



Bericht zur  
Studien- und Kongreßreise  
nach USA und Kanada  
vom 17.4. - 2.5.88

H. Auernhammer  
H. Pirkelmann

1988

Bericht zur

Studien- und Kongreßreise nach USA und Kanada

vom 17.4. - 2.5.88

Dr. H. Auernhammer

Institut für Landtechnik  
Weihenstephan

Dr. H. Pirkelmann

Bayerische Landesanstalt  
für Landtechnik  
Weihenstephan

1988

## V o r w o r t

Aus Anlaß des "Third International Livestock and Environment Symposium" in Toronto konnte eine Studienreise zu verschiedenen Instituten in den USA und Kanada organisiert werden. Vorrangiges Ziel war es dabei, den Stand der Entwicklung und die verschiedenen Forschungsansätze vor allem im Bereich der Rinderhaltung und des Elektronikeinsatzes in der Landwirtschaft in Erfahrung zu bringen.

Ein herzlicher Dank gilt deshalb allen Kollegen an den besuchten Instituten und Versuchsfarmen, die uns mit großer Zuvorkommenheit aufnahmen und bereitwillig über die aktuellen Forschungsaktivitäten berichteten.

Die Durchführung der Studien- und Kongreßreise war jedoch nur durch finanzielle Unterstützungen möglich. Dazu gilt unser Dank der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Auswärtigen Amt und der Schaumann-Stiftung.

Für den Zuschuß zu den erforderlichen Reisen durch das Auswärtige Amt und durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft bedanke ich mich sehr herzlich.

Für die Übernahme aller anfallenden Reisekosten bedanke ich mich beim Vorstand der Stiftung sehr herzlich.

Weihenstephan, im Juli 1988

Dr. H. Auernhammer

Dr. H. Pirkelmann

I n h a l t

|   |    |
|---|----|
| 1. Zeitplan der Reise   | 4  |
| 2. Milchviehhaltung   | 5  |
| 3. Haltung und Fütterung  | 14 |
| 4. Entwicklungen auf dem Gebiet der Elektronik                    | 18 |
| 5. Bericht über das Symposium "Tierhaltung und Umwelt" in Toronto | 25 |
| 6. Vorträge   | 27 |

## 1. Zeitplan der Reise

- 17.4.88 Abflug von München-Riem über Frankfurt/M  
nach Chicago, Weiterfahrt mit PKW nach Moline
- 18.4.88 Besuch des "Technischen Entwicklungszentrums"  
der Deere & Company  
Abfahrt nach Madison, Wisconsin bis Rockford
- 19.4.88 Weiterfahrt nach Madison,  
Besprechung mit J.R. Schmidt, NCCI  
und M.F. Finner, Besuch der Agricultural  
Research Stations in Arlington
- 20.4.88 Besprechung mit R.G. Koegel, Dairy Forage  
Research Center u. R.J. Straub Inst. of  
Agricultural Eng.  
Besuch der Forage Research Farm, Prairie  
du Sac  
Abfahrt nach East Lansing, Michigan bis Michigan (Illinois)
- 21.4.88 Weiterfahrt nach East Lansing  
Besprechung mit Prof. Brooks u. C.A. Rotz
- 22.4.88 Besprechung mit Prof. Gerrish  
Besichtigung des "Kellogg Biological Centre" mit  
einer Versuchsfarm in der Nähe von Battle Creek  
Abfahrt nach Chicago
- 23.4.88 Aufenthalt in Chicago
- 24.4.88 Abflug nach Toronto
- 25.4.88 Teilnahme am Third International Livestock Environment  
Symposium mit Referaterstattung
- 26.4.88 Fortsetzung der Tagung
- 27.4.88 Fortsetzung der Tagung, Ende gegen 13.00 Uhr  
nachmittags Abfahrt zur Exkursion mit Besichtigung  
einer Versuchsfarm und Vorstellung der Uni Guelph
- 28.4.88 Fortsetzung der Exkursion mit Besichtigung mehrerer  
Farmen in Ontario
- 29.4.88 Besprechung mit Prof. A. Meiering, Uni Guelph  
und Besichtigung von Farmen
- 30.4.88 Besichtigung verschiedener Farmen mit Prof. Meiering  
im Raum Guelph
- 1.5.88 Rückflug über Frankfurt nach München-Riem  
2.5.88 und Rückfahrt nach Freising

## 2. Milchviehhaltung

### 2.1 Kuhbestand in USA

Die USA ist nach der UdSSR das Land mit dem zweit größten Kuhbestand der Welt und hat in der Milchleistung pro Kuh ein hohes Produktionsniveau erreicht. Im Vergleich zur Bundesrepublik liegt die Kuhzahl mit 10.8 Mio aber nur etwa doppelt so hoch. In allen EG-Ländern stehen 2,5 mal mehr Kühe als in den USA, aber mit einer insgesamt niedrigeren Einzeltierleistung (Tab. 1).

Tabelle 1: Milchproduktion in den USA und ausgewählten Vergleichsländern, 1986

| Land                            | Kühe<br>in 1000 | Produktion   |                             |
|---------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------------|
|                                 |                 | je Kuh<br>kg | Gesamtmilch<br>Millionen kg |
| EG-Länder                       |                 |              |                             |
| Frankreich                      | 6 506           | 4160         | 27 064                      |
| BR-Deutschland                  | 5 501           | 4756         | 26 165                      |
| Großbritannien                  | 3 293           | 4958         | 16 328                      |
| Niederlande                     | 3 917           | 3264         | 12 783                      |
| Italien                         | 3 075           | 3264         | 10 036                      |
| Dänemark                        | 880             | 5770         | 5 078                       |
| Irland                          | 1 528           | 3717         | 5 680                       |
| Belgien & Luxemburg             | 1 031           | 4029         | 4 154                       |
| Griechenland                    | 350             | 1830         | 640                         |
| EG-Länder<br>insgesamt          | 26 081          | 4138         | 107 931                     |
| UDSSR                           | 42 903          | 2351         | 100 867                     |
| USA                             | 10 810          | 6079         | 65 714                      |
| Kanada                          | 1 674           | 4683         | 7 839                       |
| Australien                      | 1 781           | 3477         | 6 192                       |
| Neu Seeland                     | 2 173           | 3769         | 8 525                       |
| Japan                           | 1 099           | 7225         | 7 515                       |
| Schweiz                         | 812             | 4649         | 3 775                       |
| Österreich                      | 987             | 3803         | 3 758                       |
| Schweden                        | 614             | 5729         | 3 525                       |
| Norwegen                        | 329             | 5908         | 1 942                       |
| Summe der ge-<br>nannten Länder | 82 263          | 3554         | 317 251                     |

(alle Tabellen aus: Dairy Facts, Wisconsin Agricultural Statistics Service 1987)

Innerhalb der USA bestehen zwischen den einzelnen Staaten in den Bestandszahlen große Unterschiede (Tab. 2). Von den besuchten Staaten steht Wisconsin mit ca. 1,9 Mio Mio Kühen eindeutig an der Spitze, während Michigan mit etwa 0,4 Mio Kühen den 7. Rang einnimmt.

Tabelle 2: Zahl und Leistungsdaten von Milchkühen in verschiedenen Staaten der USA 1986

| Staat        | durchschnittliche<br>Zahl der Milchkühe |         | Produktion je Kuh |            |           | Gesamt-<br>milch-<br>produktion |           |
|--------------|---|---------|-------------------|------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|              | Rang                                    | in 1000 | Milch<br>kg       | Fett<br>kg | Fett<br>% | Rang                            | Mio<br>kg |
| Wisconsin    | 1                                       | 1 862   | 6130              | 228        | 3,72      | 1                               | 11 416    |
| California   | 2                                       | 1 013   | 7707              | 280        | 3,63      | 2                               | 7 807     |
| New York     | 3                                       | 947     | 5618              | 206        | 3,67      | 3                               | 1 797     |
| Minnesota    | 4                                       | 891     | 5396              | 197        | 3,64      | 4                               | 4 808     |
| Pennsylvania | 5                                       | 734     | 6265              | 230        | 3,67      | 5                               | 4 599     |
| Ohio         | 6                                       | 383     | 5838              | 216        | 3,69      | 7                               | 2 236     |
| Michigan     | 7                                       | 379     | 6459              | 250        | 3,68      | 6                               | 2 448     |
| Iowa         | 8                                       | 335     | 5245              | 192        | 3,66      | 9                               | 1 557     |
| Texas        | 9                                       | 323     | 5735              | 206        | 3,60      | 8                               | 1 852     |
| Kentucky     | 10 *                                    | 227     | 4644              | 170        | 3,67      | 16                              | 1 054     |
| Missouri     | 10 *                                    | 227     | 5847              | 212        | 3,63      | 11                              | 1 327     |
| USA **       |   | 10 839  | 6022              | 221        | 3,67      |                                 | 65 268    |

\* vorläufig; \*\* USA einschließlich Alaska and Hawaii

Die große Bedeutung der Milchviehhaltung in Wisconsin spiegelt sich in den Markterlösen der Farmen wieder. 73 % der gesamten Einnahmen kommen aus der Rinderhaltung (Tab. 3).

Tabelle 3: Markterlöse der Farmen in Wisconsin 1985 - 86

| Klassifikation                     | 1985      |       | 1986 *    |       |
|------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|
|                                    | 1000 \$   | %     | 1000 \$   | %     |
| Milchprodukte                      | 2 973 747 | 58,6  | 3 009 683 | 60,3  |
| Rinder und Kälber                  | 639 215   | 12,6  | 635 699   | 12,7  |
| Schweine                           | 242 527   | 4,8   | 248 001   | 5,0   |
| Schafe und Lämmer *                | 4 677     | 0,1   | 4 067     | 0,1   |
| Geflügel und Eier                  | 147 482   | 2,9   | 146 747   | 2,9   |
| Andere                             | 47 540    | 0,9   | 58 932    | 1,2   |
| Alle Tierarten und<br>Tierprodukte | 4 055 188 | 79,9  | 4 103 129 | 82,2  |
| Feldfrüchte insg. ***              | 1 019 065 | 20,1  | 886 006   | 17,8  |
| Gesamtmarkterlös                   | 5 084 253 | 100,0 | 4 989 135 | 100,0 |

\* vorläufig; \*\* inklusive Wolle; \*\*\* inklusive Forstprodukte

## 2.2 Entwicklung der Bestandsgrößen

Die Entwicklung der Milchviehhaltung in den vergangenen 20 Jahren ist wie in vielen europäischen Ländern auch in den USA durch eine starke Konzentration geprägt. So hat sich die Zahl der milchviehhaltenden Betriebe seit 1965 auf weniger als ein Viertel verringert (Tab. 4). Regional bestehen jedoch große

