Heinz Günter Kopp

Institut für Landtechnik der Justus Liebig-Universität, Gießen

PROZESSRECHNEREINSATZ IN DER LANDWIRTSCHAFT - ÜBERBLICK ÜBER DIE DERZEITIGEN TECHNISCHEN MÖGLICHKEITEN

Bevor man erörtert, welche Möglichkeiten der Prozeßrechnereinsatz für die Landwirtschaft eröffnet, ist es angebracht, zunächst die Frage zu stellen, was überhaupt ein Prozeßrechner ist und wie er sich von anderen elektronischen Rechnern unterscheidet.

Was ist ein Prozeßrechner?

Der Prozeßrechner ist zunächst ein Rechner wie jeder andere auch, d.h. auch er beherrscht das kleine und das große Einmaleins und verschiebt und kombiniert Bits und Bytes nicht anders als andere Computer auch. Aber sogleich danach fangen die Besonderheiten an.

Wichtigstes Wesensmerkmal eines Prozeßrechners ist nämlich, daß er in seiner zeitlichen Verarbeitungsfolge in einen außerhalb real ablaufenden Prozeß eingebunden ist. Soll sein Einsatz sinnvoll sein, so muß auch die logische Verarbeitungsfolge nach der dem Realprozeß innewohnenden Sachlogik ausgerichtet sein. Hierbei kann - je nach den anzutreffenden Gegebenheiten - sowohl der Prozeßrechner den zeitlichen und auch sachlichen Ablauf des Realprozesses vorgeben oder umgekehrt: der Realprozeß prägt den zeitlichen Ablauf ausschließlich. Im ersteren Falle würde man sagen, daß der Prozeßrechner taktet, d.h. dem Realprozeß den Zeittakt vorgibt, im letzteren Falle würde man dementsprechend sagen, daß der Prozeßrechner getaktet wird, also jeweils auf Anstoß von außen tätig wird. Mischformen in zeitlicher oder sachlogischer Abfolge sind ebenfalls anzutreffen.

Charakteristisch sind also in jedem Falle ein On-Line- sowie Real-Time-Processing.

Von der Häufigkeit des Prozeßrechnereinsatzes her sind die verbundenen Realprozesse meist Produktionsprozesse. (Hier liegen die Installationszuwachsraten in ähnlicher Größenordnung wie beim Rechnereinsatz für Zwecke der Off-Line-Informationsverarbeitung.) Erhebliche Bedeutung hat der Prozeßrechnereinsatz auch in der Forschung, wo er vornehmlich für Meßzwecke und damit verbundene Auswertungsrechnungen angewendet wird.

Letzteres bedeutet in bezug auf die definitorische Einordnung, daß ein Prozeßrechner nicht notwendig in den Realprozeß eingreifen muß, allein maßgebend ist die zeitliche und sachlogische Einbindung in den Realprozeß, worauf letztlich auch die Bezeichnung Prozeßrechner zurückzuführen ist.

Charakteristika des On-Line-Datenaustauschs

Für den Datenaustausch zwischen Prozeßrechner und Realprozeß - auch wenn dieser nur eine Richtung aufweisen sollte - ist maßgebend, daß der Rechner Daten nur in der ihm vom Hersteller aufgegebenen internen Darstellungsform, d.h. in einem ganz bestimmten Code, verarbeiten kann.

Dies bedeutet, daß die im Realprozeß anfallenden Meßdaten nicht nur elektronisch dargestellt, sondern auch vom am häufigsten anzutreffenden analogen Zustand in einen digitalen umgewandelt werden müssen - sowie dann oder sofort in den Code, den der Prozeßrechner versteht.

Ein weiteres Problem stellt sich darin, in welcher Form der Prozeßrechner Daten aufnehmen kann, wieviel Übertragungskanäle zur Verfügung stehen, d.h. über welche Schnittstelle nach außen der Rechner verfügt. Steht z.B. nur ein Kanal zur Verfügung, so können die Daten nur Bit für Bit und damit auch Byte für Byte nacheinander, d.h. seriell aufgenommen werden. Diese Übertragungsart ist technisch am einfachsten zu realisieren, weist aber bedingt durch die serielle Datenübernahme die relativ kleinste Übertragungsgeschwindigkeit auf.

