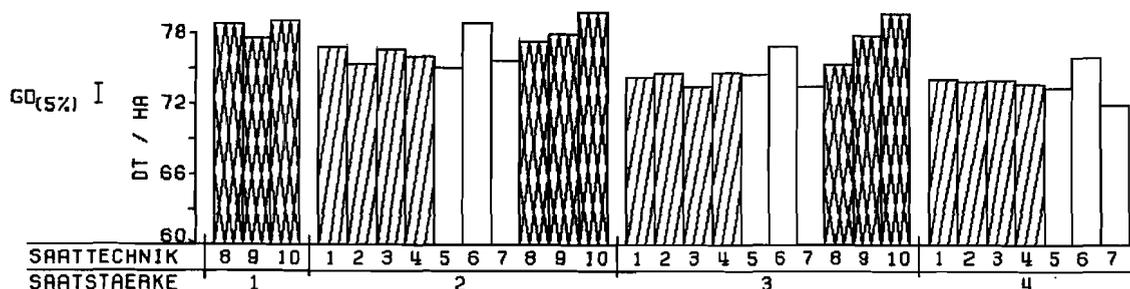
Bei der Einzelkornsaat mit 10 cm (T8), 12,5 cm (T9) und 15 cm Reihenabstand (T10) zeigt sich deutlich die gesicherte Wechselwirkung von Versuch und Saattechnik. Es ist jedoch bei der Betrachtung dieser Wechselwirkung zu beachten, daß bei diesen Saattechniken mit um 80 Körner pro Quadratmeter verringerten Saatstärken gearbeitet wurde.

Da sich für die Einzelkorntsaat ferner in den einzelnen Versuchen sehr unterschiedliche Saatstärkenreaktionen ergeben, empfiehlt sich die gleichzeitige Betrachtung der ebenfalls signifikanten Interaktion Versuch * Saatstärke * Saattechnik in der Abbildung 30.

KÖRNERTRAG (DT / HA) (WW 1981)



KÖRNERTRAG (DT / HA) (WW 1982)



KÖRNERTRAG (DT / HA) (SW 1982)

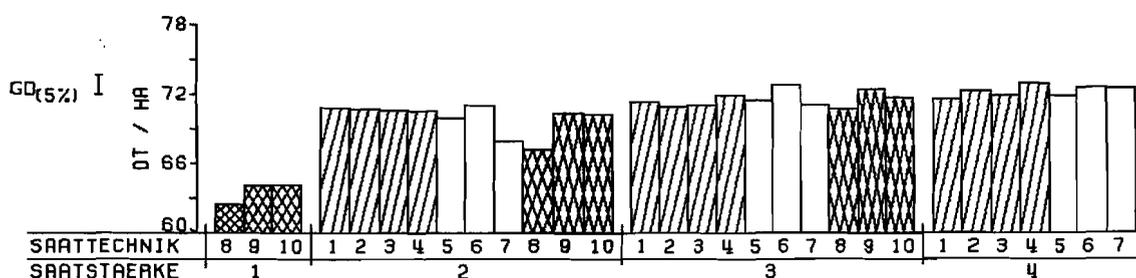


Abbildung 30: Darstellung der Wechselwirkung Versuch * Saatstärke * Saattechnik in ihrem Einfluß auf den Kornertrag (Legende, siehe S. 30)

Merkwürdigerweise ergibt sich in dieser Interaktion für die Einzelkornsaat in den Versuchen eine unterschiedliche Abstufung der Kornerträge bei den Reihenabständen (T8 = 10 cm, T9 = 12,5 cm, T10 = 15 cm) und Saatstärken.

Im Versuch 1 (WW 81) entspricht diese Abstufung in etwa den Erwartungen. So weist hier der enge Reihenabstand den höchsten Kornertrag auf. Diese Relation wird umso deutlicher, je höher die Saatstärke und damit der zwischenpflanzliche Konkurrenzdruck ist. Bei der Saatstärke von 330 Körnern je Quadratmeter führte dieses schließlich zum hochsignifikanten Mehrertrag (3,3 dt/ha) des 10 cm Reihenabstandes gegenüber dem 15 cm Reihenabstand.

Auch bei der Einzelkornsaat im Versuch 2 (WW 82) zeigt sich eine Wechselwirkung von Reihenabstand und Saatstärke, wobei der Reihenabstand jedoch einen im Vergleich zum Versuch 1 gegenläufigen Effekt aufweist. So weist dort die geringe Saatstärke von 170 Körnern je Quadratmeter (M 1) bei den verschiedenen Reihenabständen keine Unterschiede auf. Hingegen zeigt sich bei der Erhöhung der Saatstärke eigenartigerweise, daß der weite Reihenabstand von 15 cm, der die größte zwischenpflanzliche Konkurrenz mit sich bringt, auch signifikant die höchsten Kornerträge verursacht. Ein ähnliches Bild erbringt der Versuch 3 (SW 82). Auch dort ist der weite Reihenabstand dem engen leicht überlegen.

Gleichzeitig zeigt sich jedoch in diesem Sommerweizenversuch die sehr deutliche Wechselwirkung mit der Saatstärke. Diese Wechselwirkung, die ebenfalls in der signifikanten Zweifachinteraktion Saatstärke * Saattechnik enthalten ist, ergibt sich aus den grundlegenden Unterschieden zwischen dem im Versuch 1 und 2 ausgesäten Winterweizen sowie dem im Versuch 3 ausgesäten Sommerweizen.

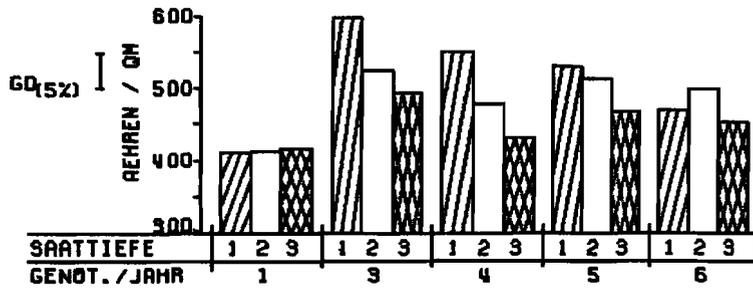
Besonders beim Winterweizen zeigt sich das enorme Vermögen dieser Weizenform, seinen Ertrag selbst bei einer Saatstärke von nur 170 Körner je Quadratmeter stabil zu halten. Beim Sommerweizen hingegen erfordert das hier geringe Beährungsvermögen Saatstärken, die offensichtlich noch über 250 Körnern pro Quadratmeter liegen müssen.

Ferner zeigte sich in diesem Sommerweizenversuch sehr deutlich, daß hier die Saattiefe von großer Bedeutung ist. Dieses wirkte sich für die Techniken 1 - 7, die fälschlicherweise nur etwa 2 cm tief eingesetzt waren, besonders positiv in einer deutlich erhöhten Bestandesdichte aus (s. auch Abb. 16, S. 67). Hingegen bewirkte die genaue Einhaltung der Zielsaattiefe (3 cm), die nur mit der Einzelkornsaat gegeben war, eine entsprechende Depression der Bestandesdichte, die sich auch auf den Ertrag signifikant auswirkte.

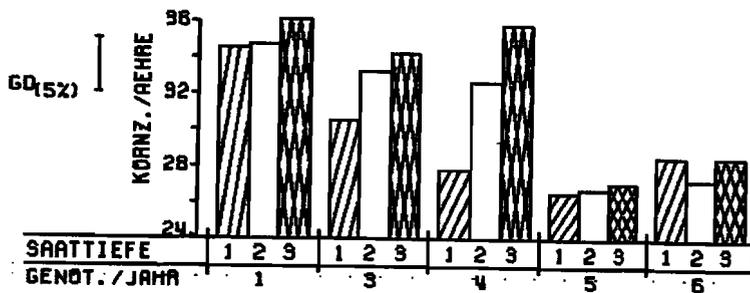
Die Verrechnung der mit unterschiedlichen Saattiefen durchgeführten Einzelkornsaat "EKS - SAATTIEFE" (Varianztabelle 11, S. 70) weist im Merkmal Kornertrag neben den gesicherten Hauptwirkungen Genotyp und Saatstärke ferner die signifikanten Zweifachinteraktionen Genotyp * Saatstärke, Genotyp * N-Düngung sowie Genotyp * Saattiefe auf.

Für die Versuchsfrage Saattiefe ist die letztgenannte Wechselwirkung Genotyp * Saattiefe von besonderem Interesse. Da hier der Kornertrag in erster Linie durch die von der Saattiefe entscheidend beeinflussten Ertragskomponenten Bestandesdichte und Kornzahl pro Ähre geprägt ist, wird in der Abbildung 31 die komplette Ertragsstruktur dargestellt.

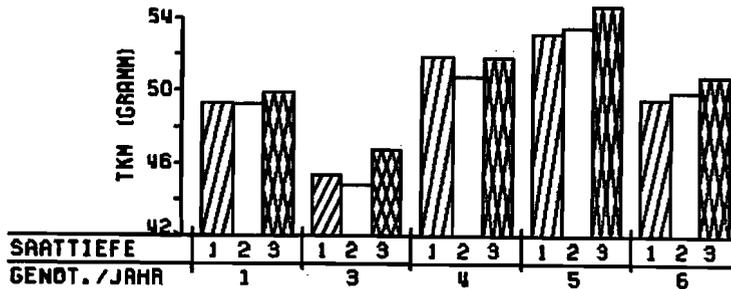
REHREN PRO QUADRATMETER



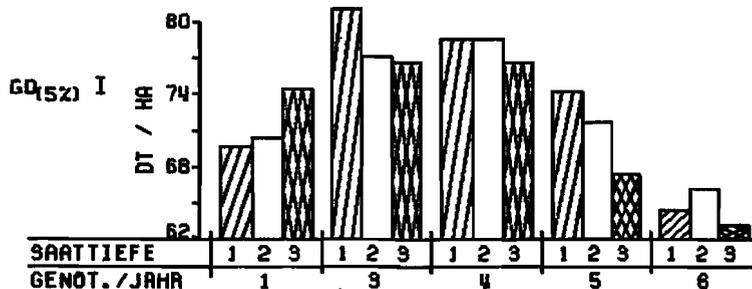
KORNZAHL PRO REHRE



TAUSENDKÖRNMASSE



KÖRNERTRAG (DT / HA)



SAATTIEFE

- 1: 1 CM SAATTIEFE
- 2: 3 CM SAATTIEFE
- 3: 5 CM SAATTIEFE

GENOT./JAHR

- 1: CARIMULTI (NW 81)
- 3: CARIMULTI (NW 82)
- 4: VUKA (NW 82)
- 5: RALLE (SW 82)
- 6: SELPEK (SW 82)

Abbildung 31: Darstellung der Ertragsstruktur sowie des bereinigten Körnertrags in der Wechselwirkung Genotyp * Saattiefe ("EKS-Saattiefe")

Die tiefe Saat (5 cm; Saattiefe 3) erbrachte die gesichert höchsten Einzelährenerträge, die vor allem auf einer erhöhten Kornzahl pro Ähre beruhen. Die letztlich entscheidende Größe ist in diesen Versuchen mit der Einzelkornsaat bis auf eine Ausnahme (G1, Carimulti 81) jedoch die Bestandesdichte. So weisen bei allen "Genotypen" jeweils die Saattiefenvarianten mit den höchsten Bestandesdichten auch die höchsten Erträge auf. Dieses sind mit Ausnahme des genannten Carimulti (G1) und des Genotyps 6 (Selpek; SW 82) jeweils die 1 cm flach gesäten Varianten.

Beim Carimulti (G1) des ersten Versuchs erbrachte die 1 cm flache Saat aufgrund der geschilderten äußeren Einflüsse nicht die in den anderen Versuchen festgestellte Erhöhung der Bestandesdichte. Da gleichzeitig jedoch die Ährenkomponenten bei allen Genotypen die gleichen Strukturen aufwiesen, ergibt sich beim Kornertrag die sehr deutliche Wechselwirkung, in der die flache Saat des ersten Versuchs einen um 4,7 dt/ha verringerten Kornertrag im Vergleich zur 5 cm tiefen Saat erbringt.

5.6 Ergebnisse der Einzelpflanzenuntersuchungen

Die Einzelpflanzenauswertung sollte weitere Erkenntnisse über die in den verschiedenen Versuchsvarianten erzielten Einzelpflanzenstrukturen liefern. Dabei interessierten insbesondere die jeweiligen Fertilitätsverhältnisse und die Pflanzenhomogenität.

5.6.1 Ährenfertilität

Die Überprüfung dieses Merkmals erfolgte über eine Zählung der Gesamtährenstufenzahl sowie der sterilen Stufenzahl an der Ährenbasis und Ährenspitze.

Die varianzanalytische Auswertung des "Kernversuchs" (Tabelle 12, Seite 93) weist einen gesicherten Unterschied in der Hauptwirkung Versuch auf, wobei sich die geringe Bestandesdichte des ersten Winterweizenversuchs in einer dort deutlich erhöhten fertilen Ährenstufenzahl je Ähre (11,9) niederschlägt. Der zweite Winterweizenversuch weist dagegen nur 9,5 fertile Ährenstufen auf, während der Sommerweizen im Mittel 10,0 Stufen zählt.

Hoch gesichert ist ferner der Effekt der Hauptwirkung Saattechnik (Abbildung 32) sowohl auf die fertile Ährenstufenzahl je Ähre als auch auf die an der Ährenbasis sterilen Ährenstufen. Dabei entspricht die Relation der Saattechniken zueinander weitgehend den auch beim Kornertrag festgestellten Verhältnissen. So weist auch in diesen Untersuchungen die 12 cm - Drillsaat (T6) unter den Breit- und Drillsaattechniken die günstigsten Fertilitätsverhältnisse auf.

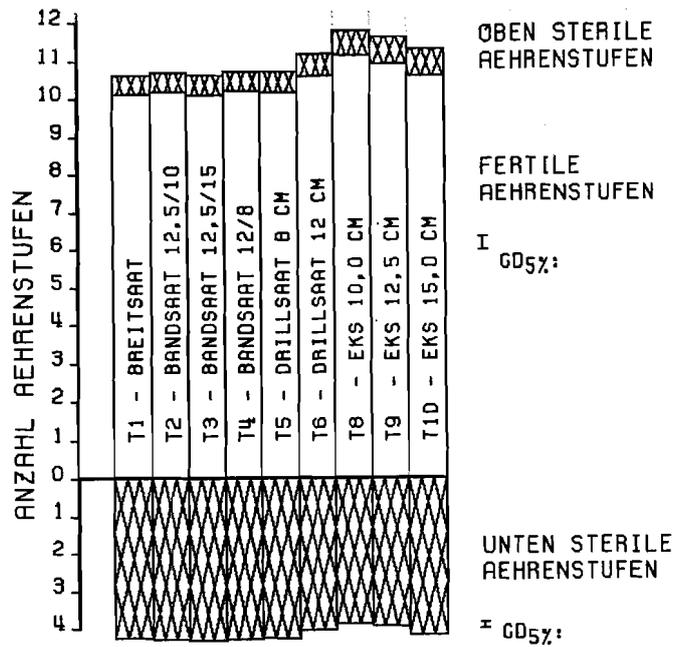


Abbildung 32: Einfluß der Saattechnik auf die fertile Ährenstufenzahl je Ähre sowie auf die Sterilität an der Ährenbasis und Ährenspitze

Die Einzelkorntechniken zeichnen sich im Vergleich zu den übrigen Sätechniken durch eine gesichert erhöhte fertile Ährenstufenzahl je Ähre aus, wobei die Sterilität an der Ährenbasis bei der engreihigen Einzelkornsaat ebenfalls signifikant verringert ist.

Die ebenfalls signifikante Interaktion Versuch * Saattechnik weist bei der Einzelkornsaat im dritten Versuch mit Sommerweizen einen gesichert depressiven Einfluß der Erweiterung des Reihenabstandes von 10 auf 15 cm auf die Ährenfertilität auf.

Den Versuchsrahmen kennzeichnen die bei den Sterilitätsmerkmalen gesicherte Wechselwirkung Versuch * Genotyp sowie die bei der fertilen Ährenstufenzahl gesicherte Interaktion Versuch * Genotyp * Saatstärke (Abb. 33).