Tabelle 4: Entwicklung der Zahl der Milchviehbetriebe in USA (in 1000)

| Staat        | 1965    | 1969  | 1975  | 1980  | 1983  | 1984  | 1985  | 1986  |
|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Wisconsin    | 86,0    | 68,0  | 53,0  | 45,0  | 44,0  | 43,0  | 41,0  | 39,0  |
| Minnesota    | 72,0    | 51,0  | 34,0  | 27,0  | 25,0  | 24,0  | 23,0  | 21,0  |
| Kentucky     | 57,0    | 37,0  | 22,0  | 11,0  | 9,5   | 9,0   | 8,5   | 8,0   |
| Pennsylvania | 42,0    | 32,0  | 25,0  | 22,0  | 21,0  | 21,0  | 21,0  | 19,5  |
| Missouri     | 56,0    | 36,0  | 21,0  | 14,0  | 11,5  | 11,5  | 11,0  | 10,5  |
| New York     | 39,0    | 30,0  | 21,5  | 19,0  | 18,0  | 17,5  | 16,5  | 15,8  |
| Iowa         | 57,0    | 36,0  | 19,0  | 14,0  | 12,0  | 11,0  | 10,5  | 10,0  |
| Tennessee    | 51,0    | 33,0  | 18,0  | 10,0  | 8,5   | 7,0   | 6,7   | 6,4   |
| Ohio         | 40,0    | 26,5  | 14,8  | 12,6  | 11,7  | 11,3  | 11,0  | 10,6  |
| Texas        | 40,0    | 28,0  | 15,0  | 12,0  | 10,0  | 9,7   | 9,2   | 8,7   |
| USA          | 1 107,7 | 722,2 | 443,6 | 335,8 | 299,1 | 284,7 | 271,9 | 254,8 |

Unterschiede. Der Rückgang bewegt sich zwischen 55 % in Wisconsin und 87 % in Tennessee. Dieser Trend hat sich zwar in den letzten Jahren verlangsamt, hält aber unvermindert an.

Im Laufe dieser Jahre hat sich bis 1978 auch die Zahl der insgesamt gehaltenen Kühe verringert, weist seitdem aber annähernd den gleichen Bestand auf (Tab. 5). In den milchviehstarken Regionen wie Wisconsin ist die Kuhzahl in den letzten 20 Jahren weitgehend konstant geblieben.

Die Folge dieser Entwicklung ist ein kontinuierlicher Anstieg der Herdengröße. Der durchschnittliche Bestand beträgt in Wisconsin heute annähernd 50 Kühe, in Betrieben mit Leistungskontrolle sogar 60 Kühe (Tab. 6).

Der Anstieg der Herdengröße ist vor allem auf die Aufstockung in den Beständen über 50 Kühen zurückzuführen (Tab. 7). Dieser Trend hat sich in den letzten Jahren verstärkt, so daß die Entwicklung zu einer weiteren Konzentrierung der Milchviehhaltung anhalten wird.

Gleichzeitig ist eine Veränderung in der Verbreitung der Milchviehrassen festzustellen (Tab. 8). In Wisconsin sind die ohnehin dominierenden Holstein-Friesian auf 93 % aller gehaltenen Rassen angestiegen.

Tabelle 5: Zahl der Milchkühe in USA und Wisconsin

| Jahr | USA *   | Wisconsin | Jahr    | USA *   | Wisconsin |
|------|---------|-----------|---------|---------|-----------|
|      | in 1000 |           |         | in 1000 |           |
| 1925 | 21 503  | 1 942     | 1973    | 11 413  | 1 810     |
| 1930 | 22 218  | 1 973     | 1974    | 11 230  | 1 801     |
| 1935 | 24 187  | 2 030     | 1975    | 11 139  | 1 812     |
| 1940 | 23 671  | 2 165     | 1976    | 11 032  | 1 807     |
| 1945 | 25 033  | 2 360     | 1977    | 19 945  | 1 802     |
| 1950 | 21 944  | 2 160     | 1978    | 10 803  | 1 811     |
| 1955 | 21 044  | 2 302     | 1979    | 10 743  | 1 813     |
| 1960 | 17 515  | 2 150     | 1980    | 10 799  | 1 815     |
| 1965 | 14 954  | 2 075     | 1981    | 10 898  | 1 825     |
| 1968 | 12 832  | 1 887     | 1982    | 11 011  | 1 835     |
| 1969 | 12 307  | 1 851     | 1983    | 11 098  | 1 845     |
| 1970 | 12 000  | 1 814     | 1984    | 10 833  | 1 828     |
| 1971 | 11 839  | 1 822     | 1985    | 11 016  | 1 876     |
| 1972 | 11 700  | 1 831     | 1986 ** | 10 839  | 1 862     |

\* USA inklusive Alaska und Hawaii beginnend 1960; \*\* vorläufig

Tabelle 6: Durchschnittliche Herdengröße von Milchkühen in Wisconsin

| Jahr | alle Herden * | unter Leistungskontrolle |                              |
|------|---------------|--------------------------|------------------------------|
|      |               | offiziell<br>Probenahme  | betriebseigene<br>Probenahme |
| 1973 | 32,3          | 51,4                     | 37,4                         |
| 1974 | 33,4          | 53,3                     | 38,8                         |
| 1975 | 34,2          | 53,9                     | 40,3                         |
| 1976 | 35,4          | 54,5                     | 40,9                         |
| 1977 | 36,8          | 54,4                     | 41,6                         |
| 1978 | 38,5          | 55,0                     | 42,2                         |
| 1979 | 39,4          | 56,2                     | 43,5                         |
| 1980 | 40,3          | 57,0                     | 44,7                         |
| 1981 | 41,4          | 55,5                     | 44,6                         |
| 1982 | 41,7          | 55,4                     | 44,5                         |
| 1983 | 41,9          | 55,5                     | 45,1                         |
| 1984 | 42,5          | 55,2                     | 45,0                         |
| 1985 | 45,8          | 56,4                     | 46,6                         |
| 1986 | 47,7          | 59,6                     | 48,0                         |

\* Offizielle NASS Milchkuhbetriebe und Milchkuhzahlen

Tabelle 7: Entwicklung der Milchviehbetriebe und Milchkühe in Wisconsin

| Herden-<br>größe       | 1983          |        | 1984          |        | 1985          |        | 1986          |        |
|------------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
|                        | Be-<br>triebe | Kühe * |
|                        | %             | %      | %             | %      | %             | %      | %             | %      |
| 1 - 29                 | 30,5          | 12,5   | 29,5          | 12,3   | 27,8          | 11,2   | 26,1          | 10,3   |
| 30 - 49                | 40,4          | 37,1   | 40,2          | 36,2   | 39,5          | 34,5   | 39,0          | 32,9   |
| 50 - 99                | 25,2          | 38,5   | 26,3          | 39,7   | 28,3          | 41,3   | 30,0          | 43,0   |
| 100 und mehr           | 3,9           | 11,9   | 4,0           | 11,8   | 4,4           | 13,0   | 4,9           | 13,8   |
| Einheiten<br>(in 1000) | 44            | 1 850  | 43            | 1 840  | 41            | 1 892  | 39            | 1 840  |

\* Bestand des Jahres am 1. Januar

Tabelle 8: Relative Anteile der Milchviehrassen in Wisconsin

| Rasse             | 1962 | 1977 | 1980 | 1984 | 1985 | 1986 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| Holstein-Friesian | 81,3 | 88,4 | 90,6 | 91,4 | 93,6 | 93,0 |
| Guernsey          | 13,2 | 7,3  | 5,2  | 5,0  | 4,1  | 3,8  |
| Jersey            | 1,8  | 1,4  | 1,4  | 1,7  | 0,9  | 1,4  |
| Brown Swiss       | 1,7  | 1,5  | 1,8  | 1,3  | 0,8  | 1,1  |
| Andere Rassen     | 2,0  | 1,4  | 1,0  | 0,6  | 0,6  | 0,7  |

\* Daten von 1962 aus speziellen Erhebungen, Daten der nachfolgenden Jahre aus den Septembererhebungen

### 2.3 Milchleistung

Die Milchleistung pro Kuh ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich angestiegen und liegt heute bei etwa 6 100 kg (Tab. 9). Dabei beträgt die Differenz zwischen dem Landesdurchschnitt und Wisconsin nur etwa 100 kg. Der jährliche Anstieg der Milchleistung bewegt sich um 100 kg und gleicht damit in etwa der Leistungsentwicklung in unserem Lande.

Weitgehend unverändert ist dagegen der Fettgehalt der Milch. Er bewegt sich seit 1970 in einer sehr engen Spanne von 3,64 - 3,67 %.

Durch die Leistungssteigerung ist bei weitgehend konstanter Kuhzahl auch die Milchproduktion insgesamt kontinuierlich angestiegen. Sie beträgt bei einer durchschnittlichen, jährlichen Zunahme von 1,5 - 2,0 % in der vergangenen Dekade heute in den USA 65,3 Mio t und 11,4 Mio t in Wisconsin (Tab. 10).

Tabelle 9: Entwicklung der Milchleistung in USA und Wisconsin

| Jahr | USA *       |            | Wisconsin   |            |        | USA *       |            | Wisconsin   |            |
|------|-------------|------------|-------------|------------|--------|-------------|------------|-------------|------------|
|      | Milch<br>kg | Fett<br>kg | Milch<br>kg | Fett<br>kg |        | Milch<br>kg | Fett<br>kg | Milch<br>kg | Fett<br>kg |
| 1925 | 1911        | 75         | 2450        | 89         | 1973   | 4584        | 177        | 4616        | 171        |
| 1930 | 2242        | 80         | 2573        | 94         | 1974   | 4663        | 171        | 4707        | 176        |
| 1935 | 1895        | 75         | 2437        | 89         | 1975   | 4693        | 173        | 4725        | 177        |
| 1940 | 2094        | 83         | 2650        | 98         | 1976   | 4935        | 181        | 5088        | 190        |
| 1945 | 2169        | 86         | 2867        | 106        | 1977   | 5076        | 186        | 5289        | 198        |
| 1950 | 2407        | 95         | 3103        | 115        | 1978   | 5093        | 187        | 5316        | 199        |
| 1950 | 2646        | 102        | 3243        | 118        | 1979   | 5206        | 191        | 5460        | 205        |
| 1960 | 3184        | 120        | 3746        | 139        | 1980   | 5387        | 197        | 5586        | 208        |
| 1965 | 3762        | 139        | 4113        | 151        | 1981   | 5519        | 201        | 5709        | 212        |
| 1968 | 4138        | 152        | 4383        | 162        | 1982   | 5575        | 204        | 5735        | 215        |
| 1969 | 4273        | 158        | 4463        | 165        | 1983   | 5701        | 208        | 5844        | 218        |
| 1970 | 4417        | 162        | 4604        | 169        | 1984   | 5664        | 207        | 5824        | 218        |
| 1971 | 4537        | 166        | 4686        | 173        | 1985   | 5886        | 205        | 5964        | 221        |
| 1972 | 4647        | 171        | 4755        | 178        | 1986** | 6022        | 221        | 6130        | 228        |

\* USA inklusive Alaska und Hawaii, beginnend 1960; \*\* vorläufig

Tabelle 10: Milchproduktion in den USA und in Wisconsin im Vergleich

| Jahr    | USA *  | Wisconsin | rel Anteil an USA |
|---------|--------|-----------|-------------------|
|         | Mio kg | Mio kg    | %                 |
| 1973    | 52 317 | 8 354     | 15,9              |
| 1974    | 52 360 | 8 477     | 16,2              |
| 1975    | 52 275 | 8 562     | 16,4              |
| 1976    | 54 442 | 9 194     | 16,5              |
| 1977    | 55 562 | 9 532     | 17,1              |
| 1978    | 55 022 | 9 627     | 17,5              |
| 1979    | 55 878 | 9 898     | 17,7              |
| 1980    | 58 168 | 10 138    | 17,4              |
| 1981    | 60 145 | 10 419    | 17,3              |
| 1982    | 61 384 | 10 523    | 17,1              |
| 1983    | 63 271 | 10 781    | 17,0              |
| 1984    | 61 359 | 10 646    | 17,4              |
| 1985    | 64 846 | 11 189    | 17,3              |
| 1986 ** | 65 268 | 11 415    | 17,5              |

\* USA inklusive Alaska und Hawaii, beginnend 1960; \*\* vorläufig

#### 2.4 Milchabsatz und Milchpreis

In der Milchverwertung ist bei Trinkmilch und Butter ein Rückgang im Verbrauch festzustellen. Zugenommen hat dagegen die Verarbeitungsmenge für Käse (Tab.

