21.0 PRECHT, M., KAUFMANN, B., VOIT, K., WACHINGER, R.: Ein Programmsystem zur Erfassung, Speicherung und Auswertung von Feldversuchsdaten auf Mikrocomputern

21.1 Einleitung

Feldversuche werden heutzutage vornehmlich auf Großrechenanlagen ausgewertet. Entsprechende Daten werden während der Vegetationsperiode und nach der Ernte in konventioneller Weise erfaßt und dann über Lochkarten bzw. Bildschirmgeräte in den Rechner eingegeben und ausgewertet. Dieses Vorgehen erfordert in gewissem Maße eine zentrale Datenerfassung und Auswertung, was in vielen Fällen Nachteile mit sich bringt. Der Versuchsansteller will z.B. bereits zu frühen Zeitpunkten während der Vegetationsperiode Auswertungen oder Teilauswertungen durchführen, um gegebenenfalls über den Fortgang der Experimente anders zu entscheiden. Dies ist jedoch bei der bisherigen Praxis nicht möglich. So liegt es nahe, nach Wegen zu suchen, die Erfassung und die Auswertung von Feldversuchen unmittelbar an den Ort des Geschehens zu verlagern. Hier bietet sich eindeutig die Verwendung eines Micro-Rechners oder Personalcomputers an. Der fortschreitende Trend in der Leistungsfähigkeit und im Preisleistungsverhältnis dieser Kleinrechner rechtfertigt nach unserer Meinung die Erstellung eines Auswertungssystems für pflanzenbauliche Feldversuche auf Micro-Rechnern.

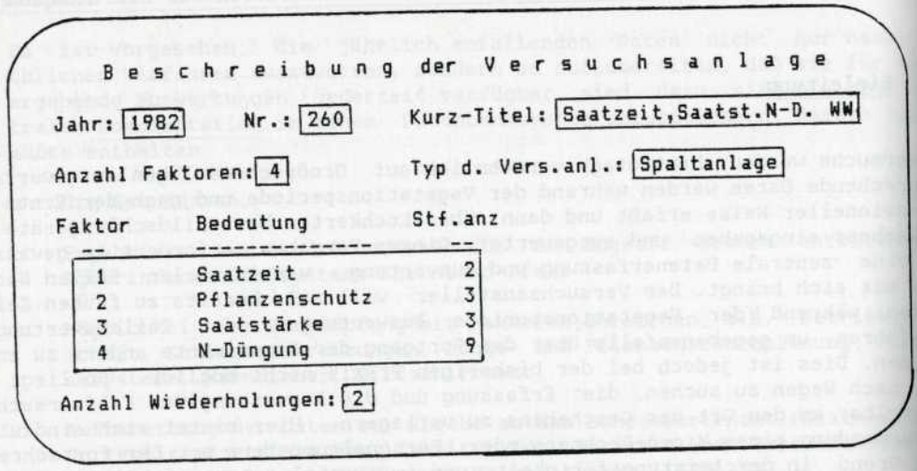
Die entsprechenden Arbeiten zu unserem System VESAM (Versuchsdaten-Erfassung, -Speicherung und -Auswertung auf Microcomputer) begannen auf einem Kontron PSI80 Microcomputer mit 64 KB und zwei Floppy-Disk-Laufwerken zu je 300 KB. Mittlerweile sind Bemühungen im Gange, dieses Programmsystem auch auf dem IBM-Personalcomputer und der großen Zahl anderer IBM-kompatibler Geräte laufen zu lassen.

Das System VESAM bietet folgende Möglichkeiten:

- Eingabe und Speicherung von Versuchsbeschreibungen und Versuchsdaten.
- Ausgabe von Versuchsbeschreibungen und Versuchsdaten in verschiedenen vom Benutzer wählbaren Formen, Tabellen und Listen.
- Die statistische Auswertung in Form von entsprechenden Varianzanalysen und Mittelwertsvergleichen der einzelnen Versuche, sowie Ausgabe der Ergebnisse in Form von übersichtlichen Tabellen der Varianzanalyse, der Mittelwertsvergleiche, sowie graphische Darstellung von Wechselbeziehungen.
- Editiermöglichkeiten zur Änderung bzw. Korrektur von Versuchsbeschreibungen bzw. Versuchsdaten.

