

# Prozesssteuerung in der Tierproduktion

WOLFGANG BÜSCHER, HALLE

## Abstract

*Many processes in animal production systems are controlled by job-computers on different level. Automatic milking systems are the most developed applications in the last years. The data-pool of information is increasing rapidly but many potential benefits are unused. In many cases the men-machine-interaction is for the farmer very difficult. It is necessary to define standards for communication between job computers too in the nearer future.*

## 1 Einführung (Begriffe und Abgrenzung)

Die Prozesssteuerung stellt eine bewusste, zielgerichtete Beeinflussung eines Ablaufes dar. Dabei geht es nicht nur um die bedarfsgerechte Versorgung der Tiere mit Futter; auch die Stallumwelt und der Produktionsprozess werden zunehmend von digitaler Regeltechnik erfasst. Digitale Steuergeräte mit nur einer Aufgabe werden als "Job-" oder üblicher als "Prozesscomputer" bezeichnet. Alle relevanten Informationen werden spezifisch über die installierten Sensoren erfasst. Auch die Aktoren sind unmittelbar mit dem Steuergerät verbunden und haben nur die als Stellgrößen zugeordneten Funktionen im Prozess.

Über der Ebene der Prozesscomputer steht die Prozessleittechnik. Dies kann ein PC mit der Funktion eines Zentralcomputers sein. Je nach Größe der Anlage und Zahl der Prozesscomputer kann eine Zwischenebene sinnvoll sein, die mehrere Job-Computer bündelt. Für die üblicherweise in Stallanlagen stattfindende Tierproduktion liegt es nahe, die Gebäudeleittechnik als Vorbild für die Vernetzung zu betrachten (BÜSCHER, 2000). Für klimatische Aufgaben ist die Übertragbarkeit unproblematisch. Andere, spezifisch landwirtschaftliche Anwendungen lassen sich derzeit noch nicht ohne weiteres in dieses Modell integrieren.

## 2 Beispiele für Anwendungen mit unterschiedlichen Bezugsebenen

Verschiedenste Prozesse in der Tierproduktion erfolgen bereits mit digitaler Steuerungs- bzw. Regelungstechnik. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten die Anwendungen zu differenzieren, um eine systematische Unterscheidung zu erreichen. Aus der Sicht der Anwendungsebene bietet sich folgende Unterscheidung an:

- Prozesse auf der Ebene des Einzeltiers
- Prozesse auf der Ebene der Tiergruppe
- Prozesse auf der Ebene des Tierbestandes (Abteil, Stall)

Eine klassische Anwendung auf der Ebene des Einzeltiers ist das automatische Melken einer einzelnen Kuh. Diese noch sehr junge Anwendung ist sehr anspruchsvoll. Dabei werden die Kühe in einer Melkbox automatisch gemolken, wobei Kraftfutter meist als Lockfutter eingesetzt wird. Das Melkzeug muss in möglichst kurzer Zeit angesetzt werden, weil die hormonelle Wirkung der Oxytocinausschüttung nur wenige Minuten anhält. Jeglicher Stress für die Tiere wirkt negativ, weil Adrenalin antagonistisch auf das Oxytocin wirkt. Individuelle Positionsdaten zum Euter und zur Stellung der Zitzen sind notwendig, um ein zügiges Ansetzen des Melkzeuges zu erreichen. Entscheidungen zur Eutergesundheit und Verkehrsfähigkeit der Milch müssen unmittelbar während des Melkvorganges erfolgen und haben weitreichende - auch wirtschaftliche - Konsequenzen. Es fallen sehr viele Daten über den Prozess und die entscheidungsrelevanten Kenngrößen an. Der Mensch entlastet sich psychisch hinsichtlich der festen Routinezeiten für das Melken und physisch im bezug auf die körperlichen Belastungen während der Melkarbeit. Allerdings nehmen die Service- und Über-

wachungsaufgaben zu.