11). Die übrigen Verwertungsmöglichkeiten wie z.B. Eiscreme variieren in engen Grenzen.

Tabelle 11: Verwertung der Milch in den USA

| Jahr<br>* | Milch und<br>Sahne<br>% | Butter<br>% | Käse<br>% | Eiscreme<br>**<br>% | andere<br>Produkte<br>% | Gesamt-<br>verbrauch<br>Mio kg |
|-----------|-------------------------|-------------|-----------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1925      | 41,1                    | 44,4 ***    | 5,3       | 3,8                 | 5,4                     | 41 087                         |
| 1940      | 39,2                    | 40,3 ***    | 7,0       | 4,4                 | 9,1                     | 49 564                         |
| 1945      | 43,8                    | 28,2 ***    | 9,2       | 5,1                 | 13,7                    | 54 282                         |
| 1950      | 45,1                    | 28,1 ***    | 10,1      | 7,0                 | 9,7                     | 52 821                         |
| 1955      | 47,0                    | 25,4 ***    | 11,0      | 7,8                 | 8,8                     | 55 694                         |
| 1960      | 47,6                    | 25,0 ***    | 10,9      | 9,2                 | 7,3                     | 55 696                         |
| 1965      | 44,6                    | 23,3 ***    | 12,7      | 8,5                 | 10,9                    | 56 326                         |
| 1970      | 46,2                    | 20,4        | 16,6      | 9,4                 | 7,4                     | 53 245                         |
| 1974      | 45,1                    | 16,7        | 22,2      | 9,7                 | 6,3                     | 52 413                         |
| 1975      | 45,5                    | 17,2        | 20,7      | 10,3                | 6,3                     | 52 350                         |
| 1976      | 43,9                    | 16,1        | 23,9      | 9,7                 | 6,4                     | 54 558                         |
| 1977      | 42,9                    | 17,8        | 23,5      | 9,5                 | 6,3                     | 55 658                         |
| 1978      | 43,0                    | 16,2        | 24,6      | 9,7                 | 6,5                     | 55 122                         |
| 1979      | 42,4                    | 15,7        | 25,5      | 9,4                 | 7,0                     | 55 996                         |
| 1980      | 40,3                    | 17,7        | 26,4      | 9,3                 | 6,3                     | 58 259                         |
| 1981      | 38,4                    | 18,5        | 27,5      | 9,0                 | 6,6                     | 60 237                         |
| 1982      | 37,0                    | 18,4        | 28,7      | 8,9                 | 7,0                     | 61 511                         |
| 1983      | 36,1                    | 18,4        | 29,3      | 9,0                 | 7,2                     | 63 399                         |
| 1984      | 37,9                    | 15,8        | 28,5      | 9,3                 | 8,5                     | 61 458                         |
| 1985      | 36,8                    | 17,0        | 29,1      | 9,0                 | 8,1                     | 64 955                         |
| 1986      | 37,0                    | 16,1        | 29,3      | 9,2                 | 8,4                     | 65 391                         |

\* Inklusive Hawaii und Alaska, beginnend 1960

\*\* Inklusive anderer gefrorener Milchprodukte

\*\*\* Inklusive eigenerzeugte Butter

Diese Entwicklung spiegelt sich auch im Pro-Kopf-Verbrauch der verschiedenen Milchprodukte wieder (Abb. 1). Nur bei Käse ist seit 1976 ein Anstieg von etwa 50 % Punkten gegeben.

Insgesamt wurde der Milchmarkt als gesättigt geschildert und von ersten Problemen der Überproduktion gesprochen. Bisläng ist die Milchproduktion noch frei und es besteht keine Kontingentierung. Verschiedene Formen der Begrenzung des Milchangebotes werden diskutiert. Von den möglichen Alternativen wird weniger ein betriebsbezogenes Kontingent erwartet. Vielmehr will man durch staatliche Unterstützung versuchen, daß Betriebe generell aus der Milchproduktion aussteigen. Ansonsten soll der Preis als wichtigstes Marktregulativ verstärkt zur Wirkung kommen.

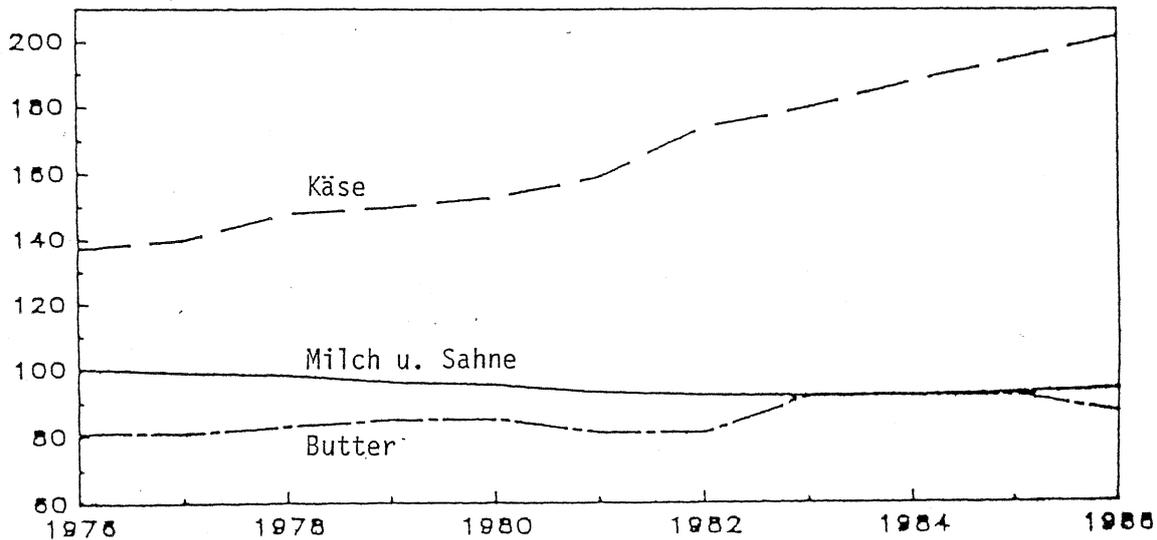


Abbildung 1: Pro-Kopf-Verbrauch von Milchproduktion (1970 = 100 %)

Als Folge des hohen Angebotes sind Auswirkungen auf den Milchpreis zu erkennen. Seit 1981 ist eine kontinuierliche Abnahme des Milchpreises eingetreten. Der durchschnittliche Erlös beträgt heute 0,42 DM/kg Milch (Tab. 12). Zwischen Trink- und Werkmilch bestehen dabei geringfügige Unterschiede.

Tabelle 12: Milchpreise und Milchfettgehalte in den USA (1 \$ = 1,7 DM)

| Jahr | insgesamt verbrauchte Milch |             | Trinkmilch  |             | Werkmilch   |             |
|------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|      | Preis DM/kg                 | Milchfett % | Preis DM/kg | Milchfett % | Preis DM/kg | Milchfett % |
| 1950 | 0,13                        | 3,89        | 0,15        | n,a,        | 0,11        | 3,97        |
| 1955 | 0,13                        | 3,80        | 0,15        | 3,79        | 0,11        | 3,84        |
| 1960 | 0,14                        | 3,75        | 0,16        | 3,74        | 0,11        | 3,77        |
| 1965 | 0,14                        | 3,70        | 0,16        | 3,71        | 0,11        | 3,70        |
| 1970 | 0,19                        | 3,66        | 0,20        | 3,67        | 0,16        | 3,65        |
| 1975 | 0,29                        | 3,67        | 0,30        | 3,67        | 0,26        | 3,66        |
| 1979 | 0,40                        | 3,66        | 0,41        | 3,65        | 0,37        | 3,68        |
| 1980 | 0,44                        | 3,65        | 0,44        | 3,65        | 0,40        | 3,67        |
| 1981 | 0,46                        | 3,64        | 0,47        | 3,64        | 0,43        | 3,66        |
| 1982 | 0,46                        | 3,65        | 0,46        | 3,65        | 0,42        | 3,68        |
| 1983 | 0,45                        | 3,66        | 0,46        | 3,65        | 0,42        | 3,67        |
| 1984 | 0,45                        | 3,66        | 0,46        | 3,66        | 0,42        | 3,69        |
| 1985 | 0,42                        | 3,67        | 0,43        | 3,67        | 0,39        | 3,68        |
| 1986 | 0,42                        | 3,67        | 0,42        | 3,66        | 0,38        | 3,68        |

In Kanada besteht dagegen seit einigen Jahren eine strikte Kontingentierung der Milch. Die Kontingente sind frei handelbar. In Abhängigkeit von der Leistung werden Preise für den Erwerb eines Kontingentes von 5000 - 6000 DM pro

Kuh benannt.

Auch die Preise für Zuchtvieh sind rückläufig (Tab. 13). Pro Kuh zur Bestandsergänzung werden nur etwa 1500 DM erzielt.

Tabelle 13: Entwicklung der Preise (in \$) für Milchvieh in Wisconsin  
(ausschließlich verkaufte Tiere bei Bestandsergänzung)

| Jahr | Januar | April | Juli  | Oktober |
|------|--------|-------|-------|---------|
| 1982 | 1 070  | 1 080 | 1 080 | 1 030   |
| 1983 | 1 000  | 1 040 | 1 040 | 920     |
| 1984 | 800    | 890   | 930   | 880     |
| 1985 | 850    | 870   | 830   | 770     |
| 1986 | 730    | 770   | 790   | 810     |
| 1987 | 820    | 890   |       |         |

### 3. Haltung und Fütterung

#### 3.1 Stallsysteme und Mechanisierungsverfahren

Für die günstige Herdenstruktur ist die vorherrschende Haltung im Anbindestall überraschend (Tab. 14). In Herden unter 50 Kühen besitzt nur 1 % der Milchviehhaltungen in Wisconsin einen Melkstand. Im Anbindestall haben die Absauganlagen in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Aber dennoch sind heute noch gut ein Drittel der Milchviehhaltungen mit Eimermelkanlagen ausgerüstet.