Die Auswertung soll möglich sein für faktorielle Blockanlagen, Spaltanlagen, lateinische Recktecke und Quadrate sowie Gitteranlagen. Für die Datenspeicherung wurde als wesentliche Voraussetzung ein Datenmanagement konzipiert, mit dessen Hilfe größere Versuchsdatenmengen trotz des knappen Arbeitsspeichers (z.B. ca. 20 KB für die reine Datenhaltung auf dem PSI80-Rechner) und der langsamen Diskettenlaufwerke verarbeitet werden können. Abbildung 1 auf Seite 218).

Das System ist sehr benutzerfreundlich konzipiert und arbeitet mit der sog. Menütechnik. Der Benutzer des Systems braucht weder Programmierkenntnisse, noch Kenntnisse über Programmsysteme und Kleincomputer. Alle notwendigen Eingaben



B e s c h r e i b u n g d e r V e r s u c h s a n l a g e

Jahr: 1982 Nr.: 260 Kurz-Titel: Saatzeit,Saatst.N-D. WW

Anzahl Faktoren: 4 Typ d. Vers.anl.: Spaltanlage

Faktor	Bedeutung	Stf.anz
1	Saatzeit	2
2	Pflanzenschutz	3
3	Saatstärke	3
4	N-Düngung	9

Anzahl Wiederholungen: 2

Abbildung 1: Beschreibung der Versuchsanlage

werden dem Benutzer des Systems auf dem Bildschirm in Form von Menüs vorgeschlagen und er wird aufgefordert, seine entsprechenden Eingaben zu machen. Im folgenden soll diese Benutzerführung etwas ausführlicher dargestellt werden.

21.2 Darstellung des Systems

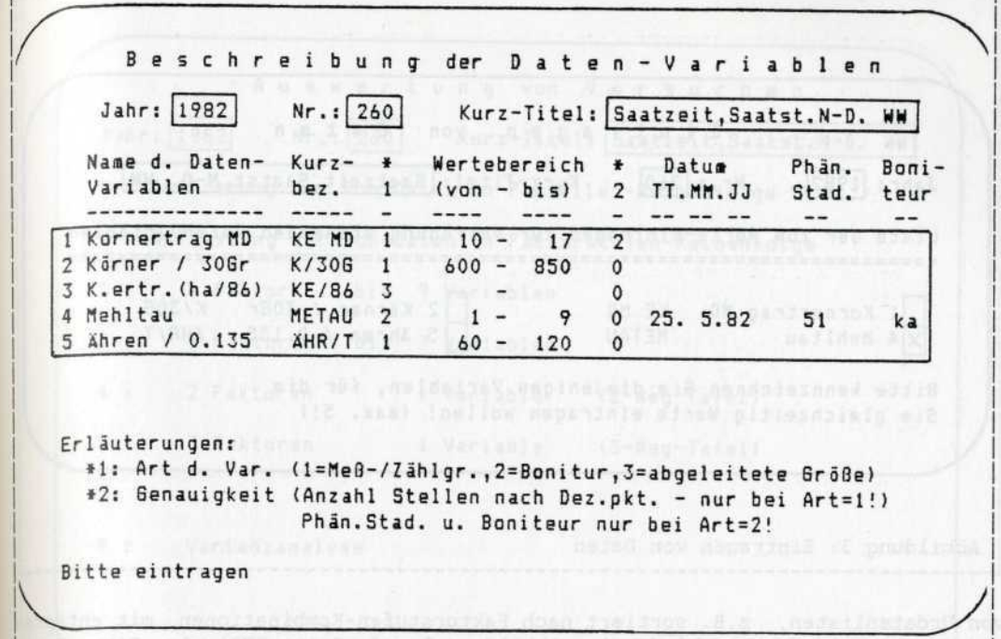
Aus der Sicht des Benutzers wird kurz das System beschrieben, wie es im Dialog, der grundsätzlich mittels Bildschirmmasken geführt wird, abläuft. Hierbei wird in 'chronologischer' Reihenfolge vorgegangen.