Einzel-tierbezogene Prozesse in der Gruppenhaltung setzen eine eindeutige Identifizierung der Tiere voraus. Derzeit stehen hierzu Antwortsender (Transponder/Responder) zur Verfügung, die sich am Halsband, in der Ohrmarke oder als Injektat im Unterhautgewebe befinden. Details zur Codierung und zur technischen Ausführung sind bei KTBL (1998) beschrieben.

Als Beispiel für eine Anwendung auf der Ebene der Tiergruppe soll die Sensorfütterung einer Schweinemastgruppe dienen. Nicht das Einzeltier, sondern die Mastgruppe ist bei diesem Prozess die Bezugsebene. Der Prozesscomputer der Flüssigfütterungsanlage überprüft bei seiner Überwachungsschleife den Füllstand des Fließfutters in der Trogschale. Aus der Zeit zwischen befülltem und entleertem Zustand wird die theoretische Fressgeschwindigkeit der Mastgruppe berechnet. Durch ihr Fressverhalten bestimmen die Tiere selbst die Portionsgröße der nächsten Mahlzeit und die Menge des "Nachschlags", wenn die Portion sehr schnell verzehrt wurde. Der Fütterungscomputer hat bei diesem Beispiel folgende drei nahezu simultane Aufgaben:

- Anrühren des Flüssigfutters aus verschiedenen Komponenten nach Vorgabe,
- Zuteilung der Portionen über Magnetventile entsprechend einer vorgegebenen Futterkurve,
- Berechnung der theoretischen Fressgeschwindigkeit der Tiergruppe und Festlegung des Zuschlags für die nächste Mahlzeit bzw. des "Nachschlags".

Als Prozessbeispiel auf der Ebene des Tierbestandes (Abteil, Stall) soll die Stallklima-Steuerung dienen. Weitgehend unabhängig vom Lüftungsverfahren werden die Anlagen von Prozesscomputern gesteuert. Es handelt sich bei diesen "Klimacomputern" um P-I-D-Regler, welche die Signale der Sensoren digital mit Prozessoren verrechnen können. Dabei steht die Abkürzung P-I-D für die Berechnungsmethoden "Proportional-Integral-Differential".

Ein Klimacomputer erfüllt die klassischen thermostatischen Aufgaben wie seine analog arbeitenden Vorgänger. Je nach Abweichung zwischen gemessener Ist-Raumtemperatur und eingestellter Soll-Temperatur wird die Lüftungsintensität (über den Ventilator oder die Rollos der Seitenwandöffnungen) gesteuert. Darüber hinaus sind jedoch viele zusätzliche Anwendungen möglich geworden. Eine nicht ganz neue Anwendung, aber doch sehr wirksame Möglichkeit mit Hilfe eines Klimacomputers die starken Temperaturschwankungen in den Übergangszeiten zu mindern, ist die Vorgabe einer Absinkgeschwindigkeit. Die Tiere vertragen die schnelle Erwärmung des Stalles viel besser als die zügige Abkühlung. Weil es durch die schnelle Temperaturabsenkung im Innenraum immer wieder zu Erkältungskrankheiten im Frühjahr und Herbst kommt, kann man an einigen Geräten eine feste Vorgabe machen, mit welcher "Geschwindigkeit" (z. B.  $0,5 \text{ K h}^{-1}$ ) sich der Raum abkühlen darf. Ebenfalls kann unter Verwendung eines Klimacomputers das Zuschalten eines Bypasses erfolgen, wenn mit Hilfe einer Wetterstation die Windrichtung und -geschwindigkeit erfasst wird, bei der es immer wieder zu Geruchsbelästigungen in der Nachbarschaft kommt. Zahlreiche andere Beispiele ließen sich aufführen.