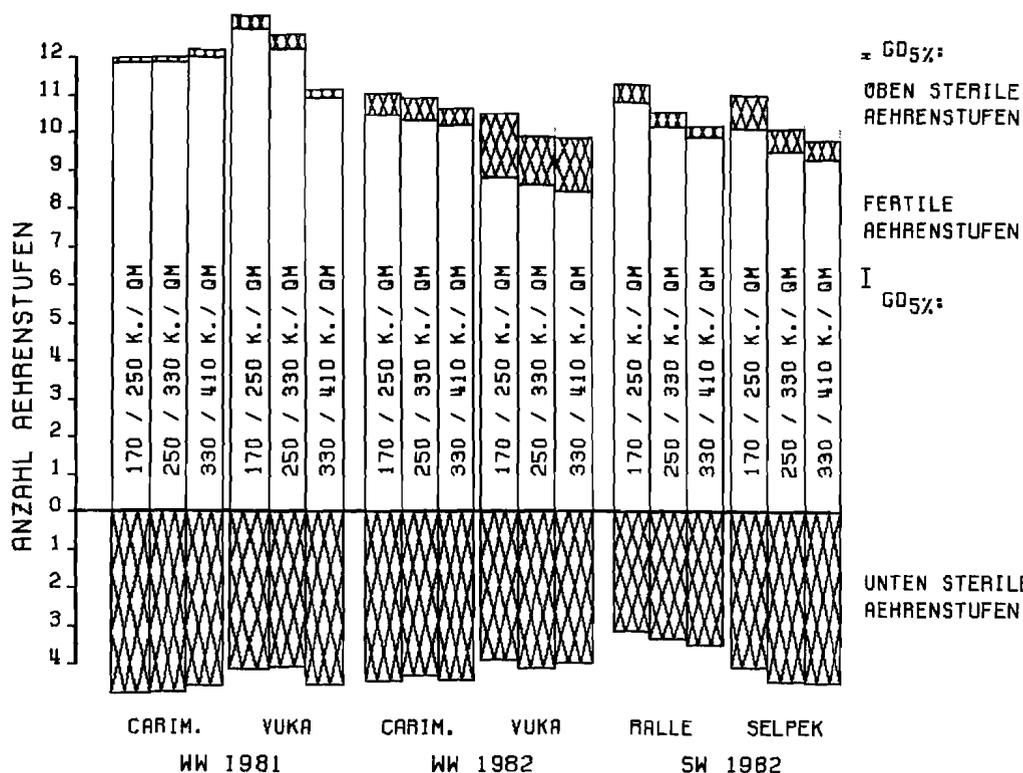


Abbildung 33: Einfluß von Versuch, Genotyp und Saatstärke auf die Ährenfertilität

Diese Wechselwirkung weist vor allem sehr unterschiedliche Fertilitätsverhältnisse zwischen dem eine sehr geringe Bestandesdichte aufweisenden Versuch 1 (WW 81) und dem um etwa 150 Ähren dichteren Versuch 2 (WW 82) auf, wobei die Sorte Carimulti (G1) nur gering auf eine Saatstärkenerhöhung reagiert, während die Sorte Vuka hier gesichert stärker durch eine Verringerung der Gesamtährenstufenzahl reagiert. Besonders deutlich fällt die im Versuch 2 (WW 82) erhöhte Ährensterilität ins Auge. Diese wird neben der erhöhten Bestandesdichte auf einen Befall mit Sattelmücken und auf das bei der Sorte Vuka (G2) auftretende Lager zurückgeführt.

In den Saattiefenvarianten zeigt die Varianzanalyse (Tabelle 13, S. 93) einen hochgesicherten Einfluß der Saattiefe auf die fertile Ährenstufenzahl je Ähre. Während die flache Saat (1 cm) ebenso wie bei der 3 cm tiefen Saat 10,6 fertile Ährenstufen ausbildet, weist die 5 cm tiefe Saat eine um 0,7 Stufen erhöhte Ährenfertilität auf (GD 5%: 0,32).

Gesichert ist ferner die Wechselwirkung Genotyp * Saattiefe (Abbildung 34) in der Sterilität an Ährenbasis und Ährenspitze. Dort zeigt sich, daß die Sorten zum Teil unterschiedlich auf eine tiefere Saat reagieren. Während die tiefe Saat zu einer Abnahme der basissterilen Ährenstufen führt, bleibt die Sterilität an der Ährenspitze nahezu konstant. Lediglich bei der Sommerweizensorte Selpek (G6) nahm die Sterilität an der Ährenspitze mit tieferer Saat zu, während sie beim Vuka (G4) leicht abnahm. Die übrigen in der Verrechnung "EKS - Saattiefe" signifikanten Wirkungen weisen entweder bereits geschil- derte oder indifferente Verhältnisse auf.

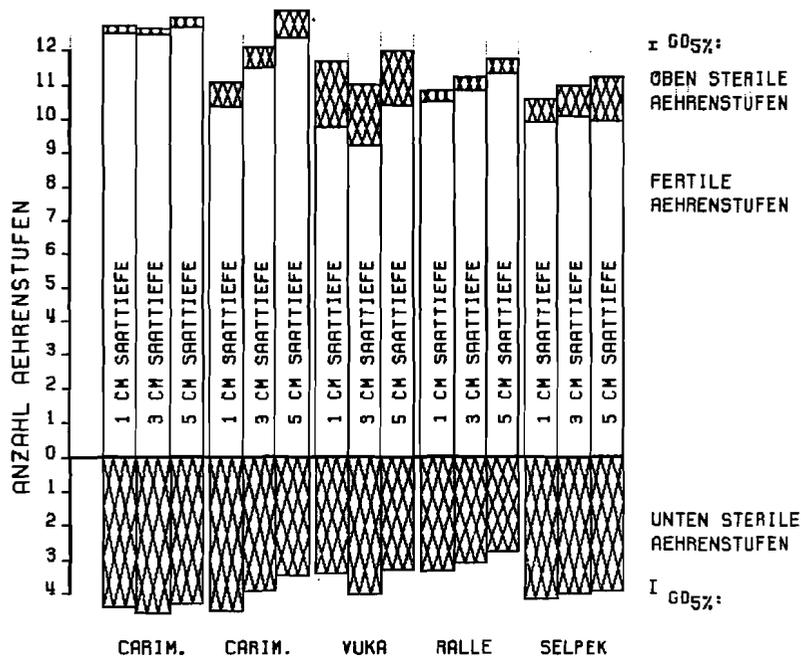


Abbildung 34: Einfluß von Genotyp und Saattiefe auf die fertilen und sterilen Ährenstufenzahlen

Tabelle 12: Varianzanalysen der fertilen Ährenstufenzahl sowie der sterilen Stufen an Ährenbasis und Ährenspitze (Kernversuch)

Varianzursache	FG	Ährenstufenzahlen		
		fertile je Ähre	sterile Ä.-Basis	sterile Ä.Spitze
W Wiederholung	1	5,56	0,77	0,47
V Versuch	2	371,59 *	22,53	32,68
G Genotyp	1	95,30	0,42	32,90
M Saatstärke	2	24,92	1,75	1,70
N N-Düngung	1	0,03	2,76	0,02
T Saattechnik	8	10,33 **	1,91 **	0,51
VG	2		37,80 **	9,10 *
VT	16	2,10 *		
WVG	2	8,18 **		0,37 **
VGM	4	6,21 **		0,35 *
VGT	16	0,23 **		
WVMN	4	3,35 *		0,14 *
WVMT	32			
WGMT	16	1,94 *	0,40 *	
VGNT	16		0,42 *	
VMNT	32		0,34 *	
WVGMN	4		1,21 **	
VGMNT	32			0,11 *
WVGMNT	32	0,97	0,18	0,06
Total	647	2,81	0,52	0,30

Tabelle 13: Varianzanalysen der fertilen Ährenstufenzahl sowie der sterilen Stufen an Ährenbasis und Ährenspitze (EKS - SAATTIEFE)

Varianzursache	FG	Ährenstufenzahlen		
		fertile je Ähre	sterile Ä.-Basis	sterile Ä.Spitze
W Wiederholung	1	1,90	0,13	0,24
G Genotyp	4	53,50 **	10,04 **	13,17 **
M Saatstärke	2	25,04 **	6,97	2,63 *
N N-Düngung	1	1,74	0,16	0,01
T Saattiefe	2	10,59 *	2,98	0,26
WM	2		2,00 **	
GM	8		0,57 *	
WS	2		1,09 *	
GS	8		0,87 **	0,36 **
MS	4		0,84 *	
WGM	8			0,31 **
GMN	8			0,21 *
WGMS	16	1,88 *		
WGMNS	16	0,70	0,19	0,07
Total	179	2,98	0,64	0,46

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

5.6.2 Pflanzenhomogenität

Inwieweit mit den verschiedenen Saattechniken möglichst homogen ausgebildete Pflanzen geschaffen wurden, sollte anhand der Variationskoeffizienten der Merkmale Ährenzahl je Pflanze, Ährenstufenzahl je Pflanze sowie Ährenstufenzahl je Ähre geprüft werden.

Die varianzanalytisch verrechneten Variationskoeffizienten weisen naturgemäß relativ große Streuungen auf. Es finden sich in der Varianztabelle 14 (Seite 96) lediglich die gesicherte Hauptwirkung Versuch sowie die hochsignifikante Hauptwirkung Saattechnik im Merkmal s % der Ährenstufenzahl je Ähre (Abbildung 35).

VARIATIONSKOEFFIZIENT ÄHRENSTUFEN JE ÄHRE

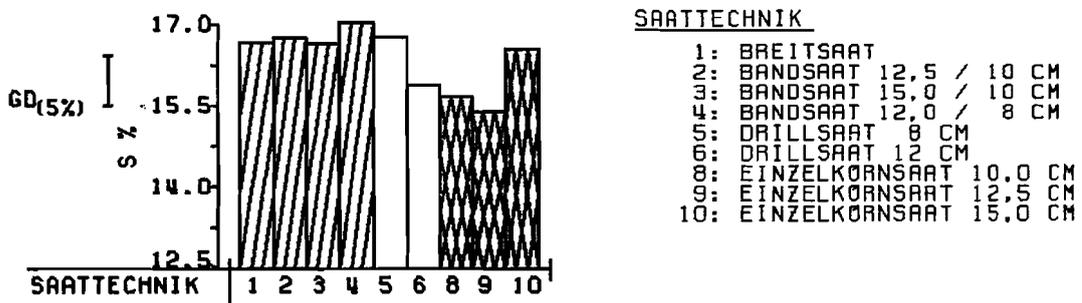


Abbildung 35 Einfluß der Saattechnik auf die Variationskoeffizienten der Ährenstufenzahl je Ähre

Die Abbildung zeigt, daß vor allem bei der Einzelkornsaat (T8 - T10), aber auch bei der 12 cm - Drillsaat (T6) deutlich geringere Streuungen bezüglich der Stufenzahl je Ähre bestehen, als bei den übrigen Saattechniken.

Es setzt sich auch bei der Ährenhomogenität wie bei den meisten in der Arbeit geprüften Merkmalen der Trend fort, daß die engreihige Drillsaat mit 8 cm Reihenabstand Pflanzenstrukturen schafft, die eher denen von Breit- und Bandsaattechniken ähneln.

Der Effekt einer Saatstärkenerhöhung wirkt sich bei den Sorten offensichtlich unterschiedlich stark auf die Ährenhomogenität aus. Dieses zeigt die signifikante Interaktion Genotyp * Saatstärke in der Abbildung 36. Während die "Kornzahltypen" Carimulti und Ralle offensichtlich kaum auf eine Saatstärkenerhöhung mit inhomogeneren Ähren reagieren, führt dieses bei den "Korngewichtstypen" Vuka und Ralle zu gesichert größeren Streuungen in der Ährenstufenzahl je Ähre.

VARIATIONSKOEFFIZIENT ÄHRENSTUFEN JE ÄHRE

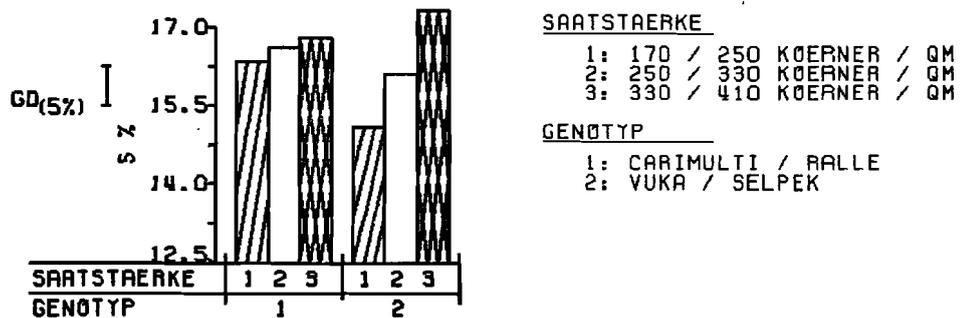


Abbildung 36 Einfluß von Genotyp und Saatstärke auf den Variationskoeffizienten der Ährenstufenzahl je Ähre

Die übrigen signifikanten Interaktionen sowie die Verrechnung "EKS - Saattiefe" ergeben keine weiteren Erkenntnisse bezüglich der Pflanzenhomogenität.

Tabelle 14: Varianzanalysen der Variationskoeffizienten der Merkmale Ährenzahl je Pflanze, Ährenstufenzahl je Pflanze sowie Ährenstufenzahl je Ähre

Varianzursache	FG	Variationskoeffizienten		
		Ährenz. / Pflanze	Ährenstufenzahl je Pflanze	Ährenstufenzahl je Ähre
W Wiederholung	1	6,87	10,08	8,54
V Versuch	2	3211,70	6169,63 *	50,20
G Genotyp	1	22,11	2,11	41,02
M Saatstärke	2	435,74	230,28	106,52
N N-Düngung	1	101,21	25,76	22,60
T Saattechnik	8	36,33	49,80	23,98 **
<hr/>				
VT	2			159,92 **
GM	2			36,15 *
WGT	8	190,70 *	151,21 *	
VNT	16	153,70 *	135,21 *	
WVGM	4	291,98 **	270,80 **	
WVMN	4	555,38 **	435,16 **	
WGMN	2	448,99 **	258,50 *	
WVMT	32		107,86 *	
WVGMNT	32	75,25	56,78	7,50
<hr/>				
Total	647	123,40	115,31	8,94

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

5.7 Siebsortierung

Von einer Siebsortierung wurde erwartet, daß sie evtl. Aufschlüsse über eine unterschiedliche Korngrößenhomogenität bei den verschiedenen Faktoren bzw. Faktorstufen erbringen würde. Um hierbei auch eine eindeutige Vergleichbarkeit der Saatstärkenstufen zu gewährleisten, erfolgte eine Verrechnung der den verschiedenen Saatechniken gemeinsamen Saatstärken 250 bzw 330 Körner pro Quadratmeter. Insgesamt ergaben sich hier jedoch nur sehr geringe Unterschiede, die, wie die Varianztabelle 15 ausweist, vor allem durch die Faktoren Versuch, Saatstärke und N-Düngung bedingt sind.

Tabelle 15: Varianzanalysen der Siebsortierung
"Gleiche Saatstärken"

Varianzursache	FG	Siebfraktionen (mm)			
		< 2,2	2,2-2,5	2,5-2,8	> 2,8
W Wiederholung	1	4,162	10,022	2,356	40,333
V Versuch	2	19,095	451,297	16310,059	21684,727 *
G Genotyp	1	51,806	102,862	176,973	13,300
M Saatstärke	1	0,593	12,951	87,931	178,383
N N-Düngung	1	0,301	0,001	0,007	0,011
T Saatechnik	8	0,625	1,376	17,959	27,237
<hr/>					
WG	1		13,441 **		
VG	2		58,183 **	436,671 *	857,671 *
VM	2		5,433 **		
VN	2				29,147**
GN	1		1,589 **		
WVG	2	4,496 **		16,980 **	9,763 *
VGM	2				17,252**
WVN	2		0,827 *		
WMN	1		0,853 *		
WVT	16		0,666 **		8,182**
VGT	16		0,716 **	14,028 **	20,072**
VMT	16				5,372 *
WGMN	1			14,410 *	19,593**
VGMN	2			8,126 *	
WGMT	8		0,409 *		
WVNT	16			4,360 *	
WVGMNT	16	0,241	0,158	1,766	2,293
Total	431	0,548	3,049	83,036	111,864

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

6. Ergebnisse des Modellversuchs

Der Modellversuch entwickelte sich zunächst ebenso wie die Feldversuche sehr gut. Es trat jedoch nach dem Ährenschieben bei den beiden Kreisvarianten mit der höchsten Saatstärke (M 3, 500 Pflanzen / qm) ein sehr starkes Lagern auf, so daß deren Ernte nicht möglich war.

