

1 Einleitung

Die intensive Landnutzung durch landwirtschaftliche Pflanzenproduktion hat Folgewirkungen, die zunehmend in das politische Blickfeld gerückt sind und zur Entwicklung eines landwirtschaftlichen Leitbildes geführt haben (GUTSCHE 1997). Dieses Leitbild hat eine nachhaltige Produktion zum Ziel, die ökonomische, ökologische und soziale Komponenten miteinander vereinigt (ISERMANN & ISERMANN 1997).

Für die Sicherung einer nachhaltigen Pflanzenproduktion ist die Wahl des Bodenbearbeitungsverfahrens ein maßgebliches Element. Durch die Bodenbearbeitung werden bei der Marktfruchtproduktion in besonderem Maß ökonomische und ökologische Komponenten beeinflusst, so dass deren Bewertung unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit von besonderer Bedeutung ist.

Die Auswirkungen dauerhaft pflugloser Bodenbearbeitung, als Alternative zur konventionellen Bodenbearbeitung mit dem Pflug, werden seit den sechziger Jahren in Deutschland wissenschaftlich untersucht (KAHNT 1969, BAEUMER et al. 1971). Zahlreiche seitdem erzielte Versuchsergebnisse machen deutlich, dass sich mit diesen Verfahren zumeist ein vergleichbarer Ertrag wie mit der pflügenden Bearbeitung erzielen lässt (MÄRLÄNDER 1978, EHLERS & CLAUPEIN 1994, TEBRÜGGE 1994, SOMMER & ZACH 1993, HOFFMANN et al. 1996, HOFFMANN & KOCH 1998).

In der ökonomischen Bewertung von Bodenbearbeitungsverfahren zeichnen sich pfluglose Verfahren vor allem durch verringerte Maschinen- und Arbeitskosten für die Bearbeitung und Bestellung aus (TEBRÜGGE 1994, HOLLMANN 1994, LINKE 1998, STEPHAN 1999). Insbesondere die konsequente Betriebsumstellung auf dauerhaft pfluglose Bodenbearbeitung bietet enorme betriebswirtschaftliche Rationalisierungsmöglichkeiten (BECKER 1997). Dieses Einsparpotenzial wird zukünftig für eine ökonomisch rentable Pflanzenproduktion an Bedeutung gewinnen, da Kostenreduzierungen in anderen Bereichen der Produktion im wesentlichen ausgeschöpft sind (KÖLLER 1994, BRAATZ & JOCHIMSEN 1997) und Mindererlöse durch den biologisch-technischen Fortschritt nicht immer ausgeglichen werden.

In ökologischer Hinsicht sind für die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion mehrere Bereiche von besonderer Bedeutung.

Aus der Tatsache der Endlichkeit fossiler Energieträger ergibt sich auch für die Landwirtschaft die Notwendigkeit, nicht erneuerbare Energieträger sparsamer und

effizienter zu nutzen. Eine Möglichkeit dazu können pfluglose Bodenbearbeitungsverfahren bieten, da mit der verminderten Eingriffsintensität in den Boden eine Energieeinsparung realisiert werden kann. Zur Quantifizierung dieser Zusammenhänge sind Energiebilanzen nutzbar. Mit ihrer Hilfe ist eine vergleichende Effizienzbeurteilung der Energienutzung verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren möglich.

Auch die Bodenerosion ist ein Umweltproblem von globaler Bedeutung. Weltweit sind annähernd 30 % des kultivierten Landes von Bodenerosionsprozessen betroffen (DAVIDSON 1999). Durch die Erosion kommt es zum Verlust von Boden, der das grundlegende landwirtschaftliche Produktionsmittel darstellt. Mit dem Ziel der Abwehr von schädlichen Bodenveränderungen wurde in Deutschland das Bundesbodenschutzgesetz erlassen (BBODSCHG 1998). Darin ist formuliert, dass zur nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und der Leistungsfähigkeit des Bodens unter anderem Bodenabträge möglichst zu vermeiden sind. Dazu können pfluglose Bodenbearbeitungsverfahren einen bedeutenden Beitrag leisten (PACKER et al. 1982, FISCHER et al. 1995; KWAAD et al. 1998).

Hauptziel der vorliegenden Arbeit war es, verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren im Hinblick auf ihre pflanzenbaulichen, ökonomischen und ökologischen Leistungen zu vergleichen und dadurch eine zusammenfassende Bewertung hinsichtlich ihres Beitrags zur nachhaltigen Pflanzenproduktion vorzunehmen.