Stehen dem Rechner mindestens so viele Kanäle zur Verfügung wie für die Darstellung eines Bytes im Code des Rechners benötigt werden (z.B. mindestens 4, wenn im BCD-Code gearbeitet wird), so kann Bit-parallel/Byte-seriell übertragen werden. Man spricht in diesem Fall auch von einer Parallel-Schnittstelle.

Die technische Realisierung dieser Datenübertragung zwischen Meßwertgeber und Prozeßrechnerschnittstelle erfolgt in einem sogenannten Interface, das entsprechende intelligente Bausteine in problemadäquater Schaltung aufweisen muß.

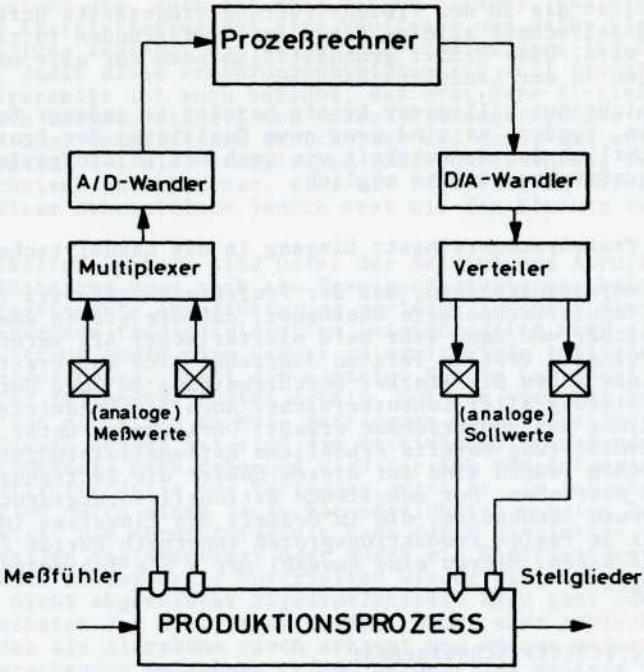
Ein besonderes Problem entsteht, wenn mehr Ausgangskanäle von Meßwertgebern abgefragt werden müssen als die Prozeßrechner-Schnittstelle auf einmal aufnehmen kann, häufig schon bei nur zwei verschiedenen Meßgrößen. Dann müssen die Meßkanäle nacheinander oder gar in Abhängigkeit vom Sachproblem in unterschiedlicher Reihenfolge umgeschaltet werden. Dies geschieht in einer sog. Multiplexer-Schaltung. Der Multiplexer kann die Kanaldurchschaltung entweder mit eigener Intelligenz vornehmen oder vom Prozeßrechner gesteuert, d.h. adressiert werden.

Obwohl dem Bedürfnis nach einer Standardisierung der Schnittstellen und Codes frühzeitig Rechnung getragen wurde, ergibt sich aus der immer noch anzutreffenden Vielfalt manches praktische Problem.

Eine Besonderheit stellt in diesem Zusammenhang die sog. IEC-Bus Interface-Schaltung dar, auch belegt mit der Standardbezeichnung IEEE-488: Hier erfolgt der Datenaustausch zwischen allen Teilnehmern in einem gemeinsamen insgesamt 16 Kanäle umfassenden Netz, wovon für die eigentliche Datenübertragung 8 Kanäle benötigt werden. Diese werden zusammen als Daten-Bus bezeichnet. Von den übrigen Kanälen werden 3 zum Steuern und 5 für Informationszwecke verwendet.