Als erstes ist ein Versuch dem System bekanntzumachen; man nennt dies Katalogisieren. Der Benutzer wird aufgefordert, einen Versuch durch Angabe von Jahr und Versuchsnummer eindeutig zu identifizieren. Zusätzlich wird ein Text als Kurztitel des Versuches im Versuchskatalog gespeichert.

Die katalogisierten Versuche sind dann in Hinsicht auf Versuchsanlage und zugehörige Datenvariablen zu beschreiben.

Zur Versuchsanlagenbeschreibung sind in der nachfolgend dargestellten Bildschirmmaske die Faktorenanzahl, die Zahl der Wiederholungen, der Versuchstyp sowie die Stufenanzahl und Bedeutung der einzelnen Faktoren einzutragen.

Anschließend werden die Stufenbedeutungen für die spezifizierten Faktoren erfragt. Abgeschlossen wird die Versuchsanlagenbeschreibung durch die Eingabe der sog. Parzellenzuordnung. Hier wird festgelegt, welche Variante jeweils auf welcher Parzelle angebaut ist. Damit wird ermöglicht, daß später beim Erfassen von Werten, z.B. Bonituren, diese einfach in der Reihenfolge einzugeben sind, wie sie auf dem Feld anfallen.



B e s c h r e i b u n g d e r D a t e n - V a r i a b l e n

Jahr: 1982 Nr.: 260 Kurz-Titel: Saatzeit,Saatst.N-D. WW

	Name d. Daten-Variablen	Kurzbez.	* 1	Wertebereich (von - bis)	* 2	Datum TT.MM.JJ	Phän. Stad.	Bonitteur
1	Kornertrag MD	KE MD	1	10 - 17	2			
2	Körner / 30Gr	K/30G	1	600 - 850	0			
3	K.ertr.(ha/86)	KE/86	3	-	0			
4	Mehltau	METAU	2	1 - 9	0	25. 5.82	51	ka
5	Ähren / 0.135	ÄHR/T	1	60 - 120	0			

Erläuterungen:
*1: Art d. Var. (1=Meß-/Zählgr.,2=Bonitur,3=abgeleitete Größe)
*2: Genauigkeit (Anzahl Stellen nach Dez.pkt. - nur bei Art=1!)
Phän.Stad. u. Bonitteur nur bei Art=2!

Bitte eintragen

Abbildung 2: Beschreibung der Daten-Variablen

Die zu einem Versuch gehörenden Datenvariablen sind gemäß der Bildschirmmaske in Abbildung 2 zu beschreiben.

Man unterscheidet drei verschiedene Arten solcher Datenvariablen: Meß- oder Zählgrößen (etwa 'Ertrag/Parzelle' oder 'Kornzahl/Ähre'), Bonituren und abgeleitete Größen (z.B. 'Ertrag in dt/ha bei normierter Trockensubstanz'). Um nachher beim Werteerfassen sofortige Plausibilitätskontrollen durchführen zu können, ist die Angabe eines zulässigen Wertebereiches vorgesehen. Zur leichteren Unterscheidung und besseren Vergleichbarkeit bei Bonitierungen wird das phänologische Stadium festgehalten. Bei abgeleiteten Größen können zwei bereits definierte Datenvariable mit skalaren Konstanten und den vier Grundrechnungsarten verknüpft werden; so sind stufenweise beliebig komplizierte Umrechnungen möglich.
Die im Laufe der Vegetationsperiode zu einem Versuch anfallenden Werte können sodann kontinuierlich erfaßt werden.