Bisher wurden Versuche zur reduzierten Bodenbearbeitung methodisch entweder durch Parzellenversuche mit geringer Größe je Einzelparzelle oder auf der Ebene von Betriebsvergleichen durchgeführt. Die Aussagekraft von Parzellenversuchen ist für pflanzenbauliche Parameter durch die Anlage von Wiederholungen sehr hoch, jedoch durch den Einsatz spezieller Versuchstechnik für eine ökonomische Bewertung eingeschränkt. Demgegenüber sind Betriebsvergleiche durch eine hohe Aussagekraft für die ökonomische Bewertung der jeweiligen Betriebseinheit gekennzeichnet. Für den Vergleich zwischen Betriebseinheiten oder Produktionsverfahren liegen jedoch ceteris paribus Bedingungen nicht vor. Ein derartiger Vergleich bedarf aus diesem Grund besonderer Interpretation.

In dieser Arbeit sollte deshalb darauf aufbauend ein methodischer Ansatz gewählt werden, der einen Vergleich von Bodenbearbeitungsverfahren bei betriebsüblichem Maschineneinsatz ermöglicht und gleichzeitig eine hohe Aussagekraft der Ergebnisse gewährleistet. Dazu wurde seit 1994, mit der Konzeption neunjähriger

Versuchsdauer, an klimatisch und bodenkundlich unterschiedlichen Standorten Süd- und Ostdeutschlands ein Feldversuch mit vier dauerhaft differenzierten Bodenbearbeitungsverfahren unter Verwendung betriebsüblicher Maschinenteknik auf Großparzellen durchgeführt. Durch eine dreijährige Fruchtfolge wird so ein direkter Vergleich pflanzenbaulicher Parameter mit maximal 27 Wiederholungen (drei Rotationen an neun Standorten) möglich sein. Ökonomische Analysen der Ist-Situation können sofort und ökologische Bewertungen je nach Parameter sofort oder zu Versuchsende erfolgen.

Aufbauend auf der Arbeit von BECKER (1997) für die Versuchsjahre 1994-1996 konnte die pflanzenbaulich-ökonomische Analyse um drei Versuchsjahre bis 1999 und um die Fruchtart Sommergerste erweitert werden. Zusätzlich wurde auf Grundlage der Versuchsdaten eine Energiebilanz umfassend für die verschiedenen Bodenbearbeitungsverfahren erstellt sowie modellhaft eine Simulation des Bodenabtrags in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung und Topographie an einem dafür besonders charakteristischen Standort vorgenommen.

Im Einzelnen soll der Einfluss der Bodenbearbeitungsverfahren auf folgende Parameter untersucht werden:

- Ertrag, Ertragskomponenten und Qualität von Zuckerrüben, Winterweizen und Sommergerste
- Rentabilität der Produktionsverfahren Zuckerrüben, Winterweizen und Sommergerste
- Energiebilanz der Produktionsverfahren Zuckerrüben und Winterweizen
- Bodenerosion durch Wasser im Produktionsverfahren Zuckerrüben.

2 Material und Methoden

2.1 Charakterisierung der Versuchsstandorte

Mit der Anlage der Versuche wurde 1990 an den Standorten Gieshügel und Grombach begonnen. 1991 wurde die Versuchsserie um die Standorte Einsiedel, Insultheim, Sailtheim und Tückelhausen (Tückelhsn.), 1992 um die Standorte Friemar, Lüttewitz und Salzmünde und 1997 um den Standort Zschortau erweitert, während Tückelhausen 1999 nach Ernte der Hauptfrucht aus der Versuchsserie ausschied. Die Versuchsanlagen befanden sich damit 1999 im dritten (Zschortau) bzw. mindestens im achten Versuchsjahr. Die Standorte liegen in typischen Ackerbauregionen Süd- und Ostdeutschlands und weisen unterschiedliche Bodenverhältnisse auf (BIOPLAN 1997, TEIWES 1997). Die Spanne der **Bodentypen** reicht von Parabraunerde-Pseudogley und Parabraunerde über Braunerde-Schwarzerde, Auenschwarzerde bis zu Schwarzerde mit Ackerzahlen zwischen 47 und 85 (Tab. 1).