Der Datenaustausch verlangt eine entsprechende Intelligenz bei den beteiligten Geräten und vollzieht sich wie folgt: Ein Teilnehmer möchte Daten abgeben und fragt zunächst, ob ihm alle anderen Teilnehmer zuhören, sodann denjenigen, an den die Daten gehen sollen, ob dieser bereit ist, Daten zu empfangen. Wenn ja, wird dies dem Sender bestätigt, und er setzt die Daten mit der entsprechenden Adresse versehen Bit-parallel und Byte-seriell "auf den Bus". Die Daten steigen dann gewissermaßen an der Haltestelle beim richtigen Adressaten wieder aus. Tatsächlich ist die Bezeichnung "Bus" aus dieser Analogie abgeleitet. Für die zur Datenübertragung jeweils notwendige Verständigung zwischen Sender und Empfänger wird eine andere Metapher bemüht, und zwar spricht man vom sog. "Handshake"-Verfahren.

Die bis hierher für die Meß-Seite beschriebene Input-Interface-Problematik zwischen Meßwertgebern und Prozeßrechner ergibt sich dementsprechend analog auf der Steuerseite zwischen Prozeßrechner und Stellgliedern als Output-Interface-Problem. Hierauf soll deswegen nicht weiter eingegangen werden.



Das Meßtechnik-Problem

Wenn ein Prozeßrechner in einen Prozeß eingreifen soll, braucht er in aller Regel ein entsprechendes Feed-back aus dem Prozeß, d.h. die notwendigen Prozeßdaten müssen zur Verfügung stehen. Es gilt der Richtsatz, daß ein Prozeß nur so gut gesteuert werden kann, wie er sich meßtechnisch durchdringen läßt. In der Praxis erweist sich das Meßproblem meistens als das größere. Hinzu kommt, daß einmal geeichte und zuverlässig arbeitende Meßinstrumente durch den Prozeßablauf selbst in ihrer Funktionsqualität beeinträchtigt werden. Z.B. sind Verschmutzungs- und Erschütterungsprobleme häufig anzutreffen. Wenn über die Prozeßrechnersoftware keine zuverlässige Selbstkontrolle ausgeübt werden kann, ergeben sich dementsprechend zusätzliche Überwachungsnotwendigkeiten bzw. Fehlerquellen.

Hardware - Software - Aspekte

Nach Darlegung der Hardwareseite des Prozeßrechnereinsatzes ist für die Softwareseite festzustellen, daß sie (genau wie bei anderen Rechnern auch) nur in dem Rahmen entfaltet werden kann, der ihr von der Hardware her zur Verfügung steht. Mangelnde Intelligenz bei der Datenübertragung z.B. verlangt entsprechende Vorkehrungen bei der Software. Nicht immer ist eine volle Softwarekompensation möglich, dann wirken die Hardwaregegebenheiten dementsprechend restriktiv.

Für die Softwareseite gilt weiter (ebenso wiederum wie für andere Rechner auch), daß sie die eigentliche Qualität des Prozeßrechnereinsatzes ausmacht, um so mehr als selbstverständlich auch die Prozeßrechner dem immer günstiger werdenden Preis-Leistungsverhältnis der intelligenten Elektronik unterliegen. Dieser durch den stärkeren Dollar offensichtlich nur vorübergehend gedämpfte und dennoch weiter anhaltende Trend bewirkt auch, daß bei mindestens gleicher, in der Regel aber wesentlich größerer

Leistungsqualität die in der Prozeßsteuerung eingesetzte herkömmliche Steuer- und Regeltechnik alleine schon aus Preisgründen in rasantem Tempo verdrängt wird. Dies trifft grundsätzlich auch für alle entsprechenden Anwendungen in der Landwirtschaft zu.

Aber es ist nicht nur billigerer Ersatz bereits in anderer Form verfügbarer Lösungen, sondern es sind ganz neue Qualitäten der Prozeßführung, sowohl hinsichtlich der Genauigkeit wie auch der Leistungsvielfalt, durch den Prozeßrechnereinsatz möglich.

Wie fand der Prozeßrechnereinsatz Eingang in die Landwirtschaft?