### **3 Entwicklungen bei Regelgeräten und -prinzipien**

Das Kernstück jedes digitalen Reglers ist wie bei jedem Computer die CPU, die in ihrer Leistungsfähigkeit den gestellten Aufgaben angepasst sein muss. Je nach Anwendung befinden sich 8 Bit- bis hin zu Pentium-Prozessoren im Einsatz. Hinsichtlich der geräteinternen elektrotechnischen Vorgänge befindet sich die Regelungstechnik in der Tierproduktion derzeit in einer Übergangsphase. Analog-Digital-Wandlungen (und umgekehrt) sind im Steuergerät notwendig (siehe Abbildung 1). Bei der Software muss zwischen geräteinterner Datenverarbeitung, also den Algorithmen zur Steuerung und geräteexterner Datenverarbeitung unterschieden werden. Bei der geräteexternen Software handelt es sich um gerätespezifische

Computerprogramme, mit denen Soll-Werte vom Büro-PC veränderbar sind und Anlagen-zustände sowie Verläufe anschaulich auf dem Monitor dargestellt werden können. Die PC-Anbindung ist mit nahezu allen Prozesscomputern möglich, allerdings sind die Möglichkeiten der Software sehr unterschiedlich. Unter geräteinterner Datenverarbeitung sind die üblichen Regelkreise zu verstehen, die den Prozess beeinflussen. Durch die Integration von Selbstlern-Routinen und Fuzzy-Logik-Modulen wird versucht, mehr "künstliche Intelligenz" in die Regelgeräte zu integrieren. Es besteht jedoch noch ein erheblicher Entwicklungsbedarf. Damit der Prozessrechner zur Anlage passt, müssen die verwendeten Komponenten elektrotechnisch exakt aufeinander abgestimmt sein. Elektrotechnisch lassen sich die verschiedenen Steuergeräte mit Hilfe der Anzahl und Kategorie der Ein- und Ausgänge beschreiben. Es müssen zukünftig vier Kategorien von Ausgängen bei Regelgeräten unterschieden werden:

- *Relais* dienen lediglich der Ein/Aus-Steuerung von Aktoren;
- *Gleichstromausgänge (0-10 Volt oder 0-24 Volt)* sind in der Regel für einen linearisierten Aktoreneinsatz vorgesehen (z. B. Stellmotoren für 0 - 90° Winkelstellung);
- *Wechselstromausgänge* sind für die Ansteuerung von geregelten Elektromotoren üblich (230 Volt und 400 Volt-Anlagen);
- *Digitale Schmittstellen* sind für die Vernetzung der Geräte vorgesehen. Dabei geht es um wechselseitigen Datenaustausch zwischen Steuergeräten und dem PC.