Tab. 1: Standortbeschreibende Kenngrößen der Versuchsstandorte

Ort	Region	Höhe über NN [m]	Bo-den-art*	Bodentyp	Ackerzahl
Gieshügel	Unterfranken	325	Ut4	Parabraunerde/Braunerde	47
Grombach	Kraichgau	270	Ut3	Parabraunerde/Pararendzina	68
Einsiedel	Schwäbische Alb	480	Ut3	Parabraunerde-Pseudogley	58
Insultheim	Rheinebene	95	Ut4	Auenschwarzerde	72
Sailtheim	Tauber-Bauland	360	Ut4	Parabraunerde/Braunerde	54
Tückelhsn.	Ochsenfurter Gau	270	Ut4	Parabraunerde	75
Friemar	Thüringer Becken	310	Ut4	Braunerde-Schwarzerde	80
Lüttewitz	Lommatzscher Pflege	290	Ut3	Parabraunerde	75
Salzmünde	Hallesches Ackerland	140	Ut2	Schwarzerde	85
Zschortau	Leipziger Land	110	Slu	Parabraunerde-Pseudogley	66

* Bezeichnung nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (ARBEITSGRUPPE BODEN 1994)

Die Standorte Grombach, Einsiedel, Tüchelhausen, Friemar, Lüttewitz und Salzmünde sind hinsichtlich der Bodenart durch hohe Schluffanteile und damit leichte Bearbeitbarkeit gekennzeichnet. Der Boden am Standort Zschortau kann ebenfalls zu den leicht bearbeitbaren Böden gezählt werden, ist allerdings durch einen höheren Sandanteil geprägt. Gieshügel und Sailtheim weisen demgegenüber teilweise tonig-lehmige und damit schwer bearbeitbare Teilflächen auf. Ebenfalls schwer bearbeitbar ist der Standort Insultheim, da dort ein hoher Tonanteil bei mittlerem Schluffgehalt vorliegt.

Zur Charakterisierung der **Witterung** der Versuchsstandorte wurden die Witterungsdaten von nahegelegenen Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes herangezogen (DWD 1993-1999). Diese in Tab. 2 aufgeführten Daten beziehen sich auf den Zeitraum von Oktober des Vorjahres bis zum September des Erntejahres. Dabei zeigen die Werte des langjährigen Mittels von 1961-1990, dass sich die Versuchsstandorte sowohl hinsichtlich der mittleren Jahresdurchschnittstemperatur als auch der mittleren Jahresniederschlagssumme unterscheiden. So variiert die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur von 10,4 °C am wärmsten Standort (Insultheim) bis zu 7,8 °C am kältesten Standort (Friemar). Im langjährigen Mittel fallen in Grombach und Einsiedel etwa 800 l m⁻² Niederschlag, in Sailtheim etwa 700 l m⁻² und in Gieshügel, Insultheim, Tüchelhausen und Lüttewitz etwa 600 l m⁻². Friemar, Salzmünde und Zschortau sind mit einem Niederschlag von etwa 500 l m⁻² als Trockenstandorte zu bezeichnen.

Die Witterungsbedingungen im Versuchszeitraum von 1994-1999 unterschieden sich teilweise deutlich vom langjährigen Mittel (Tab. 2). An allen Standorten konnte im Versuchszeitraum eine um 0,4 bis 1,0 °C höhere Jahresdurchschnittstemperatur gegenüber dem langjährigen Mittel festgestellt werden. Die mittlere Jahresniederschlagssumme der Jahre 1994-1999 war mit Ausnahme des Standortes Einsiedel an allen Standorten zwischen 7 und maximal 127 l m⁻² gegenüber dem langjährigen Mittel erhöht. Einsiedel wies im Versuchszeitraum einen um 51 l m⁻² niedrigeren Jahresniederschlag im Vergleich zum langjährigen Mittel auf.

Tab. 2: Witterungsdaten der Versuchsstandorte (DWD 1993-1999)

Ort	Temperatur, Mittel Okt. - Sep.			Niederschlag, Mittel Okt. – Sep.		
	1961-'90 [°C]	1994-'99 [°C]	Differenz [°C]	1961-'90 [l m ⁻²]	1994-'99 [l m ⁻²]	Differenz [l m ⁻²]
Gieshügel	9,1	9,7	+ 0,6	602	609	+ 7
Grombach	9,3	10,3	+ 1,0	776	837	+ 61
Einsiedel	8,3	9,0	+ 0,7	837	786	- 51
Insultheim	10,4	11,0	+ 0,6	588	715	+ 127
Sailtheim	8,6	9,3	+ 0,7	709	789	+ 80
Tückelhsn.	9,1	9,5	+ 0,4	630	655	+ 25
Friemar	7,8	8,2	+ 0,4	517	543	+ 26
Lüttewitz	8,6	9,2	+ 0,6	572	620	+ 48
Salzmünde	8,8	9,5	+ 0,7	487	533	+ 46
Zschortau	8,8	9,7*	+ 0,9	512	537*	+ 25