Die Ernte und Auswertung erfolgte folgendermaßen:

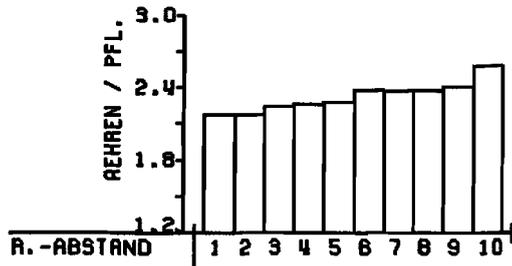
1. Pro Versuchskreis wurde von 12 Reihen jede Pflanze einzeln geerntet. Um Randeffekte auszuschließen, wurden die Pflanzen, die weiter als 97 cm von der Kreismitte entfernt standen, nicht mitgeerntet. Auf diese Weise repräsentierten die geernteten Pflanzen (20 pro Reihe bei der Saatstärke 1, 167 Pflanzen pro Quadratmeter; 30 pro Reihe bei der Saatstärke 2, 250 Pflanzen pro Quadratmeter) die Reihenabstände von 3 cm (Kreismitte) bis 23,3 cm (Außen).
2. Bestimmung der Ährenzahl pro Pflanze.
3. Eintüten der Ähren.
4. Dreschen der Ähren.
5. Bestimmung des Korngewichts (pro Pflanze).
6. Bestimmung der Kornzahl (pro Pflanze).

Um eine orthogonale Verrechnung der erfaßten Daten zu ermöglichen, erfolgte anschließend eine Klassenbildung in der die Werte von jeweils 2 in der Reihe benachbarten Pflanzen bei der Pflanzendichte 167 Pflanzen pro Quadratmeter und von jeweils 3 benachbarten Pflanzen bei 250 Pflanzen pro Quadratmeter gemittelt wurden.

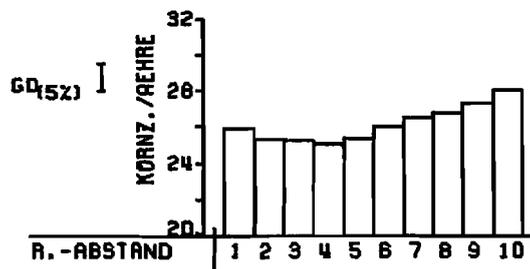
Während die geringe Saatstärke ebenso wie bei den Feldversuchen mit Sommerweizen mit deutlich geringeren Erträgen verbunden war, überrascht besonders der entgegen den Erwartungen verlaufende Einfluß des veränderten Reihenabstandes. So steigt mit zunehmendem Reihenabstand der Einzelpflanzenenertrag signifikant an. Der Ertragsanstieg beruht in erster Linie auf der gesichert erhöhten Kornzahl pro Ähre bei einer gleichzeitig geringfügig erhöhten Ährenzahl pro Pflanze und einer leicht sinkenden Tausendkornmasse. Die Abbildung 37 zeigt den jeweiligen Aufbau des Einzelpflanzenenertrages bei den beiden Saatstärken und den verschiedenen Standraumformen auf.

Neben den genannten Hauptwirkungen zeigt die Varianzanalyse ferner bei den Merkmalen Einzelährenertrag und Tausendkornmasse die gesicherte Interaktion Standraumgeometrie * Saatstärke * N - Düngung auf. Hier zeigen sich jedoch indifferente Unterschiede.

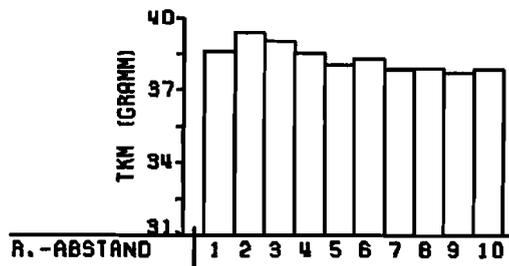
REHREN PRO PFLANZE



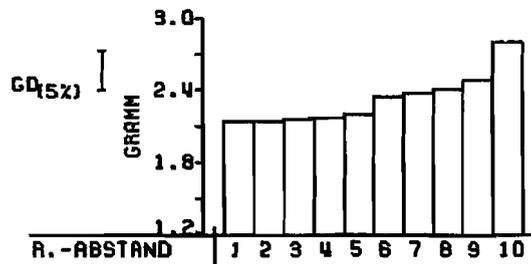
KORNZAHL PRO REHRE



TAUSENDKORNMASSE



EINZELPFLANZENERTRAG



R.-ABSTAND	REIHENABSTAND
1:	5,1 CM
2:	9,1 CM
3:	11,8 CM
4:	14,0 CM
5:	15,8 CM
6:	17,5 CM
7:	19,0 CM
8:	20,5 CM
9:	21,8 CM
10:	23,0 CM

Abbildung 37: Einfluß der Standraumgeometrie auf die Struktur des Einzelpflanzenertrags

Tabelle 16: Varianzanalysen des Modellversuchs

Varianzursache	FG	Ertrag/ Pflanze	Kornz./ Pflanze	Aehren/ Pflanze	Ertrag/ Aehre	Kornz./ Aehre	TKM	Kz/Qm * 10000
W Wiederholung	11	3,14	350	0,32	0,54 *	46,85	492,3	126,6
R Reihenabstand	9	2,14 **	1604 **	0,72	0,05	46,81 *	15,5	637,1 **
M Saatstärke	1	10,44	43393 **	19,87 **	0,28	1501,31 **	6472,3 **	1537,8 **
N N-Düngung	1	0,41	206	0,10	0,004	3,62	1,6	52,7
WR	99					21,05 *		
WM	11					32,14 *		
WN	11							
WMN	11	1,47 *			0,15 **		172,4 **	
RMN	9				0,09 *		81,2 **	
WRMN	99	0,67	389	0,44	0,04	14,22	21,5	146,1
Total	479	0,79	458	0,42	0,06	21,32	57,0	139,6

* signifikant bleibend bei 95 % Wahrscheinlichkeit
 ** hochsignifikant bleibend bei 99 % Wahrscheinlichkeit

7. Diskussion

Im Folgenden sollen die aufgestellten Arbeitshypothesen anhand der Versuchsergebnisse und unter Berücksichtigung der entsprechenden Literatur überprüft werden.

7.1 Keimbedingungen, Saattiefe und Ertrag

Die konventionelle Saattechnik beim Getreide erzeugt sowohl in der flächenmäßigen Verteilung als auch in der Tiefenablage des Saatgutes sehr unterschiedliche Einzelpflanzenstandräume. Diese führen zu entsprechend unterschiedlichen Startbedingungen für die Jungpflanzen. Durch eine gezielte Steuerung der Saattiefe ist es möglich, die Ertragsstruktur im Sinne einer Ertragserhöhung zu beeinflussen.

Grundlage bei der Erzielung hoher Erträge ist nach AUFHAMMER (1982) die Erzielung eines "Keimpflanzenbestandes möglichst hoher Qualität". Dabei bestimmen Saatgut- und Saatbettzustand über den Feldaufgang die Qualität dieses Zieles entscheidend mit. Obwohl die Bodenbearbeitung nicht Thema der vorliegenden Arbeit ist, soll an dieser Stelle darauf verwiesen werden, daß sie die entscheidende Voraussetzung zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Saat ist.

Die Qualität der Saatgutablage zeigte bei den verschiedenen Saattechniken deutliche Unterschiede hinsichtlich einer gleichmäßigen Saatgutablage bezüglich der Saattiefe (s. Abb. 4, S. 46). Versteht man unter konventioneller Saattechnik die Drillsaat mit 15 cm Reihenabstand, so ist den Ergebnissen nach festzustellen, daß abgesehen von der Einzelkornsaat keine der "neuen Saattechniken", sei es die engerreihige Drillsaat oder die Breit- bzw. die Bandsaat eine Verbesserung in Hinsicht auf eine gleichmäßigere Tiefenablage mit sich bringt.

Vielmehr schaffen diese Saattechniken aufgrund der größeren Tiefenstreuungen ungünstigere Startbedingungen für die Keimpflanzen. Entsprechende Streuungen führen nach Untersuchungen von HEEGE (1974) zu deutlich verringerten Feldaufgängen. Es leitet sich aus diesen Ergebnissen die unbedingte Forderung an die Landtechnik nach wirksameren Regulierungsmechanismen zur Steuerung des Säschartiefgangs und der gleichmäßigen Bodenbedeckung ab.

Bei der Betrachtung der guten Ablagequalität der Einzelkornsaat drängen sich vergleichende Überlegungen zu den weitreichenden Forderungen an die Keimbettgestaltung im Zuckerrübenbau auf (BRINKMANN, 1977, FLAKE, 1980). Sehr selten nur fällt bei Diskussionen des Getreidebaus der auch hier sehr wichtige Begriff "Feldaufgang". Ebenso werden wesentlich weniger folgende auch im Getreidebau wichtige Bodenkriterien beachtet:

1. gut strukturiertes abgesetztes bzw. rückverfestigtes Saatbett
2. Ablage des Saatgutes auf einer den Bodenschluß gewährleistenden Bodensole
3. Bedeckung des Saatgutes mit einer gleichmäßigen den Gasaustausch und eine rasche Erwärmung gewährleistenden Bodenschicht

Punkt 1 war in den durchgeführten Versuchen weitgehend durch eine Pflug - Packer - Kombination mit unmittelbar nachfolgender Kreiseleggenbearbeitung und Saat gewährleistet. Dagegen erscheint die Ablage des Saatgutes sowie die gleichmäßige Saatgutbedeckung nicht bei allen eingesetzten Saattechniken ideal. Während die Drill- und Einzelkorntechniken mit den schmalen Säscharkufen weitgehend eine den Bodenschluß gewährleistende Samenablage bieten, scheint dieser positive Effekt bei den Band- und Breitsaattechniken absolut nicht gegeben.

Das Saatgut fällt bei diesen Techniken vielmehr in den relativ lockeren, fließenden Bodenstrom. Hierauf wird die sich in den Versuchen ergebende Tendenz eines bei den Breit- und Bandsaattechniken eher verringerten Feldaufgangs zurückgeführt. ZACH (1977) ermittelte ebenfalls deutlich verminderte Feldaufgänge bei der Bandsaat, die zum Teil um mehr als 20 Prozent unter den Werten der Drillsaat lagen. Auf diese Problematik wird ebenso von verschiedenen anderen Autoren hingewiesen (HEEGE und MÜLLE, 1979), wobei aber stets der größere Vorteil einer verbesserten Flächenverteilung hervorgehoben wird. Ein günstigerer Feldaufgang dieser Breitverteilungstechniken wurde jedoch in keinem Fall festgestellt.

Im Zusammenhang mit dem Feldaufgang bei Wintergetreide wird in mitteleuropäischen Regionen das über einen bestehenden Bodenkontakt gelieferte Wasser in der Regel nicht als limitierender Faktor angesehen. BUHTZ (1973) stellt in entsprechenden Versuchen fest, daß bei lockerem Boden die Kornerträge mit zunehmender Saattiefe kontinuierlich ansteigen. Ein rückverfestigtes Saatbett erbrachte dagegen bereits bei flacher Saat gleich hohe Erträge wie bei tieferer Saat. In dem Punkt "Keimwasser" scheint noch eine wichtige Schwachstelle bei saattechnischen Überlegungen zu bestehen, da ein ungleichmäßiges Auflaufen nach AUFHAMMER (1982) auch in der weiteren Entwicklung zu inhomogeneren Pflanzenbeständen führt.

Die Variation der Saattiefe mit 1, 3 und 5 cm Saattiefe zeigte in den Versuchen einen deutlichen Einfluß auf die Wachstumsentwicklung der Weizenpflanzen. So wies die 5 cm tiefe Saat in allen Versuchen eine verringerte Auflauftrate mit einem ebenfalls deutlich verzögerten Feldaufgang auf. Die sehr flache Saat bestätigte hingegen die besondere Gefährdung dieser Ablage-tiefe durch Vogelfraß, wodurch die Pflanzenzahl im Versuch 1 (WW 81) sogar um 20 Prozent dezimiert wurde.

Die Hypothese einer mit unterschiedlicher Saattiefe veränderten Ertragsstruktur bestätigte sich in zum Teil eindrucksvoller Weise. Die folgende Abbildung 38 zeigt den starken Einfluß der Saattiefe auf die Bestockung und Beährung der Einzelpflanze. Die 1 cm flache Saat weist eine wesentlich üppigere Entwicklung mit nahezu doppelt so viel Trieben pro Pflanze auf, wie die tiefe Saat. Zwischen der 3 cm und 5 cm tiefen Saat bestehen hingegen nur geringe Unterschiede.

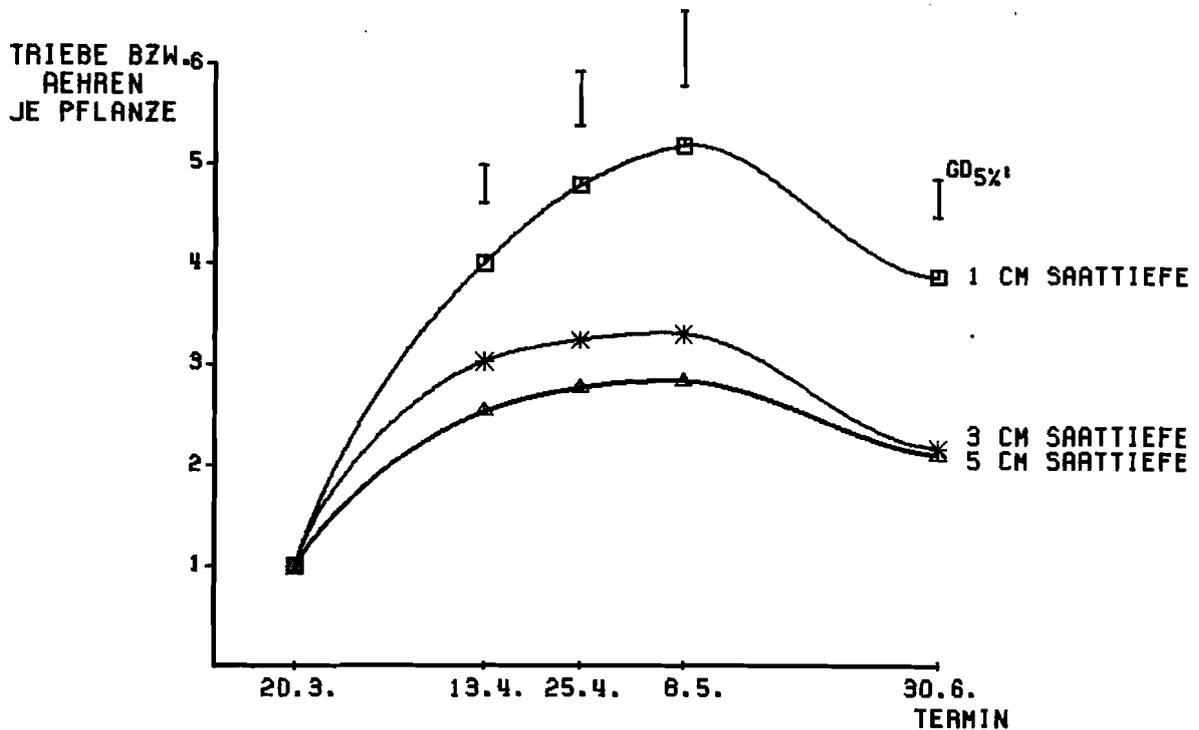


Abbildung 38: Einfluß der Saattiefe auf die Trieb- und Ährenzahl pro Pflanze (WW 81)

In den Ertragsergebnissen (siehe Abbildung 31, Seite 87) dieser mit der Einzelkornsaat ausgesäten Varianten zeigt sich mit Ausnahme des ersten Versuchs mit der Sorte Carimulti, daß bei den hier eingesetzten geringen Saattärken die Bestandesdichte von überragender Bedeutung ist. Gleichfalls bestätigen diese Abbildung sowie die Abbildung 34 (S. 92) jedoch, daß die tiefe Saat auch unabhängig von der Bestandesdichte zu deutlich verbesserten Ährenerträgen führt. Folgende 2 Hauptgründe sind für die unterschiedlichen Einzelährenenerträge zu nennen:

1. Flach gesäte Pflanzen verausgaben sich in besonders hohem Maße in der Bildung vegetativer Pflanzenmasse, die auf Kosten der pro Ähre angelegten Kornzahl geht.
2. In allen Versuchen war zur wichtigen Zeit der Kornanlagephase eine "Frühjahrstrockenheit" festzustellen, die den tief gesäten Varianten zum Vorteil gereichte.