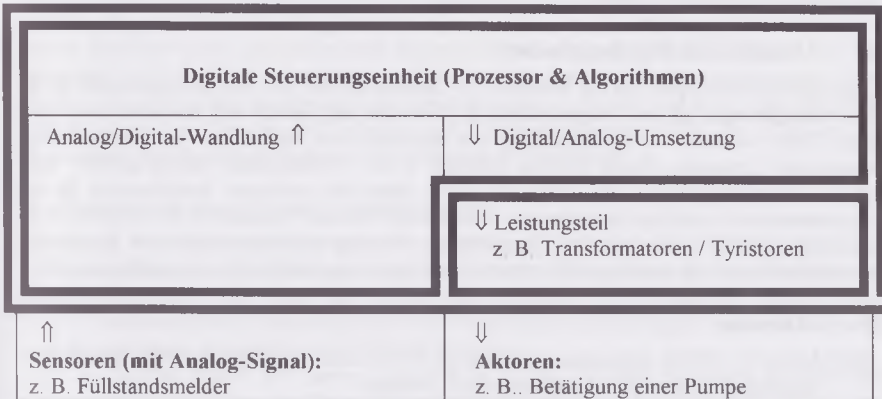


Abb. 1: Funktionsprinzip und Bestandteile digitaler Steuergeräte in Tierställen

#### 4 Entwicklungen auf der Ebene der Aktoren und Sensoren

Schon heute sind "intelligente" Sensoren und Aktoren auf dem Markt. In absehbarer Zeit werden alle steuerungsrelevanten Bauteile der verschiedensten Anlagen über eigene interne Prozessrechner verfügen. Die Übertragung der Daten zwischen den Bauteilen (Messwerte und Steuersignale) erfolgt dann digital. Wo liegen die Vorteile? Zum Beispiel kann bei einem intelligenten Aktor sämtliche Antriebstechnik und deren Ansteuerung in das Gerätegehäuse integriert sein. Eine optimale Auslastung und geringere Betriebskosten sind die Folge. Ein Beispiel sind die 1998 DLG-prämierten Energiesparventilatoren. Durch ein integriertes Leistungsteil, einen Gleichstromantrieb und die Ansteuerung über den LON-Bus wurden in Relation zu konventioneller Technik (Phasenanschnittsteuerung und Standard Axialventilator) bei eigenen zweijährigen Untersuchungen lediglich 60% der Elektroenergie benötigt.



Große Defizite sind bei der Entwicklung von Sensoren für die Landwirtschaft zu verzeichnen. Zum einen ist die Landwirtschaft wegen ihrer geringen Stückzahlen kein interessanter Markt für die Industrie. Darüber hinaus werden an die Sensoren extreme Anforderungen hinsichtlich ihrer chemischen und mechanischen Belastbarkeit gestellt. In eigenen Untersuchungen werden daher verschiedene Sensoren auf ihre "Stalltauglichkeit" überprüft und mit den Herstellern Anpassungsmöglichkeiten erarbeitet.

## **5 Kommunikation zwischen Anlagenkomponenten und Mensch-Maschine**

Zukünftig werden alle Anlagenkomponenten mit kybernetischen Aufgaben über eigene Prozessoren verfügen und digital miteinander kommunizieren. Eine Standardisierung der Kommunikationsgrundlage ist daher notwendig. Eine Normengruppe deutscher Hersteller hat sich 1999 gebildet, um ein BUS-System als Kommunikationsplattform für den wechselseitigen Datenfluss von Anlagenkomponenten in der Innenwirtschaft zu standardisieren.

Große Anstrengungen werden unternommen, um die Einarbeitung und den Umgang mit digitalen Steuergeräten zu erleichtern. Symboltastaturen haben sich nicht bewährt, Textdisplays mit Hintergrundbeleuchtung scheinen sich durchzusetzen. Für die Einarbeitung werden Lehrgänge angeboten. Obwohl nahezu alle Prozessrechner über die Möglichkeit der Gerätevernetzungen mit einem zentralen PC verfügen, wird diese Technik nur sehr zögernd nachgefragt. Auch hierfür bietet die BUS-Technologie die notwendige Kommunikationsgrundlage (ARTMANN, 2000).

## **6 Ausblick und Handlungsbedarf**

Die Landwirtschaft spielt bei der Industrie für Gebäudetechnik nur eine untergeordnete Rolle. Die Anforderungen an die Anlagentechnik für Tierställe sind jedoch sehr spezifisch und komplex. Umso wichtiger ist die Bündelung von Interessen und Kräften zur Weiterentwicklung angepasster Lösungen. Große Defizite bestehen in der Verfügbarkeit "stalltauglicher" Sensoren. Sensorentwicklung und -anpassung kann daher ein wichtiges Aufgabenfeld für die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Universitäten werden. Angesichts der schnellen Entwicklung besteht für Berater und Anwender im Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik in Zukunft ein ständiger Informations- und Schulungsbedarf, den es zu bedienen gilt!

## **7 Literatur**

- ARTMANN, R. (2000): Informationstechnologie in der Innenwirtschaft. In KTBL Schrift 390 "Elektronikeinsatz in der Landwirtschaft", Münster
- KTBL (1998): Elektronische Tieridentifizierung, KTBL-Arbeitspapier 258, Münster
- BÜSCHER, W. (2000): Computergestützte Regelungs- und Steuerungstechnik für die Klimaführung. In KTBL Schrift 390 "Elektronikeinsatz in der Landwirtschaft", Münster