30.0 BLEIHOLDER, H.: Einsatz mobiler Datenerfassungsgeräte und Mikrocomputer zur Datenerfassung und Datenauswertung im landwirtschaftlichen Versuchswesen

30.1 Einleitung

Die herkömmliche Datenerfassung und Datenauswertung mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung beinhaltet folgende Schritte:

- Datenaufnahme am Versuch auf Papier, Diktiergerät oder ablochfähigen Datenformularen
- Übertragung der auf Papier oder Diktiergerät erfaßten Daten auf ablochfähige Datenformulare
- Überprüfung der ablochfähigen Datenformulare auf logische Fehler
- Erfassung der Daten auf Magnetträgern
- Überprüfung und Korrektur der erfaßten Daten
- Ablage der Daten auf Datenbank oder Datei
- Auswertung und Datenpräsentation

Diese Verfahrensweise benötigt während der Datenerfassung einen hohen Aufwand an Handarbeit, wobei mehrmaliges Umschreiben der Daten häufig nicht zu vermeiden ist. Die notwendigen Korrekturen der Daten verzögern die Auswertung. Die Zeitspanne zwischen Datenaufnahme am Felde und dem Vorliegen der ausgewerteten Ergebnisse ist häufig zu lang. Der Versuchsansteller erhält seine Ergebnisse mit Verzögerung zurück, hat dadurch keine umfassende Übersicht über die von ihm erarbeiteten Versuchsergebnisse und kann diese nicht immer zur "ad hoc" Versuchsplanung optimal verwenden (BLEIHOLDER et al, 1979).

Der Einsatz moderner Technologien zur Datenerfassung kann die vorher aufgeführten Nachteile zum Teil beheben. Ein Konzept zum Einsatz dieser Technologien zur mobilen Datenerfassung und Auswertung soll im folgenden diskutiert werden.

30.2 Systemkomponenten

Die mobile Datenerfassung in Verbindung mit einem Personalcomputer zur Datenhaltung und Auswertung vor Ort muß in das vorhandene Datenverarbeitungssystem eingebunden werden. Das gesamte Konzept der BASF Aktiengesellschaft besteht aus folgenden Hardwarekomponenten:

- mobile Datenerfassungsgeräte, um die Daten direkt am Feld zu erfassen
- Personalcomputer vor Ort zur lokalen Datenhaltung und Auswertung
- Großrechner in der Zentrale zur langfristigen Datenhaltung und zur umfassenden Datenauswertung

