

#### 4. Zusammenfassung

Es existieren bereits heute Geräte und Verfahren, um Flüssigmist in üblichen Gaben umweltneutral in den Boden zu bringen. Schon durch schnelles und vollständiges Bedecken von Flüssigmist mit Boden sind Geruchsemissionen zu vermeiden. Um die Ausnutzung der eingebrachten Nährstoffe zu verbessern und auch unter schwierigen Bedingungen und bei hohen Gaben Gefahren für die Umwelt, insbesondere durch Oberflächenablauf und Auswaschung, zu verhindern, ist ein intensives Mischen von Flüssigmist und Boden anzustreben. Dargestellt wurden technische Verfahren und Gerätesysteme zum vollständigen Bedecken und Einmischen von Flüssigmist in den Boden. Die Betriebskosten können leicht aus den für ein Beispiel errechneten Aufwandszahlen (Energiebedarf  $2,5 \div 6,5 \text{ kWh/m}^3$ , Arbeitskräftebedarf  $2 \div 6 \text{ min/m}^3$ , Schlepperbedarf  $2 \div 6 \text{ min/m}^3$ ) ermittelt werden. Die Ergebnisse aus Feldversuchen zeigen die Vorteile intensiven Mischens, insbesondere die geringe Nitratauswaschung.

Gelingt es, bei entsprechender Fruchtfolge, Bevorratung von Flüssigmist und Organisation das Einbringen von Flüssigmist mit einem ohnehin erforderlichen Bodenbearbeitungsgang zu kombinieren, so entstehen für das direkte Zurückführen von Flüssigmist in den Boden kaum zusätzliche Kosten. Umweltschutz sowie Rohstoffe und Energie sparer Einsatz tierischer Exkremente in der pflanzlichen Produktion sind auf diese Weise sehr wohl miteinander zu vereinbaren.

#### Schrifttum

- [ 1 ] Krause, R.: Technische Verfahren der Anwendung unbehandelter Produktionsabfälle auf Nutzflächen, Brach- und Ödland. Ber. Landw. Bd. 50 (1972) H. 3, S. 628/37.
- [ 2 ] Vetter, H. u. G. Steffens: Wege zu einer besseren Nutzung der Gülle. Landw. Blatt Weser-Ems Bd. 122 (1975) H. 44, S. 8/10.
- [ 3 ] Bosma, A.H.: Was taugen Güllegrubber? Die landt. Zeitschr., DLZ Bd. 25 (1974) H. 11, S. 643/46.
- [ 4 ] Krause, R. u. M. Zach: Technische Grenzen bei der Rückführung von Flüssigmist in den Boden. Landtechnik Bd. 29 (1974) H. 5, S. 205/09.
- [ 5 ] Krause, R. u. M. Zach: Verfahren zum direkten Einarbeiten von Flüssigmist in den Boden. Landtechnik Bd. 29 (1974) H. 5, S. 203/05.
- [ 6 ] Krause, R.: Verfahren zur Landanwendung von Flüssigmist. Landbauforschung Völknerode Bd. 24 (1974) H. 1, S. 49/54.
- [ 7 ] N.N.: Land management of waste residuals. Briscoe/Maphis inc. 2336 Pearl Street Boulder, Colorado 80302, USA.

---

## Eine pneumatisch betriebene Dosierwaage für Kraftfuttermittel

Von Bernd J. Scholtysik, München\*)

DK 331.875:636.084:681.267.5

Die Mechanisierung der Fütterung in der Rindviehhaltung ist aus arbeitswirtschaftlichen Gründen erstrebenswert. Außerdem kann damit eine Fütterungstechnik verwirklicht werden, die die tierische Leistungsfähigkeit in gewissen Grenzen erhöht.

Für eine Mechanisierung der Fütterung sind geeignete Dosiereinrichtungen notwendig. In diesem Beitrag werden Aufbau und Wirkungsweise einer pneumatisch betriebenen Dosierwaage mit digitaler Sollwerteingabe beschrieben. Wichtige Einzelelemente des Gesamtsystems sind eine pneumatische Wiegeeinrichtung, ein pneumatischer Digital-Analog-Wandler und eine Logikschaltung.

---

Aus den Arbeiten des Sonderforschungsbereichs 141 "Produktionstechniken in der Rinderhaltung" an der TU München-Weihenstephan.

---

\*) Dipl.-Ing. Bernd J. Scholtysik arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen (Direktor: o. Prof. Dr.-Ing. W. Söhne) der TU München.

### 1. Einleitung

Die Mechanisierung der Fütterung in der Rindviehhaltung wurde anfangs mit dem Ziel betrieben, die Arbeit zu erleichtern und Arbeitszeit zu sparen. Seit jedoch nachgewiesen werden konnte, daß durch eine gezielte Fütterungstechnik mit häufiger, regelmäßiger über den Tag verteilter, dosierter Zuteilung der Futtermittel die tierische Leistungsfähigkeit in gewissen Grenzen gesteigert werden kann, spricht neben arbeitswirtschaftlichen Gründen auch die Möglichkeit einer Leistungssteigerung für eine Mechanisierung der Fütterung [1, 2].