Tabelle 14: Prozentuale Verteilung der Techniken zur Milchgewinnung in verschiedenen Herdengrößen

| Melkanlage      | 1 - 49 Kühe |      |      |      |      | 50 Kühe und mehr |      |      |      |      |
|-----------------|-------------|------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|
|                 | 1983        | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1983             | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
| Anbindestall    |             |      |      |      |      |                  |      |      |      |      |
| Eimermelkanlage | 58          | 53   | 48   | 39   | 37   | 8                | 6    | 6    | 4    | 6    |
| Rohrnelkanlage  | 41          | 46   | 51   | 60   | 62   | 79               | 78   | 77   | 77   | 77   |
| Melkstände      | 1           | 1    | 1    | 1    | 1    | 13               | 16   | 17   | 19   | 17   |

Auch in Herden über 50 Kühen dominiert der Anbindestall. In der Melktechnik steht dabei die Rohrnelkanlage im Vordergrund. Melkstände und damit maximale Laufställe liegen unter 20 % der Herden. Zum Teil werden auch für größere Anbindeställe, wie z.B. im Versuchsbetrieb Arlington, im Forage Research Centre oder einer Versuchsfarm der Universität Guelph, Melkstände eingesetzt.

In den besichtigten 2-reihigen Anbindeställen waren meist ein zentraler Mistgang und 2 schmale, wandseitige Futtertische angelegt. Dieses Konzept wurde sowohl in den älteren Ställen, aber auch in einem völlig neu errichteten Stall für 60 Milchkühe in Kanada angetroffen.

Die Laufställe waren durchwegs als Liegeboxenlaufställe ausgelegt. Sehr häufig sind die Liegehallen mit Auslauf und außenliegender Fütterung kombiniert. Aber auch geschlossene Ställe mit mittigem Futtertisch bieten meist einen Auslauf an.

Die Liegeboxen waren als Hoch- oder Tiefboxen ausgebildet. Auch für Hochboxen wurde neben Gummimatten vielfach Einstreu verwendet. In der Kellog-Farm laufen Versuche mit strohgefüllten Kunststoffplanen. Die Matten werden von den Tieren sehr gern angenommen. Allerdings ist nur eine Haltbarkeit von 6 - 8 Monaten gegeben.

In nahezu allen Milchviehbetrieben, auch in Anbindeställen, sind Abkalbeboxen vorhanden. Sie werden für große Herden wie im Kellog Biological Centre mit 230 Kühen sogar in einem separaten Stallgebäude untergebracht. Die Kälber werden meist in einem abgetrennten Areal in Hütten mit verschiedener Form und Materialverwendung gehalten. Nach der Tränkeperiode kommen sie in Offenlaufställe mit Gruppenhaltung. Der Liegebereich ist überwiegend mit Stroh eingestreut. Die Lauffläche wird mit dem Schlepper abgeschoben.

Die Entmistung in den Milchviehställen soll in Wisconsin und Michigan je zur Hälfte auf Fest- und Flüssigmist entfallen. Das Flüssigmistverfahren kommt vor allem in größeren Beständen zur Anwendung. In den Versuchsfarmen wurde der Flüssigmist in stationären Anlagen separiert. Die eingesetzten Anlagen weisen aber noch viele Störungen auf. Die festen Bestandteile werden unter Dach gelagert. Durch die eintretende Kompostierung wird der Trockenmassegehalt erhöht und das Endprodukt wieder zur Einstreu in den Liegeboxen verwendet. Die flüssige Phase wird in Erdlagunen eingelagert. Die Ausbringung erfolgt über die Verregnung oder über Pumptankwagen.

Neben mechanischen Geräten zur Stallentmistung und Spaltenböden mit Treibmist wird in der Kelloggfarm eine Spülung der Mistgänge vorgenommen. Dazu sind die Gänge von einem Mittelgang ausgehend mit einer Steigung versehen. An den jeweiligen Stallenden stehen Tanks, deren Inhalt je nach Stalllänge 8,7 oder 30,3 hl beträgt. Die Behälter werden gekippt oder über ein Auslaßschieber geöffnet, so daß die gesamte Wassermenge auf einmal ausfließt und den Kot in den Mistgängen ausspült. Die Entmistung erfolgt 2 x täglich. Bei insgesamt 4 Behältern sind pro Tag für die Entmistung etwa 150 hl Wasser erforderlich. Der Flüssigmist wird unmittelbar der Separierung zugeführt.

Die Fütterungstechnik in den Laufställen ist durch die vorherrschenden Hochsilos vielfach durch stationäre Anlagen in den Laufhöfen oder auch in geschlossenen Ställen geprägt. In den besichtigten Anlagen wurde nahezu ausschließlich die Gruppenführung mit Futtermischungen durchgeführt. Da Abrufanlagen für Kraftfutter kaum Verbreitung haben, wird überwiegend Alleinfutter, einschließlich des Kraftfutters verabreicht. Üblich sind 3 Leistungsgruppen für die laktierenden Tiere.

Die Futtermischungen werden vereinzelt durch Überschichten der Komponenten in den stationären Verteilanlagen meist aber durch Futtermischwagen hergestellt. Die Befüllung der Wagen erfolgt in zentralen Futterstationen über stationäre Befüllvorrichtungen aus den Hochsilos für Grund- und Kraftfutter. In einem neu errichteten größeren Anbindestall wurde eine stationäre Mischanlage vorgefunden. Die Verteilung der Mischung erfolgte in den schmalen Futtergängen mit einem selbstfahrenden Verteilwagen.

Ansonsten wird in Anbindeställen üblicherweise von Hand gefüttert. In den Ställen der Versuchsbetriebe sind zum Teil spezielle selbstfahrende Verteil- oder Mischwagen mit Wiegeeinrichtung zur Portionierung der Einzelrationen im Einsatz.

### 3.2 Futterkonservierung und Fütterung

Nach Informationen in Wisconsin soll je die Hälfte der Milch aus Grundfutter und Kraftfutter erzeugt werden. Die Schätzung dürfte zutreffen, da nach der Statistik der tägliche Kraftfuttermittelverbrauch pro Kuh 6,5 kg beträgt (Tab. 15). Dies entspricht einem Jahresverbrauch von nahezu 24 dt pro Kuh. Dabei wurde der Kraftfuttermiteinsatz in vergangenen Jahren analog der Milchleistung kontinuierlich gesteigert, wobei die Zunahmerate in der vergangenen Dekade jährlich etwas mehr als 1 % betrug.

Die Verteilung des Kraftfuttermiteinsatzes über das Jahr ist nach dem ausgewiesenen Verbrauch pro Monat sehr konstant. Dies ist darauf zurückzuführen, daß meist ganzjährig Konserven gefüttert werden.

Tabelle 15: Verfütterte Getreidemenge in kg je Kuh und Tag in Wisconsin  
(nach einer Befragung in Wisconsin)

| Jahr | Jan. | Feb. | März | Apr. | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept | Okt. | Nov. | Dez. | Jahr |
|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1975 | 5,2  | 5,4  | 5,7  | 5,7  | 5,7 | 5,3  | 5,0  | 4,9  | 5,0  | 4,9  | 5,1  | 5,5  | 5,3  |
| 1976 | 6,0  | 6,0  | 6,1  | 6,2  | 6,3 | 5,8  | 5,5  | 5,6  | 5,4  | 5,3  | 5,3  | 5,7  | 5,8  |
| 1977 | 5,8  | 6,1  | 6,5  | 6,2  | 6,3 | 5,9  | 5,4  | 5,4  | 5,5  | 5,7  | 5,5  | 6,2  | 5,9  |
| 1978 | 6,2  | 6,4  | 6,5  | 6,5  | 6,5 | 6,2  | 5,7  | 5,3  | 5,7  | 5,7  | 5,9  | 6,0  | 6,1  |
| 1979 | 6,3  | 6,7  | 6,8  | 6,9  | 6,7 | 6,5  | 6,2  | 6,0  | 6,0  | 6,1  | 6,0  | 6,2  | 6,3  |
| 1980 | 6,7  | 6,6  | 6,8  | 6,7  | 6,8 | 6,4  | 6,3  | 6,1  | 6,1  | 6,3  | 6,2  | 6,3  | 6,4  |
| 1981 | 6,7  | 6,8  | 7,1  | 6,9  | 6,9 | 6,4  | 6,4  | 6,3  | 5,9  | 6,3  | 6,3  | 6,5  | 6,5  |
| 1982 | 6,5  | 6,7  | 6,6  | 6,8  | *   | *    | 6,3  | *    | *    | 5,6  | *    | *    | 6,4  |
| 1983 | 6,2  | 6,7  | 6,7  | 6,9  | 6,8 | 6,3  | 6,0  | 5,8  | 5,8  | 5,7  | 5,7  | 6,1  | 6,3  |
| 1984 | 6,2  | 6,3  | 6,4  | 6,3  | 6,5 | 6,2  | 5,8  | 5,9  | 5,8  | 5,9  | 5,9  | 6,1  | 6,1  |
| 1985 | 6,6  | 6,3  | 6,6  | 6,7  | 6,5 | 6,5  | 6,4  | 6,1  | 6,3  | 6,2  | 6,2  | 6,7  | 6,4  |
| 1986 | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,8  | 6,7 | 6,7  | 6,3  | 6,4  | 6,3  | 6,2  | 6,4  | 6,3  | 6,5  |
| 1987 | 7,0  | 7,0  | 7,2  | 7,2  | 6,9 | 6,9  | 6,9  |      |      |      |      |      |      |

\* Verfügbar nur auf vierteljährlicher Basis für 1. Juli und 1. Oktober 1982

Weidehaltung wird nicht betrieben. Als Ursachen wurden genannt, daß Weidemelken aus hygienischen Gründen nicht erlaubt ist, bei den großen Herden zu lange Wege anfallen, die Futteraufnahme bei Regenwetter zu stark absinkt, der Aufwand zu hoch und somit die Silagefütterung insgesamt billiger sei.

Der Futterkonservierung kommt damit eine vorrangige Bedeutung zu. Das Verhältnis Heu : Silage wurde derzeit mit 50 : 50 benannt, wobei der Silageanteil in den guten Betrieben eindeutig überwiegt.

Heu wird vorwiegend als Bodenheu gewonnen. In den letzten Jahren gewinnt aber auch die Unterdachtrocknung zur Verbesserung der Qualität an Interesse.

Die Bergung von Heu erfolgt überwiegend in Hochdruckballen, vor allem für Verkaufsware. Für den Eigenverbrauch bestimmtes Heu wird dagegen zunehmend mit Rundballenpressen geerntet.