Mit einer gezielten Saattiefe ist nach diesen Ergebnissen bei Winterweizen durchaus die Möglichkeit gegeben, eine bestandesbeeinflussende Steuerung mit verbesserten Ährenenerträgen durchzuführen. Es ist jedoch hierbei zu berücksichtigen, daß die durch eine tiefere Saat reduzierte Bestandesdichte auf keinen Fall zu einem den Ertrag limitierenden Faktor wird. Entsprechende für den Keimling erhöhte "Streßbedingungen" erfordern ferner ein erstklassiges Saatgut, das sich neben einer hohen Tausendkornmasse durch eine besonders hohe Keimfähigkeit und Triebkraft auszeichnet. Ebenso ist bei "tieferen Saaten" von etwa 4 bis 5 cm sicher ein Saatmengenaufschlag erforderlich.

Die Ergebnisse des Sommerweizenversuchs zeigen, daß diese Weizenform, wohl aufgrund der ihr zur Verfügung stehenden kürzeren Vegetationszeit, eine wesentlich "unflexiblere" Ertragsstruktur aufweist. Die entscheidende Größe war in allen Versuchsvarianten jeweils die Bestandesdichte.

Alle Maßnahmen, wie z.B. eine tiefere Saat, die die Bestandesdichte reduzierten, wirkten sich direkt negativ auf den Kornertrag aus. Hingegen reagierten die Ertragskomponenten Kornzahl je Ähre sowie Tausendkornmasse kaum auf diese Maßnahmen. Auf die in diesem Zusammenhang besonders zu berücksichtigende Saatstärke wird im Kapitel 7.3 eingegangen.

7.2 Einzelpflanzenstandraum, Pflanzenhomogenität und Ertrag

Entscheidendes Kriterium für Höchsterträge ist die Homogenität der Pflanzenausbildung. Diese ist wiederum bedingt durch die mit der Saattechnik geschaffenen Standräume, die die zwischen- und innerpflanzlichen Konkurrenzwirkungen wesentlich beeinflussen. Das Ziel, gleichmäßig kräftige Pflanzen, die sowohl in der Ährenzahl pro Pflanze als auch in ihrer Kornzahl pro Ähre eine möglichst geringe Varianz aufweisen, wird am ehesten mit der Einzelkornsaat und am wenigsten mit einer Drillsaat mit weiten Reihenabständen erreicht.

Auch diese Hypothese wird in dem bereits erwähnten Artikel von AUFHAMMER (1982) gestützt. Er argumentiert, wenn alle Pflanzen gleichermaßen effektiv Kornmasse produzieren sollen, müssen auch für alle die Quantität und Qualität des Standraums sowie hierdurch bedingt, die Dauer der aufeinanderfolgenden Entwicklungsperioden gleich sein. Nur so lassen produktionstechnische Maßnahmen wie z.B. CCC-Applikation und N-Düngung qualitativ, wie quantitativ gleiche Wirkungen erwarten.

In den durchgeführten Versuchen konnten deutliche Unterschiede bezüglich der Pflanzenhomogenität mit den verschiedenen Saattechniken nachgewiesen werden. Tabelle 17 (Seite 109) zeigt die während der Versuche zur Charakterisierung der Pflanzenhomogenität ermittelten Variationskoeffizienten für die Triebzahl pro Pflanze, die Ährenzahl pro Pflanze sowie Ährenstufenzahl pro Ähre. Bedenkt man, daß nach HEEGE, (1967), SPEELMAN (1975) und HEMPSCHE (1975) die Variationskoeffizienten der Einzelpflanzenstandräume bei der Drillsaat 100 %, bei der Bandsaat über 65 %, bei der Breitsaat 52 % und bei der Einzelkornsaat noch ca. 25 % betragen, so läßt sich pauschal betrachtet keine Übereinstimmung zwischen Standraumvarianz und Pflanzenvarianz feststellen.

Erst bei differenzierter Betrachtung ist zu erkennen, daß sich die großen "Standraumstreuungen" der Drillsaat vor allem auf die Streuung der Triebzahl pro Pflanze niederschlagen.

Tabelle 17: In den Versuchen ermittelte Variationskoeffizienten und Mittelwerte zur Charakterisierung der Pflanzenhomogenität (Kernversuch)

		Mittel	EKS	Breit- u. Bands.	Drillsaat
Trieb- zahl / Pflanze	s% *	30,55	27,59	31,42	33,26
	\bar{x} *	3,98	3,99	3,96	3,70
Ähren- zahl / Pflanze	s%	42,83	43,05	42,68	42,78
	\bar{x} *	2,07	2,30	2,04	1,78
Stufen- zahl / Ähre	s% *	16,38	15,87	16,78	16,35
	\bar{x} **	15,19	15,56	14,96	15,10
S % der Einzelpflanzen- standräume nach HEEGE, SPEELMAN, HEMPSCH			25-30 %	> 52 %	100 %

(*), (**) = varianzanalytisch gesicherte Unterschiede in der Hauptwirkung Saattechnik

Bemerkenswert ist, daß neben diesen großen "Triebzahlstreuungen" bei den Drilltechniken mit 12 bzw. 15 cm Reihenabstand gleichzeitig eine reduzierte Nebentriebanlage festzustellen war, die auf eine hier in der Reihe erhöhte zwischenpflanzliche Konkurrenz zurückgeführt wird. Während das Merkmal "Streuung der Ährenzahl pro Pflanze" keinerlei gerichtete Unterschiede zeigt, ergeben sich bei den Variationskoeffizienten der Ährenstufenzahl je Ähre wieder gesicherte, durch die Saattechnik bedingte Unterschiede. Die günstigste Ährenstruktur weist die Einzelkornsaat mit dem gesichert niedrigsten Variationskoeffizienten sowie der höchsten Stufenzahl je Ähre auf, während die Breit- und Bandsaattechniken hier umgekehrt die schlechtesten Daten aufweisen.

Die Ergebnisse zur Drillsaat zeigen deutlich Unterschiede bei den verschiedenen Reihenabständen 8, 12 und 15 cm. Dabei ergibt sich für die 8 cm - Drillsaat ($s\% = 16,35$) ebenso wie für die Saat mit 15 cm Reihenabstand eine schlechte Ährenhomogenität, während die Drillsaat mit 12 cm Reihenabstand den geringen Variationskoeffizienten von 15,90 aufweist. Dieser Wert ist kaum schlechter als der entsprechende Wert der Einzelkornsaat (15,87).

Die der Arbeitshypothese zugrundegelegte und durch die Saattechnik angestrebte Zielgröße "Pflanzenhomogenität" bezieht sich nach diesen Ergebnissen also in erster Linie auf die "Ährenhomogenität".

Im Folgenden sollen Überlegungen zur Ursachenfindung für das "Phänomen" der hohen Kornzahl sowie des damit einhergehenden erhöhten Kornertrags der 12 cm Drillsaat angestellt werden. Diese Drilltechnik zeichnete sich schon bei der Saat ebenso wie die 15 cm - Drillsaat durch eine relativ "saubere Arbeit" aus, die zum einen auf eine nicht zu große Streuung in der Ablagetiefe der Körner (s. Abb. 4, S. 46) und zum anderen auch eine relativ gute Reihenbedeckung ermöglichte. Bei der 8 cm - Drillsaat hingegen traten sehr große Streuungen in der Ablagetiefe der Körner auf, die von einer gegenseitigen Beeinträchtigung der offensichtlich zu eng angeordneten Schare herrühren.

In der weiteren Pflanzenentwicklung spielt die Standraumzuteilung durch die Saattechnik offensichtlich bis zur Bestockung (Kornanlage) eine entscheidende Rolle. Dieses zeigt die Abbildung 39, in der als Maß für den Grad der vegetativen Entwicklung die pro Ähre angelegte Triebzahl aufgenommen ist. Dieses Maß ist in Relation gesetzt mit der pro Ähre angelegten Kornzahl (x - Achse), wobei die Mittelwerte der verschiedenen Techniken in den 3 Versuchen abgetragen sind.

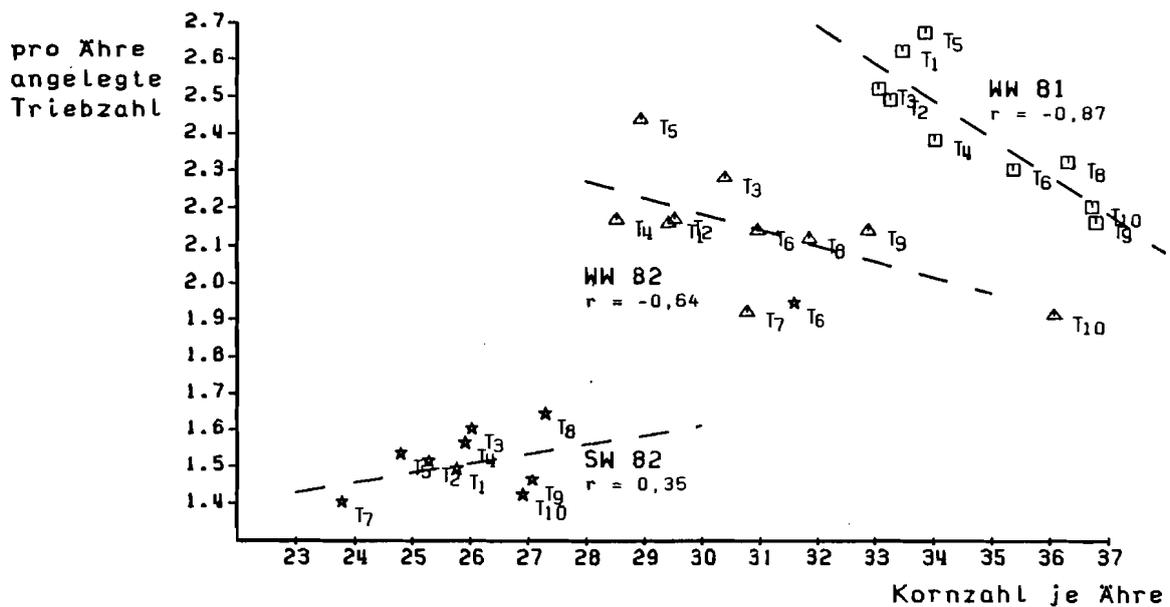


Abbildung 39: Einfluß der je Ähre gebildeten Triebzahl auf die pro Ähre ausgebildete Kornzahl

Die Abbildung zeigt in den einzelnen Versuchen deutliche Korrelationen. Unterschiede bestehen jedoch zwischen dem stärker bestockenden Winter- und dem weniger Nebentriebe bildenden Sommerweizen. Für die Ährenqualität des Winterweizens ist es offensichtlich von großer Bedeutung, daß nicht zuviel Energie in unproduktives vegetatives Material investiert wird, da dieses auf Kosten der pro Ähre ausgebildeten Körner geht. Insgesamt zeigt sich, daß die zu anfangs "eingeeengte Stellung" der Winterweizen-einzelpflanze bei den Reihentechniken T6 - T10 zu einer erhöhten Kornzahl je Ähre führt.

Dieses entspricht auch den Ergebnissen von SCHEER (1983), die selbst bei 22 cm Reihenabstand noch eine erhöhte Kornzahl gegenüber 11 cm findet. Hingegen führt die erhöhte Bestockung und die sich daraus ergebende höhere Bestandesdichte der engreihigen 8 cm - Drillsaat (T5) sowie der Breit- und Bandsaattechniken (T1 - T4) zu deutlich verringerten Kornzahlen je Ähre, die sich ertragsentscheidend auswirken.

Auch zahlreiche andere Autoren ermitteln für eine Verengung des Reihenabstandes eine Reduzierung der Kornzahl je Ähre, aber eine letztlich den Ertrag erhöhende Bestandesdichte (BENGTSSON, 1972, FINLAY et al., 1971, FOTH et al. 1964, FREYMÜLLER, 1964).

Diese Ergebnisse entsprechen den bekannten physiologischen Untersuchungen von AUFHAMMER (1974). Er stellt fest, daß mit zunehmender Triebzahl je Pflanze ein ebenfalls zunehmender innerpflanzlicher Umtransport von Assimilaten stattfindet, der auf Kosten der letztlich ausgebildeten Kornzahl je Ähre geht. HEYLAND (1967) ermittelt, daß das Merkmal Kornzahl je Ähre vornehmlich von der Gesamtkonstitution der Pflanze und weniger durch vom Menschen beeinflussbare Faktoren variiert wird. Nach den vorliegenden Untersuchungen bietet sich mit der Saattechnik eine relativ einfache und billige Möglichkeit diese Gesamtkonstitution der Pflanze zum Ziele einer Kornzahlerhöhung zu beeinflussen.

Es erscheint jedoch problematisch, in dieser Diskussion immer nur pauschal von einer Verengung des Reihenabstandes zu sprechen, wenn man bedenkt, daß die meisten in der Literatur aufgeführten Versuche Reihenabstände zwischen 11 und 25 cm beinhalten. Ferner erscheint eine Übertragbarkeit älterer Literaturergebnisse fragwürdig, da in den vorliegenden drei Versuchen im Mittel über 70 dt/ha geerntet wurden.

Eine Analyse von 20 Versuchen, die MÜLLE (1979) über Effekte des Reihenabstandes auf den Kornertrag durchführte, weist dagegen bei diesen älteren Untersuchungen ein Ertragsniveau von 47 dt/ha auf. Weitere 12 Untersuchungen mit Sommerweizen erbringen im Mittel 35 dt/ha. Bezüglich des Drillreihenabstandes zeichnet sich den vorliegenden Ergebnissen zufolge vielmehr ein Optimum ab, das dort von der 12 cm - Drillsaat realisiert wurde.

Auch in den vorliegenden Versuchsergebnissen zeigt zwar die Verengung Drillreihenabstandes von 12 auf 8 cm eine Erhöhung der Bestandesdichte auf, die jedoch von der 12 cm - Technik aufgrund einer besonders hohen Ährenqualität mehr als ausgeglichen wird.

Beim intensiven Weizenbau ist der Ährenertrag ganz offensichtlich aufgrund der gezielteren Stickstoffdüngung und der heute möglichen Pflanzenschutzmaßnahmen sowie des Einsatzes von CCC für den Flächenertrag von größerer Bedeutung als die Zahl der Ähren pro Quadratmeter. Diese Theorie bestätigen auch ANDERL et al. (1981) aus den umfangreichen Erhebungen der Datenbasis ISPFLANZ. Sie finden aus multiplen Regressionsrechnungen für den Einfluß des Einzelährenertrages auf den Kornertrag einen Korrelationskoeffizienten von 0,58, wohingegen dieser für die Bestandesdichte lediglich 0,38 beträgt. Auch nach HARMS (1980) liegen in dem Merkmal Kornzahl je Ähre die Hauptreserven zur Steigerung der Kornerträge.

Ein bestehendes Optimum hinsichtlich der Standraumgeometrie für die Einzelpflanze deuten auch TRIEBEL (1982) und SCHEER (1983) an. Zur Lokalisierung dieses "Optimums" erfolgte unter Hinzunahme der im Bonner Institut für Pflanzenbau vorhandenen Versuchsergebnisse dieser Autoren eine gemeinsame Verrechnung der relativen Kornerträge mit dem Längen - Breitenverhältnis (= Reihenabstand dividiert durch den mittleren Kornabstand in der Reihe).

Das Datenmaterial umfaßt insgesamt Versuchsergebnisse aus 9 Versuchen mit 1840 Parzellen, wobei Drillreihenabstände von 8, 11, 12, 15 und 22 cm eingesetzt waren. Die Saatstärken lagen in diesen Versuchen zwischen 250 und 450 Körner pro Quadratmeter, wodurch zusätzlich eine Vielfalt von Standraumformen gegeben war. Die Ergebnisse in Abbildung 40 bestätigen in recht eindeutiger Weise ein Optimum bezüglich des Verhältnisses von Reihenabstand zu Kornabstand von etwa 4:1.