Prinzipiell können für die Mechanisierung der Fütterung stationäre oder mobile Anlagen verwendet werden. Mobile Anlagen in der Form von Fütterungswagen werden in der Praxis bereits erfolgreich eingesetzt. Komplette stationäre Futterverteilanlagen werden bisher nur als Versuchsanlagen erprobt [3]. Für das individuelle Zuteilen von Kraftfutter werden stationäre Kraftfutterautomaten in Melkständen verwendet. Die Schwierigkeiten bei diesem System ergeben sich dadurch, daß Hochleistungstiere in der kurzen Zeit, in der sie im Melkstand sind, nicht ausreichend viel Kraftfutter aufnehmen können.

Je nach dem verwendeten Haltungsverfahren werden an die eingesetzten Systeme unterschiedliche Anforderungen gestellt. Bei der Einzeltierfütterung im Anbindestall kann dem Freßplatz eine bestimmte Futterration zugeordnet werden. Dagegen muß bei der Einzeltierfütterung im Laufstall jedes Einzeltier identifiziert werden.

Für eine Mechanisierung der Fütterung sind geeignete Dosier-, Zuteil- und u.U. Mischeinrichtungen notwendig. Bei der Gestaltung dieser Geräte sind die sehr unterschiedlichen Stoffeigenschaften der verschiedenen Futtermittel zu berücksichtigen.

Für Dosieraufgaben erscheinen im Hinblick auf die unterschiedlichen Stoffeigenschaften Gewichtsdosiereinrichtungen geeigneter als Volumendosiereinrichtungen. Um eine Automatisierung zu ermöglichen, sind die Sollwerte digital einzugeben. Die Dosierung soll also mit verschiedenen großen Vielfachen einer Grundmenge erfolgen. Außerdem soll es möglich sein, die Größe dieser Grundmenge zu verändern.

Im folgenden wird über die Entwicklung einer pneumatisch betriebenen Dosierwaage mit digitaler Sollwerteingabe berichtet. Die Waage ist in ihrer Größe so ausgelegt, daß sie für eine Kraftfutterzuteilung eingesetzt werden kann.

## 2.1 Pneumatische Wiegeeinrichtung

Die in Bild 1 als Blockschaltbild dargestellte Wiegeeinrichtung ist in Bild 2 in ihrem Aufbau schematisch dargestellt. Das Gut wird von einem Zufuhrorgan in den Behälter B gefördert. Der Behälter ist unten mit einer Bodenklappe K verschlossen. Das Gewicht G des in dem Behälter enthaltenen Gutes und das Leergewicht des Behälters werden mit dem Hebel H auf den Membranzylinder MZ abgestützt. Der Membranzylinder gibt bei einer bestimmten Größe des Gewichts G um einen geringen Hub nach. Dieses Gewicht hängt ab von der wirksamen Fläche des Membranzylinders, von dem ihn beaufschlagenden Druck, dem Leergewicht des Behälters und dem Übersetzungsverhältnis des Hebels. Beim Nachgeben des Membranzylinders unterbricht der an dem Hebel befestigte Unterbrecher U die Luftschranke LS. Die Luftschranke gibt dadurch beim Erreichen eines bestimmten Gewichts einen geringen Ausgangsdruck  $\Delta p$  ab.

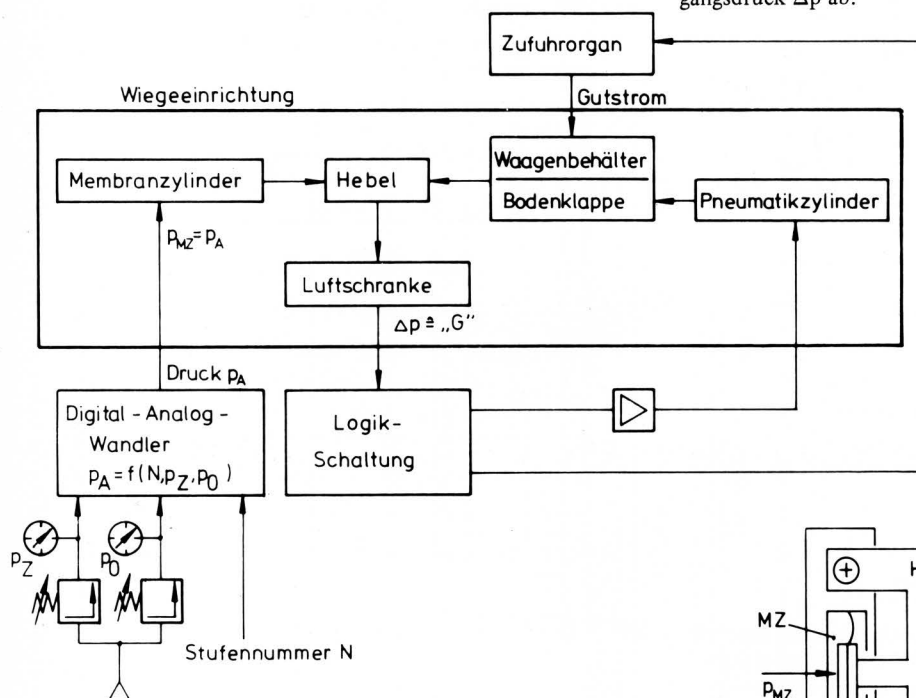


Bild 1. Blockschaltbild einer pneumatisch betriebenen Dosierwaage mit digitaler Sollwerteingabe.