Langfristig ist die Silagebereitung das wichtigere Konservierungsverfahren, das auch in der Forschung stärker bearbeitet wird. Das übliche Silierverfahren stellen die Hochsilos dar. Als Materialien werden überwiegend Beton oder Metall verwendet. Die Entnahme erfolgt meist mit Obenentnahmefräsen, seltener mit Untenentnahmefräsen.

Flachsilos sind bislang, zumindest in den besuchten Staaten, nur ausnahmsweise vorzufinden. Als Begründung wird die Gefahr größerer Verluste und eine unbefriedigende Mechanisierbarkeit angegeben. In der Tat bestehen nach dem Eindruck der wenigen besichtigten Fahrsilos noch große Mängel in der Siliertechnik. Dies betrifft die Verdichtung und vor allem die Abdeckung der Behälter. Die Entnahme erfolgt ausschließlich mit Radladern, so daß vor allem in den Sommermonaten bei den meist sehr breiten Siliereinheiten Verluste durch Nachgärungen unvermeidbar sind.

Trotz dieser Situation werden Fahrsilos aus Kostengründen verstärkt gewünscht und von der Forschung und Beratung befürwortet. In den Versuchsfarmen wird ne-

ben den bestehenden Hochsiloplanlagen die Erweiterung des Siloraumes meist über Fahrsilos getätigt, so daß beide Ketten parallel nebeneinander betrieben werden.

Die Silierung von Rundballen wird sehr kritisch beurteilt. Bisher liegen auch kaum Erfahrungen mit der Gärfutterbereitung von kubischen Großballen vor, da in Wisconsin nur 1 Presse verfügbar sein soll.

Obwohl die Preise für Grundfutter und Kraftfutter annähernd gleich sind, werden von der Forschung große Anstrengungen unternommen, die Grundfutterqualität zu verbessern. Ein wesentliches Ziel ist dabei wie in unseren Forschungsaktivitäten die Minderung des Witterrisikos durch Verkürzung der Feldphase. Ein neuer Ansatz wird durch die Mattentrocknung versucht. Dazu wird das Futter, in den USA bislang ausschließlich Luzerne, unmittelbar nach dem Mähen in einem Mazerator zerkleinert, abgepreßt und in dünnen Matten auf der Stoppel abgelegt. Der Trocknungsvorgang soll in diesen Matten sehr schnell vor sich gehen. Allerdings werden 3 - 4 mal höhere Verluste bei Einregnen der Matten angegeben gegenüber dem konventionellen Verfahren.

Während bisher zur Silagebereitung der Feldhäcksler die zentrale Erntemaschine darstellt, besteht zur Mattenbergung großes Interesse für den Ladewagen. Bei der Einlagerung in Hochsilos wird ein schnelleres Absetzen, aber letztendlich kein höheres Raumgewicht als bei Häckselgut erreicht. In Flachsilos sollen dagegen insgesamt höhere Raumgewichte ermöglicht werden, was sicherlich in Zusammenhang mit der Intensität und Dauer des Walzens zu sehen ist.

Zur Verbesserung des Siliervorganges selbst wird am Einsatz verschiedener Silierzusätze gearbeitet. Im Vordergrund stehen dabei wie bei uns zur Zeit die Überprüfung der biologischen Mittel in Form von Milchsäurebakterien.

Weitere Versuche zur Futterkonservierung beziehen sich auf die Nachrocknung von Rundballen oder die Zugabe von Agrochemikalien (z.B. Ammoniak) zur Konservierung von Feuchtheu.

#### 4. Entwicklungen auf dem Gebiet der Elektronik

Zu den Entwicklungen auf dem Gebiet des Elektronikeinsatzes konnten bei folgenden Einsatzbereichen Erfahrungen und Informationen gesammelt werden:

- Milchviehhaltung
- Schlepper
- Feldwirtschaft
- Farmmanagement

##### 4.1 Elektronik in der Milchviehhaltung

Im Gegensatz zur Bundesrepublik Deutschland kann von einem starken Vordringen der Elektronik in den Farmen der USA und in Kanada nicht gesprochen werden. Die Hauptgründe sind sicher das Vorherrschen der Anbindeställe selbst bis in Bestandesgrößen von 60 und 80 Kühen. Ein weiterer Grund dürfte zudem in den Preissituationen liegen. So besteht nur ein geringer Preisunterschied zwischen Grundfutter (i.d.R. Luzerne) und Kraftfutter in Form von Maisschrot, weshalb teure Techniken zur besseren Dosierung und zur eventuellen Einsparung teurerer Futtermittel keinen Anreiz ausüben.

Der Elektronikeinsatz setzt deshalb nicht wie bei uns an der Kraftfutterab-ruffütterung an. Vielmehr wird -wenn überhaupt- der erste Schritt in die betriebseigene Milchmengenerfassung sehr stark abgewogen und nur vereinzelt (v.a. auf Versuchsbetrieben) eingeleitet.

Derartige Anlagen bauen z.T. auf europ. Techniken auf oder sind ausschließlich amerikanischer Herkunft. Die jeweils installierte Technik auf den besuchten Betrieben soll nachfolgend kurz dargestellt werden:

##### Arlington (Versuchsbetrieb der University of Wisconsin)

In einem 2 \* 4 Tandemmelkstand werden 240 Kühe gemolken. Die Identifizierung erfolgt über NEDAP-Technik (Niederlande). Zur Milchmengenerfassung werden Recorder ohne Biegestäben eingesetzt. Die Milchmengen je Kuh werden manuell erfaßt und in ein dafür vorgesehenes Formblatt übertragen, in welchem vom Computer alle in Laktation befindlichen Kühe aufgelistet sind.

Die Verrechnung der Milchmengen erfolgt in einem Zentralrechner der Universität (DIGITAL micro VAX II). Dazu müssen vom Herdsman die Listenwerte über eine Wählleitung (Akkustikkoppler) per Terminal auf dem Versuchsbetrieb eingetippt werden. Nach der Verrechnung der Werte werden die Ergebnisse wiederum per Wählleitung auf den Drucker auf dem Versuchsbetrieb gebracht. Insgesamt ist somit diese Technik eine "Uralttechnik" und sehr stark von den Wissenschaftlern in der Universität bestimmt, die auf diese Weise immer alle Daten sofort zur zentralen Verrechnung zur Verfügung haben.

##### Kellog Biological Station (Versuchsbetrieb der Michigan State University)

Auf dieser, erst vor drei Jahren fertiggestellten, Farm werden 132 Kühe in

einem 2 \* 6 FGM dreimal täglich gemolken. Zum Einsatz gelangt ein komplettes Milchmengenerfassungssystem der Fa BOUMATIC. Die Einzelteile dieser Anlage bestehen aus einer NEDAP-Identifizierung, DEC-Milchmengenmeßgeräten und einer herstellereigenen Zentralelektronik.

Trotz der schon dreijährigen Betriebszeit sind Angaben über die Zuverlässigkeit der Anlage nicht vorhanden (Identifizierungsrate, Meßfehler der Volumenmeßgeräte, usw.). Hingegen wurde die Anlage mittlerweile durch eine Durchtreibewaage am Ausgang des Melkstandes (etwa 8 m Abstand) ergänzt. Die nunmehr als dritte Anlage installierte Waage zeigt einen äußerst einfachen Aufbau. Sie besitzt jedoch noch keine Anbindung an den Betriebsrechner. Auch dazu fehlen noch Angaben über Genauigkeiten usw.

Auch die Milchmengenerfassung wird als autarkes System betrieben. Täglich werden auch auf diesem Betrieb die Daten ausgedruckt und dann manuell in zwei unterschiedliche System eingetippt. Zum einen erfolgt dies in den auf dem Betrieb installierten PC für die Betriebsführung (vorgesehen für die in Entwicklung befindlichen Expertensystem). Zum zweiten wird der gleiche Auswertungsvorgang mit einem Terminal und mit Akkustikkoppler über den Zentralrechner an der Universität (etwa 60 Meilen) entfernt durchgeführt. An den Zentralrechner (DIGITAL 7xx) ist ein IBM-PC gekoppelt, über welchen die Mitarbeiter des Institutes die Daten auf Disketten schreiben und damit Auswertungen auf den in allen Büros vorhandenen PC's der XT-Klasse durchführen zu können.

Interessant ist, daß im Farm-Office ein dritter, unabhängiger und in kein Netz eingebundener Rechner (PC) steht. Er ist mit der Überfahrwaage des Betriebes gekoppelt und erhält von dort per Leitung die Gewichtsdaten der Erntefahrzeuge. Am Terminal der Waage werden zudem die Zusatzdaten wie Schlagnummer, Frucht u.a. manuell über eine Tastatur von den Schlepperfahrern nach der Gewichtsermittlung eingetippt. Der Datentransfer zum Institut erfolgt in diesem Falle per Diskette.

## 4.2 Elektronik im Schlepper

Auch auf dem Sektor der Außenwirtschaft bestehen grundsätzliche Unterschiede zur Landwirtschaft in der BR-Deutschland. Zentrale Schlepperbauart ist der Zugschlepper. Bemühungen hinsichtlich der "Elektronischen Hubwerksregelung" entfallen damit ebenso, wie Versuche zu einer Schlupfrezudierung über die sog. Schlupfregelung in Verbindung mit der Dreipunkthydraulik und der elektronischen Hubwerksregelung.

Elektronik soll dagegen vor allem zur Entlastung des Fahrers eingesetzt werden. Dabei steht die automatisierte Lenkung im Vordergrund des Interesses. Sie soll nicht den fahrerlosen Schleppereinsatz ermöglichen, sondern vielmehr die Arbeitsbelastung senken, gleichzeitig die mögliche Arbeitsgeschwindigkeit erhöhen und die Arbeitsqualität verbessern. Zwei Ansätze werden derzeit sehr intensiv verfolgt:

### 4.2.1 Traktorführung an Pflanzenreihen

Als Sensor dient eine CCD-Kamera mit relativ geringer Pixelzahl (240 \* 360). Über Kantenbrechungsverfahren werden daraus möglichst hohe Kontraste für die Spurkante erzeugt. Die Exaktheit der automatisierten Führung liegt bei +/- 10 mm. Diese Versuche werden vor allem von der Arbeitsgruppe SEARCY an der Texas A&M University und von der Gruppe GERRISH an der Michigan State University

durchgeführt.

#### 4.2.2 Traktorführung mit Hilfe von Bewegungsschablonen

GERRISH geht zudem einen Schritt weiter. Er möchte auch auf pflanzenlosen Beständen eine automatisierte Spurführung erreichen (z.B. für ein problemloses Anschlußfahren bei Spritz- und Düngearbeiten).

Er benutzt eine CCD-Kamera mit einer Auflösung von 128 \* 128 Bildpunkten. Zur Orientierung entwickelt er Bewegungsschablonen, welche z.B. die Fahrspuren in perspektivischer Betrachtung enthalten (hell-dunkel Grenzen durch Feuchtigkeit oder Lichtbrechung). Erste Einsatzversuche mit Elektroschleppern erreichten eine Spurführungsgenauigkeit von ebenfalls +/- 10 mm. Allerdings bestehen noch erhebliche Probleme bei abgerissenen Spuren, am Schlagende und bei Flächenneigungen.

