

Fortschritte bei der Meßwerterfassung und -verarbeitung  
an der Biogasversuchsanlage der FAL mit einem Prozeßrechner R10

Dr. H.-J. Ahlgrimm  
Institut für Technologie der Bundesforschungsanstalt  
für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode

1. Einleitung

Auf der letztjährigen SAK-Tagung wurde über ein Meßwerterfassungssystem an einer Biogasversuchsanlage mit Hilfe eines Miniprozeßrechners R10 berichtet. Die damaligen Möglichkeiten beschränkten sich auf eine reine Erfassung, Darstellung und Abspeicherung von Meßdaten. Die Möglichkeiten des Rechners wurden seinerzeit bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Inzwischen zwang eine verfeinerte Versuchsanstellung mit der Biogasanlage und eine dementsprechend modifizierte Änderung der Registrierung von Meßwerten und Auswertetechnik uns dazu, das Meßwert-erfassungssystem hardwaremäßig zu erweitern. Dies hatte natürlich auch seine Auswirkungen auf die Software, die sich ebenfalls neuen Gegebenheiten anpassen mußte. In beiden Richtungen befindet sich die Entwicklung jedoch noch im Fluß. Über den gegenwärtigen Stand unserer Bemühungen soll in diesem kurzen Beitrag berichtet werden.

2. Neue Anforderungen - Erweiterungen des Meßwerterfassungssystems

Über den bisherigen Ausbau der Biogasanlage, des Meßwerterfassungssystems und der Meßprogramme ist früher bereits berichtet worden [1]. - Schnellere Änderungen in der Versuchsanstellung mit der Biogasanlage machten eine Erweiterung des Meßwerterfassungssystems und der Anwendersoftware erforderlich.

In Ermangelung ausreichender Kenntnisse über den komplexen Prozeßablauf in einem Biogasfermenter erfolgt die Steuerung der Versuchsanlage zwar nach wie vor mit der frei-programmierbaren Anlagensteuerung (Bild 1), der Rechner hat jedoch inzwischen durch den Einsatz einer 16 Bit-Digitalausgabe (3625A) einen Teil der Meßperipheriesteuerung übernommen: Die Ein- und Ausschaltung der Gasanalysegeräte, der pH- und Redoxpotentialmeßgeräte sowie von anderen Meßstrecken mit Pumpen, Ventilen usw. zur Durchführung dynamischer Messungen in der Versuchsanlage bei der Untersuchung von kinetischen Parametern dieser Anlage und des Prozeßverlaufes.

Es zeigte sich weiterhin, daß gewisse Meßwerte nicht nur zyklisch zu bestimmten festen Zeiten am Tag ermittelt werden dürfen, sondern daß beispielsweise für eine Bilanzierung der Biogasanlage (z.B. Energieverbrauch, Energieerzeugung, Gaserzeugung usw.) oder für die Durchführung dynamischer Messungen bestimmte Meßwerte (z.B. Temperatur der in die Anlage einfließenden Gülle, Temperatur nach deren Erwärmung, Menge der hinzudosierten organischen Reststoffe usw.) nur in bestimmten Betriebszuständen der Versuchsanlage im Meßsystem verfügbar sind. Da zahlreiche Teilprozesse in der Biogasversuchsanlage (z.B. Aufheizen der Gülle, Fördern und Mischen usw.) - durch verschiedene Einflußfaktoren bedingt - unterschiedlich lange dauern, kann das Anlagenprogramm von der Anlagensteuerung nicht in einer festen Zeitrasterung gefahren werden. Daher waren mit festen Startzeiten von Meßprogrammen solche Größen nicht zu erfassen. Mit Hilfe einer dynamischen Digitaleingabe (3612B), deren Ansteuerung größtenteils durch Impulse aus der frei-programmierbaren Anlagensteuerung, aber auch durch direkte Signale aus der Versuchsanlage selbst erfolgt, können nunmehr solche Aufgaben durch den Alarmstart von Meßprogrammen gelöst werden (Bild 1).