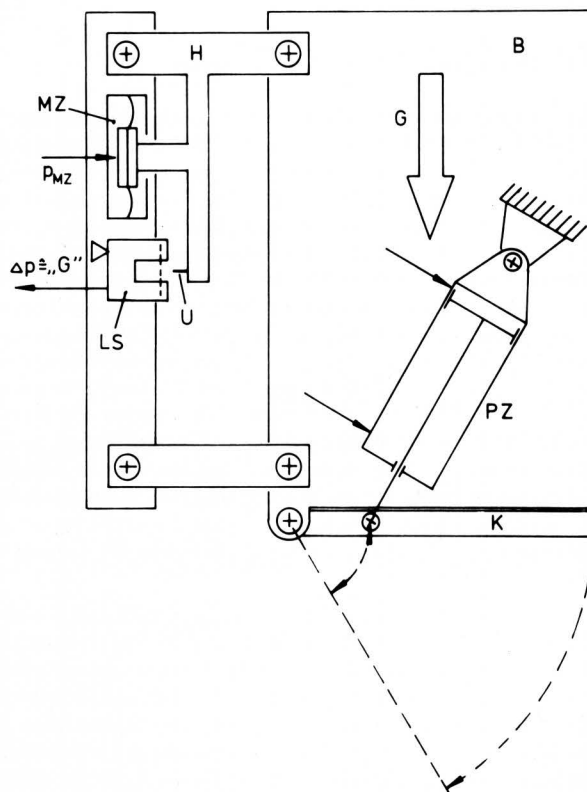


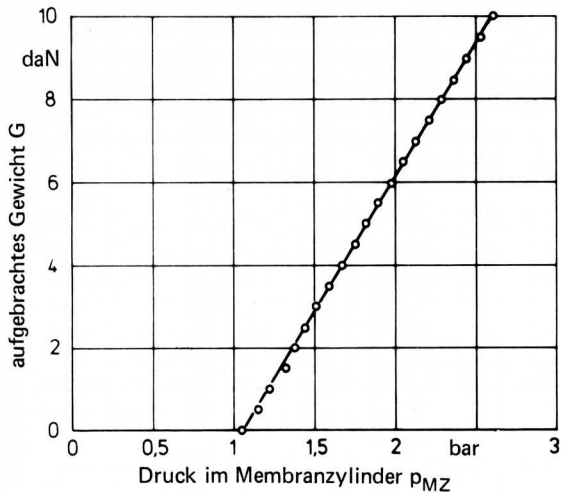
Bild 2. Aufbau der pneumatischen Wiegeeinrichtung.

B	Wiegebehälter	$\Delta p$	Ausgangsdruck
G	Gewicht des Gutes	$p_{MZ}$	Druck im Membranzylinder
H	Hebel	PZ	Pneumatikzylinder zur Klappenbetätigung
K	Bodenklappe	U	Unterbrecher
LS	Luftschranke		
MZ	Membranzylinder		

## 2. Aufbau des Systems

Beim Aufbau des Gesamtsystems wurde eine Lösung mit ausschließlich pneumatischen Elementen gewählt. Obwohl die Pneumatik in der Landtechnik bisher nur wenig angewendet wird [4], sprechen für eine Anwendung der leicht verständliche Aufbau, die robuste Arbeitsweise sowie die in der Landwirtschaft wichtige Unempfindlichkeit dieser Elemente gegenüber Umwelteinflüssen. Außerdem können die für den Betrieb notwendigen Informationen und Kräfte mit einer einheitlichen Energieform gewonnen werden. Das in Bild 1 dargestellte Gesamtsystem der pneumatisch betriebenen Dosierwaage besteht im wesentlichen aus einer Wiegeeinrichtung, einem pneumatischen Digital-Analog-Wandler für die Sollwertzeugung und einer Logikschaltung für die Steuerung des Systems. Im folgenden werden die Einzelemente der Dosierwaage beschrieben.

Zur statischen Eichung der pneumatischen Wiegeeinrichtung wurden in den Behälter Eichgewichte eingelegt und der mit einem Druckregler eingestellte Druck im Membranzylinder solange verringert, bis die Luftschranke ein Ausgangssignal abgab. Die so ermittelte Kennlinie der Wiegeeinrichtung ist in **Bild 3** dargestellt. Im Gesamtsystem nach **Bild 1** wird als Druck im Membranzylinder der Ausgangsdruck eines pneumatischen Digital-Analog-(D-A-) Wandlers benutzt.



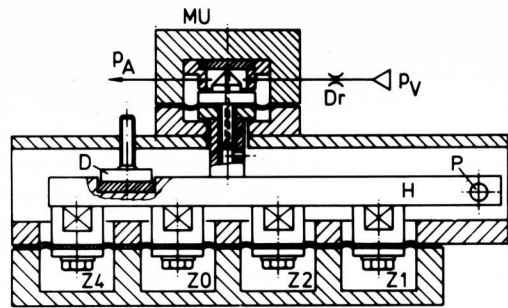
**Bild 3.** Gemessene Kennlinie der Wiegeeinrichtung.