#### 4.2.3 Meßtechnik im mobilen Versuchsbereich

Eine interessante Einsatzvariante der Elektronik wurde im Versuchseinsatz kennengelernt (DEERE & COMPANY). Dabei wurde ein Baukastensystem für einen vielfältigen Elektronikeinsatz je nach Anforderung erstellt (Zulieferer). Die Basis bilden Aluminiumrahmen mit einem Ausmaß von etwa 12 \* 12 cm und einer Bauhöhe von etwa 25 mm. Diese Rahmen sind höhlenartig ausgefräst und können in diesen Räumen elektronische Bauteile aufnehmen. Die Verbindung zwischen unterschiedlichen Rahmen erfolgt über integrierte Steckverbindungen. Blöcke für

- die Stromversorgung (Akkus)
- die CPU
- RS 232 C - Schnittstellen
- Sensorsignalaufbereitung
- Memory

erlauben eine vielfältige und trotzdem klein bauende Kombinationsmöglichkeit.

#### 4.3 Elektronik in der Außenwirtschaft

Als bedeutendster Ansatz in der Außenwirtschaft sind die ertragsorientierte Düngung und die unkrautspezifische Pflanzenschutzmittelapplikation anzusehen. Verteilgeräte mit entsprechenden Steuerungsmöglichkeiten werden derzeit schon von zwei Herstellern kommerziell angeboten. Hauptproblem ist aber auch in den USA noch die lokale Ertragsermittlung.

Erste Ergebnisse dazu hat die Arbeitsgruppe SCHUELLER erbracht. Sie messen in einem Mähdrescher die jeweiligen Erträge (Volumenmessung am Ende des Körner-elevators vor dem Einlauf in den Kornbunker). Zur Ortung der Fahrzeugposition dienen zwei Ultraschallsensoren (Abb. 2).

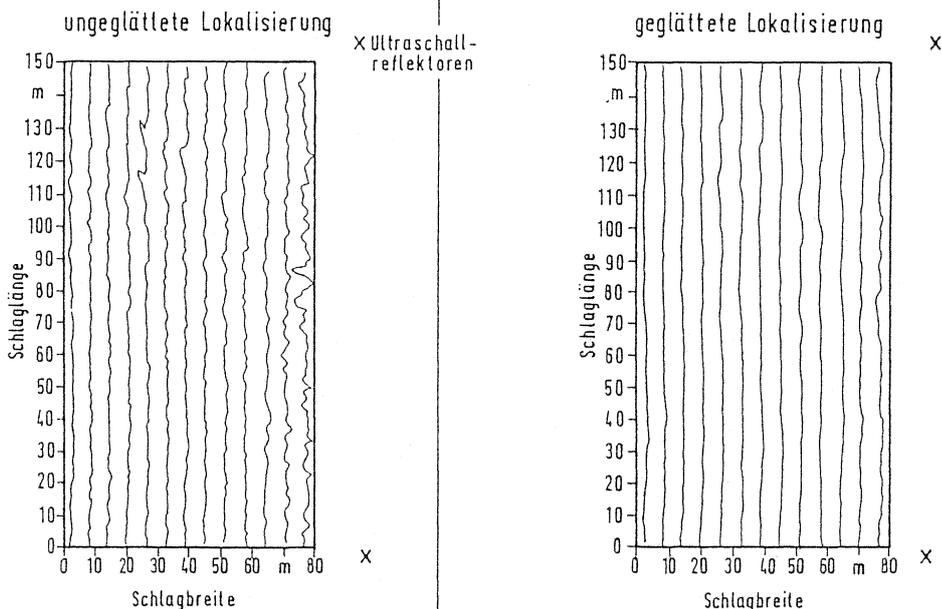


Abbildung 2: Ortungspositionen im Feld (Mähdrescher) beim Einsatz von Ultraschallsensoren (nach SCHUELLER 1987)

Die ersten Untersuchungen zeigen durchaus befriedigende Ergebnisse. Demnach ist die lokale Ortung in geringer Entfernung zu den zwei Ortungsmasten (drei wären besser) mit einem größeren Fehler belastet (+/- 1 - 1,2 m), als in größerer Entfernung (+/- 0,6 m). Der Zeitverzug zwischen Mähstelle und Gewichtserfassung liegt bei etwa 3s. Hinzu kommt ein weiterer Zeitverzug durch die Bestandesdichte. Dadurch entsteht insgesamt ein Zeitverzug von etwa 5 - 15s zwischen dem Abschneiden des Halmes und der entsprechenden Ertragsermittlung.

Die gemessenen Ergebnisse werden in Ertragskarten dargestellt (Abb. 3). Dafür

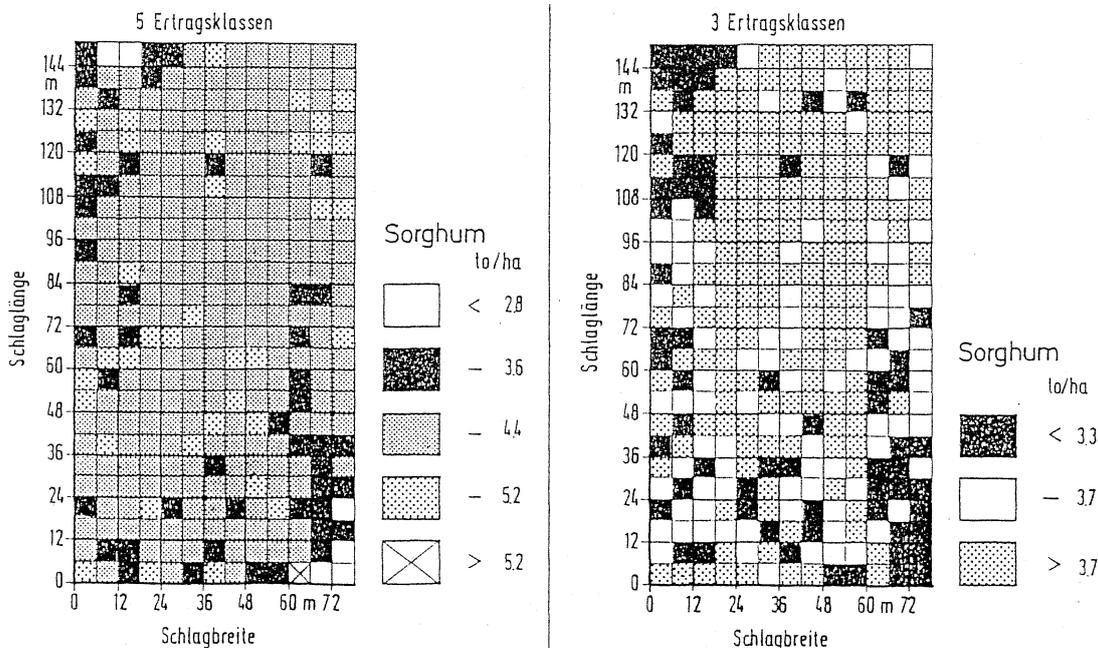


Abbildung 3: Lokale Ertragsermittlung im Mähdrescher bei Sorghum nach unterschiedlichen Klassierungen (nach SCHUELLER 1987)

ist die Schnittbreite des Mähdreschers (6m) und die Häufigkeit der Ertragsermittlungen (alle 2m) die Basis. Mithin entstehen erhebliche Abweichungen zu den tatsächlichen Erträgen. Die ersten Vergleichsmessungen erbrachten eine Ertragsüberschätzung durch die lokale Ertragsermittlung im Mähdrescher von etwa 25%.

#### 4.4 Elektronik im Farmmanagement

Im Bereich des Farm-Managements konnten drei Ansätze mit besonderer Bedeutung kennengelernt werden:

##### 4.4.1 NCCI (North Central Computer Institute)

Das NCCI ist ein Zusammenschluß mehrerer Universitäten mit dem Ziel, gemeinsam Farm-Software zu entwickeln und zu vertreiben. Der Besuch in Madison betraf dabei die Stelle des Vertriebes und der Entwicklung von "nichtlandwirtschaftlicher" Software.

Bisher wurde mit drei Mitarbeitern am NCCI in Madison eine zentrale Programm- und Informationsabrufstelle errichtet. Sie baut auf einen IBM-PC AT mit derzeit 40 MB Festplatte (32 MB sind belegt) und 4 Akustikkoppler-Eingängen auf.

Interessenten beantragen beim NCCI eine entsprechende Teilnehmernummer. Sie erhalten diese in Verbindung mit einem Paßwort. Damit können sie die in "C" geschriebene Vermittlungssoftware unter MS-DOS benutzen. Drei Hauptmöglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung:

##### Abruf von Public Domain Software

Diese Software ist kostenlos und für PC's mit unterschiedlichen Betriebssystemen jeweils gesondert verfügbar. Sie wird laufend ergänzt, ein entsprechender Katalog wird alle drei Jahre erstellt und in gedruckter Form oder auf Disketten vertrieben.

##### Software mit Kauflizenz

Darunter fällt Software, welche käuflich erworben wird und über die Leitungen des NCCI auf den neuesten Stand gehalten wird. Der Käufer ruft also über die Leitung jeweils die neueste Version ab, Informationen über Versionsänderungen werden ebenfalls per Leitung an die Benutzer herangebracht.

##### Mailing-System

Dieser Bereich hat derzeit den höchsten Zuspruch. Darin werden Botschaften verteilt, abgerufen oder als Flugschrift an viele Benutzer gebracht. Eine Vielzahl von geschlossenen Benutzergruppen nutzt diesen Dienst für ihre eigene Informationsvermittlung.

##### 4.4.2 Simulationsprogramme

An den Universitäten wird eine Vielzahl von Simulationsprogrammen entwickelt.

Alle diese Software ist in der Regel für MS-DOS Rechner einsetzbar und beruht auf vielen Annahmen. Dabei wird nach -einem sicher nicht vollständigen Kennenlernen- vielfach von zu praxisfremden Annahmen ausgegangen. Letzteres dürfte vor allem auf den fehlenden Praxisbezug vieler Wissenschaftler zurückzuführen sein, die aber gerade diese Arbeit als ihren Anteil an der Beratung (Extension) betrachten.

Beispielhaft sei hier nur das Simulationsprogramm für das Produktionsverfahren "Heuproduktion (Luzerne)" von ROTZ (Michigan State University) genannt. Er bezieht in sein Simulationsmodell die Witterung der letzten 25 Jahre ein (sie war für ihn verfügbar). Dazu nimmt er alle relevanten Produktionsparameter und errechnet aus der Streuung der Ergebnisse durch die Witterung eine Standardabweichung für unterschiedliche Verfahren. Diese Standardabweichung ist für ihn dann die entsprechende Beurteilungsgröße zur Einordnung der Vorzüglichkeit einzelner Verfahren, obwohl keinerlei Wertungen über die Datenqualität der Witterungsdaten und der anderen Parameter vorliegen.