Zunächst ist vorauszuschicken, daß der Prozeßrechnereinsatz fast so alt ist wie die Computertechnologie überhaupt, daß die ersten Anwendungen wissenschaftlicher und dann sehr bald militärischer Art waren sowie daß der Industrieeinsatz erst im letzten Jahrzehnt sich auf breiter Front Weg bahnte, inzwischen mit starker Beschleunigung im Zuge der allgemeinen Elektronisierung aller Lebensbereiche. Auch die Landwirtschaft hat diese Entwicklung nun unübersehbar erfaßt: Dort wurden unter dem Schlagwort der Mechanisierung bereits erhebliche Rationalisierungserfolge erzielt, inzwischen jedoch sind auf diesem Gebiet die Sättigungsgrenzen nicht mehr zu übersehen. Der anhaltende Rationalisierungsdruck zwingt indessen zu neuen Bemühungen, die in Gestalt des Einsatzes intelligenter Elektronik im realen Produktionsprozeß innerhalb kurzer Zeit Beachtliches gezeigt haben. Hierzu eine Auswahl der - wie ich meine - wichtigsten Anwendungen.

Prozeßrechnergestützte Schweinemast

Mit der Umstellung auf ventilgesteuerte Flüssigfütterung in der Schweinemast konnte bei inzwischen tierphysiologisch anerkannt gleichwertigem Nahrungsdargebot ein entscheidender arbeitstechnischer Fortschritt erzielt werden. Seit Jahren sind bereits von Hand oder elektromechanisch gesteuerte Systeme im Einsatz. Inzwischen nun werden prozeßrechnergesteuerte Flüssigfütterungsanlagen angeboten: sie rufen die Futterkomponenten aus den Silos bzw. Lagertanks nach der vorzugebenden Rezeptur ab und veranlassen rechtzeitig das Anmischen im Großbottich. Nach ebenfalls vorzugebenden Zeiten wird das Futter über bis zu 200 Ventile, die individuell dosierbar sind, ausgebracht. Gleichzeitig kann ein Beleuchtungsprogramm gefahren werden. Tageweise kann die Dosierung jeweils um einen festen Prozentsatz gesteigert werden, so lange bis ein neuer Prozentsatz vorgegeben wird. Damit kann - wenn auch segmentiert - eine Futterkurve gefahren werden.

Mit dem Prozeßrechner wird jedoch nicht nur - wie beschrieben - gesteuert, sondern es werden gleichzeitig alle wichtigen Funktionsteile der gesamten Anlage überwacht. Fehlfunktionen werden über einen Defektcode optisch ausgewiesen und führen gegebenenfalls zu einem rechtzeitigen Teil- oder Totalstop des Fütterungsprozesses. Darüber hinaus werden die Steuervorgaben und - mit Hilfe entsprechender Meßeinrichtungen - die tatsächlichen jeweiligen Verbrauchswerte pro Tag oder Woche einzeln und aufsummiert erfaßt.

Prozeßrechnergestützte Milchviehhaltung

Die "programmierte Fütterung" oder noch deutlicher die "Computerfütterung" sind in der Milchviehhaltung inzwischen ein fest umrissener Begriff. Anders als bei der vorher abgehandelten Schweinemast ist hier die Leistungsabgabe in Form der Milch täglich und tierindividuell, qualitativ und quantitativ genau zu ermitteln. Diese Daten werden seit jeher erfaßt und entsprechend ausgewertet. Tierindividuell über die Zeit in Form von Laktationskurven wie auch zur Erkennung der Leistungsvertei-

lung im Bestand usw. Auch ist seit langem bekannt, daß einerseits das Grund- und Kraftfutterkonzept eine häufigere und dafür kleinere Kraftfutterzuteilung verlangt als das übliche Zweimal-pro-Tag-Dargebot am Melkstand, damit diese ernährungsphysiologisch voll erschlossen werden kann. Andererseits ist auch bekannt, daß erst eine tierindividuelle Dosierung nach Laktationskurve und Gesamtleistungsvermögen unwirtschaftliches Über- oder Unterfüttern ausschaltet und damit das vorhandene Leistungspotential bei kleinstmöglichem Kraftfuttereinsatz voll ausschöpft. Arbeitstechnisch durchführbar, d.h. mit vertretbarem Aufwand realisierbar sind diese Erkenntnisse jedoch erst mit dem Einsatz von Prozeßrechnern.