## 2.2 Pneumatischer Digital-Analog-Wandler

Der verwendete D-A-Wandler ist in **Bild 4** dargestellt. An dem um P drehbaren Hebel H greifen von unten die von den Membranzylindern Z0, Z1, Z2, Z4 erzeugten Kräfte an. In dem Meßumformer MU, der über die Drossel Dr mit dem Versorgungsdruck  $p_V$  beaufschlagt wird, stellt sich ein solcher Ausgangsdruck  $p_A$  ein, daß mit der vom Meßumformer abgegebenen Kraft das Momentengleichgewicht am Hebel erfüllt wird. Zum Dämpfen von Schwingungen um die Gleichgewichtslage dient der einstellbare Dämpfer D. Die Hebelarme, an denen die Zylinder Z1, Z2, Z4 angreifen, verhalten sich wie 1:2:4. Dadurch können bei Beaufschlagungen dieser Zylinder entsprechend dem Binärcode (bei konstantem Druck  $p_0$  im Zylinder Z0) acht verschiedene, konstant gestufte Werte des Ausgangsdruckes  $p_A$  erzeugt werden. Die Beaufschlagung der Zylinder in den acht Stufen zeigt **Bild 5**. Ein Erhöhen der Anzahl der möglichen Stufen ist durch ein einfaches Erweitern des D-A-Wandlers möglich. Mit einem weiteren Zylinder, der am Hebel mit der Hebellänge „8 L“ angreift, lassen sich 16 Stufen des Ausgangsdruckes verwirklichen.

Die jeweils gewünschte Druckbeaufschlagung nach **Bild 5** wird bei der Versuchsanlage mit dem in **Bild 6** dargestellten pneumatischen Binärzahlgeber erreicht. Bei diesem Gerät werden, je nach der an einem Handknopf eingestellten Stufennummer, Luftstrahlen von einer binärcodierten Scheibe freigegeben bzw. unterbrochen. Die Ausgangssignale des Binärzahlgebers beaufschlagen konventionelle pneumatische 3/2-Wegeventile, die den Druck  $p_z$  auf die entsprechenden Zylinder Z1, Z2, Z4 leiten.

Für einen automatischen Betrieb der Anlage wäre auch eine Eingabe der Stufennummer mit einem Datenträger, z.B. Lochstreifen, möglich. Beim Einbau der Dosierwaage in einen mobilen Fütterungswagen käme für die Eingabe der Stufennummer auch ein Abtasten von Nockenleisten in Frage.

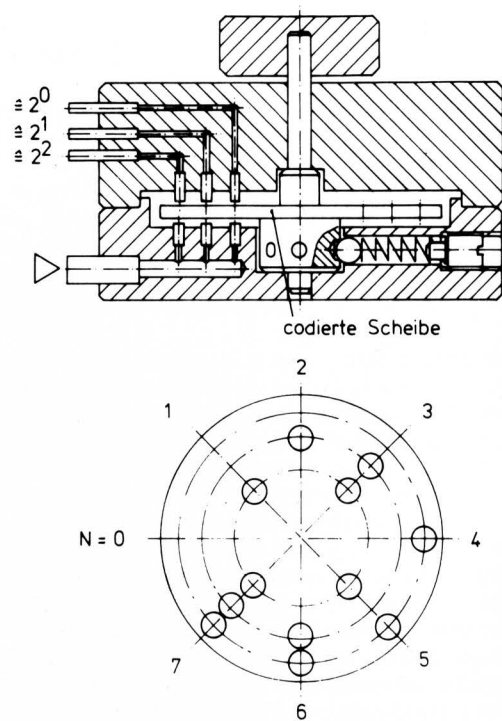


**Bild 4.** Pneumatischer D-A-Wandler für 8 Stufen.

- |    |             |                |                       |
|----|-------------|----------------|-----------------------|
| D  | Dämpfer     | P              | Lagerung des Hebels H |
| Dr | Drossel     | $p_A$          | Ausgangsdruck         |
| H  | Hebel       | $p_V$          | Versorgungsdruck      |
| MU | Meßumformer | Z0, Z1, Z2, Z4 | Zylinder              |

Stufennummer N				
	Z4	Z0	Z2	Z1
0	0	$p_0$	0	0
1	0	$p_0$	0	$p_z$
2	0	$p_0$	$p_z$	0
3	0	$p_0$	$p_z$	$p_z$
4	$p_z$	$p_0$	0	0
5	$p_z$	$p_0$	0	$p_z$
6	$p_z$	$p_0$	$p_z$	0
7	$p_z$	$p_0$	$p_z$	$p_z$

**Bild 5.** Druckbeaufschlagung des D-A-Wandlers.



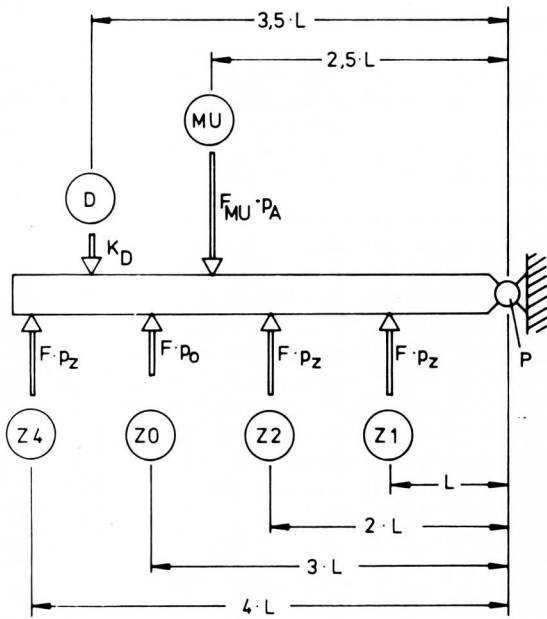
**Bild 6.** Pneumatischer Binärzahlgeber.