#### 4.4.3 Baukalkulation mit Bauplanerstellung

Äußerst interessant waren dagegen die Arbeiten im "Grafiklabor" der Michigan State University. Dort wird in einem Simulationsprogramm mit Hilfe von AUTOCAD versucht, die unterschiedlichsten Layouts von Milchviehlaufställen zu erstellen und mit den entsprechenden Kosten- und Arbeitszeitparametern zu verknüpfen. Auch wenn diese Arbeiten erst am Anfang stehen, so lassen sie doch schon einige sehr wesentliche Möglichkeiten erkennen:

- durch die Trennung des Bildschirms in zwei Hälften entsteht je eine Hälfte für den Dialog und eine weitere für grafische Information
- die Einbeziehung der Fenstertechnik erlaubt eine sehr hilfreiche Zusatzinformation bei Bedarf
- die Ausgabe des Layouts auf einen Plotter stellt eine wertvolle Ergänzung zu den Kalkulationen dar und vervollständigt so die Gesamtinformation

Die vorgestellte Software ist insgesamt in "C" geschrieben. Seit etwa 4 Jahren steht für das Projekt eine Person zur Verfügung. Sie wird laufend unterstützt durch Diplomanden und Doktoranden (4 Ph. D. bisher). Das Produkt ist vor allem für den Einsatz in der Beratung und in der Ausbildung gedacht.

#### 4.4.5 Gesamteinsatz von Computern auf den Betrieben der USA

In einer Diskussion wurde versucht, auf die derzeit in den Betrieben installierten PC's zu schließen. Sehr vorsichtig wurde dabei eine Zahl von etwa 10% der Betriebe genannt, welche für den Staat Michigan zutreffen soll. Dies dürften etwa 3 000 Rechner sein, wobei die Mehrzahl dieser Geräte auf Betrieben mit mehr als 40 - 60 Kühen zu finden sein dürfte. Wiederum allgemein wurde auch darauf hingewiesen, daß unter den Verhältnissen der USA

- eine Software nicht teurer als 1 000 \$ sein darf,
- die Hotline zum Programmierer die wichtigste For-

derung ist (deshalb eher Institute als Softwarehäuser),

- in der Regel 50% der erworbenen Software aufgrund unüberwindbarer Schwierigkeiten, Frust oder zu geringer Leistung nicht benutzt wird und
- ebenfalls etwa 50% der erworbenen PC's nicht für das Farmmanagement genutzt werden, sondern den Kindern für reine Spiel- und Lernzwecke überlassen werden.

## 5. Bericht über das Symposium "Tierhaltung und Umwelt" in Toronto

Der Dritte Kongress über "Tierhaltung und Umwelt" wurde in Toronto abgehalten. Die Organisation lag dabei in den Händen der "American Society of Agricultural Engineers (ASAE)".

Mehr als 170 Teilnehmer aus vielen Ländern der Erde nahmen daran teil, in der überwiegenden Zahl kamen die Besucher jedoch aus den USA und aus Kanada. In 63 Referaten wurde über eine Vielzahl von Forschungsergebnissen in drei Parallelsitzungen berichtet. Schwerpunktmäßig wurde zu den Themenkreisen

- Belüftungssysteme
- Umwelteinflüsse auf die Leistung der Schweine
- Entwicklung neuer Haltungssysteme
- Simulation und Mikroprozessorkontrolle für Tierhaltungssysteme
- Meß- und Kontrollmethoden der Umwelt in geschlossenen Tierhaltungssystemen
- Tierreaktionen auf Stressoren
- Umwelt und diätetische Effekte auf Krankheiten und Produktion in der Tierhaltung
- nichtkonventionelle Tierhaltungssysteme
- Beratung aus der Wissenschaft für die Produktionsbetriebe
- künftige Perspektiven für Tierhaltungssysteme

Insgesamt wurden dabei jeweils sehr spezifische Lösungsansätze aufgezeigt. Sie waren z.T. bekannt oder stellten neue Erkenntnisse dar. Bei uns schon im nunmehr abgeschlossenen Sonderforschungsbereich 141 "Produktionsverfahren der Rinderhaltung" angewandte Methoden wurden z.T. aus anderem Anwendungsblickwinkel oder in analoger Einsatzform vorgestellt. Insbesondere sind dabei Bemühungen zum Einsatz der Stereofotogrammetrie zur Tiervermessung und Rutschfestigkeitsmessungen auf Spaltenböden zu nennen.

Einen breiten Raum nahmen die Probleme der Lüftung ein. Sie bezogen sich fast ausschließlich auf die größeren Milchviehanbindeställe -der Laufstall für Milchvieh wurde fast nicht erwähnt- oder auf Schweine- und Geflügelställe.

Die eigenen Arbeiten lassen sich wie folgt in die vorgestellten Forschungsarbeiten einordnen:

- Gegenüber den punktuellen Ansätzen der anderen Wissenschaftler wurden von uns vor allem in sich geschlossene Regelkreise vorgestellt und diskutiert. Dies gilt sowohl für das Referat

AJERNHAMMER, H., H. PIRKELMANN UND G. WENDL:  
Micro-Processor Based Farm Management System for Dairy Family

Farms

wie auch für das Referat

PIRKELMANN, H. und F. WENDLING:

Micro-Processor Based Feeding and Controlling of Calves

Aufbauend auf diese Beiträge ergab sich eine umfangreiche Diskussion mit einer Vielzahl neuer Kontakte zu Wissenschaftlern aus den USA, Kanada und dem Vereinigten Königreich. Als Ergebnis dieser Kontakte weilte mittlerweile Prof. Brook von der Michigan State University für einen Tag an der Landtechnik Weihenstephan, um sich über die hiesigen Arbeiten auf dem Sektor "Tierwiegung" und "Herdenmanagement" weiter zu informieren. Weitere Besuche sind angekündigt, insbesondere wird auch der Mitorganisator des Kongresses, Herr Martin Hellickson im nächsten Jahr für einen dann etwa 3 monatigen Aufenthalt nach Weihenstephan kommen.

6. Vortäge

Auernhammer, H., H. Pirkelmann UND G. Wendl:

Micro-Processor Based Farm Management System for Dairy Familiy Farms.

Proceedings of the third international livestock environment symposium April 25-27, 1988, Constellation Hotel Toronto, Ontario, Canada, p. 242 - 247

Pirkelmann, H. und F. Wendling:

Micro-Processor Based Feeding and Controlling of Calves.

Proceedings of the third international livestock environment symposium April 25-27, 1988, Constellation Hotel Toronto, Ontario, Canada, p. 248 - 254

# MICROPROCESSOR BASED FARM MANAGEMENT SYSTEM FOR DAIRY FAMILY FARMS

H. Auernhammer

H. Pirkelmann

G. Wendl

With the very intensive usage of automatic concentrate dispensers, problems have arisen with ration calculations based on milk yields. To overcome these problems, a multivariant estimation program was used with a microcomputer to predict the dry matter intake of individual cows. These data then were used to calculate the required concentrates for each cow. The program was used as part of a complete herd management system involving microprocessor-controlled concentrate dispensers, automatic milk yield measurement, and continuous automatic data transfer and data processing. Systems installed on practical farms have performed with very little loss of data and have shown that they offer possibilities for considerable savings in the use of concentrates and in labor requirements.

## INTRODUCTION

In the Federal Republic of Germany, the average dairy herd size is about 15 cows. Only about 30% of the cows are kept on farms with more than 30 cows. On the larger farms, where opportunities exist to use greater automation, the method of housing has changed from tied stables to loose housing systems. Two problems on these farms are high feed costs and high labor requirements. On most of the farms, the farmer and his wife provide all of the labor input. There is a very high workload, usually 65 hours per week and more. Analysis of production costs has shown that feed represents a major portion of the total costs, with concentrates representing nearly two-thirds of the feed cost. All possible efforts have to be made to reduce production costs through the improved use of cheaper and better farm-prepared feed and the installation of new techniques to reduce the work load.

## REDUCING WORK LOAD BY AUTOMATING TASKS

Because of the high work loads, farmers in the Federal Republic of Germany have been willing to adopt new techniques very early. Concentrate dispensers especially were readily accepted by modern dairy farmers. Prior to the development of concentrate dispensers, there were problems with concentrate distribution in parlors because of high humidity. Furthermore, the accuracy of distributing concentrate by hand was unsatisfactory.

Presently, electronically controlled concentrate dispensers can be found in almost half of the loose housing barns. Normally, reprogramming of the dispensers takes place about every four weeks. Milk yield data and ration recommendations from Breeding Associations are the basis for calculation of the concentrate needed.

---

H. Auernhammer, H. Pirkelmann and G. Wendl, Institute of Agricultural Engineering, Technical University of Munich, Faculty of Agriculture and Horticulture, Vottinger Strasse 36, D-8050 Freising-Weißenstephan, FRG.

More and more farmers are dissatisfied with this situation because adjusting concentrate volumes to a new milk yield takes a relatively long time. There are long periods of unnecessary over- and under-supply of concentrates. To correct the problems, efforts are being made to shorten the interval between milk yield detections, to install milk meters in parlors, and to take the collected data directly to a microcomputer, for recalculation of concentrate rations and manual reprogramming of the concentrate dispensers. However, the real problem of unsatisfactory ration calculation is not being addressed by these actions.

### IMPROVED RATION CALCULATION FOR DAIRY COWS

Presently, data on physiological and nutritional dependencies of the individual cow are unavailable at the time of ration formulation. Therefore, ration calculation for dairy cows is based on all animals within a herd having the same dry matter intake of roughage and silage.

Yet trials in animal nutrition have shown that the dry matter intake of each animal varies depending upon a number of factors related to the animal itself, the content of the feed, and the feeding technique (Fig. 1). Satisfactory consideration has not been given to all these factors because it is too expensive to record them all on individual practical farms or because it takes too much manual time to do the ration calculations. To overcome these problems, we have tried to include the influences on dry matter intake in a computer program. Combined with estimated milk yields, the program is used to more exactly calculate the amount of concentrate needed and to program the microprocessor which controls the concentrate dispensers.