Die entwickelten Systeme sind unter der Bezeichnung Abruffütterung, Biologische Fütterung oder auch als Transponderfütterung bekannt. Die prozeßrechnergesteuerte Abruffütterung verlangt zunächst die Erfassung der bereits genannten tierindividuellen Leistungsdaten über einen entsprechenden Zeitraum sowie eine daraus zu ermittelnde tägliche individuelle Kraftfutterdosierung. Damit die einzelne Kuh im Laufstall auch tatsächlich das ihr zustehende Futter erhält, muß sie sich bei Aufsuchen der Futterstation mit einem am Hals getragenen Identifikationssender ausweisen. Für diesen Sender hat sich die Bezeichnung Transponder inzwischen fest eingebürgert. Nach Erkennen wird der Kuh vom Automaten die entsprechende Kraftfutterdosis zur Verfügung gestellt. Im Anbindestall wird die Futterstation durch einen laufschienengeführten mobilen Dosierungsautomaten ersetzt. Die Abrufhäufigkeit kann durch Einrichten von Fütterungszeitintervallen reglementiert oder durch ein Gleitzeitsystem offengelassen und durch individuelle Sperrzeiten wieder eingeschränkt werden. Ein eventuell nicht abgerufener Tagesrationsrest kann ganz oder teilweise auf den nächsten Tag übertragen werden. Nicht oder schlecht fressende Tiere werden als Alarmkühe rasch erkannt und können sofort zur Einleitung entsprechender Maßnahmen erfaßt werden. Auf weitere Einzelheiten dieser Konzeptionen soll nicht näher eingegangen werden.

Weitere Prozeßrechneranwendungen

Nach der Milchviehhaltung und der Schweinemast steht nun auch beim Geflügel der Prozeßrechnereinsatz bevor, wie mehrfache Andeutungen im Vorfeld der kommenden Ausstellung "Huhn + Schwein" erwarten lassen. Darüber hinaus werden andere Neuerungen auf diesem Gebiet dort sicher anzutreffen sein.

In der Außenwirtschaft finden sich Anwendungen für die verlustminimale Mähdrescher-steuerung, die präzise Aussaat- und Spritzungssteuerung sowie Ansätze zur optimierten Schleppersteuerung bei der Bodenbearbeitung. Auffällig ist auch hier der große meßtechnische Aufwand zur Erfassung der relevanten Prozeßdaten z.B. zur Messung der meistbenötigten wahren Fahrzeuggeschwindigkeit über Grund mit Hilfe von Radar. Die meisten Detailanwendungen auf diesem Gebiet beschränken sich auf das Erfassen der Meßwerte mit analoger oder digitaler Anzeige, auf die Abgabe von optischen/akustischen Warnsignalen beim Überschreiten vorzugebender Grenzwerte usw. Das Aussteuern bleibt fast ausschließlich noch dem Fahrzeugführer überlassen.

Prozeßrechner und Mikroprozessoren

Auffallend ist, daß einige der vorgenannten elektronischen Bauteile als Mikroprozessoren, andere als Microcomputer, d.h. als Prozeßrechner bezeichnet werden, obwohl sie prozeßbezogen jeweils in gleicher Weise eingesetzt werden. Wonach ist hier zu differenzieren? Obwohl sich im allgemeinen Sprachgebrauch die Bezeichnungen stark verwischen, läßt sich für einen Mikroprozessor als griffiges Unterscheidungsmerkmal zum Prozeßrechner festhalten, daß seine Funktion gemäß der in ihm implementierten Logik fix ist und er deshalb über nicht mehr als den Ein/Aus-Schalter

verfügt. Eine Funktions- oder Selektionstaste würde ihn demnach schon zum Prozeßrechner machen. Häufig fehlt sogar der Ein/Aus-Schalter, da auch das Zu- oder Abschalten über den angeschlossenen Prozeß (z.B. durch das Einschalten der Zündung) erfolgt oder der Mikroprozessor über eine eigene Batterie gepuffert ständig eingeschaltet bleibt, um eingespeicherte, z.B. kumulierte Prozeßdaten nicht zu "vergessen". Als eine andere Unterscheidungsvariante gilt, von einem Prozeßrechner erst dann zu sprechen, wenn er mindestens über eine allgemeine Ziffern-Tastatur verfügt.