Mit den in **Bild 7** angegebenen Hebelarmen und den Bezeichnungen:  $F$  für die wirksame Fläche der Membranzylinder ( $Z0, Z1, Z2, Z4$ ),  $F_{MU}$  für die wirksame Fläche der Membran des Meßumformers,  $K_D$  für die vom Dämpfer ausgeübte Kraft ergibt sich theoretisch (aus dem Momentengleichgewicht bezüglich des Lagerpunktes  $P$ ) für den Ausgangsdruck  $p_A$  in der Stufe  $N$ :

$$p_A = \frac{6}{5} \frac{F}{F_{MU}} p_0 + \frac{2}{5} \frac{F}{F_{MU}} p_z N - \frac{7}{5} \frac{K_D}{F_{MU}}$$

In der kleinsten Stufe, also für  $N = 0$ , erhält man theoretisch:

$$p_{A,N=0} = \frac{6}{5} \frac{F}{F_{MU}} p_0 - \frac{7}{5} \frac{K_D}{F_{MU}}$$



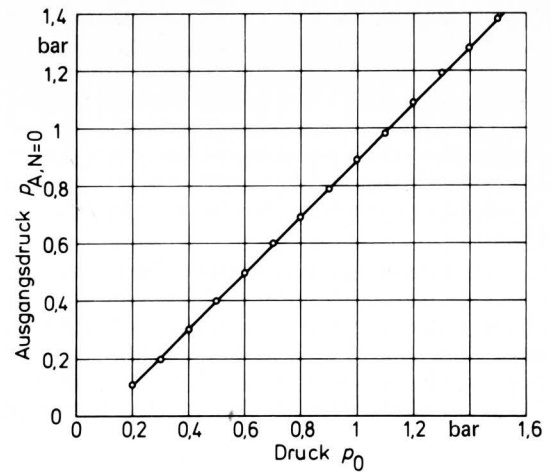
**Bild 7.** Kräfteplan zur Herleitung der theoretischen Kennlinie des D-A-Wandlers.

Für eine konstante Einstellung des Dämpfers, also  $K_D = \text{const.}$ , ist die Funktion  $p_{A,N=0} = f(p_0)$  eine Gerade, deren Steigung durch das Flächenverhältnis ( $F/F_{MU}$ ) festgelegt wird. **Bild 8** gibt eine gemessene Kennlinie  $p_{A,N=0} = f(p_0)$  wieder.

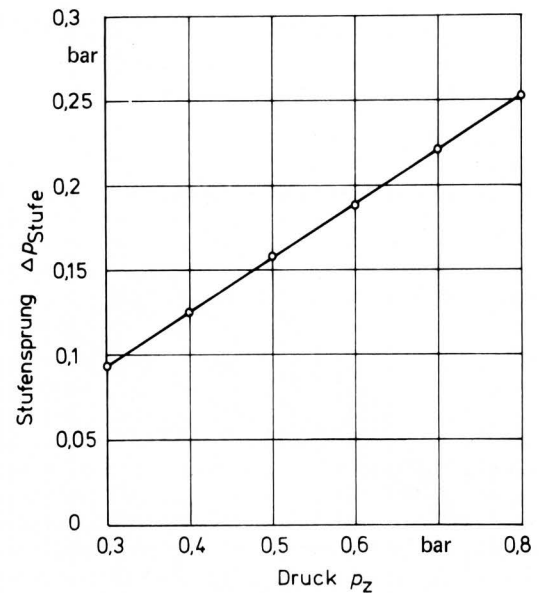
Bei konstanter Einstellung des Dämpfers, also  $K_D = \text{const.}$ , und konstantem Druck  $p_0$  ergeben sich auch für die Funktion  $p_A = f(N)$  Geraden. Die Steigung der Geraden, und damit der Stufensprung  $\Delta p_{\text{Stufe}}$ , wird durch das Flächenverhältnis ( $F/F_{MU}$ ) und durch den Druck  $p_z$  festgelegt.

**Bild 9** zeigt den gemessenen Stufensprung in Abhängigkeit vom Druck  $p_z$ .

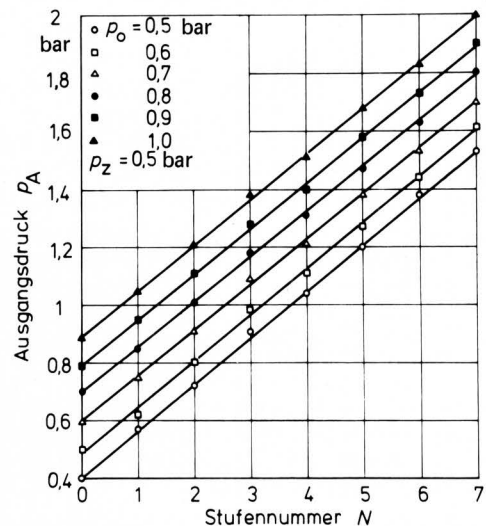
Der Wert des Ausgangsdruckes in der kleinsten Stufe ( $N = 0$ ) kann also durch Einstellen des Druckes  $p_0$  festgelegt werden. Die Steigung der Geraden  $p_A = f(N)$  kann durch Einstellen des Druckes  $p_z$  verändert werden. Die **Bilder 10 und 11** zeigen gemessene Kennlinien des D-A-Wandlers bei Verändern von  $p_0$  bzw.  $p_z$ . Die Abweichungen der durch Messungen bestimmten Punkte von den aus ihnen berechneten Regressionsgeraden betragen maximal etwa 3 %.