* Mittel 1996-1999

2.2 Versuchsdurchführung

2.2.1 Versuchsanlage, Fruchtfolge und Bodenbearbeitungsverfahren

An allen Standorten wurde der Versuch als Blockanlage ohne Wiederholung angelegt, indem ein hinsichtlich der Bodenverhältnisse möglichst homogener Schlag in einer Größe von 12 - 40 ha in vier etwa gleich große Parzellen aufgeteilt wurde.

Zum Anbau kam in einer dreigliedrigen Fruchtfolge die Zuckerrübe stets vor Winterweizen (Anh. 1). Eine Ausnahme stellten die Versuche Sailtheim und Tückelhausen im Erntejahr 1999 dar, bei denen 1998 nach Zuckerrüben (ZR) auf Grund widriger Witterungsbedingungen kein Winterweizen gesät werden konnte und statt dessen Sommerweizen angebaut wurde. Als dritte Frucht folgte standort- und jahresspezifisch wechselnd eine Körnerfrucht (Getreide oder Körnerleguminose). Im Zeitraum der Versuchsdurchführung 1997-1999 wurde dabei ausschließlich Winterweizen oder Sommergerste angebaut, so dass sich die Ergebnisdarstellung neben Zuckerrüben auf diese Früchte und den folgenden Winterweizen beschränkt. Vor Zuckerrüben wurde, wenn die Boden- und Witterungsbedingungen es zuließen, Gelbsenf als Zwischenfrucht angebaut.

In die dargestellten Ergebnisse gehen 17 Versuche mit Zuckerrüben, 21 Versuche mit Winterweizen und 5 Versuche mit Sommergerste ein. Die Sommergerste stand in der Rotation ausschließlich nach Winterweizen. In den 21 Versuchen mit Winterweizen wurde dieser in 15 Fällen nach Zuckerrüben, in 4 Fällen nach Winterweizen und bedingt durch die Fruchtfolgeumstellung zu Versuchsbeginn in jeweils einem Fall nach Ackerbohnen bzw. Körnermais angebaut. Eine getrennte Darstellung der Versuchsergebnisse des Winterweizens zur Ertragshöhe in Abhängigkeit der Vorfrucht wurde nicht vorgenommen, weil deren Aussagekraft auf Grund der geringen Anzahl der Versuche eingeschränkt und wegen geringer Differenzen sachlich nicht geboten ist.

Durch witterungs- und standortbedingte bzw. anbautechnische Besonderheiten konnten im Zeitraum von 1994-1999 sechs Versuche nicht ausgewertet werden. Die Versuche in Sailtheim 1994 (Sommergerste) und Grombach 1995 (Winterweizen) wurden durch Hagel geschädigt. Wegen starker Ungleichmäßigkeit der Bodengüte wurden die Versuche in Gieshügel 1994 (Winterweizen) und Sailtheim 1995 (Zuckerrüben) nicht ausgewertet. Die Ertragsermittlung wurde auf diesen Standorten in den folgenden Versuchsjahren ausschließlich auf Teilschlägen mit möglichst ähnlicher Bodengüte durchgeführt (BIOPLAN 1997, TEIWES 1997). In Einsiedel 1997 (Zuckerrüben) war eine Versuchsauswertung durch Rizomaniabefall in Verbindung mit dem Anbau einer anfälligen Sorte nicht möglich und in Zschortau 1998 (Triticale) musste der Versuch wegen technischer Probleme bei der Aussaattechnik verworfen werden.

Zu jeder Frucht wurden vier verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren angewendet (Tab. 3). Die Variante Pflug war durch eine jährlich ca. 25-30 cm tiefe, wendende Grundbodenbearbeitung gekennzeichnet. In der Variante Locker wurde demgegenüber eine nichtwendende lockernde Grundbodenbearbeitung auf 20-30 cm Tiefe durchgeführt. Im Verfahren Mulch wurde der Boden auf maximal 10 cm Tiefe bearbeitet. In den Verfahren Pflug, Locker und Mulch wurden grundsätzlich Stoppelbearbeitung (in der Regel zwei Bearbeitungsgänge) und Saatbettbereitung durchgeführt, während in der Direktsaat bei Versuchsbeginn keinerlei Bodenbearbeitung erfolgte. Die Erfahrungen der Versuchsjahre 1994 und 1995 mit unzureichenden Bestandesdichten bei Zuckerrüben führten zu einer Anpassung im Verfahren Direktsaat. Ab 1996 wurde je nach Bedarf einmalig in der Fruchtfolge vor Zuckerrüben eine flache Bodenbearbeitung bei Aussaat der Zwischenfrucht bzw. vor