Wie aus dem Bildschirmabbild (Abbildung 3 auf Seite 220) ersichtlich, werden die zur Erfassung zur Verfügung stehenden Datenvariablen aufgelistet. Für bis zu fünf davon können dann gleichzeitig die Werte eingegeben werden; und zwar einfach in der Parzellenreihenfolge, wie sie auf dem Feld ermittelt worden sind. Zu welcher Versuchsvariante ein Wert gehört, ist aufgrund der früher getroffenen Parzellenzuordnung dem System bekannt. Beim Erfassen wird der Dezimalpunkt, sofern er vorhanden ist, gemäß der jeweiligen Datenvariablenbeschreibung automatisch gesetzt. Ebenso werden die außerhalb des definierten Bereiches liegenden Werte zurückgewiesen.

Zur Auswertung der erfaßten Daten bietet das System die in Abbildung 4 auf Seite 221 dargestellten Möglichkeiten der tabellarischen Darstellung in Form

```
                    E i n t r a g e n   von   D a t e n

Jahr: [1982]     Nr.: [260]     Kurz-Titel: [Saatzeit,Saatst.N-D. WW]

Liste der zum Werte-Eintragen zur Verfügung stehenden Datenvariablen
=====================================================================

[ ] 1 Kornertrag MD    KE MD          [ ] 2 Körner / 30Gr    K/30G
[X] 4 Mehltau          METAU          [ ] 5 Ähren / 0.135    ÄHR/T

Bitte kennzeichnen Sie diejenigen Variablen, für die
Sie gleichzeitig Werte eintragen wollen! (max. 5!)
```

Abbildung 3: Eintragen von Daten

von Urdatenlisten, z.B. sortiert nach Faktorstufen-Kombinationen mit entsprechender Mittelwertsbildung (vgl. Abbildung 5 auf Seite 222) als Ein-, Zwei- oder Dreiwegetafeln (vgl. Abbildung 6 auf Seite 223) sowie die Durchführung einer varianzanalytischen Verrechnung (vgl. Abbildung 7 auf Seite 224).

21.3 Eigenschaften des Systems

Die Möglichkeiten, wie sie unter 2. beschrieben sind, werden von einer Reihe von Programm-Modulen realisiert. All diese Programme, sowie der Versuchskatalog und die notwendigen Betriebssystem-Dateien sind auf einer einzigen Diskette, der sog. System-Diskette untergebracht. Diese hat der Benutzer zum Beginn seiner Arbeit mit dem System in ein Diskettenlaufwerk zu legen und den Rechner einzuschalten; das System VESAM startet sich dann automatisch und führt den Bediener, wie erwähnt, mittels Bildschirm-Menüs und-Masken. Die System-Diskette verbleibt während der gesamten Sitzung im ersten Laufwerk. Das zweite Diskettenlaufwerk ist für die Disketten vorgesehen, auf denen die zu einem Versuch gehörenden Beschreibungen und Daten gespeichert werden. Jede solche Diskette wird eindeutig durch einen Namen identifiziert. Zweckmäßigerweise wird pro Versuch eine eigene Diskette verwendet, aber man kann z.B. bei kleineren Versuchsumfängen auch nur eine Diskette für mehrere Versuche nehmen.

Abbildung 8 auf Seite 224 stellt diese Konfiguration von VESAM hinsichtlich der Datenträger dar.

Das System ist ausgelegt für bis zu 9 Faktoren, maximal 50 Stufen pro Faktor und insgesamt 70 Datenvariable. Der Speicherplatz auf einer Diskette reicht selbst bei großen Versuchen leicht aus, um alle Informationen und Werte zu halten.


```
                    A u s w e r t u n g   von   V e r s u c h e n

Jahr: [1982]     Nr.: [260]     Kurz-Titel: [Saatzeit,Saatst.N-D. WW]

0 : Auflistung der Roh-Daten in Parzellen-Reihenfolge

1 : Auflistung der Roh-Daten in Faktorstufen-Reihenfolge

2 :   1 Faktor      bis  9 Variablen

3 :   2 Faktoren    bis  7 Variablen

4 :   2 Faktoren         1 Variable    (2-Weg-Tafel)

5 :   3 Faktoren         1 Variable    (3-Weg-Tafel)


9 :   Varianzanalyse

Bitte die entsprechende Ziffer eingeben --> [ ]
```

Abbildung 4: Auswertung von Versuchen

Der Benutzer muß sich nicht merken, auf welcher Diskette ein Versuch gespeichert wird; diese Information ist im Versuchskatalog festgehalten, so daß das System immer die richtige Diskette anfordern kann. Der Versuchskatalog enthält außerdem noch Informationen darüber, welche Beschreibungen zu einem Versuch vorhanden sind, ob schon Daten erfaßt wurden und dergleichen. Es ist möglich, sich den Versuchskatalog mit all diesen Informationen auflisten zu lassen (vgl. Abbildung 9 auf Seite 225).