Weiterhin wurde der Rechner erst kürzlich um ein zweites Plattenspeicherlaufwerk vom Typ 3941 mit einer Fest- sowie einer Wechselplatte mit zusammen etwa 10 MByte Speicherkapazität erweitert. Damit vereinfacht sich die Datensicherung ohne Kopieren über Festplatte, und die Verwendung weiterer komfortabler Dienstprogramme mit höherer Peripheriespeicherkapazität wird möglich. Bild 2 zeigt die neue Rechnerkonfiguration.

### 3. Erweiterungen und Veränderungen der Software

Die neuen Anforderungen von seiten der Versuchsanstellung und die neuen, hardwaremäßig gegebenen Möglichkeiten erfordern nun auch eine Modifizierung und Erweiterung der Anwendersoftware und zwar derart, daß das ursprüngliche Konzept der Meßwertermittlung und -ablage weiterhin nutzbar ist und erhalten bleibt.

#### 3.1 Alarmprogramme

Das Programmsystem zur Alarmbearbeitung (Bild 3) besteht derzeit aus 2 Programmen. Das in Assembler geschriebene HRP-Programm ALARMP wird

durch das Eintreffen von Alarmen (1) über die Digitaleingabe aktiviert (2), übergibt das Alarmwort an einen COMMON-DATA-Bereich (3) und startet das eigentliche, in PROZESS-FORTRAN geschriebene PRP-Programm ALARMB zur Alarmauswertung bzw. -bearbeitung. Dieses Programm ermittelt seinerseits nach Entnahme des Alarmwortes aus dem COMMON-DATA-Bereich (4) die Alarmursache und führt die entsprechenden Reaktionen durch: Diese bestehen entweder aus einer momentanen Messung bestimmter Meßgrößen, die in die Datei ALADAT eingeschrieben (7) und später von anderen Programmen weiter ausgewertet werden oder aus dem Start spezieller Meßprogramme für die jeweils auftretenden Alarme (7) Für die schnelle Anpassung dieses Programms an eine neue Versuchsanstellung können Änderungen in der Alarmbitzuordnung zu auszuführenden Maßnahmen im Dialog mit dem Programm ohne langwierige Programmierarbeiten eingegeben werden. Die Hauptarbeit liegt nur noch darin, gegebenenfalls neue Sonderprogramme für einen Start durch ALARMB zu entwickeln.

### 3.2 Nutzung einer Digitalausgabe durch mehrere Programme

Zur Erfüllung der neuen Anforderungen müssen mehrere Programme zu unterschiedlichen Zeitpunkten Zugriff zu der einen Digitalausgabe des Meßwerterfassungssystems haben. Im Zuge einer noch effektiveren Alarmbearbeitung durch Sonderprogramme oder für die Meßperipheriesteuerung wird sich die Anzahl von derzeit 3 Programmen noch weiter erhöhen.

Beim Setzen oder Löschen einzelner Bits in der Digitalausgabe durch ein Programm darf der durch andere Programme vorgegebene Zustand nicht verändert werden. Daher muß jedes auf die Digitaleingabe zureifende Programm vorher den Ist-Zustand ermitteln. Da jedoch die dynamische Digitaleingabe 3612-B durch Programme nicht gelesen werden kann, wird der jeweilige Zustand vor dem Einschreiben in die Digitalausgabe durch den Makro-Aufruf \$SCHRAL ... in ein spezielles Feld eines COMMON-DATA-Bereiches eingetragen. Programme, die den Stand der Digitalausgabe ändern wollen, haben vorher durch den Makro-Aufruf \$LIESAL ... den gegenwärtigen Zustand der Digitalausgabe zu ermitteln.

Das Bild 4 zeigt, wie das Einschaltmuster des neuen Zustandes (DIGNEU) aus dem bisherigen Zustand (DIGALT) durch eine OR-Verknüpfung mit dem programmspezifischen Einschaltwunsch (DIGEIN) hergestellt und wie beim Ausschalten durch eine EXOR-Verknüpfung der alte Zustand wiederhergestellt wird.

### 3.3 Dateiorientierte Meßprogramme

Für die Meßprogramme wurde ein neues Konzept entwickelt, da die ursprünglichen ersten Assembler-Programme sich neuen Anforderungen einer sich häufig ändernden Versuchsanstellung mit neuen Meßwertnamen, Dimensionen, einer sich ändernden Ablagereihenfolge in Meßdateien, einer Umrangierung auf andere Prozeßsignalformer, einer unterschiedlichen Vorbehandlung der Meßwerte selbst und einer Erweiterung des Meßwerteumfangs nur schwer und langwierig anpassen ließen.