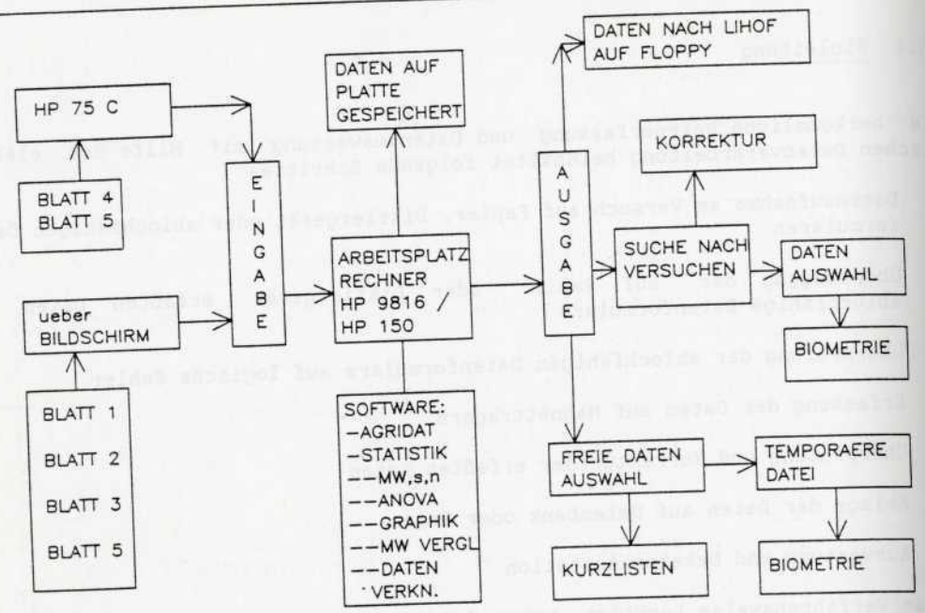

Abbildung 1: Systemübersicht zur mobilen Datenerfassung und Vor-Ort-Auswertung

30.3 Übersicht der mobilen Datenerfassung und Vor-Ort-Auswertung

Einen summarischen Überblick über das bei der BASF Aktiengesellschaft entworfene und zur Zeit in der Einführung befindliche System zur mobilen Datenerfassung, Speicherung und Auswertung der Daten vor Ort zeigt Abbildung 1.

Das System soll, wie aus Abbildung 1 zu entnehmen ist, aus folgenden Hardwarekomponenten bestehen:

- o HP-75 C/D nebst Peripherie (Kassettenlaufwerk und Drucker) zur mobilen Erfassung der Ergebnisse am Versuch
- o einem Arbeitsplatzrechner (z.B. HP-9816, HP-150, IBM-PC) zur Speicherung aller erfaßten Daten, zur Auswertung der Daten vor Ort und zur Übertragung an den Großrechner in Limburgerhof.

Die Anwendungssoftware wurde von einem externen Softwarehaus geschrieben unter Zugrundelegung des von der BASF Aktiengesellschaft aufgestellten Pflichtenheftes. Das beauftragte Softwarehaus hat zur Realisierung der Software ihre Programmpakete UNIDAT-R, FORMDAT-R, WORKDAT-R zugrunde gelegt (SASKO, 1984).

1. Versuchsbezeichnung
   - Mittelgruppe
   - Versuchsplan
   - Versuchsjahr
   - Versuchsort
   - Versuchsnummer
2. Beschreibung der Variable
   - Datum der Bonitierung
   - Variablenname
   - Bonitierungs- bzw. Meßmethode
3. Eingabe der Werte
   - alle Parzellen
   - alle Variablen einer Parzelle und
   - alle Stichproben einer Variablen innerhalb einer Parzelle
4. Kommentare
   - Datum
   - Text

Abbildung 2: Übersicht über die wichtigsten Parameter, die am Feld erfaßt werden müssen

30.4 Mobile Datenerfassung über HP-75 C/D

Über das mobile Datenerfassungsgeräte HP-75 C/D sollen nur Ergebnisse und kurze Kommentare erfaßt werden. Eine Übersicht der wichtigen Parameter zeigt Abbildung 2.

Die Datenerfassung wird, wie aus Abbildung 2 zu entnehmen ist, in drei logische Teile unterteilt:

- o Versuchsbezeichnung
- o Definition der Variablen und
- o Eingabe der Ergebnisse bzw. Kommentare.

```
Mittelgruppe .  Versuchsplan ...  Pruefjahr ..  Pruefstelle ...  Versuchsnr ...
*****************************************************************************
11                          Angaben zum Versuchsort
.                           ......................
Betr ................  Versort ................  PLZ .....  Land ...............
*****************************************************************************
12                          Angaben zur Kultur
.                           ..................
Fruchtart und Sorte        Kultur ......     Sorte .........

Saat oder Pflanzung        Menge  ...kg/ha  Anzahl .......Pf/ha   Tiefe  ..cm

Datum der Saat  ......  (TTMMJJ)  Datum Auflauf  ......(TTMMJJ)

Art des Saatgutes  .       Saatweiten  zwischen ..cm  innerhalb  ..cm

Fruchtfolge letzte ......  vorl ......  vorvor ......  Anteil Getreide ...%

Angaben zum Boden          Bodenart ....
Bodenuntersuchung  Ton ..%  Lehm ..%  Sand ..%  CaO ..  Ph ..  O.S ..
```

Abbildung 3: Maske zur Eingabe versuchsbeschreibender Daten

Die Möglichkeit, Werte zu verändern, zu löschen oder zu ergänzen ist gegeben. Vorwärts- und Rückwärtsspringen, um bereits abgeschlossene Parzellenwerte abzufragen, sind eingebaute Hilfsroutinen.