Erscheinungsformen der Prozeßrechner

Wie aus dem gezeigten Bildmaterial ersichtlich, sind die Erscheinungsformen der Prozeßrechner vielfältig. Alle weisen sie jedoch eine Tastatur oder mindestens Selektions- oder Funktionstasten auf, ein Zeilendisplay ist häufig anzutreffen, inzwischen vermehrt auch der Einsatz von Bildschirmen. Ein Drucker kann als Thermodrucker integriert werden oder z.B. als Nadeldrucker separat angeschlossen sein.

Bedienungsaspekte

Frei in einer Standardsprache programmierbare Prozeßrechner werden in der Regel nur von Anwendern eingesetzt, die selbst im eigentlichen Sinne programmieren, also nicht nur Parameter eingeben, um den Programmablauf zu steuern, was von vielen Herstellern nicht ganz zutreffend bereits als "programmieren" bezeichnet wird.

Die jeweils für bestimmte Funktionen vom Hersteller in Serie aufgelegten Prozeßrechner können programmäßig und damit auch funktional vom Anwender jedoch nicht verändert werden. Der Anwender kann die meist im Maschinencode geschriebenen Programme auch nicht sichtbar machen oder gar ausdrucken lassen, was einem naheliegenden Schutzbedürfnis der Hersteller zweifellos entgegenkommt. Dennoch sollte der Anwender fordern, seinen Prozeßrechner über einen Bildschirm im Klartextdialog bedienen zu können und auch alle Meldungen von dort im Klartext zu empfangen - vor allem jedoch ausschließlich in deutscher Sprache.

Funktionstasten sind einer Befehlseingabe über die Tastatur stets vorzuziehen und sollten nach Betätigung ihre Wirkung am Bildschirm immer im Klartext protokollieren. Änderungsoptionen sollten zu jeder Zeit verfügbar sein. Ausdrucke müssen selektiv abrufbar sein. Hierzu verbleiben den Herstellern also noch einige Verbesserungsmöglichkeiten.

Nach den vielen genannten positiven Aspekten darf ein negativer nicht unterschlagen werden: Der Prozeßrechnereinsatz steht und fällt mit den vom Anwender einzugebenden Steuerparametern. Es gilt hier wie für die gesamte Informationsverarbeitung: "Mist rein, Mist raus". Damit für den zu steuernden realen Prozeß aus einer Fehleingabe keine katastrophalen oder zumindest nachteiligen Folgen entstehen, muß neben den Bedienungselementen auch die Prozeßrechnersoftware ein besonderes Maß an entsprechenden Vorkehrungen aufweisen.

Die Zukunft gehört integrierten Systemen

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die technischen Möglichkeiten des Prozeßrechnereinsatzes lediglich ökonomisch begrenzt sind. Es ist jedoch zu erwarten, daß sich immer mehr Anwendungsfälle bzw. Anbieter und Abnehmer finden lassen, für die sich der Prozeßrechnereinsatz aufgrund einer für den Einzelfall zu ermittelnden und entsprechend günstig ausfallenden Kosten-Nutzen-Relation unternehmerisch lohnt. Denn der Prozeßrechnereinsatz ist eine Investitionsentscheidung wie jede andere.

Eine wichtige Ergänzung ist noch vorzunehmen:

Interessante Perspektiven eröffnen nämlich Verbundlösungen, in denen Prozeßrechner und Informationsrechner oder auch intelligente Terminals on-line, also über ein entsprechendes Interface, miteinander in Kommunikation stehen. Hier bietet sich die Chance, originäre Produktionsdaten direkt betriebswirtschaftlich verarbeiten zu können und umgekehrt nach betriebswirtschaftlichen Optimalitätskriterien ermittelte Prozeßparameter auf direktem Wege einwirken lassen zu können. Damit würde der Prozeßrechnereinsatz deutlich die Rolle der Basis-Informationsverarbeitung im produzierenden landwirtschaftlichen Betrieb einnehmen.