Da sich diese Optimumskonstellation auch mit der Änderung der Saatstärke verändert, sind oberhalb der Kurve als Beispiele die sich ergebenden Reihenabstände für 250 Körner sowie 400 Körner pro Quadratmeter abgetragen.

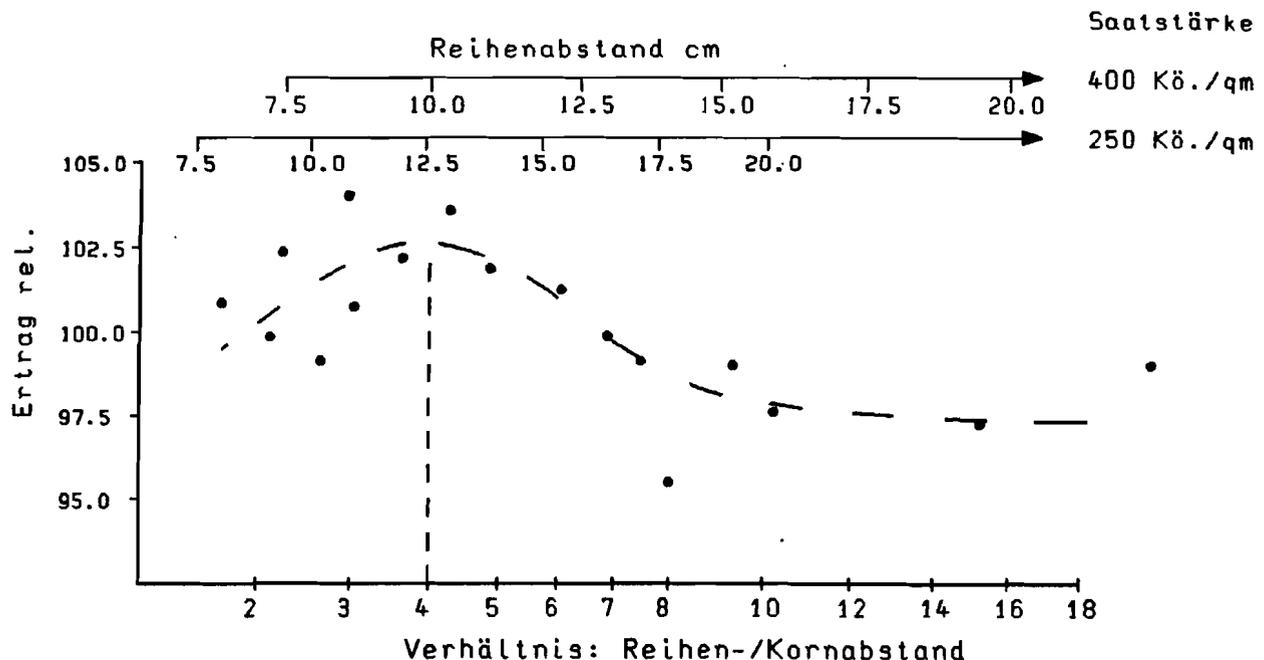


Abbildung 40: Einfluß der Form des Einzelpflanzenstandraums auf den Kornertrag

Diese Konstellation von Reihenabstand zu Kornabstand in der Reihe steuert demnach immer eine gewisse zwischenpflanzliche Konkurrenz an. So sollte idealerweise bei hohen Saatstärken der Reihenabstand geringer sein als bei geringen Saatstärken, wo ein weiterer Reihenabstand diese Konkurrenz in der Reihe erhält. Wie die Abbildung zeigt, liegt das Optimum bei 250 Körnern bei 12,5 cm Reihenabstand, während bei 400 Körnern pro Quadratmeter dieses bei 10 cm Reihenabstand liegt.

Es erscheint in diesem Zusammenhang sehr wichtig, daß dieser zwischenpflanzliche "Konkurrenzdruck" in einem für alle Pflanzen möglichst gleichen Entwicklungszeitraum verläuft. Nur so kann es zur Ausbildung von möglichst gleichförmigen Pflanzen kommen.

Andernfalls führt ein Dominieren von früher und kräftiger ausgebildeten Pflanzen zu einer verstärkten Unterdrückung der "späteren" Nachbarpflanzen. Auch dieser Aspekt betont die Forderung nach gezielten Pflanzenabständen mit ebenfalls gleichmäßigen Saattiefen und Keimbedingungen.

Umfangreiche multiple Regressionsrechnungen, die die verschiedensten Maßzahlen zur Charakterisierung des Einzelpflanzenstandraums beinhalteten (u.a. r nach HEEGE, 1967), ergaben keine sinnvollen Erklärungsbeiträge hinsichtlich der verschiedenen Zielgrößen Bestandesdichte, Kornertrag, Kornzahl je Ähre, Einzelpflanzenenertrag sowie Kornzahl pro Quadratmeter.

In die in diesen Versuchen erstmalig eingesetzte Breitsaat mit einer gesteuerten Tiefenführung der Gänsefußschare waren große Hoffnungen gesetzt worden, da in dieser Technik die wichtigsten in den vergangenen Jahren an die Landtechnik gestellten Forderungen verwirklicht schienen:

- a) breitflächige Verteilung der Körner und damit eine günstige Einzelpflanzenstellung
- b) gute Tiefenregulierung der Schare über ein bodenrollengeführtes Parallelogramm

Wie sich in den Bonituren (Abb. 11, S. 57) zeigte, erzeugte diese Technik einen relativ gut ausgebildeten gleichmäßigen Pflanzenbestand. Die Kornertragsergebnisse weisen für diese Breitsaat jedoch ebenso wie für alle Bandsaattechniken einen im Vergleich zur 12 cm - Drillsaat verringerten Ertrag nach, der etwa dem Ertrag der Drillsaat mit 8 bzw. 15 cm Reihenabstand entspricht. Die Ursachen hierfür werden auf die mit diesen Techniken erzeugten nicht optimalen Ährenqualitäten zurückgeführt, was wiederum auf der vorseitig aufgeführten Problematik der "Überbestockung" beruht.

Die Ertragsergebnisse der Einzelkornsaat weisen enorme Möglichkeiten auf, mit reduzierten Saatstärken über eine optimierte Einzelpflanzenstellung Höchsterträge zu erzielen. Dieses gelang jedoch aus folgenden Gründen nicht im ersten Versuch mit Winterweizen 1981 sowie im Sommerweizenversuch 1982:

Versuch 1 (WW 81) wies eine extrem geringe Bestandesdichte auf, die sich in diesem Versuch offensichtlich ertragslimitierend auswirkte. Hinzu kommt, daß in diesem Versuch im Gegensatz zu den anderen Versuchen die Einzelkornsaat sogar weniger Ähren je Pflanze ausbildete als die Drillsaat und daß dieser Verlust an Ertragspotential auch durch eine besonders gute Ährenausbildung nicht ausgeglichen werden konnte.

Wie bereits erwähnt, erfolgte die Applikation des Herbizids ARETIT in diesem Versuch in einer relativ trockenen warmen Witterungsphase, woraufhin deutliche Ätزشäden an den Pflanzen erkennbar waren. Es wird für möglich gehalten, daß hierbei die mehr einzeln stehenden Pflanzen der Einzelkornsaat sowie der Breit- und Bandsaatetechniken in stärkerem Umfang geschädigt wurden, als die "eng in der Reihe stehenden und sich gegenseitig abschirmenden" Pflanzen der Drillsaat. Die Verrechnung des Merkmals Ährenzahl je Pflanze bestätigt diese These signifikant.

Für den Versuch 3 mit Sommerweizen bestätigen die Ergebnisse in recht eindeutiger Weise, daß für diese gering bestockende Sommerform eine höhere Pflanzenzahl und damit eine höhere Saatstärke erforderlich ist. Ein Überschreiten einer "Keimpflanzengrenzwelle" ab der Ertragseinbußen nicht mehr zu verzeichnen sind, war in diesen Versuchen offensichtlich erst ab der Saatstärke mit 330 Körnern pro Quadratmeter gegeben.

Auch die Ergebnisse des Modellversuchs bestätigen, daß eine Einzelpflanzenstellung mit dem weitest möglichen Abstand zum "nächsten Nachbarn" nicht das Ziel des Pflanzenbaus sein muß. Vielmehr zeigt sich in diesem Versuch ebenso wie bei der Einzelkornsaat mit den verschiedenen Reihenabständen 10, 12,5 und 15 cm im Winterweizenversuch 2 (s. Abbildung 30, Seite 84), daß die ungünstig erscheinende Einzelpflanzenstellung mit dem weiten Reihenabstand die höchsten Erträge bringt. Selbst bei der Einzelkornsaat besteht demnach die schon für die Drillsaat diskutierte Problematik der "Überbestockung" bei zu großen Einzelpflanzenstandräumen.

Kritisch muß zu den Ergebnissen des Modellversuchs jedoch gesagt werden, daß hier die Versuchsbedingungen vor allem in den äußeren Bereichen der "Kreise" nicht mehr vollkommen denen eines normalen Bestandes entsprechen. Vielmehr wird vermutet, daß die strahlenförmige Anordnung der Reihen (s. Abbildung 3, S. 42) dort einen verstärkten Lichteinfall verursachte, auf den die hier besonders erhöhte Einzelpflanzenleistung zurückzuführen ist. Trotzdem wird diese Versuchsanordnung als eine gute Möglichkeit zur Klärung entsprechender Standraumfragen angesehen. Dabei sollte jedoch der Rand um diese Flächen breiter sein als in diesem Versuch, wo er lediglich 30 cm breit war.

7.3 Saatstärke, Konkurrenz und Ertrag

Das wichtigste Mittel zum Bestandaufbau ist die Saatstärke. Je besser die Saatgutverteilung und -einbettung durchgeführt ist, umso höher ist der Feldaufgang, die Einzelpflanzenbeährung und letztlich die Einzelpflanzenleistung. Entsprechend ist bei den genannten Idealbedingungen mit verringerten Saatstärken zu arbeiten. Hingegen erfordern ungünstige Verteilungstechniken aufgrund der verstärkten zwischenpflanzlichen Konkurrenzwirkungen höhere Saatstärken.

Die Ertragsleistung der Einzelpflanze wird in entscheidendem Maße durch den ihr mit der Saatstärke angebotenen Standraum sowie der bereits erörterten Standraumform beeinflusst. Deutlich voneinander abweichende Meinungen gibt es über die optimale Saatstärke, da die Getreidepflanzen innerhalb eines weit gespannten Bereiches in der Lage sind, durch eine entsprechende Umlenkung der Ertragskomponenten, vor allem der Ährenzahl je Pflanze, nahezu gleiche Flächenerträge zu liefern (FRÖHLING, 1981).

Auch in den durchgeführten Versuchen mit Winterweizen bestätigte sich dieses, wobei die jeweilige Saattechnik jedoch einen deutlichen Einfluß ausübte. In der folgenden Abbildung 41 werden die Kornerträge in den einzelnen Versuchen mit den eingesetzten Saatstärken dargestellt. Dabei erfolgt ferner eine Differenzierung zwischen den mit einer geringeren Saatstärkenstufe eingesetzten Einzelkorntechniken und den übrigen Saattechniken.

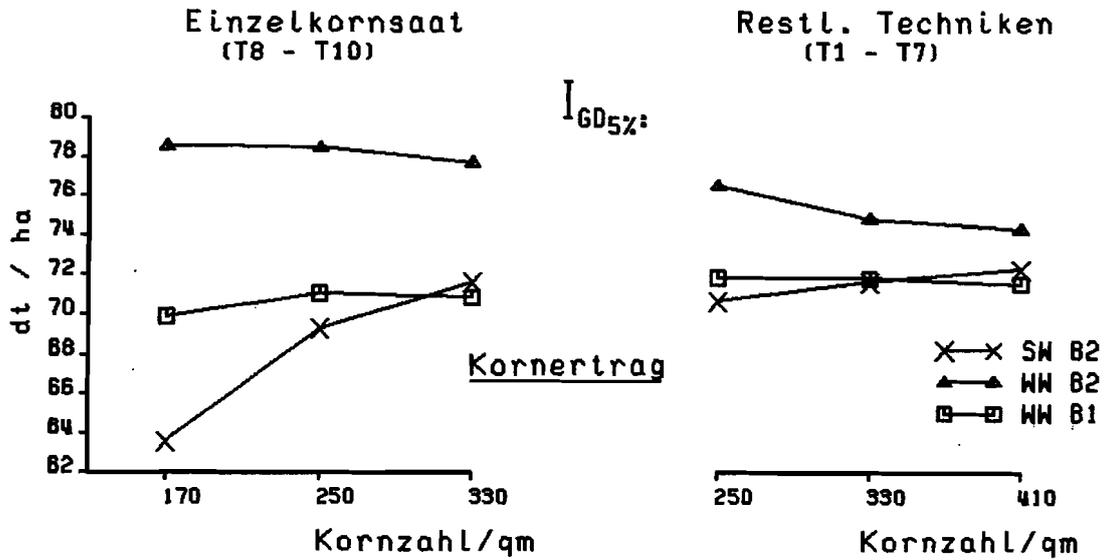


Abbildung 41: Einfluß von Versuch und Saatstärke auf den Kornertrag

Die Abbildung weist in den einzelnen Versuchen folgende Saatstärkenreaktionen des Kornertrags auf:

Im Versuch 1 (WW 81) sind insgesamt nur geringe Ertragsunterschiede bei den verschiedenen Saatstärken festzustellen. Die in diesem Versuch entscheidende Größe war die Bestandesdichte, die durch die bereits genannten "widrigen" Umstände überproportional gehemmt war.

Besonders prägnant zeigte sich im Versuch 2 (WW 82), daß mit geringsten Saatstärken höchste Erträge zu erzielen sind. Da in diesem Versuch die Einzelkornsaat nicht wie im ersten Versuch durch äußerliche Einwirkungen in ihrer Entwicklung gehemmt wurde, waren hier die Pflanzen in der Lage, ihre gute Einzelpflanzenstellung über eine verstärkte Beährung und eine besonders gute Ährenleistung mit gesichert erhöhten Erträgen umzusetzen. Auch die übrigen Techniken erbrachten in diesem Versuch trotz der widrigen Startbedingungen (Spätsaat erst im Februar) den höchsten Ertrag bei der geringsten Saatstärke.

Daß Sommerweizen bezüglich der Saatstärke völlig anders zu handhaben ist als der Winterweizen zeigt der Versuch 3 (SW 82). Hier weist eindeutig die jeweils höchste Saatstärke auch den höchsten Ertrag auf. Es ist den Versuchsergebnissen nicht zu entnehmen, ob bei der Saatstärke von 410 Körnern pro Quadratmeter das Ertragsmaximum bereits erreicht ist oder ob sie noch höher liegen sollte. Anzunehmen ist jedoch, daß das Saatstärkenoptimum für Sommerweizen in etwa im Bereich zwischen 400 und 450 Körner pro Quadratmeter liegt. Dieses entspricht in etwa den Empfehlungen der Beratungsdienste (Klasen, 1982).

Ganz extrem bestätigt auch der durchgeführte Modellversuch die Forderung nach höheren Saatstärken für den Sommerweizen. Das hochgerechnete Ertragsniveau betrug für die Saatstärke von 167 Körnern pro Quadratmeter 41,1 dt/ha, während es für 250 Körner bereits 54,3 dt/ha betrug. Das Lager bei der Saatstärke von 500 Körner zeigt jedoch, daß hier auch bei der Einzelkornablage, die nach NYKEN (1972) wesentlich höhere Saatstärken zuläßt, ein Optimum überschritten ist.

Die aufgestellte Hypothese, daß bei den durch die Einzelkorntsaat besonders günstig gestellten Einzelpflanzen mit verringerten Saatstärken zu arbeiten ist, trifft den Versuchsergebnissen zufolge nur dann zu, wenn diese Pflanzen auch in der Lage sind, diesen Standraum durch eine besonders starke Beährung zu verwerten. Zum Teil war dieses im Versuch 1 und 3 aus den genannten Gründen nicht gegeben.

Die Ergebnisse der "übrigen Techniken" zeigen bei Winterweizen ebenfalls die höchsten Erträge bei den geringsten Saatstärken. Tendenzmäßig entspricht dieses den Empfehlungen, die in der letzten Zeit bezüglich einer Verringerung der Saatstärke ergehen.