Tab. 3: Zu allen Hauptfrüchten durchgeführte Maßnahmen der Bodenbearbeitung in den geprüften Bodenbearbeitungsverfahren

Maßnahme	Bodenbearbeitungsverfahren			
	Pflug	Locker	Mulch	Direktsaat
Stoppelbearbeitung	+	+	+	-
Grundbodenbearbeitung	+ ¹	+ ²	-	-
Saatbettbereitung	+	+	+	-(+ zu ZR)
Saat	+	+	+	+

+ = Maßnahme wird durchgeführt; - = Maßnahme unterbleibt

¹ = wendend mit Pflug; ² = lockernd mit Flügel- oder Meißelschar

der Aussaat der Zuckerrüben zugelassen, um eine befriedigende Bodenbedeckung des Saatgutes zu erreichen und vorhandene Spuren einzuebnen.

Dabei wurde über die Notwendigkeit, das geeignete Gerät sowie den Zeitpunkt entsprechend der Bodenstruktur, der Strohverteilung und der vorhandenen Spuren flexibel entschieden. Eine Bearbeitungstiefe von maximal 3 cm wurde stets eingehalten.

Alle Bearbeitungsgänge wurden mit praxisüblicher Maschinenteknik durchgeführt, wobei auf Grund der weiten Entfernungen zwischen den Versuchsstandorten nicht an jedem Ort die gleiche Bearbeitungs- und Bestelltechnik eingesetzt werden konnte. In Abhängigkeit vom Standort wurden dementsprechend unterschiedliche Geräte zur Stoppelbearbeitung (Spatenrollegge, Scheibenegge oder Schwergrubber) eingesetzt. Die Aussaat der Zuckerrüben erfolgte an allen Standorten und in allen Bodenbearbeitungsverfahren mittels Einzelkornsäegeräten mit Mulchsaateinrichtung (Fa. Kleine und Fa. Accord). Die Direktsaat des Winterweizens wurde mit speziellen Direktsaatmaschinen mit Schneidscheiben bzw. Meißelscharen (Fa. John Deere und Fa. Amazone) vorgenommen. Die an den einzelnen Standorten zur jeweiligen Frucht eingesetzte Maschinenteknik sowie die zeitliche Reihenfolge aller Bearbeitungs- und Anbaumaßnahmen ist Anh. 9 bis 51 zu entnehmen.

Die Aussaat der Versuche erfolgte an allen Standorten stets im Beisein des Versuchsanstellers. Kritische Entscheidungen zur Durchführung bestimmter Anbaumaßnahmen fielen, wo notwendig, mit dem Vorrang der Vergleichbarkeit der Standorte.

2.2.2 Grundsätze der Bestandesführung

Bei der Aussaat der Zuckerrüben wurde die Ablageentfernung im Verfahren Direktsaat gegenüber den anderen Verfahren (überwiegend 19 cm) um 2 cm verringert, weil erfahrungsgemäß ein niedrigerer Feldaufgang bedingt durch hohe Mengen an Ernterückständen bzw. verhärteten Boden zu erwarten war. Der Pflanzenschutz wurde auf Basis der Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes betriebsüblich und am Standort soweit wie möglich über alle Bodenbearbeitungsverfahren einheitlich durchgeführt. Verfahrensspezifische Anpassungen waren jedoch beim Einsatz von Herbiziden, Molluskiziden und Rodentiziden erforderlich und wurden standort- und jahresspezifisch vorgenommen. Die mineralische Stickstoffdüngung der Zuckerrüben wurde nach EUF-Düngeempfehlung vorgenommen. Die Düngehöhe war am Standort über die Verfahren einheitlich hoch und betrug zwischen 20 und 178 kg N ha⁻¹ in Abhängigkeit von Standort und Jahr.