Dabei sind die wesentlichen Elemente der Programme, die änderbar sein müssen, in eine zentrale Datei (PROZDT) verlegt. Die Datei enthält mindestens so viele Zeilen von je 30 Bytes Länge wie Meßwerte vorhanden sind. Zur Erweiterung des Meßsystems enthält die Datei jedoch einige weitere Reservezeilen. Der Grund für das Vorhalten dieser Reservezeilen liegt darin, daß Dateien von denselben Programmen auch noch nach Jahren ohne Programmänderung bearbeitet werden müssen, da ein dynamisches Eintragen von Dateiparametern über Variable durch die DEFINE-FILE-Vereinbarung nicht möglich ist. Solche Reservezeilen werden daher für alle übrigen Dateien, die das neue Programmsystem benötigt bzw. erstellt, freigehalten (= maximale obere Grenze). Leider wird hierdurch ständig Peripheriespeicherplatz verschenkt.

In einer solchen Zeile dieser zentralen Arbeitsdatei PROZDT stehen z.B., wie Bild 5 zeigt, Meßwertname und Dimension, Satznummer für die Ablage in Meß-, Differenz- und Alarmdateien, Satznummer für Umrechnungsfaktoren aus einer weiteren Arbeitsdatei FAKNEU, die Codierungen für die verschiedenen, vom Meßprogramm auszuführenden Unterprogramme zur Ermittlung des Meßwertes, die Prozeßsignalformeradresse, evtl. Steuerparameter für ein Alarmbearbeitungsprogramm usw.

Diese Datei bzw. einzelne Zeilen davon werden von den Meßprogrammen zeilenweise gelesen und der Codierung entsprechend durch verschiedene Unterprogramme abgearbeitet. Wesentlicher Bestandteil dieser Meßprogramme sind daher spezifische Unterprogramme, die alle in das Meßprogramm eingebunden sein müssen. Bild 6 zeigt einen Ausschnitt aus einem der Meßprogramme, in dem die Interpretation der Dateizeile erfolgt.

Eine Änderung in der Versuchsanstellung hat lediglich die Änderung einer Dateizeile zur Folge und wirkt gleichzeitig auf alle darauf zugreifenden Programme. Eine Programmänderung in verschiedenen Programmen wäre dagegen sehr viel zeitaufwendiger.

Die erste Zeile dieser zentralen Datei enthält die Parameter aller übrigen Dateien, wie nutzbare bzw. genutzte Satzanzahl, Versionsnummern der einzelnen Dateien usw. Die letzte Zeile (60) dieser zentralen Datei enthält die Programmnummern für evtl. beim Auftreten von Alarmen durch das Alarmauswerteprogramm ALARMB zu startende kleine Sonderprogramme.

Schon bei kleinen Änderungen im Meßsystem wird die jeweilige Versionsnummer einer Datei um 1 erhöht und diese in die erste Zeile der zentralen Arbeitsdatei PROZDT übernommen. Anhand der in die Meß- oder Differenzdateien übernommenen Versionsnummern und eines entsprechenden Änderungsprotokolls kann auch noch nach langer Zeit die jeweilige Änderung nachempfunden werden.

Neben der zentralen Arbeitsdatei arbeiten die Meßprogramme mit weiteren Dateien zusammen. Bild 7 zeigt beispielhaft das Zusammenwirken zweier FORTRAN-Programme - das Standardmeßprogramm (STAMEP) und das Tagesdifferenzprogramm (TAGDIF) - mit verschiedenen Dateien:

Das Standardmeßprogramm liest so z.B. nacheinander die Sätze der zentralen Arbeitsdatei PROZDT. Für jede gelesene Zeile (1) müssen ein oder zwei Umrechnungsfaktoren aus der Faktorendatei FAKNEU gelesen werden (2); ferner wird nachgeprüft, ob in der Alarmdatei ALADAT an entsprechender Stelle ein neuer Meßwert vorhanden ist, der zu übernehmen ist (3).