30.5 Datenerfassung auf dem Arbeitsplatzrechner

Die Erfassung der allgemeinen Daten zum Versuchsstandort (Abbildung 3), der Behandlungsplan (Abbildung 4 auf Seite 299) und andere wichtige Informationen sollen über Bildschirmmasken direkt erfaßt werden.

Die auf dem HP-75 C/D Gerät erfaßten Ergebnisse werden "on-line" auf den Arbeitsplatzrechner übertragen und gespeichert. Beim gezielten Wiederaufrufen der Daten eines Versuches werden auch die dazugehörigen Ergebnisse auf dem Bildschirm angezeigt und wenn gewünscht, ausgewertet. Eine Datenkontrolle und Korrektur ist möglich.

Die Daten werden als UNIDAT-R Datenbank abgespeichert. UNIDAT-R ist ein Datenbanksystem des Softwarehauses Henrich Sasko und basiert auf einem Relationsmodell (SASKO, 1984).
Zwei Möglichkeiten der Abfrage bietet das Programm:

- o Abfrage über Parameter, die in einer Indexdatei aufgelistet sind. Die Recherche innerhalb der Datenbank erfolgt im Direktzugriff.


```
Mittelgruppe .  Versuchsplan ...  Pruefjahr ..  Pruefstelle ...  Versuchsnr ...
*****************************************************************************

Vers.Glied ..  Gruppe .  Firmencode ...  KennNr ......  Mittelgruppe .
Charge ....  Aufwandmenge .....  Kennung . a.S .

Behandlung
Zeit-          Datum       Wasser-      Sonderfrage
punkt  Art     (TTMMJJ)    menge        Art Angaben
..     ..      ../../..    ....         ..  .......

*****************************************************************************

letzte Eingabe

Vers.Glied ..  Gruppe .  Firmencode ...  KennNr ......  Mittelgruppe .
Charge ....  Aufwandmenge .....  Kennung . a.S .

Behandlung
Zeit-          Datum       Wasser-      Sonderfrage
punkt  Art     (TTMMJJ)    menge        Art Angaben
..     ..      ../../..    ....         ..  .......
```

Abbildung 4: Maske zur Eingabe des Behandlungsplanes

- o Frei wählbare Abfrage, wobei alle Parameter mit Hilfe der Boolschen Algebra miteinander verknüpft werden können. Die Recherche erfolgt in diesem Fall sequentiell.

30.6 Datenauswertung auf dem Arbeitsplatzrechner

Die erfaßten Daten werden durch Ausgabe von Parameter selektiv recherchiert und einer biometrischen Auswertung zugeführt. Unter anderem sind folgende biometrische Auswertungsverfahren vorgesehen:

1. Mittelwert und Standardabweichung

2. Median, Quantile, Perzentile

3. Varianzanalyse für folgende Anlagemthoden

   - o randomisierte Anlage
   - o randomisierte Blockanlage
   - o lateinisches Quadrat
   - o Spaltanlage
   - o dreifaktorielle Spaltanlage
   - o Spaltblockanlage

4. multiple Mittelwertsvergleiche

- o t-Test
- o "Duncan's new multiple rangetest"
- o Tukey Test

5. graphische Ergebnisdarstellung

6. Datentransformation

Die Ergebnisse werden auf dem Drucker ausgegeben, wobei der Auswerter zwischen einer festformatierten Ausgabetabelle und einer Kopie der Bildschirmausgabe wählen kann.

Die Auswertung einzelner Versuche ist standardmäßig möglich. Zusammenfassungen mehrerer Versuche werden durch eine frei wählbare Abfrage der Datenbank ermöglicht, sind aber zeitaufwendiger.

30.7 Übertragung der Daten

Die Kommunikation mobiles Datenerfassungsgerät - Arbeitsplatzrechner und Arbeitsplatzrechner - Großrechner muß sicher und einfach zu bedienen sein. Die Datenübertragung vom mobilen Datenerfassungsgerät und Arbeitsplatzrechner wird mit Hilfe des Softwarepaketes COMDAT-R (SASKO, 1984) realisiert. Die bisher gemachten Erfahrungen zeigen, daß dieser Teil des gesamten Systems einfach zu bedienen und sicher in der Durchführung ist.