**Bild 8.** Gemessene Beziehung zwischen Ausgangsdruck  $p_A$  und Vordruck  $p_0$  bei konstantem Dämpfer und  $N = 0$ .



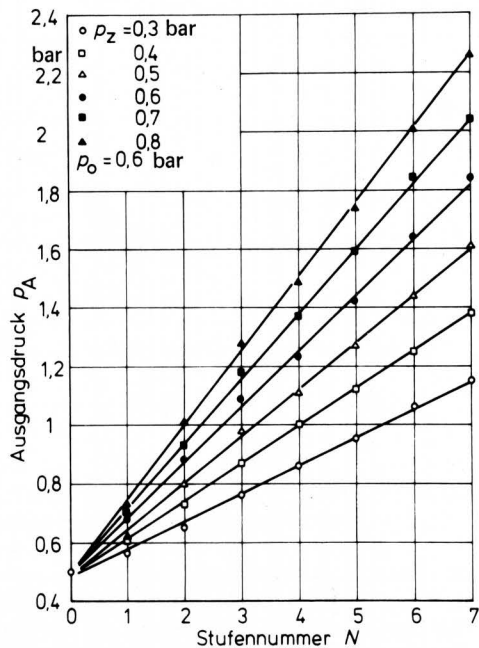
**Bild 9.** Gemessene Werte des Stufensprungs  $\Delta p_{\text{Stufe}}$  in Abhängigkeit vom Druck in den Zylindern ( $Z1, Z2, Z4$ ).



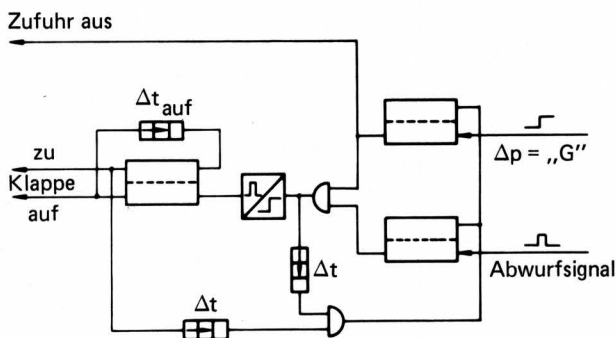
**Bild 10.** Gemessene Werte für den Ausgangsdruck  $p_A$  in Abhängigkeit von der Stufennummer  $N$  bei Verändern des Vordrucks  $p_0$ ,  $p_z = \text{const.}$

Beim Übergang von einer Stufe N1 auf eine höhere Stufe N2 steigt der Ausgangsdruck des D-A-Wandlers von  $p_A(N1)$  auf  $p_A(N2)$ . Die dazu notwendige Zeit hängt ab vom Querschnitt der Drossel, vom Volumen, in dem der Druck aufgebaut wird, vom Versorgungsdruck des Meßformers und vom Anfangs- und Enddruck des Druckanstieges. Durch geeignete Wahl dieser Parameter kann erreicht werden, daß der D-A-Wandler den jeweiligen Ausgangsdruck in einer für den Anwendungsfall ausreichend kurzen Zeit aufbaut.

Wenn man den beschriebenen D-A-Wandler für die Erzeugung des Sollwertes der pneumatischen Wiegeeinrichtung benützt, erhält man eine pneumatisch betriebene Dosierwaage mit digitaler Sollwerteingabe, vorwählbarer kleinster Gewichtsstufe und vorwählbarem Gewichtsstufensprung. Als weitere Komponente der Gesamtanlage ist nach Bild 1 noch eine Logikschaltung notwendig.



**Bild 11.** Gemessene Beziehungen zwischen Ausgangsdruck  $p_A$  und Stufennummer  $N$  bei Verändern des Drucks in den Zylindern (Z1, Z2, Z4)  $p_Z$ , Vordruck  $p_0$  ist konstant.