Winterweizen und Sommergerste wurde in allen Bodenbearbeitungsverfahren in gleicher Saatstärke ausgesät. Der Pflanzenschutz wurde standortspezifisch an die Befallssituation angepasst und soweit wie möglich einheitlich in allen Bodenbearbeitungsverfahren durchgeführt. Gegebenenfalls wurde der Einsatz von Herbiziden, Molluskiziden und Rodentiziden zwischen den Varianten variiert. Die mineralische Stickstoffdüngung wurde betriebsüblich durchgeführt und betrug beim Winterweizen zwischen 125 und 190 kg N ha⁻¹ und bei Sommergerste zwischen 40 und 95 kg N ha⁻¹. Die Stickstoffdüngung erfolgte am jeweiligen Standort grundsätzlich in allen Varianten in gleicher Höhe.

2.2.3 Erhebungen zu Feldaufgang, Bestandesdichte und Ertragskomponenten

Die Bestandesdichte von Zuckerrüben wurde je Bodenbearbeitungsverfahren auf 30 diagonal auf der Großparzelle angeordneten Zählstrecken je 12 m Länge (3 nebeneinander liegende Reihen von jeweils 4 m Länge) im 4- bis 6-Blattstadium der Pflanzen durch Zählung ermittelt. Der Feldaufgang wurde berechnet, indem die ermittelte Bestandesdichte auf die Sollpflanzenzahl bezogen wurde.

Die Bestimmung der Pflanzendichte des Getreides erfolgte ebenfalls an 30 diagonal über die Großflächen angeordneten Zählstellen. Dabei wurde die Anzahl Pflanzen auf einer 0,2 m² großen Fläche in zwei Reihen im Stadium zwischen BBCH 13 und

BBCH 21 ermittelt. Analog dazu erfolgte die Bestimmung der Ährendichte. Die Kornzahl pro Ähre wurde aus Ährendichte, Tausendkornmasse und Kornertrag berechnet.

2.2.4 Ertrag und Qualität von Zuckerrüben, Winterweizen und Sommergerste

Zur Beerntung der **Zuckerrüben** wurden an allen Standorten zunächst die Vorgewende sowie zwölf Rendreihen von jeder Großparzelle entfernt. Danach wurde die verbliebene Fläche einer Bodenbearbeitungsparzelle von Hand vermessen und mit selbstfahrender sechsstufiger Zuckerrübenerntetechnik (Fa. Holmer oder Fa. Herriau) geerntet. Die Rüben jeder Großparzelle wurden am Feldrand separat gelagert. Bei Ablieferung in der Zuckerfabrik erfolgte, nach Varianten getrennt, die Gewichtsbestimmung und die Abnahme einer repräsentativen Teilprobe zur Bestimmung der äußeren und inneren Qualität der Rüben.

Die Leistungsparameter der Zuckerrübe wurden nach WINNER (1981) definiert. Die Berechnung des Standardmelasseverlustes als Parameter der technologischen Qualität erfolgte nach BUCHHOLZ et al. (1995). Für die Ertragsserhebung der Versuche Gieshügel 1996 (Zuckerrüben) und Sailtheim 1998 (Zuckerrüben) wurde auf Grund inhomogener Bodenverhältnisse bzw. ungünstiger Bedingungen bei der Maschinen-ernte eine Handernte durchgeführt. Dazu wurden je Großparzelle auf einer Teilfläche mit homogenen Bodenbedingungen vierfach wiederholt dreireihige Parzellen mit 10,8 m² (per Hand) beerntet. Das Erntegut wurde am Institut für Zuckerrübenforschung gewaschen, gewogen und auf innere Qualität untersucht (GLATTKOWSKI & MÄRLÄNDER 1993). Der ermittelte Ertrag wurde anschließend um Rode- und Reinigungsverluste reduziert (BRINKMANN 1980) und auf die Großflächen hochgerechnet.

Winterweizen und **Sommergerste** wurden mit praxisüblichen Mähdreschern nach Großparzellen getrennt geerntet. Dazu wurden an allen Standorten zunächst die Vorgewende und anschließend von jeder Bodenbearbeitungsvariante ein Rand in Mähdrescherschnittbreite (5-6 m) entfernt. Nach Ausmessung der verbliebenen Fläche erfolgte die maschinelle Beerntung. Nach separater Wiegung des Erntegutes wurde eine repräsentative Probe zur Bestimmung des Wassergehaltes gezogen. Weiterhin wurden an dieser Probe alle maßgeblichen Qualitätsparameter ermittelt. Diese waren bei Winterweizen Wassergehalt, Proteingehalt, Fallzahl, Sedimentationswert und Tausendkornmasse. Bei Sommergerste wurden Wassergehalt, Proteingehalt, Hektolitergewicht und der Vollkornanteil (Anteil Körner > 2,5 mm) be-