Als Gründe werden hierfür vor allem der gezieltere Einsatz der Stickstoffdüngung sowie die verbesserten Möglichkeiten des Pflanzenschutzes genannt. Die empfohlene Saatstärke liegt in der Regel über 350, zumeist sogar bei 400 Körnern pro Quadratmeter und mehr (KLASEN, 1982). Ganz offensichtlich geht die Praxis mit einem sehr großen Sicherheitsdenken an die Saatemengenbemessung, das eher Ertragseinbußen durch erhöhte Saatstärken in Kauf nimmt, als durch zu geringe Saatstärken.

Ein Lagern des Weizens war besonders deutlich beim Modellversuch und hier zuerst beim engen Reihenabstand in der Kreismitte und bei der höchsten Saatstärke von 500 Körnern pro Quadratmeter festzustellen. Die Bonitur des Lagers im Feldversuch zeigt jedoch, daß es offensichtlich auch bezüglich dieses Merkmals im Reihenabstand ein Optimum gibt. Dieses ist dort zu finden, wo den Pflanzen aufgrund des Reihenabstandes sowohl eine ausreichende Belichtung der Halmbasis gegeben ist, wobei aber gleichzeitig auch die zwischenpflanzliche Konkurrenz, die in der Reihe durch die Saatstärke bestimmt ist, nicht zu groß ist und zu schwächeren Halmen führt.

Nach den Versuchsergebnissen wird angenommen, daß bezüglich des Lagers die Optimumskurve des Reihenabstandes nahezu identisch ist der Ertragskurve in der Abbildung 40, Seite 114. Dieses würde auch in etwa den in der Literatur zu findenden Ergebnissen entsprechen, die zumeist bei engeren Reihenabständen (11 - 13 cm) geringere Lagerneigung feststellen als bei weiteren Reihenabständen. Das besonders stark auftretende Lager bei der 8 cm - Drillsaat sowie bei den Breit- und Bandsaattechniken ist demnach auf die bei dieser Pflanzenverteilung unzureichende Belichtung des unteren Pflanzenbereichs zurückzuführen.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß selbst unter schwierigsten Verhältnissen deutlich reduzierte Saatstärken ausreichen, was gleichzeitig erhebliche Kosteneinsparungen ermöglichen würde. An Bedeutung gewinnt dieser ökonomische Aspekt ferner, seit dem Verbot von quecksilberhaltigen Wirkstoffen, wodurch sich erhebliche Mehrkosten durch den Einsatz von systemischen Beizmitteln ergeben.

7.4 Stickstoffdüngung und Ertrag

Unterschiedliche Saatechniken erfordern im Zusammenhang mit einer gezielt bemessenen Saatstärke auch eine pflanzen- und bestandesspezifische N - Düngung.

Anhand der unterschiedlich verteilten Stickstoffgaben sollte die Reaktion der mit Saatstärke und Saatechnik verschiedenartig strukturierten Bestände überprüft werden. Insgesamt zeigte der Faktor N-Düngung in den Versuchen nur geringe Unterschiede. Diese wirkten sich vor allem auf die Triebdichte und in geringem Ausmaß auf die Ertragskomponenten Kornzahl je Ähre und Tausendkornmasse, nicht jedoch auf den Kornertrag aus.

Die im ersten Versuch um 30 kg und im 2.ten und 3.ten Versuch um 40 kg Stickstoff je Hektar gegenüber der Stufe N-2 erhöhte Stufe N-1 bewirkte im Mittel eine Erhöhung der Triebzahl um 50 Triebe je Quadratmeter.

Das erklärte Ziel der Stufe N-2 war eine Förderung der Kornzahl je Ähre sowie eine Minderung der Triebreduktion in dieser Phase. Während im Versuch 1 (WW 81) und 3 (SW 82) eine geringe Kornzahlerhöhung sowie in allen Versuchen eine Stabilisierung der Bestandesdichte auf das Niveau der Stufe N-1 festzustellen war, verzeichnete die später betonte Gabe N-2 im 2. Versuch mit Winterweizen 1982 vielmehr eine signifikante Kornzahlminderung.

Nach HANUS (1976) spielt besonders für die 2. N-Gabe eine exakte Terminierung sowie in hohem Maße die durch die Frühjahrswitterung beeinflusste Stickstofffreisetzung eine Rolle. Es ist anzunehmen, daß in diesem 2. Versuch nach der Vorfrucht Ackerbohnen diese N-Freisetzung nicht den Erwartungen entsprechend verlief. Ein verstärkter "Stickstoffschub" zeigte sich auch später an dem in diesem Versuch auftretenden Lager bei der Sorte VUKA.

Bezüglich des Kornertrages bewirkte die variierte Stickstoffverteilung jedoch keine Unterschiede. Es bestätigen sich aus diesen Ergebnissen die Erfahrungen von KOCHS (1980) und HEYLAND (1981), daß bei "dünnere" Beständen, wie sie in den Versuchen vorlagen, die Verteilung des Stickstoffs bei gleicher Mengenausbringung nicht von so entscheidender Bedeutung ist, wie bei dichten Beständen. In einer Vielzahl von rheinischen Versuchen zur Überprüfung von Stickstoffdüngungssystemen finden sie ferner, daß in diesem Gebiet Bestände mit unter 300 Pflanzen pro Quadratmeter die höchsten Erträge bringen.

Insgesamt ist die Annahme der Arbeitshypothese zu befürworten. Es bestätigen sich jedoch die Erfahrungen von SCHEER (1983), nach denen die Möglichkeiten des Eingriffs durch die N-Verteilung als sehr gering einzuschätzen sind, da hierdurch die Ertragsstruktur weniger stark als durch saattechnische Maßnahmen zu verändern ist.

7.5 Sorte und Ertrag

Für die Einzelkornsaat mit geringen Saatstärken eignen sich besonders Genotypen mit einer starken sortenspezifischen Beährung, da diese Ertragskomponente durch eine günstige Pflanzenstellung am ehesten zu fördern ist. Anbautechnische Maßnahmen, wie z.B. die Stickstoffdüngung haben so zu erfolgen, daß bei den einzelnen Sorten jeweils die Ertragskomponente besonders betont wird, die die größte Variabilität aufweist.

Der Einsatz des Faktors "Genotyp" sollte die Reaktion der verschiedenartig strukturierten Sorten auf die saattechnischen Maßnahmen überprüfen. Im Verlauf der Arbeit wurde für Sorten wie Carimulti und Ralle, die den Ertrag mit einer hohen Bestandesdichte und eher geringen Ährenerträgen, also hohen Kornzahlen bilden, der Begriff "Kornzahltyp" geprägt. Für Sorten, wie Vuka und Selpek, mit eher geringen Bestandesdichten und hohem Korn- bzw. Ährengewicht wurde der Begriff "Korngewichtstyp" gewählt.

Die "Korngewichtstypen" zeichnen sich in allen Versuchen durch einen um 5 Prozent erhöhten Feldaufgang aus. Ferner ergeben Auszählungen des ersten Versuchs (WW 81) eine geringere Keimpflanzenmortalität, also eine höhere Winterfestigkeit der Sorte Vuka. Eine Ursache hierfür ist sicher auch in der Morphologie dieser Sorte zu suchen, die in den Phasen bis zur Bestockung eher als kriechend zu bezeichnen ist.

Die Sorten bildeten ihre typische Ertragsstruktur jeweils recht deutlich aus. Es fiel jedoch bei den letztlich eine geringe Bestandesdichte aufweisenden "Korngewichtstypen" Vuka und Selpek eine besonders starke und "unproduktive" Bestockung auf, die in allen Versuchen zu Triebzahlen führte, die über denen der "Kornzahltypen" lagen.

Die Abbildung 42 zeigt diese Bestandesentwicklung der Sorten Carimulti und Vuka im ersten Versuch.

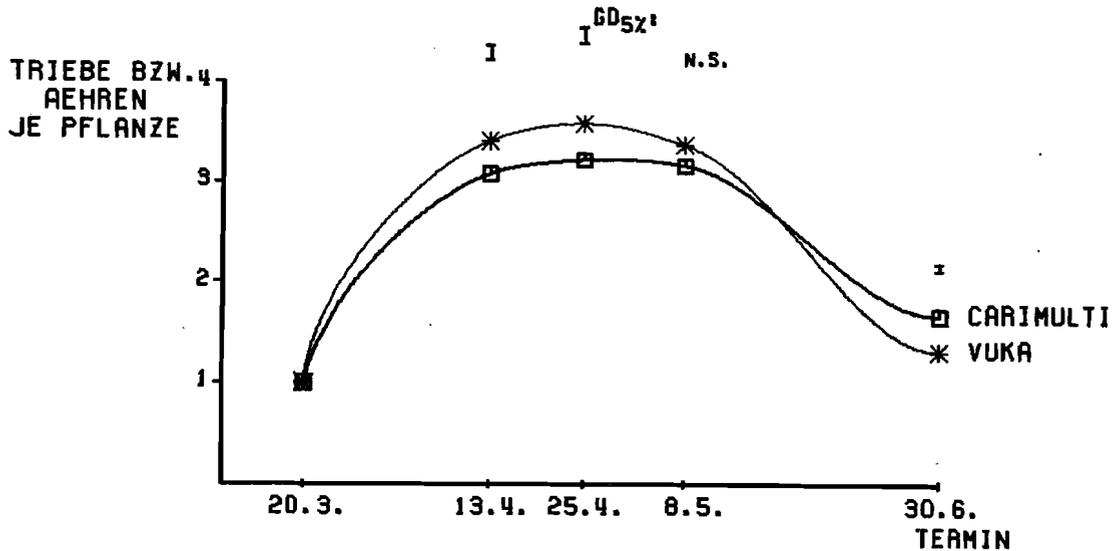


Abbildung 42: Darstellung der Entwicklung von Trieb- und Ährenzahlen der Sorten (WW 81)

Entgegen der aufgestellten Hypothese traten eindeutige sortenspezifische Reaktionen bezüglich der Saattechnik in keinem Fall, auch nicht bei der Einzelkornsaat, auf. Es wird vermutet, daß entsprechende Reaktionen dann auftreten würden, wenn sich die Einzelpflanzenentwicklung verschiedener Sorten während der Bestockungsphase sehr stark unterscheidet, d.h. wenn auch die zwischenpflanzlichen Konkurrenzverhältnisse stark unterschiedlich sind. Nach AUFHAMMER (1976) und BRAUN (1980) ist gerade dieser Wachstumszeitraum eine besonders kritische Phase hinsichtlich der Ertragsbildung.

Die gleichfalls aufgestellte Hypothese, daß die Sorten möglichst in ihren variabelsten Größen -bei den "Kornzahltypen" in der Bestandesdichte und bei den "Korngewichtstypen" in den Ährenerträgen- besonders zu fördern sind, bestätigt sich in den Versuchsergebnissen allenfalls andeutungsweise.

7.6 Praxisorientierte Wertung der Saattechnik

Innerhalb des Getreideanbauverfahrens beginnt die Saat im Grunde genommen schon sehr viel früher bei der Bodenbearbeitung (HEYLAND, 1979). Entsprechend müssen alle Aussagen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit zur Saat und Saattechnik gemacht sind, auch im Zusammenhang mit der Saatbettgestaltung gesehen werden. Eine Prüfung dieses Faktors erfolgte zwar nicht, da in allen drei Versuchen auf dem gleichen Standort mit allgemein guten und homogenen Bodenbedingungen gearbeitet wurde. Dennoch waren die Saatbettverhältnisse aufgrund von Saatzeit und Witterung extrem unterschiedlich. Während der Winterweizen des ersten Versuchs (WW 81) noch relativ gute Bodenbedingungen erhielt, waren diese beim zweiten Versuch ebenfalls mit Winterweizen sowohl vom Bodenzustand als auch von der Saatzeit (7. Februar) her am denkbar schlechtesten. Ungünstig war auch das Saatbett des dritten Versuchs mit Sommerweizen, das durch eine vorhergehende sehr schwierige Zuckerrübenenernte sowie durch extrem hohe Winterniederschläge belastet war. Die Betrachtung der Versuchsergebnisse vor dem Hintergrund dieser sehr unterschiedlichen Versuchsbedingungen und Saatzeiten spricht für eine weitgehende Verallgemeinerbarkeit der in der Arbeit aufgeführten Zusammenhänge.

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß die Saattiefe nachweisliche Effekte für die Ertragsstruktur und den Ertrag mit sich bringt (s. Abb. 31, S. 87). Da es das Ziel der Saat ist, die gewünschte Zahl Pflanzen so gleichmäßig wie möglich zu erstellen, ist eine exakt eingehaltene Saattiefe mit einer Saatgutablage auf einer die Wasserversorgung gewährleistenden Bodenschle sowie eine gleichmäßige Bedeckung des Saatgutes von größter Bedeutung.

Die hier zu lösenden technischen Probleme bestehen in der genauen Einstellbarkeit der Zielsaattiefe, die sowohl bei unterschiedlichen Bodenbedingungen als auch bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten genau einzuhalten ist. Hier zeigte sich vor allem beim letzten Versuch mit Sommerweizen, daß diese Einstellbarkeit fast nur mit der Einzelkornsätechnik in zufriedenstellendem Maße gegeben ist. Ferner deuten die Versuchsergebnisse an, daß die Verengung von Drillreihenabständen immer zu größeren Streuungen in der Saattiefe führt (s. Abb. 4, S. 46). Hier sind technische Konsequenzen erforderlich, die entsprechende Negativwirkungen vermeiden helfen.

Die Gleichmäßigkeit der Pflanzenverteilung über die Fläche sollte nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit einen die Pflanzenentwicklung "lenkenden Konkurrenzdruck" beinhalten. Es zeigte sich in den Versuchen, daß es bei Breit- und Bandsaattechniken, wo dieser Effekt nicht gegeben ist, zu einer eher unregelmäßigen Bestockung kommt, die letztlich auf Kosten der ausgebildeten Kornzahl geht. Ebenso wirkt sich ein zu hoher Konkurrenzdruck, wie er bei Drillreihenabstand von 15 cm ausgeübt wird negativ auf den Ertrag aus. Ein Optimum ist in etwa dann gegeben, wenn sich aus der Kombination von Saatstärke und Reihenabstand ein Einzelpflanzenstandraumverhältnis (Längen- Breitenverhältnis) von 4:1 ergibt. Formelmäßig würde sich dieses folgendermaßen darstellen:

Reihenabstand [m]:

$$\text{Reihenabstand} = \sqrt{\frac{\text{Verhältnis von Länge : Breite}}{\text{Saatstärke}}}$$

Reihenabstand in Meter
Verhältnis von Länge : Breite = 4
Saatstärke in Kornzahl / qm

Kornabstand in der Reihe [m]:

$$\text{Kornabstand} = \frac{1}{\text{Saatstärke} * \text{Reihenabstand}}$$

Kornabstand in der Reihe in Meter
Saatstärke in Kornzahl / qm
Reihenabstand in Meter

Die vorliegenden Ergebnisse verneinen zwar die momentane Notwendigkeit einer Einzelkornsaat, sie zeigen aber auch, daß sich mit dieser Technik Möglichkeiten einer Ertrags-sicherung bei extrem geringen Saatstärken bieten. Entsprechend wird diese Technik umso wirtschaftlicher werden, je höher die Saatgutkosten steigen. Dieses wäre z.B. der Fall, wenn es gelingt dem Saatgut ähnlich einer Pillierung länger wirkende systemische Substanzen zur Sicherung vor Schaderregern aufzutragen. Ebenso würde auch beim Getreide ein Einsatz von Hybriden das Saatgut wesentlich verteuern.

Beim Einsatz von zunehmend geringeren Saatstärken ergeben sich ferner technische Probleme in der Genauigkeit der Saatgutdosierung bei der üblichen "Schubrad-technik". In diesem Fall müßten evtl. Änderungen im Dosiersystem den hier verstärkt auftretenden negativen Effekt der schubweisen Saatgutanolieferung vermeiden helfen. Bei der Einzelkorntechnik ergeben sich ebenso noch zu lösende Probleme in den durch die Arbeitsgeschwindigkeit gegebenen Grenzen. Während die Geschwindigkeit bei der Einzelkornsaat in den Versuchen bei lediglich ca. 3 km/h lag, waren die "übrigen Techniken" mit ca. 5 - 6 km/h eingesetzt.

Eine Präzisionstechnik wie die Einzelkornsaat erfordert sicher auch ein Umdenken im Pflanzenbau. So zeigten die Versuchsergebnisse, daß sich mit dieser Technik die Möglichkeit der Erzielung homogenerer Pflanzen und Bestände und die Chance eines wesentlich gezielteren Einsatzes pflanzenbaulicher Maßnahmen bietet.