**Bild 12.** Logikschaltplan der Fluidik-Logik-Schaltung.

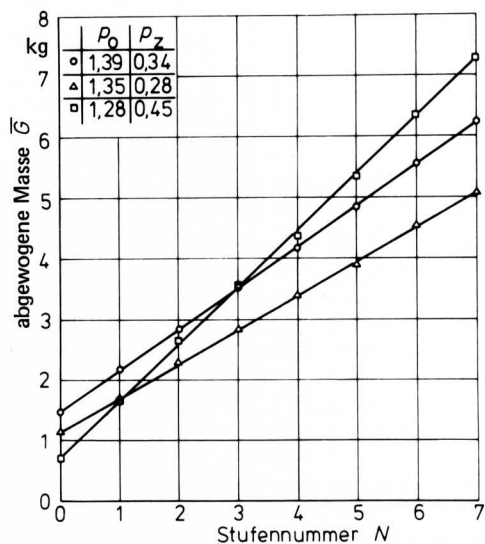
### 2.3 Logikschaltung

Die Logikschaltung übernimmt die Steuerung des Gesamtsystems. Wenn das durch die Eingabe am D-A-Wandler festgelegte Gewicht im Behälter erreicht ist, gibt die Luftschranke an die Schaltung ein Ausgangssignal ab. Die Schaltung stellt darauf das Zufuhrorgan ab, so daß kein weiteres Gut mehr in den Behälter gefördert wird. Wenn zusätzlich, vor oder nach dem Erreichen des Gewichts, ein Abwurfsignal eingegeben wird, bewirkt die Schaltung, daß die Bodenklappe des Behälters mit dem Pneumatikzylinder PZ geöffnet wird und somit die abgewogene Portion ausgeworfen wird. Anschließend wird die Bodenklappe wieder geschlossen und mit einer gewissen Zeitverzögerung das Zufuhrorgan wieder in Betrieb gesetzt. Die verwendete Schaltung ist aus Fluidik-Logik-Elementen aufgebaut [5]. Der Schaltungsaufbau ist in Bild 12 als Logik-Schaltplan dargestellt.

### 3. Dosierversuche

Mit einer Anlage nach Bild 1 wurden Dosierversuche durchgeführt. Als Zufuhrorgan wurde eine elektrisch betriebene Schwingrinne verwendet, die von der Fluidik-Schaltung mit Hilfe eines fluidisch-elektrischen Wandlers gesteuert wurde. Als Versuchsgut dienten Getreidekörner.

Beim Einstellen einer gewünschten Beziehung zwischen Gewicht und Stufennummer (Kennlinie  $G = f(N)$ ) wird zuerst aus Bild 3 der in der kleinsten ( $N = 0$ ) und größten ( $N = 7$ ) Gewichtsstufe notwendige Druck im Membranzylinder der Wiegeeinrichtung bestimmt. Dann werden die Druckregler für die Drücke  $p_0$  und  $p_Z$  so eingestellt, daß der D-A-Wandler in den Stufen  $N = 0$  und  $N = 7$  die notwendigen Werte des Ausgangsdruckes erreicht. Nach einigen Probedosierungen kann die Einstellung korrigiert werden. Es ist dadurch möglich, den dynamischen Einfluß des in den Behältern einströmenden Massenstroms und den Einfluß der Ausschaltverzögerung des Zufuhrorgans auszugleichen. Bild 13 zeigt gemessene Kurven für die Dosierung  $\bar{G} = f(N)$  bei drei verschiedenen Einstellungen des D-A-Wandlers.  $\bar{G}$  ist dabei der Mittelwert aus einer Reihe von Messungen. Die auf den Mittelwert bezogene Standardabweichung, als Maß für die Schwankungen um den Mittelwert, beträgt weniger als 5%.



**Bild 13.** In Versuchen ermittelte Kennlinien  $\bar{G} = f(N)$  der Dosieranlage bei 3 verschiedenen Einstellungen des D-A-Wandlers.

#### 4. Zusammenfassung

Für das automatische Zuteilen von Kraftfuttermitteln wurde eine pneumatisch betriebene Dosierwaage mit digitaler Sollwerteingabe entwickelt. Die kleinste zugeteilte Menge und die Größe des Stufensprungs sind voneinander unabhängig einzustellen. Die beschriebene Anlage arbeitet mit acht Gewichtsstufen. Eine Erhöhung dieser Anzahl ist durch Erweitern des pneumatischen D-A-Wandlers möglich. Die Dosiergenauigkeit ist für den Anwendungsfall ausreichend.

Für eine Automatisierung der Anlage ist eine Eingabe der Stufennummer mit einem Datenträger möglich.

#### Schrifttum

- [ 1 ] *Riemann, U. u. H. Mannebeck*: Fütterungsverfahren für Hochleistungskühe. Landtechnik Bd. 27 (1972) Nr. 23/24, S. 589/93.

- [ 2 ] *Kaufmann, W. u. H. Hagemeyer*: Fütterungstechnik und Verdauungsablauf bei Milchkühen. Übersichten zur Tierernährung Bd. 1 (1973) S. 193/221.
- [ 3 ] *Kaufmann, W.*: Versuche zur Entwicklung biologisch-technischer Fütterungssysteme zur Steuerung der Fermentationsvorgänge in den Vormägen. Berichte über Landwirtschaft 191. Sonderheft (1975) S. 296/300.
- [ 4 ] *Reuschenbach, H.*: Pneumatische Steuer- und Regelungssysteme für die Automatisierung der Landtechnik. Ölhydraulik und Pneumatik Bd. 16 (1972) Nr. 11, S. 472/76.
- [ 5 ] *Reuschenbach, H.*: Wirkungsweise von Fluidiks und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Landtechnik. Grndl. Landtechnik Bd. 24 (1974) Nr. 5, S. 150/54.