Um den Datentransfer Arbeitsplatzrechner - Großrechner zu erleichtern, sind die gespeicherten Ergebnisse mit einem Pointer belegt. Damit ist es möglich, die Daten in Abhängigkeit der Pointerstellung zu filtern, die Daten in ein 80-stelliges Kartenformat umzuwandeln, sequentiell auf Diskette zu schreiben und diese Diskette zu verschicken. Die auf Diskette gespeicherten Daten werden in Limburgerhof eingelesen und an den Großrechner weitergegeben. Die langfristige Datensicherung erfolgt auf einem Honeywell-Großrechner, Typ 66/80. Die Datenhaltung und Auswertung erfolgt nach den bereits seit Jahren fertiggestellten Programmen (BLEIHOLDER et al, 1979, BLEIHOLDER, 1980).

Zur Kommunikation Arbeitsplatzrechner - Großrechner kann neben dem Diskettenversand auch eine Datenfernübertragung über Btx, Datex P oder Wählleitung in Betracht kommen. Aus Sicht der anfallenden Kosten bei einer Datenfernübertragung ist aus heutiger Sicht der Versand von Disketten das preisgünstigste Verfahren und wird deshalb - zumindest in der Anfangsphase - bevorzugt.

30.8 Vor- und Nachteile der mobilen Datenerfassung

Die Einführung neuer Arbeitsmethoden im landwirtschaftlichen Versuchswesen ist mit Vor- und Nachteilen für die versuchstechnische Mannschaft verbunden. Begleitende Maßnahmen, wie

- o Personalschulung
- o einfache Bedienung der Geräte
- o einfache und genaue Dokumentation der Programme

erleichtern die Einführung neuer Geräte und helfen, die vorhandene Skepsis abzubauen. Die Software darf nicht ein statisches Element im System sein, sondern muß von Zeit zu Zeit den praktischen Belangen im Versuchswesen angepaßt werden. Diese Verbesserungen der Software können aber erst dann erfolgen, wenn der Versuchsansteller praktische Erfahrungen mit dem System gewonnen hat. In Abbildung 5 auf Seite 302 sind Vor- und Nachteile der mobilen Datenerfassung aufgeführt.

Im einzelnen läßt sich zu den aufgeführten Punkten folgendes sagen:

a) Der wesentliche Vorteil der neuen Technik ist die Reduzierung der Papierflut, die allen EDV-Benutzern die Datenverarbeitung in der Vergangenheit beschert hat. Das angestrebte Endziel ist es, die Papierablage durch eine elektronische Ablage zu ersetzen. Eine Kopie wird nur auf Bedarf gedruckt, danach wieder zerstört. Erste Ansätze einer elektronischen Ablage bestehen zur Zeit im Büro; eine erfolgreiche Einführung dieser Technik bedarf aber eines Umdenkungsprozesses, der nur über Jahre erfolgen kann.

b) Die Möglichkeit, Daten vor Ort auszuwerten, ohne Statistik Lehrbücher im Jahresrhythmus lesen zu müssen, gibt dem Versuchsansteller die Möglichkeiten wieder, die ihm die zentrale Datenverarbeitung genommen hatte. Die gesamte Verantwortung für das Versuchswesen wird wieder an den Versuchsansteller übertragen. Die Funktion der zentralen Datenverarbeitung wird sich darauf besinnen müssen, die aktuellen Daten am Ende der Saison zusammenfassend auszuwerten und die langfristige Datenspeicherung durchzuführen.

c) Durch Eigenverantwortung wird die formale Datenqualität verbessert. Diese Selbstverantwortung kann motivierend auf die versuchstechnische Mannschaft wirken.

d) Die eingesetzten Geräte können vor Ort auch anderweitig genutzt werden. Das Versuchswesen wird einen Arbeitsplatzrechner nie voll auslasten. Die freien Kapazitäten können aber u.a. zur