Gleichzeitig deuten sich aber Risiken bei der Erzielung ausreichender Bestandesdichten an, die den exakten und wohlausgewogenen Einsatz pflanzenbaulicher Maßnahmen erfordern. Die praxisreife Handhabung entsprechender Dünnsaaten erfordert daher sicher noch weitere umfangreiche pflanzenbauliche Untersuchungen.

8. Zusammenfassung

Thema der vorliegenden Arbeit ist eine vergleichende Überprüfung verschiedener Saatverfahren in ihrem Einfluß auf die Pflanzenentwicklung, die Ertragsbildung und letztlich auf den Kornertrag von Weizen. Damit soll ein Beitrag zur Frage nach der grundsätzlichen Bedeutung unterschiedlicher mit Saatechnik und Saatstärke geschaffener Einzelpflanzenstandräume geleistet werden. Zum Einsatz kamen Breitsaattechniken, Bandsaattechniken sowie mit verschiedenen Reihenabständen Drillsaat- und Einzelkornsaatechniken.

Zur Klärung dieser Versuchsfrage wurden in den Jahren 1980 - 1982 zwei Feldversuche mit Winterweizen sowie ein Versuch mit Sommerweizen auf dem Versuchsgut Dikopshof der Universität Bonn angelegt. Neben dem Faktor Saatechnik und Saatstärke erfolgte in den Versuchen eine Variation der Faktoren Sorte, N-Düngung und Saattiefe. Ferner wurde 1982 in der Versuchsstation Poppelsdorf des Instituts für Pflanzenbau der Universität Bonn ein Modellversuch mit Sommerweizen angelegt, der spezielle Fragen der Einzelkornsaat klären sollte.

Ergebnisübersicht:

1. Mit Ausnahme der Einzelkornsaat erzielen "neuere Saatechniken", wie Breitsaat, Bandsaat oder engerreihige Drillsaat im Vergleich zur 15 cm - Drilltechnik eine ungleichmäßigere Tiefenablage des Saat-

gutes, die zu entsprechend negativen Folgen für den Feldaufgang und die Pflanzenhomogenität führt.

2. Die zunehmende Saattiefe führt zu einer Veränderung der Ertragsstruktur, wobei die Ährenzahl je Pflanze sinkt, der Einzelährenertrag jedoch deutlich steigt.
3. Insgesamt ergeben sich nur geringe Unterschiede zwischen den verschiedenen Saattechniken, wobei die Drillsaat mit 12 cm Reihenabstand die höchsten Korn-erträge erbrachte. Die ebenfalls eingesetzte Einzelkornsaat erzielte bei Winterweizen trotz erheblich verminderter Saatsmengen in etwa gleich hohe Erträge. In einem Versuch und hier bei dem weitesten Reihenabstand (15 cm) lagen die Kornerträge noch signifikant über denen der 12 cm Drillsaat.
4. Eine Exaktverteilung über die Fläche, die vielfach als Idealform der Saatgutverteilung gefordert wird, erweist sich als nicht notwendig. Vielmehr zeigen die Versuchsergebnisse, daß ein Ertragsoptimum erst bei einer gewissen Pflanzenkonkurrenz in der Saatreihe erzielt ist. Auf diese Weise wird eine "unproduktive Bestockung" zugunsten einer erhöhten Kornanlage und Fertilität bei gleichfalls homogeneren Ähren umfunktioniert. Den Ergebnissen zufolge ergibt sich die günstigste Pflanzenentwicklung bei einem Verhältnis von Reihenabstand zu Kornabstand in der Reihe von 4:1.
5. Bei Winterweizen erbrachten jeweils die geringsten Saatstärken (170 bzw. 250 Körner je Quadratmeter) die höchsten Kornerträge. Für Sommerweizen hingegen sind den Ergebnissen zufolge deutlich höhere Saatstärken erforderlich.

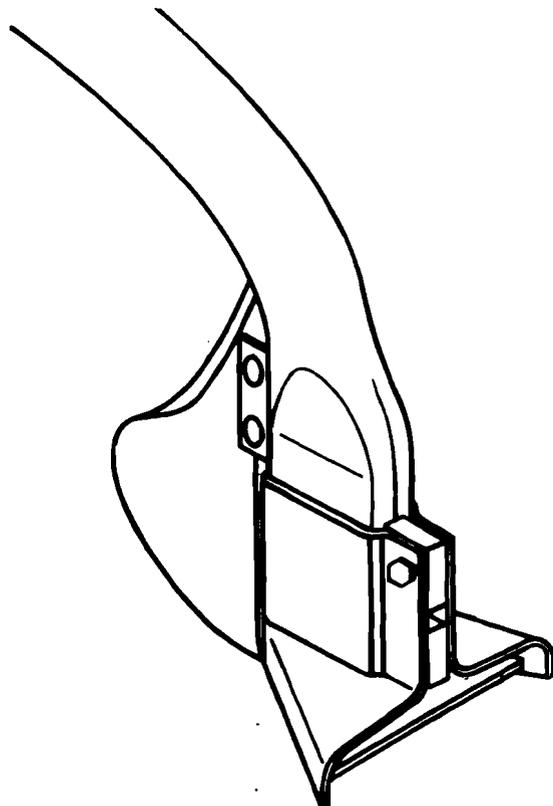
6. Eine unterschiedlich verteilte Stickstoffdüngung bewirkte nur geringe Veränderungen in der Ertragsstruktur, jedoch keine Ertragsunterschiede. Auch zwischen N-Düngung und Saattechnik waren keine Wechselwirkungen festzustellen.

7. Die Aussaat zweier unterschiedlich strukturierter Sorten zeigte beim Winterweizen keine Vorteile einer bestimmten Sortenstruktur bei den jeweiligen Saatechniken. Beim Sommerweizen hingegen bewirkte die höhere Bestandesdichte der Sorte Ralle im Vergleich zur Sorte Selpek besonders bei der Einzelkornsaat einen Ertragsvorteil.

9. Bildanhang:



Technik 1: Breitsaat mit tiefengesteuerten Gänsefußscharen



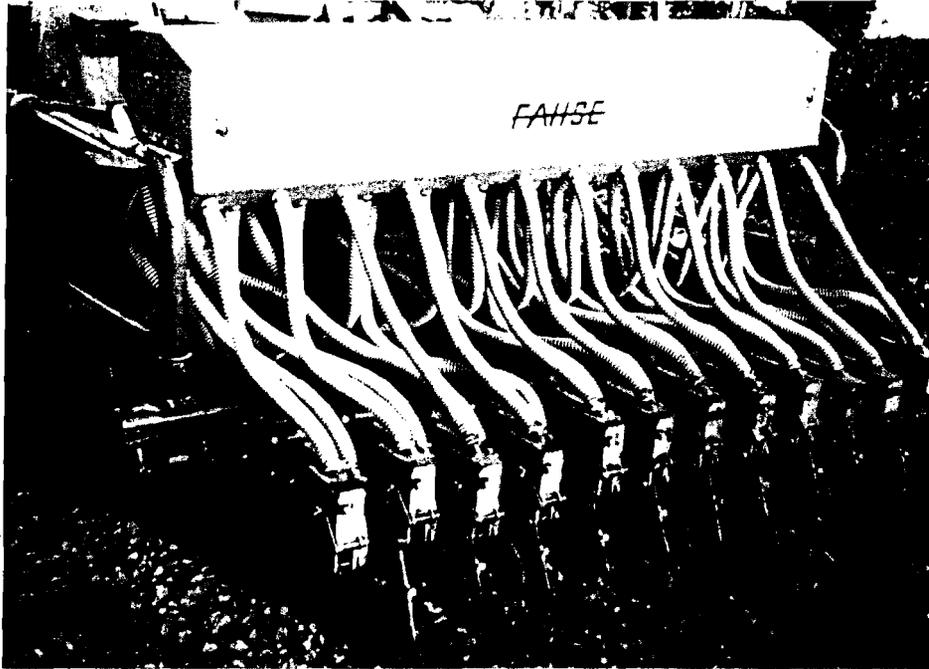
Technik 2 und 3: Bandsaat mit 12,5 bzw. 15 cm Reihenabstand und 10 cm Bandbreite (Gänsefußschar)



Technik 4: Bandsaat mit 12 cm Reihenabstand und 8 cm Bandbreite (Räumschar)



Technik 5 - 7: Drillsaat mit 8, 12 und 15 cm Reihenabstand



Technik 8 - 12: Einzelkornsaat mit 10, 12,5 und 15 cm
Reihenabstand

10. Literatur

- Anderl, A., 1981 Die Ertragsstruktur bei Winterweizen,
Mangstl, A., dargestellt an der Datenbasis ISPFLANZ
Reiner, L. Bayerisches landwirtschaftl. Jahrbuch
58, 455 - 468
- Aufhammer, W. 1974 Untersuchungen zur Beeinflussung des
Assimilateaustausches zwischen Trie-
ben verschiedener Ordnung durch phy-
siologisch wirksame Substanzen bei
der Sommergerste
Z. Acker-u. Pflanzenb., 140, 130 - 143
- Aufhammer, W., 1976 Für die Ertragsbildung kritische
Wachstumsphasen bei der Getreide-
pflanze
DLG-Mitt., 91, 14, 780 - 787
- Aufhammer, W., 1982 Auch der Weizen braucht ein gutes
Saatbett
DLG-Mitt., 97, 17, 1002 - 1005
- Bachthaler, G., 1971 Der Einfluß von Drillweite und Saat-
stärke auf Ertrag und Qualität von
Winterweizen unter verschiedenen
ökologischen Bedingungen
Z. Acker- u. Pflanzenb., 134, 25 - 41
- Baier, A. 1965 Untersuchungen über die Standfestig-
keit von Getreide und über Methoden
zu ihrer Bestimmung
Bayer. Landw. Jahrbuch, 42, 643 - 666
- Becker, F.A., 1982 Nitrogen, Fertilisation and Methods
Aufhammer, W. of predicting the N - Requirements of
Winter Wheat in the Federal Republic
of Germany
Vortrag: Fertilizer Society of London

- Bengtsson, A. 1972 Radavstand och udsadesmängt för
varvete och korn
Lantbrukshögskolans Meddelanden,
Uppsala, Nr. 160, Serie A
- Bjerninger, S., 1963 Radavstand i svensk standard
Bjurling, J., Jordbrukstekniska Institutets
Granström, B. Meddelanden, Uppsala, Nr.302, 1 - 51
- Boekholt, K. 1958 Zur Frage der Drillweite im Getreidebau
Z.Acker-u.Pflanzenb., 105, 395 - 408
- Boekholt, K. 1962 Standweiten bei Getreide
Mitt. der DLG, 77, 12, 390 - 392
- Boekholt, k. 1965 Bestockung, Beährung und Bestandes-
dichte beim Getreide
Mitt. der DLG, 80, 13, 572 - 574
- Boguslawski, E., 1963 Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten
Limberg, E., der Ertragsbildung
Schneider, B. Z. Acker- u. Pflanzenb., 116, 231 - 256
- Boguslawski, E., 1973 Saatstärken und Standweiten im mo-
Debruck, J. dernen Getreidebau
Prakt. Landtechnik 26, 390 - 392, Wien
- Braun, H. 1980 Die Stickstoffdüngung des Getreides
DLG - Verlag, Frankfurt a. Main
- Brinkmann, W. 1977 Technik bei der Aussaat von Rüben
und Mais
KTBL 212, 106 - 119
- Buhtz, E. 1973 Versuchsergebnisse zur Saattiefe und
Aussaatstärke von Weizen und Sommer-
gerste
Tag. Ber. Akad. Landwirtsch. Wiss.,
DDR, 122, 35 - 42

- Bundessortenamt 1981 Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen und Hackfrüchte
Verlag A. Strothe, Hannover
- Darwinkel, A., 1977 Effect of sowing date and seed rate
Ten Hag, B.A., on crop development and grain production of winter wheat
Kuizenga, J. Neth. J. Agric. Sci., Vol.25, 83 - 93
- Dambroth, M. 1975 Die Bedeutung ökologischer Forschungsarbeiten für den Kulturpflanzenbau
Kali-Briefe, Hann., Fachgeb. 3, 9. Folge
- Dambroth, M. 1977 Kritische Bemerkungen zur neuzeitlichen Bestelltechnik landwirtschaftlicher Kulturpflanzen
KTBL 212, 21 - 27
- Dambroth, M. 1979 Blick in die 80 er Jahre - aus der Sicht des Pflanzenbaus
DLG - Mitt., 94, 1, 19 - 20
- Debruck, J. 1972 Moderne Saattechnik im Getreidebau
Kali-Briefe, Hannover, Fachgebiet 3
- Debruck, J. 1972 Anbautechnik bei Winterweizen
Feld und Wald, 91, 34, 3 - 4
- Elonen, P., 1972 Sowing of spring cereals in broad
Kara, O., bands and the effect of sowing rate,
Autio, L. rolling and irrigation on the results
Journ. of the Scientific Agricultural Society of Finland, Vol.44, 127 - 137
- Falisse, A. 1982 Deutsch - belgischer Erfahrungsaustausch im Institut für Pflanzenbau
in Bonn im Dezember 1980

- Fawcett, R.G. 1964 Effect of certain conditions on yield of crop plants
Nature, No. 4961, Vol. 204, 858 - 860
- Finlay, R.C., 1971 Yield response of spring barley to
Reinbergs, E., row spacing and seeding rate
Daynhard, T.B. Canad. Journ. of Plant Sci.,
Ottawa, 51, 527 - 533
- Fischbeck, G., 1982 Spezieller Pflanzenbau
Heyland, K.U., Verlag Eugen Ullmer, Stuttgart
Knauer, N.
- Flake, E. 1980 Untersuchungen zur Sicherung des
Feldaufgangs von Zuckerrübensaatgut
Dissertation, Universität Bonn
- Freyman, S., 1971 A simple systematic design for plan-
Dohnan, D. ting density experiments with set
row widths
Can. J. Plant Sci. 51, 340 - 342
- Frey Müller, H. 1964 Der Einfluß von Standweite und Saat-
stärke auf den Ertrag von Karlshulder
Winterroggen
Bayer. Landw. Jahrbuch, 41, 82 - 86
- Fröhling, J. 1981 Ist das System "Schleswig-Holstein"
"Laloux" wirklich überlegen?
Top agrar, 2, 56 ff.
- Furrer, O.J. 1965 Einfluß von Drillweite, Saatmenge
und Hacken auf Entwicklung und Ertrag
von Probus - Winterweizen
Schweiz. Landw. Forsch., 4, 92 - 105
- Furrer, O.J., 1970 Einfluß von Drillweite und Saatmenge
Stauffler, W. bei Sommerweizen
Schweiz. Landw. Forsch., 9, 361 - 379

- Gehlen, W. 1978 Beziehungen zwischen der NO₃ - Freisetzung im unbewachsenen Boden und der Aufnahme und Verwertung von N bei Weizen unter dem Einfluß verschiedener Anbauverfahren
Dissertation, Bonn
- Geisler, G. 1978 Leistungssteigerung im Getreidebau durch Sortenwahl und Anbautechnik
Schriftenreihe des agrarwiss. Fachb. der Univ. Kiel, Bd. 59, 65 - 76
- Hanus, H.,
Schönberger, G. 1976 Anbautechnische Voraussetzungen für die Maximierung der Weizenerträge
Schriftenreihe des agrarwiss. Fachb. der Univ. Kiel, Bd. 56, 38 - 49
- Hanus, H. 1980 Wechselwirkungen zwischen Anbausystemen und Maßnahmen zur Ertragssicherung
DLG-Fachtagung "Getreidebestände gezielt aufbauen" am 9.7.80 in Eckernförde
- Harms, H. 1980 Wie läßt sich der Ertragsaufbau von Winterweizen steuern ?
Mitt. d. DLG, 95, 19, 1127 - 1130
- Heege, H.J. 1967 Die Gleichstands-, Drill- und Breitsaat des Getreides unter besonderer Berücksichtigung der flächenmäßigen Kornverteilung
KTBL-Berichte über Landtechnik, 112
- Heege, H.J. 1974 Tiefenablage der Körner bei der Getreidebestellung
Landtechnik, 29, 3, 115 - 120