Ausgedruckt werden können auch Versuchsanlagenbeschreibung, Parzellenzuordnung usw.. Selbstverständlich ist gewährleistet, daß notwendige Korrekturen an Beschreibungen und Werten leicht durchführbar sind.

Sehr großer Wert wurde bei VESAM darauf gelegt, dem Benutzer die Bedienung leicht zu machen, ihn auf Fehler rechtzeitig hinzuweisen, so daß jeder, der Feldversuche betreut, schnell und bequem dieses System verwenden kann.

SAATZEIT,SAATSTÄRKE,N-DÜNG. WW

Versuchs-Nr. 260/1983

Auflistung der Urdaten für Merkmal KORNERTRAG MD

FAKTOR1	FAKTOR2	FAKTOR3	FAKTOR4	WDH1	WDH2	MW
STUFE 1	STUFE 1	STUFE 1	STUFE 1	13.86	13.91	13.89
			STUFE 2	14.37	13.42	13.90
			STUFE 3	13.11	13.31	13.21
			STUFE 4	12.88	12.79	12.84
			STUFE 5	12.59	13.32	12.95
			STUFE 6	11.64	12.97	12.31
			STUFE 7	11.76	13.90	12.83
			STUFE 8	11.15	13.51	12.33
			STUFE 9	12.18	10.69	11.44
		STUFE 2	STUFE 1	13.23	14.05	13.64
			STUFE 2	13.44	14.60	14.02
			STUFE 3	12.74	13.44	13.09
			STUFE 4	13.79	14.03	13.91
			STUFE 5	12.84	13.28	13.06
			:	:		

FAKTOR1 = SAATZEIT
1: SAATZ.1; 9.10. 2: SAATZ.2;26.10.

FAKTOR2 = PFLANZENSCHUTZ
1: 0.5 CCC 2: 1,0C.ÄHR-M.+SE 3: 1.3C.BLA.ÄHR.S

FAKTOR3 = SAATSTÄRKE
1: 350 KÖ/QM 2: 450 KÖ/QM 3: 550 KÖ/QM

FAKTOR4 = N - DÜNGUNG
1: 40+40+40 KG N 2: 40+40+80 KG N 3: 40+80+ 0 KG N
4: 40+80+80 KG N 5: 80+40+ 0 KG N 6: 80+80+ 0 KG N
7: 80+ 0+80 KG N 8: 80+40+80 KG N 9: 80+80+80 KG N

Abbildung 5: Auflistung der Rohdaten in Faktorstufen-Reihenfolge

SAATZEIT,SAATSTÄRKE,N-DÜNG. WW

Versuchs-Nr. 260/1983

Dreiwegtafel der Faktoren PFLANZENSCHUTZ N - DÜNGUNG und SAATSTÄRKE
für Merkmal KORNGEW./0.135

Tabelle für Faktor PFLANZENSCHUTZ 0.5 CCC

N - DÜNGUNG	SAATSTÄRKE 350 KÖ/QM	450 KÖ/QM	550 KÖ/QM	Mittel
40+40+40 KG N	100.4	111.0	102.4	104.6
40+40+80 KG N	119.5	107.7	120.8	116.0
40+80+ 0 KG N	96.5	119.7	105.2	107.1
40+80+80 KG N	99.2	106.0	110.4	105.2
80+40+ 0 KG N	108.5	103.6	117.6	109.9
80+80+ 0 KG N	97.0	108.2	100.8	102.0
80+ 0+80 KG N	98.9	109.9	101.7	103.5
80+40+80 KG N	109.7	104.9	105.2	106.6
80+80+80 KG N	90.6	111.4	104.7	102.2
Mittel	102.3	109.2	107.6	106.4