- o Textverarbeitung
- o Btx-Editierstation
- o Adressendateiführung und
- o Karteikartenablage

genutzt werden.
Dadurch werden regionale Büros in gewissem Umfang rationalisiert, ohne daß eine Notwendigkeit besteht, mehrere Geräte aufstellen zu müssen.

e) In der Einführungsphase muß das im Versuchswesen eingesetzte Personal mit einer erhöhten Arbeitsbelastung rechnen. Durch intensive Schulung vor Ort und Erstellen leicht verständlicher Programmbeschreibungen kann aber diese Arbeitslast wieder auf ein Normalmaß reduziert werden. Die Schulung des versuchstechnischen Personals stellt eine Herausforderung an die Zentrale dar.

f) Die Einführung der neuen Technik wird erleichtert, wenn das Personal Verständnis für diese Technik zeigt. Das Ausbildungsprofil eines Versuchstechnikers muß sich zwangsweise durch Einführung dieser Technik verändern.

VORTEILE

- Papierflut wird verringert
- Zeitersparnis vor Ort
- vor Ort Auswertung wird möglich; kein warten auf zentrale Auswertung notwendig
- eigene Versuchsplanung während der Saison möglich; erarbeitete Ergebnisse können besser genutzt werden
- bessere Qualität der Daten (formal), da Korrekturen vor Ort durchgeführt werden und keine weiteren Übertragungen notwendig sind
- Selbstverantwortung vor Ort als Motivation
- Nutzung der Geräte vor Ort für andere Zwecke möglich;

NACHTEILE

- Ausbildung des Personals rund um die Welt notwendig
- bessere Ausbildung vor Ort notwendig
- höher qualifiziertes Personal vor Ort notwendig
- Verständis für die neue Technik muß vor Ort vorhanden sein
- Risikofaktor durch Selbstverantwortung
- verringerte Kontrollmöglichkeiten der Daten in der Zentrale durch fehlende Datenbelege

Abbildung 5: Vor- und Nachteile der mobilen Datenerfassung

g) Da Daten in Zukunft nur noch elektronisch weitergegeben werden, entfällt der schriftliche Beleg. Dadurch wird eine Datenkontrolle in der Zentrale erschwert. Die Selbstverantwortung in die Richtigkeit der Daten wird nach draußen verlagert; dieses kann aber auch motivierend auf die Mannschaft wirken und die Qualität der Arbeit wesentlich verbessern.

Die Analyse der Vor- und Nachteile spricht eindeutig für die Einführung der mobilen Datenverarbeitung im landwirtschaftlichen Versuchswesen. Die heute angebotenen Geräte, diese Arbeit zu erledigen, zeigen noch Schwächen. Diese Schwächen werden aber durch Weiterentwicklung der Technik bei Nachfolgemodellen verschwinden. Wichtig dabei ist es, eine portable Software zu haben, die ohne wesentliche Veränderungen auch auf diesen neuen Geräten einsetzbar ist.

30.9 Zusammenfassung

Ein Konzept zur mobilen Datenerfassung mit Hilfe eines tragbaren Terminals, die Auswertung der gewonnenen Daten auf einem Arbeitsplatzrechner, die Speicherung der Daten in einer relationalen Datenbank und die Datenübertragung an einem Großrechner wird beschrieben.

30.10 Literatur

1. BLEIHOLDER, H., BEHRENDT, S., HOCHADEL, H. und SARWAR, E.: Organisation eines Datenbanksystems zur Speicherung und Bewertung von Versuchsergebnissen aus Feldversuchen mit Pflanzenbehandlungsmitteln. In: Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 86 (7), S. 400-413, 1979

2. BLEIHOLDER, H.: Stand der Entwicklung und Nutzen einer Datensammlung aus Pflanzenbehandlungsversuchen. In: Informationsverarbeitung Agrarwissenschaft, 1, S. 121-126, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1980

3. SASKO, P. und HAUCK, K.: Anwendung von Software-Werkzeugen bei Informationsverarbeitung in der Landwirtschaft. In: Informationsverarbeitung Agrarwissenschaft, Band 8, 1984