- Heege, H.J.,
Mülle,G. 1977 Technik bei der Aussaat von Getreide
Neuzeitliche Bestelltechnik,
KTBL - Schrift 212, 88 - 100
- Hege, R. 1952 Der Pflanzenbau fordert erneut die
Gleichstands - Sämaschine
Landtechnik, 7, S. 124 ff.
- Hempsch, K. 1975 Eignung pneumatischer Mais-Einzelkorn-
sägeräte für die Zuckerrübenaussaat
Dissertation, Bonn
- Heuser, W. 1926 Versuche über den Einfluß der Ein-
zelkornsaat auf die Entwicklung von
Getreidepflanzen und auf den Ertrag.
Pflanzenbau, Berlin, 2, 229 - 253
- Heuser, W. 1928 Untersuchungen über die Bestandes-
dichte des Getreides in ihrer Bedeu-
tung als Ertragskomponente und als
Sortenmerkmal
Pflanzenbau, Berlin, 4, 305 - 312
- Heuser, W. 1931 Untersuchungen zu den pflanzenbau-
lichen Grundlagen der maschinellen
Einzelkornsaat und Umpflanzung beim
Getreide
Techn. in der Landwirtsch., 12, 12,
305 - 307
- Heuser, W. 1954 Untersuchungen über die Höhe und
Struktur des Ertrages beim Winter-
getreide unter dem Einfluß verschie-
dener Drillweiten - Zugleich ein Bei-
trag zur Frage der Wenig- und Weit-
raumformen
Z. Acker-u.Pflanzenb., 98, 25 - 52
Getreide

- Heyland, K.U. 1981 Tendenzen der produktionstechnischen
Entwicklungen im Getreidebau Deutsch-
lands
Die Grüne, Schweizer. landw. Zeitschr.
109, 16, 11 - 16
- Hoffmann, H. 1971 Höhere Erträge durch engere Drillweiten
Landwirtschaftsblatt Weser-Ems,
Oldenburg, 118, 41, 7 - 8
- Holliday, R. 1963 The effect of row width on the yield
of cereals
Field Crop Abstracts, Aberystwyth,
Wales, Vol.16, No.2, 71 - 81
- Irla, E. 1977 Reihen-, Band- und Breitsaat im
Getreidebau aus landtechnischer Sicht
FAT - Mitteilungen, Schweizer Land-
technik, 39, 2, 145 - 152
- Jahn-Deesbach,W. 1957 Die Ergebnisse eines Braugersten -
Zeitz, E. Komplexversuches
-Der Einfluß von Drillweite, Saat-
stärke und Stickstoffdüngung auf
Ertrag und Qualität
Z. Acker- u. Pflanzenb., 103, 157-180
- Kahnt, G. 1976 Auswirkungen einiger den Arbeitseffekt
Bausch, R. von Bestellwerkzeugen kennzeichnenden
Köller, K. Größen auf den Aufgang von Getreide
Grundl. d. Landtechnik, 26, 4, 140-144
- Kahnt, G. 1977 Forderungen des Pflanzenbaus an die
Bestelltechnik
KTBL 212, 7 - 20
- Kersting, E. 1981 Ergebnisse zur Getreideeinzelkornsaat
Vortrag beim Arbeitskreis für
Betriebsführung am 27. Okt. in Köln

- Kersting, E. 1982 Unkrautbekämpfung bei Getreideeinzelkornsaat - Durch dieses Säverfahren könnten die Saatstärken erheblich verringert werden -
Mitt. d. DLG, 97, 5, 245 - 246
- Kirby, E.J.M. 1980 Plant Density and Yield in Cereals
NAAS quart. Rev. 80, 139 - 145
- Kirby, E.J.M.,
Faris, D.G. 1972 The Effect of plant density on tiller growth and morphology in barley
J. agric. Sci., Cambr. 78, 281 - 288
- Klapp, E. 1967 Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues
Verlag Paul Parey, Berlin
- Klasen 1982 Bestandesführung sichert den Ertrag
Landw. Zeitschr. Rheinl., 35, 2116-2118
- Kochs, H.J. 1979 Höhere Erträge durch verbesserte Drilltechnik
Mitt. DLG, 94, 4, 234 - 236
- Kochs, H.J. 1980 Stickstoffdüngungssysteme zu Weizen im Vergleich
Top agrar 12, 42 - 44
- Kochs, H.J. 1980 a Saat ist Grundlage des Anbauverfahrens Feld u. Wald, 6., 18 - 20
- Kochs, H.J. 1980 b Saattechnik heute und morgen
Vortrag RKL - Tagung, Kiel
- Kochs, H.J. 1980 c Schlagspezifische Beratung am Beispiel der Stickstoffdüngung zu Weizen
Landw. Zeitschr. Rheinland,
147, 51, 2869 f.

- Kratsch, G. 1972 Einfluß von Reihenweite auf Standfestigkeit, Ertrag und Ertragsstruktur
Tag.- Ber. Akad. Landw.- Wiss., DDR,
119, 295 - 301
- Kratsch, G. 1976 Ergebnisse zur Verteilung der Stickstoffgaben bei Getreide
Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd.,
Berlin, 20, 3, 187 - 200
- Laloux, R.,
Falisse, A.,
Poelaert, J. 1980 Nutrition and fertilization of wheat
Wheat - Documenta Ciba Geigy,
Basel, Schweiz, 19 - 24
- Lashin, M.,
Schrimpf, K. 1962 Analyse der Ertragsstruktur von Winterweizensorten mit besonderer
Berücksichtigung der ertragsbestimmenden Faktoren
Z. Acker- u. Pflanzenb., 114, 253-280
- Limberg, P. 1982 Persönliches Gespräch auf der Pflanzenbautagung am 7. Okt. in Zürich
- Long, E. 1975 Precision drilling makes every seed count
Farmers Weekly, London, Sutton, Surrey,
Bd. 54
- Lossnitzer, H. 1950 Jahresbericht mit Abhandlungen des Badischen Landeswetterdienstes Freiburg
- Makowski, N. 1970 Beziehungen zwischen Bestandesdichte, Kornzahl je Ähre, Tausendkornmasse und Ertrag bei Wintergerste
Albr. Thaer-Archiv, 14, 883 - 890
- Masle-Meynard, J. 1981 Influence du Facteur Azote dans L'Elaboration du Rendement
Vortrag: Seminaire de Toulouse, 14. Jan.

- Meinx, R. 1958 Versuche mit Engsaat bei Winterweizen
Die Bodenkultur, Wien, 9, 74 - 81
- Metzner, C. 1982 Einfluß von Ernterückständen im Saat-
bett auf die Sätechnik beim Getreide
Dissertation, Bonn
- Meyers 1980 Persönlich überreichtes Ergebnis-
manuskript über Versuche mit der
Einzelkornsaat in Wageningen und
Wijnandsrade
- Mitscherlich, E.A. 1919 Ein Beitrag zur Standweite unserer
landwirtschaftlichen Kulturpflanzen
in Gefäßen und im freien Lande
bei Reinsaat und Mengsaat
Landw. Jahrbücher, Berlin, 341 - 360
- Mudra, A. 1958 Statistische Methoden für landwirt-
schaftliche Versuche
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- Mühle, H.,
Wuth, E. 1976 Methode zur Ermittlung des Anteils
der Ertragskomponenten an der Ertrags-
änderung von Winterweizengenotypen
Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk.,
Berlin, 20, 7, 525 - 534
- Mülle, G. 1979 Untersuchungen zur Einzelkornsaat
von Getreide
Dissertation, Bonn
- Mülle, G.,
Heege, H.J. 1981 Kornverteilung über die Fläche und
Ertrag bei Getreide
Z. Acker- u. Pflanzenbau, 150, 97 - 112
- Neben, H. 1980 N-Düngung und Halbruchbekämpfung
zu Winterweizen in Fruchtfolgesystemen
Landw. Zeitschrift Rheinl., 7, 352 - 354

- Nuyken, W. 1972 Die Wirkung von Standraum und Aussaat-
methode auf die ertragsbildenden Ei-
genschaften und die Qualität von
Sommergerstensorten auf Sandboden in
halbkontinentaler Klimlage
Dissertation, Berlin
- Petzold, G. 1928 Untersuchungen zum Sä-Erfolg zugleich
ein Beitrag zur Beurteilung der
Drillsaat - Methode
Pflanzenbau, 4, 250 - 255
- Pollmer, W.G. 1961 Ertragsstrukturen von Winter- und
Sommerweizensorten
Z. Acker- u. Pflanzenbau, 113, 361 - 370
- Pommer, G. 1981 Untersuchungen zur Standraumzuteilung
Zeltner, E. in der Getreidesaat
Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch
58, 195 - 202
- Puckridge, D.W., 1967 Competition among wheat plants sown at
Donald, C.M. a wide range of densities
Austral. J. of Agric. Res., 18, 193 - 211
- Rademacher, B. 1939 Über den Lichteinfall bei Winterge-
treide und Winterölfrüchten und seine
Bedeutung für die Verunkrautung
Pflanzenbau, 15, 241 - 265
- Rademacher, B. 1950 Über die Lichtverhältnisse in Kultur-
pflanzenbeständen, insbesondere in
Hinblick auf den Unkrautwuchs
Z. Acker- u. Pflanzenbau, 92, 129 - 165
- Scheer, M. 1982 Vortrag auf der Tagung der Gesell-
der Pflanzenbauwissenschaften am
7. Okt. in Zürich

- Scheer, M. 1983 Die Saat als Mittel zur Optimierung inner- und zwischenpflanzlicher Konkurrenzverhältnisse bei Winterweizen und Möglichkeiten der Regulation durch Pflanzenschutz und N-Düngung
Dissertation, Bonn
- Schönberger, H. 1981 Steuerung der Stickstoffversorgung in Weizenbeständen bei unterschiedlicher Produktionstechnik
Mitt. d. DLG, 96, 442 - 446
- Schrumpf, C. 1961 Mögliche Leistungsreserven unserer Getreidesorten
Mitt. d. DLG, 76, 1, 12 - 14
- Schultz, H. 1976 Der Ertragsaufbau des Winterweizens und Möglichkeiten seiner Beeinflussung
Schriftenr. d. agrarwiss. FB der Univ. Kiel, Band 56, 50 - 55
- Schulz, H., 1971 Einfluß von Düngung und Bestandes-
Lobitz, F. dichte auf den Weizenertrag
Mitt. d. DLG, 86, 41, 1055 - 1058
- Schuster, W. 1970 Höhere Bestandesdichten bei Winterweizen
Mitt. d. DLG, 85, 43, 1356 - 1358
- St-Pierre, C.A., 1975 Effects des methodes de semis sur
Gauthier, F.M., l'evaluation des cultivars de cereales
Klinck, H.R. Canad. J. of Plant Science, 55, 233-239
- Speelman, L. 1975 The Seed Distribution in Band Sowing
of cereals
J. agric. Engng. Res. 20, 25 - 37
- Stoskopf, N.C. 1967 Yield performance of upright-leaved
selections of winter wheat in narrow
row spacings
Canad. J. of Plant Science, 47, 597-601

- Strand, E. 1969 Radavstand ved saing av korn
Nordisk Jordbruiksforsking,
Kopenhagen und Stockholm, 50, 429 - 445
- ten Hag, B.A. 1976 Niederlande: Was tut sich im Getreidebau ?
Mitt. d. DLG, 91, 1, 17 - 18
- Teuteberg, W. 1980 Getreidebestände gezielt aufbauen -
100 dt/ha - (k)eine Utopie? -
DLG - Fachtagung am 9.7.80 in Eckernförde
- Thaer, A.D. 1804 Einleitung zur Kenntnis der englischen
Landwirtschaft und ihrer neueren prak-
tischen und theoretischen Fortschritte
in Rücksicht auf Vervollkomnung deut-
scher Landwirtschaft für denkende
Landwirte und Cameralisten
Hannover, III. Band
- Thielebein, M. 1951 Neue Getreideanbauverfahren - kritisch
betrachtet
Neue Mitteilungen f. d. Landwirtschaft,
Frankf. a. M., 66, 447 - 448
- Toussaint, C.G., 1966 Effect van rijenafstand en beregening
Hettinga, D. bij zomertarve op zandgrond
Landbouwkundig Tijdschrift, 78, 1, 38-43
- Triebel, U. 1982 Vortrag auf der Tagung der Gesell-
schaft der Pflanzenbauwissenschaften
am 7. Okt. in Zürich
- Triebel, U. 1982 b Zur Frage der Quantifizierung des Ein-
flusses verschiedener anbautechnischer
Maßnahmen auf die Ertragsstrukturkom-
ponenten von Winterweizen unter beson-
derer Berücksichtigung der N-Düngung
Dissertation, Bonn

- Ulonska, E. 1952 Einfluß von Saatzeit und Saatstärke auf den Ertrag des Wintergetreides
Mitt. d. DLG, 67, 38, 667 - 668
- Ulonska, E. 1963 Einfluß von Saatstärke, Standweite und einer gesteigerten Stickstoffdüngung auf Ertrag und Qualität bei Braugerste
Braugersten - Jahrbuch , 1963 - 1965, 125 - 134
- Vollmer, F.J. 1973 Zum Anbau von Winterungen - Überlegungen zu Aussaatstärke und Drillreihenabstand -
Deutsche landw. Presse, Nr. 19, S. 6
- Westphal, H. 1935 Standweite- und Saatstärkeversuche mit Hafer in Hinsicht auf die Wenig- und Weitraumform - Theorie
Pflanzenbau, 12, 28 - 39
- Watson, D.J., 1971 Interference between rows and between
French, S.A.W. plants within rows of a wheat crop,
and yield of differently-spaced rows
Journ. of Appl. Ecology, 8, 421 - 445
- Whybrew, J.E. 1958 Seed rates and nitrogen for winterwheat
Experim. Husbandry, London, 3, 35 - 43
- Wiedenbrüg, R. 1961 Ein Beitrag zum Problem der Ertragsstrukturveränderung von Sommergerstensorten unter dem Einfluß verschiedener pflanzenbaulicher Maßnahmen
Dissertation, Hohenheim
- Wollny, E. 1885 Saat und Pflege landwirtschaftlicher Kulturpflanzen
Verlag Paul Parey, Berlin

- Zadoks, J.C., 1974 A decimal code for the growth stages
Chang, T.T., of cereals.
Konzak, C.F. Eucarpia - Bulletin No. 7
- Zach, M. 1977 Untersuchungen zum Einsatz verschie-
dener Bestellkombinationen für die
Getreidebestellung
KTBL 212, 77 - 87
- Zeidan, E.M. 1970 Untersuchungen über Wachstum, Ent-
wicklung und Ertragsbildung bei Wei-
zen, Gerste und Hafer bei veränderten
Saatdichten unter Berücksichtigung
von Saatzeit, Sorte und N-Düngung
Dissertation, Bonn
- Zweifler, E. 1956 Winterroggen-Saatstärkenversuch mit
drei Reihenweiten im Trockengebiet
Die Bodenkultur, Sonderheft Nr. 7,
94 - 106

Lebenslauf:

Am 10. Juli 1952 wurde ich, Heinz Große Hokamp, als Sohn des Landwirts Bernhard Große Hokamp und seiner Ehefrau Bernhardine in Ostbevern bei Münster in Westfalen geboren.

Meine Schulausbildung begann mit dem Besuch der kath. Volksschule Ostbevern von 1959 bis 1964. Hiernach besuchte ich das Gymnasium Johanneum in Ostbevern, das ich 1969 mit der mittleren Reife verließ, um eine landwirtschaftliche Lehre aufzunehmen. Nach dem Abschluß dieser Lehrzeit mit dem landwirtschaftlichen Gehilfenbrief absolvierte ich von 1971 bis 1974 die Fachhochschule für Landbau in Soest, die mit der Graduierung zum Ingenieur für Landbau abschloß. Es folgte eine 4 jährige Beschäftigung als technischer Angestellter für das Versuchswesen bei Professor Dr. Brinkmann am Institut für Landtechnik der Universität Bonn mit dem Schwerpunkt Saat- und Erntetechnik im Zuckerrübenbau.

Zum Sommersemester 1978 immatrikulierte ich mich an der landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kiel in der Fachrichtung Pflanzenproduktion. Nach Abschluß dieses Studiums mit dem Diplom bin ich seit dem 15. September 1980 als wissenschaftlicher Mitarbeiter von Professor Dr. K.U. Heyland am Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl für speziellen Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Bonn mit der Anfertigung der vorliegenden Arbeit beschäftigt.