Nach dem Erzeugen einer neuen Meßdatei (4) wird der neue Wert darin übernommen und auch in die Arbeitsdatei HDTNEU für das Tagesdifferenzprogramm eingeschrieben.

Das Tagesdifferenzprogramm benötigt die Datei ALADAT nicht, dagegen aber eine Datei (HDTALT), die die Vortagsmeßwerte enthält. Mit jedem Programmablauf werden somit eine neue Meßdatei und vom Tagesdifferenzprogramm eine mit den Tagesdifferenzen erstellt.

#### 4. Struktur der Meßdateien

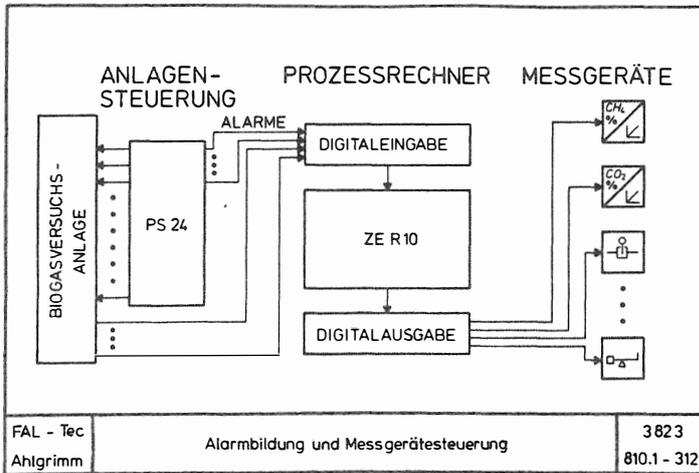
Entsprechend den neuen Anforderungen hat sich auch die Struktur der Meßdateien geändert. Auch hier wurden Reservezeilen in die Meßdateien übernommen, um noch für Erweiterungen aufnahmefähig zu sein. Die Satzlänge wurde auch um 6 Bytes (Länge des Meßwertnamens) verlängert, um einen Meßwert nicht nur unter seiner Satznummer, sondern auch unter seinem Meßwertnamen aufrufen zu können. Entsprechend Bild 8 ergibt sich jedoch nach wie vor der Dateiname für die Meßdatei wie

auch für die Differenzdatei aus dem Meßzeitpunkt nach dem auf dem Bild 8 gezeigten Schema.

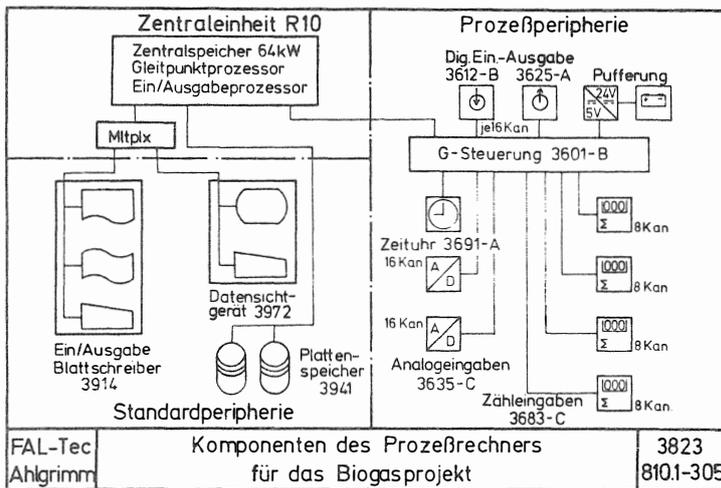
Da die Entwicklung des Meßsystems und der Meßprogramme z. Zt. noch nicht abgeschlossen ist, wird auch noch zukünftig darüber zu berichten sein.