Tabelle für Faktor PFLANZENSCHUTZ 1,0C.ÄHR-M.+SE

N - DÜNGUNG	SAATSTÄRKE 350 KÖ/QM	450 KÖ/QM	550 KÖ/QM	Mittel
40+40+40 KG N	111.8	122.0	106.1	113.3
40+40+80 KG N	116.7	111.4	128.7	118.9
40+80+ 0 KG N	110.1	118.3	125.6	118.0
40+80+80 KG N	111.5	122.2	128.9	120.9
80+40+ 0 KG N	118.2	111.1	119.5	116.3
80+80+ 0 KG N	117.8	103.8	118.9	113.5
80+ 0+80 KG N	126.4	117.3	116.4	120.0
80+40+80 KG N	113.3	123.1	117.5	118.0
80+80+80 KG N	109.1	127.6	121.2	119.3
Mittel	115.0	117.4	120.3	117.6

Abbildung 6: Beispiel zu "Dreiwegtafel"

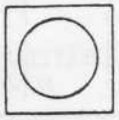
Tafel der Varianzanalyse

Abhängige Variable : Kornertrag

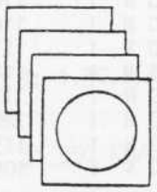
Ursache	FG	SQ	MS	F-Test	t-Test GD 5%	t-Test GD 1%
Gesamt	47	8.6246				
Blöcke	3	0.1973				
Sorten	2	4.4893	2.2447	39.66 ***	1.41	2.52
Düngung	1	0.4447	0.4447	7.86 **	1.15	2.05
Behandlung	1	0.0784	0.0784	1.39	1.15	2.05
WW F1-F2	2	0.2198	0.1099	1.94	1.99	3.56
WW F1-F3	2	1.1118	0.5559	9.82 ***	1.99	3.56
WW F2-F3	1	0.1064	0.1064	1.88	1.64	2.90
WW F1-F2-F3	2	0.1088	0.0544	0.96	2.82	5.03
Fehler	33	1.8681	0.0566			

F1 : Sorten * = statistisch gesichert bei P 5%
F2 : Düngung ** = statistisch gesichert bei P 1%
F3 : Behandlung *** = statistisch gesichert bei P 0.1%
WW F1-F2 = WW zwischen F1 und F2

Abbildung 7: Beispiel einer VA-Tafel



System-Diskette
enthält die Programme



Versuchs-Disketten
enthalten die Informationen

Betriebssystem
Initialisierung des Versuchskatalogs
Beschreibung der Versuchsanlage
Beschreibung der Datenvariablen
Eintragen der Rohdaten
Umrechnen der Rohdaten

pro Versuch 1 Diskette

Abbildung 8: Notwendige Disketten des VESAM-Systems

KATALOGISIERTE VERSUCHE VOM JAHR 1983

Liste vom 17. 7.1984

Nr.	Kurz-Titel	Disk	Bschr.	Daten
10	INT.WI-GERSTENSORTENVERS	ROG035	VD	X
40	WI.-WEIZENSORTENVERSUCH	ROG034	VD	X
70	INT.SO-GERSTENSORT.-V.A	ROG038	V	
190	FRUCHTFOLGEVERS.RIEDELF.	ROG036	VD	
210	KLÄRSCHLAMMDÜNGUNG	ROG008	VD	X
290	GÜLLEDÜNGUNG RIEDELFELD	ROG028	VD	
400	DINKELANBAU	ROG014	VD	
430	W.-S.-WEIZEN ERTR/QUAL	ROG037	VD	X
450	W.W.PFL-SCH./N-DÜ/SO.B4	ROG022	VD	
470	W.W.HAR/SPUR/KAS-DÜNGB4	ROG021		
490	PFLANZENSCHUTZ W.ROGGEN	ROG029	VD	X

Abbildung 9: Liste eines Versuchskataloges (Auszug)