---

## Notizen aus Forschung, Lehre, Industrie und Wirtschaft

---

### o. Prof. em. Dr.-Ing. habil. Karl Stöckmann 80 Jahre



Am 10. April 1976 vollendete o. Prof. em. Dr.-Ing. habil. *Karl Stöckmann*, derzeitiger Leiter des Instituts für Mühlenwesen sowie Lehrbeauftragter der Technischen Universität Braunschweig und bis 1965 ordentlicher Professor und Direktor des Instituts für Landtechnik der Universität Gießen, sein 80. Lebensjahr. Gleichzeitig blickte er auf eine 50-jährige Lehrtätigkeit an der Technischen Universität Braunschweig zurück.

Geboren am 10.4.1896 in Oberhausen am Niederrhein, besuchte er in seiner Heimatstadt die Oberrealschule. Während eines Heimaturlaubs als Marineflieger legte er 1917 seine Reifeprüfung ab. Auf den praktischen Erfahrungen einer Schlosserlehre aufbauend, absolvierte er an der Technischen Hochschule Braunschweig in den Jahren von 1918 bis 1921 das Studium des Maschinenbaus. Hier erhielt er bereits seine ersten Anregungen zu seinen späteren Forschungs- und Lehrtätigkeiten durch seine Lehrer Professor *Schöttler* und Professor *Föppl*. Nach einer Industrietätigkeit bei der Demag, Duisburg und der Babcock, Oberhausen wurde er im Alter von 27 Jahren Dozent an der Höheren Landbauschule Helmstedt.

Erstmals zum Sommersemester 1926 wurde ihm von der Technischen Hochschule Braunschweig ein Lehrauftrag für Landmaschinenbau erteilt. Er trat damit die Nachfolge von Professor *Foedisch* an. Parallel betreute er ehrenamtlich die Maschinenberatungsstelle der damaligen Landwirtschaftskammer Braunschweig und erwarb sich dabei durch seine rege Beratungs- und Vortragstätigkeit große Verdienste um die Braunschweiger Landwirtschaft. Zur gleichen Zeit begann er mit dem Auf- und Ausbau des Landmaschinenlaboratoriums in Helmstedt, einer Lehr- und Forschungsstätte, die bald ein beachtliches Ansehen genoß. Neben zahlreichen Forschungsarbeiten, Maschinenprüfungen – darunter die Schrotmühlen-Vergleichsprüfung der DLG im Jahre 1930/31 – seien die technischen Sonderlehrgänge für "staatlich geprüfte Landmaschinen-Inspektoren" erwähnt.

Als 1937 die Höhere Landbauschule Helmstedt und damit auch das Landmaschinenlaboratorium aufgelöst wurde, gelang es ihm glücklicherweise, seine Forschungseinrichtungen nach Braunschweig zu bringen. Bereits 1930 hatte er an der TH zum Dr.-Ing. promoviert und sich 1935 habilitiert. Als hauptamtlicher Dozent betreute er die Lehrgebiete Land- und Mühlentechnik und Baumaschinen für Bauingenieure. Seiner Initiative ist die damalige Gründung des heutigen Instituts für Mühlenwesen zu verdanken.

Während des 2. Weltkrieges betreute er nach seiner u.k.-Stellung als Fliegeroffizier neben den Lehraufgaben in Braunschweig und wichtigen Arbeiten auf dem Gebiet der Ernährungssicherung den verwaisten Lehrstuhl für Landtechnik der Universität Gießen. Dank seines persönlichen Einsatzes wurde das völlig zerstörte Braunschweiger Institut nach Kriegsende in neuen Räumlichkeiten schnell wieder arbeitsfähig. Mehrere hier entstandene richtungsweisende Veröffentlichungen bekunden sein Interesse an der Erforschung der Probleme zur Zerkleinerungs- und Korngrößenanalysetechnik und der Getreide- und Mischfuttermitteltechnologie. Mit seinem auch in zahlreichen Patenten zum Ausdruck kommenden Ideenreichtum, seiner erfolgreichen Lehr- und Gutachtertätigkeit und nicht zuletzt mit seinen wissenschaftlichen Arbeiten hat er sich allgemein große Anerkennung erworben.

1952 folgte er dem Ruf als o. Professor und Institutsdirektor des Instituts für Landtechnik der Universität Gießen. Hatte er während des Weltkrieges von Braunschweig aus den Gießener Lehrstuhl betreut, so war er nun bereit, von Gießen aus das Braunschweiger Institut weiterzuführen und seinem Lehrauftrag nachzukommen. Diese Aufgaben, an der Universität Gießen bereits 1965 emeritiert, hat er bis heute erfüllt.

Ihm ist es zu verdanken, daß die heutigen Arbeiten seines Braunschweiger Instituts auf das Gebiet der Mechanischen Verfahrenstechnik ausgeweitet wurden und damit an der Technischen Universität für die Zukunft eine breitere Basis in der Lehre wie auch in der Forschung im Bereich der Verfahrenstechnik geschaffen wurde.

Seine Verdienste um die Landwirtschaft und seine ehrenamtlichen Aktivitäten in der Deutschen-Landwirtschaftsgesellschaft wurden 1970 durch Verleihung der Max-Eyth-Gedenkmünze in Silber gewürdigt.

Anlässlich seines 50-jährigen Dienstjubiläums als Hochschullehrer in Braunschweig wurde ihm am 10.4.1976 die Ehrenbürgerwürde der Technischen Universität Braunschweig verliehen.

Mögen ihm noch viele Jahre bester Gesundheit und Schaffensfreude vergönnt sein.