Literatur:

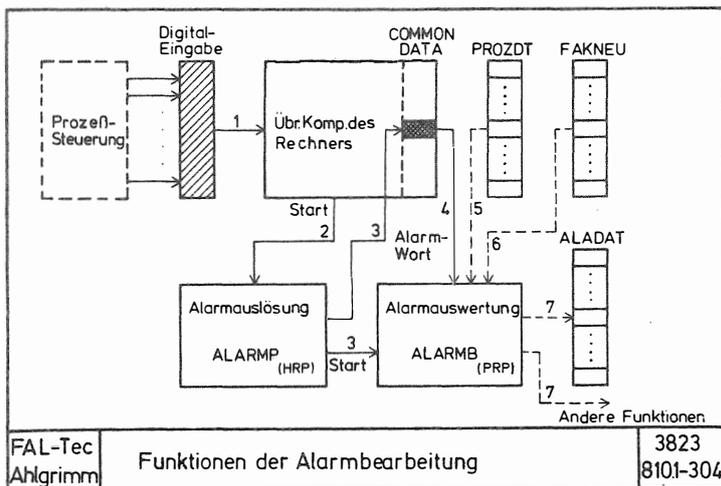
- [1] Ahlgrimm, H.-J.: Meßwerterfassung, -verarbeitung und -speicherung an einer Biogasversuchsanlage mit Hilfe eines Miniprozessrechners R10. Tagungsbericht der 12. Jahrestagung des Siemens-Prozessrechner-Anwenderkreises 1 Karlsruhe, 23.-25.3.1981.



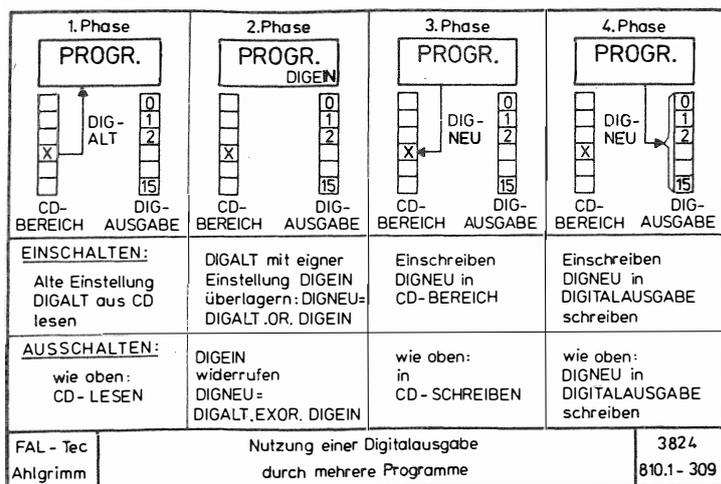
**Bild 1:**  
Nutzung der Digitalein- u. -ausgabe des Rechners



**Bild 2:**  
Neue Rechnerkonfiguration



**Bild 3:**  
Funktionen der Alarmbearbeitung



**Bild 4:**  
Ein- u. Ausschaltung der Digitalausgabe

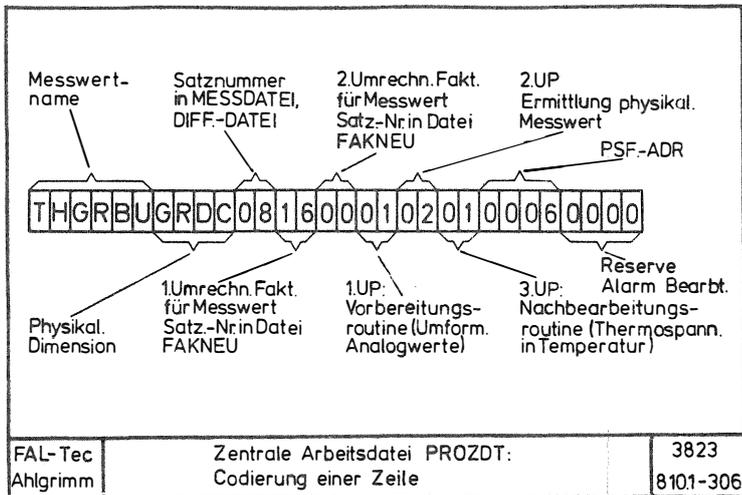


Bild 5:

Eine Zeile aus der zentralen Arbeitsdatei PROZDT

```

14  EQUIVALENCE ((IFELD(1),MWNAME(1)),(IFELD(4),DIM(1)),(IFELD(6),MDTN
15  1R),(IFELD(7),FAK1),(IFELD(8),FAK2),(IFELD(9),VMOD)
16  EQUIVALENCE ((IFELD(10),HM0D),(IFELD(11),NM0D),(IFELD(12),IPSF)
...
73  READ(80,ISP,110)IFELD          *** Lesen Zeile PROZDT
74  IF(IFAK1)1050,1050,1040
...
76  READ(81,ISF,100)FAK1          *** Lesen 1. Umrechnungsfakt or
77  IF(IFAK2)1070,1070,1060      in FAKNEU
78  ISF=IFAK2
79  READ(81,ISF,100)FAK2          *** Lesen 2. Umrechnungsfakt or
80  1070 PSF(1)=IPSF              in FAKNEU
81  MWERT(1)=0
82  EXECUTE DIM(1,PSF,MWERT(1),IM) *** Messwertzugriff
83  MWERT(1)=MWERT(1),LSHIFT,-16
84  IF(VMOD.EQ.1) CALL VMOD01(MWERT(1)) *** Umformung Analogwert 1. UP
85  RWERT=FLOAT(MWERT(1))
86  IF(HMOD.EQ.1) CALL HM0D01(RWERT,FAK1) *** Berechnung physikalische
87  IF(HMOD.EQ.2) CALL HM0D02(RWERT,FAK1) Messwert e 2. UP
88  IF(HMOD.EQ.3) CALL HM0D03(RWERT,FAK1,FAK2)
89  IF(HMOD.EQ.4) CALL HM0D04(RWERT,FAK1)
90  IF(HMOD.EQ.1) CALL FM0D01(PKZ,RWERT)

```

FAL - Tec	INTERPRETATION ZEILE IN PROZDT	3824
Ahlgrimm	DURCH PROGRAMM	810.1 - 311

Bild 6:

Programmausschnitt: Interpretation der Datei-zeile PROZDT

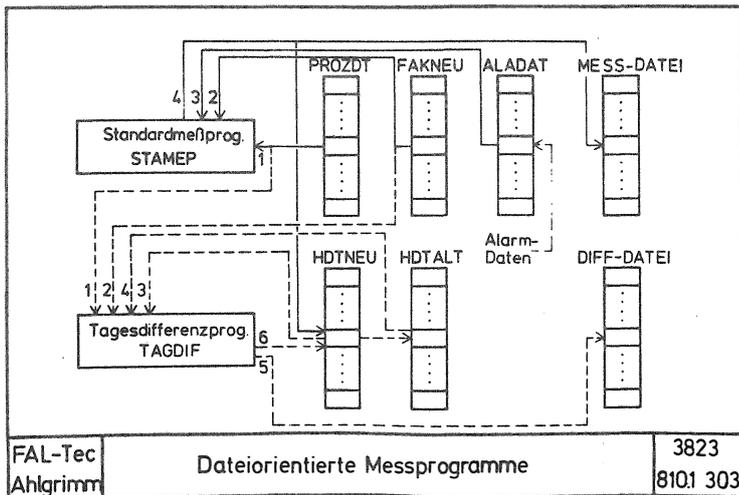


Bild 7:

Zusammenwirken zweier Meßprogramme mit verschiedenen Dateien

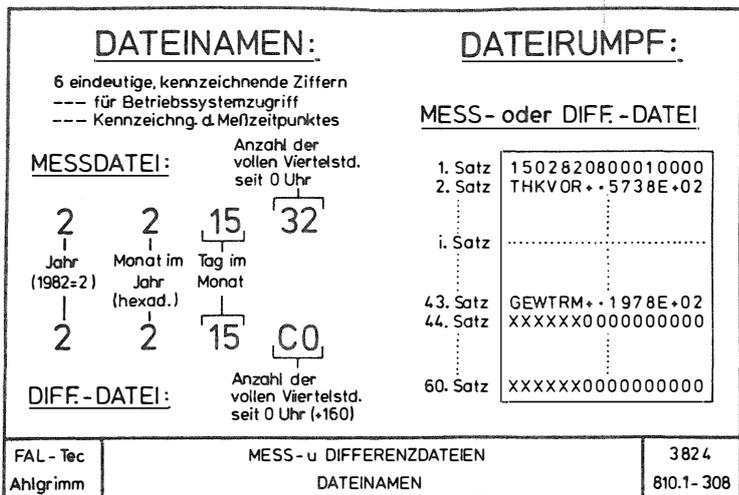


Bild 8:

Aufbau der Meßdateien, Dateiname