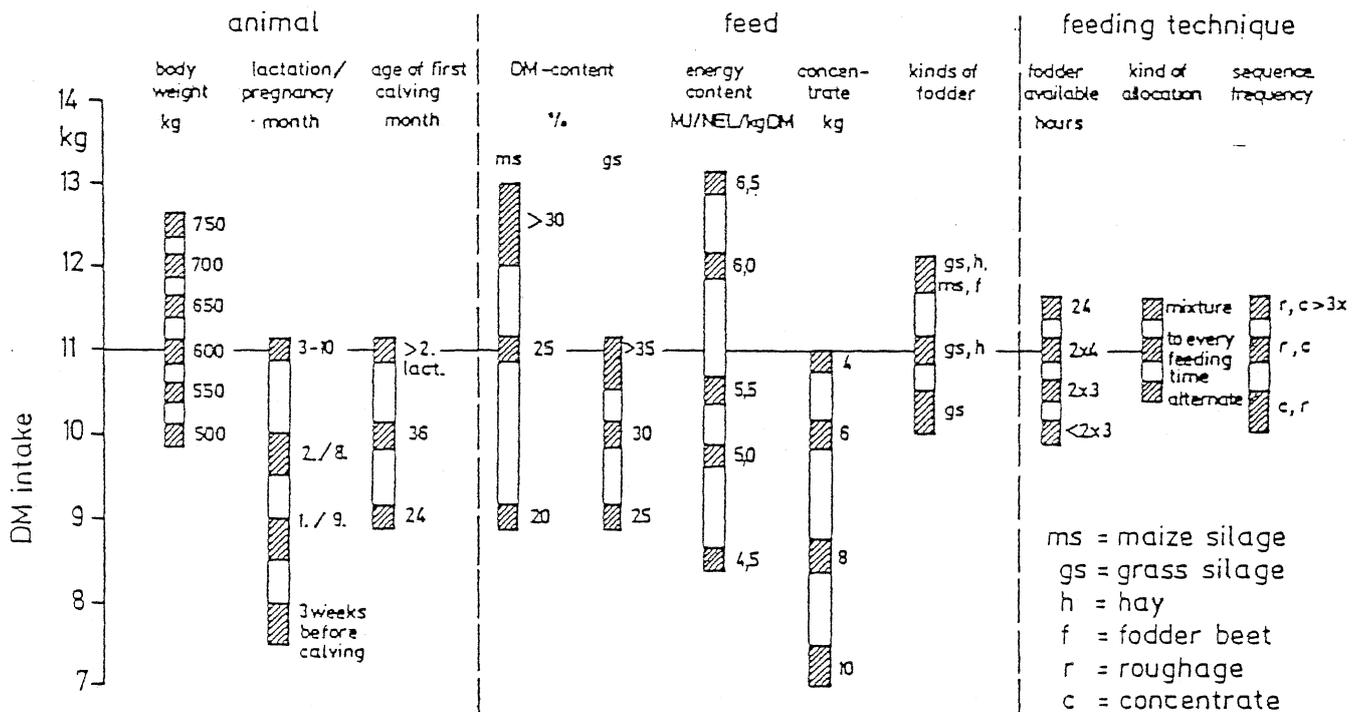


Fig. 1. Increasing and decreasing influence of dry matter intake of dairy cows (by Bohm, Jans, Kirchgessner and Rohr)

Results from a first trial with this method are shown in Fig. 2. These results show the possibility to save concentrate, on average about 1 kg/cow, without affecting the milk yield. These preliminary conclusions are rough and should be tested by further investigations in which the weight of the animals also is considered. Only after this more extensive testing can the saving of concentrate be assessed under real circumstances and under the same conditions.

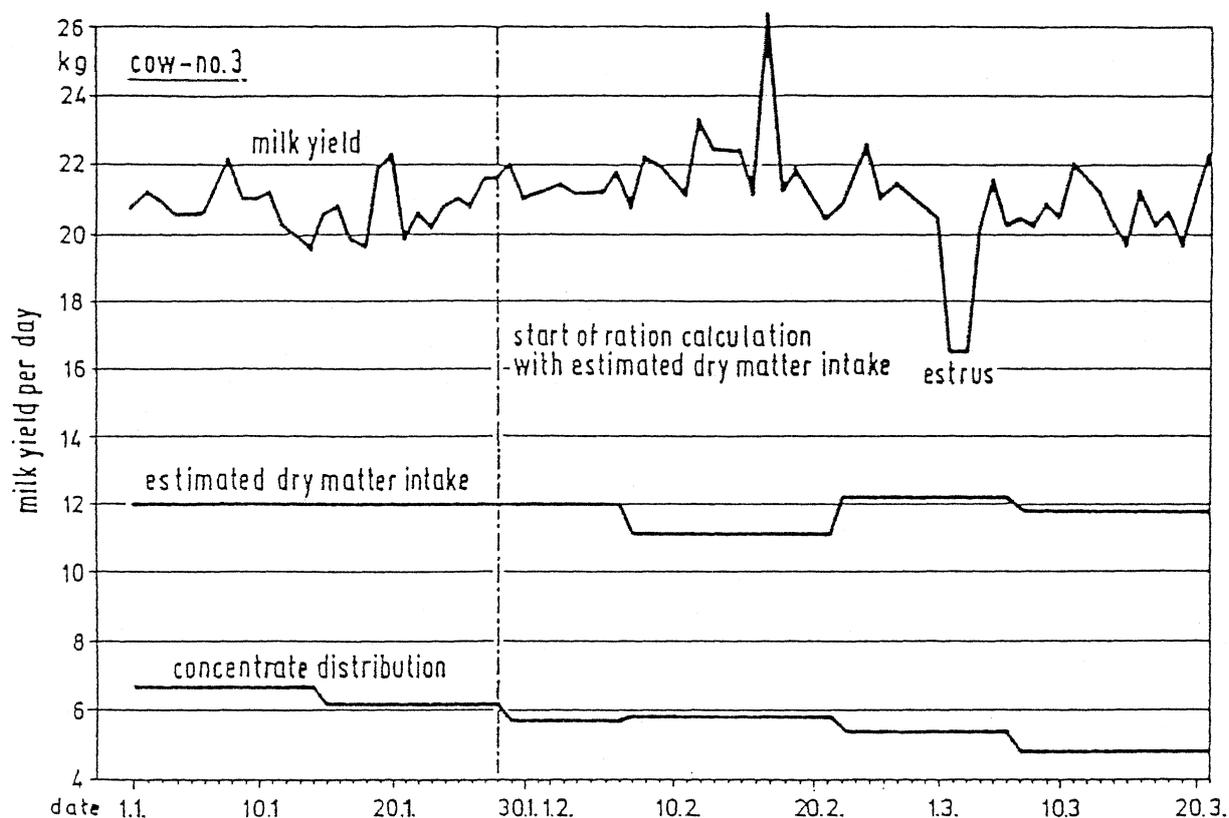


Fig. 2. Daily milk yield, estimated dry matter intake and concentrate consumption of a cow

#### MICROCOMPUTER-BASED HERD MANAGEMENT SYSTEM

A practical application of computerized ration formulation and concentrate feeding can only be reached if all related factors and techniques are brought together. Only then can we expect a reduction of work load and a highly automated production system.

To test such an automated system, the components shown in Fig. 3 were installed on three practical farms. The financial investment was shared by the equipment manufacturers, the farmers, and the Advisory Center. Support from the Institute has only been given during the time of installation and for the use of software from the Institute. All other work has been done exclusively by the farmer himself. After an experimental period of five years, the entire system will be owned by the farmer.

Every farm has 45 to 60 cows and has two concentrate dispensers, milk meters in the parlor, and an on-farm microcomputer (PC). The system is linked such that the PC can automatically, once each day, receive the measured milk yields and the amount of concentrate distributed per cow. Data receiving can be controlled by a time clock or by a multi-tasking operating system. The data are handled in an SQL-database.

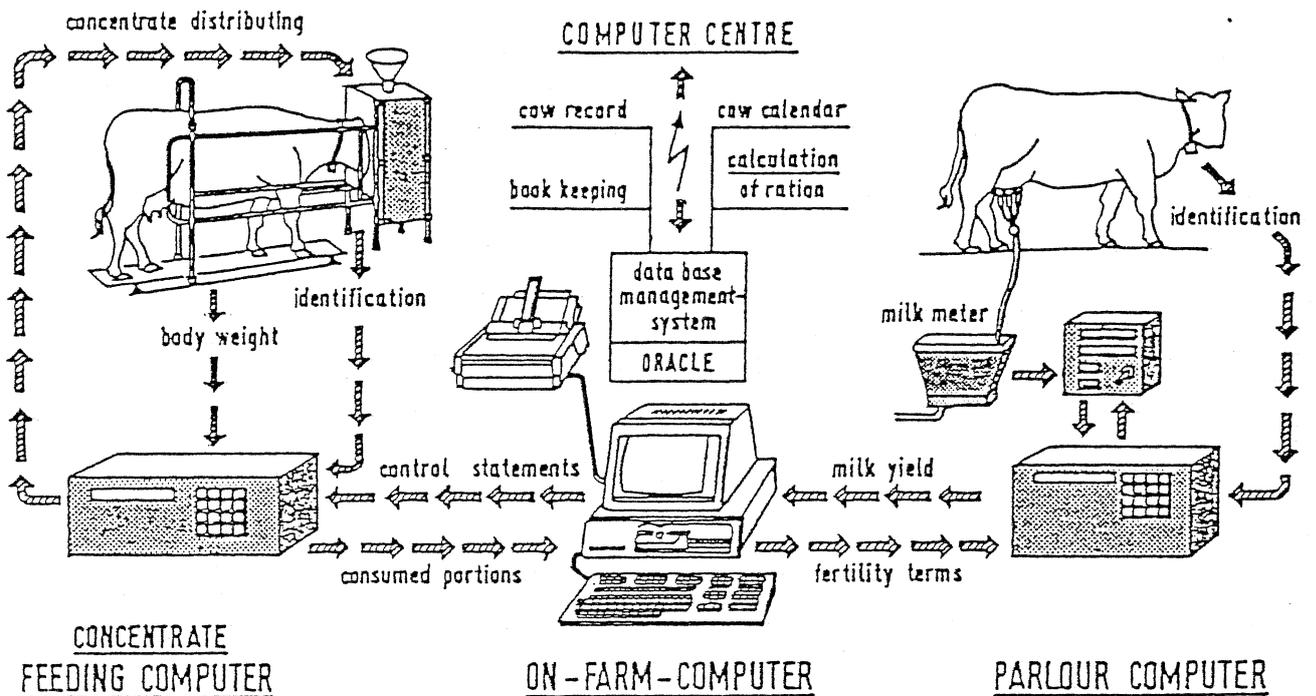


Fig. 3. Schematic of installed herd management systems

A special program monitors the daily milk yields and the concentrate consumptions. A very comprehensive print-out is produced for the farmer's files in which any special situations are noted. Cows for which milk yield deviates more than 20% from the previous day or for which concentrate consumption deviates by more than 10% are identified and printed in an alarm list.

A cow calendar program is included as a central program in the PC. The output of this program is printed at the end of the daily alarm list and completes the monitoring function of the system.

The estimation of the dry matter intake of each cow is performed once each week by a computer program. The program is initiated manually by the farmer. The automatic transfer of the calculated concentrate rations from the PC to the microprocessor-based controller operating the concentrate dispensers is done after confirmation of the calculations by the farmer. The transfer of data can be for an individual cow or for the whole herd.

At present, an automatic data transfer of daily milk yields by video text to the Breeding Association is being tested. Following these tests, data on the analyzed milk contents should be brought back automatically by the same media to the farm for use in ration formulation.

Analysis of missing data (Fig. 4) for one farm with manual and time-clock controlled data transfer shows that the amount of missing data could be reduced enormously with a mechanically operated automatic data transfer system. The data also show that data losses increase during times of high work loads resulting from field work. Only a fully automated multi-tasking operating system can guarantee the highest data quality and the lowest work load for the farmer.

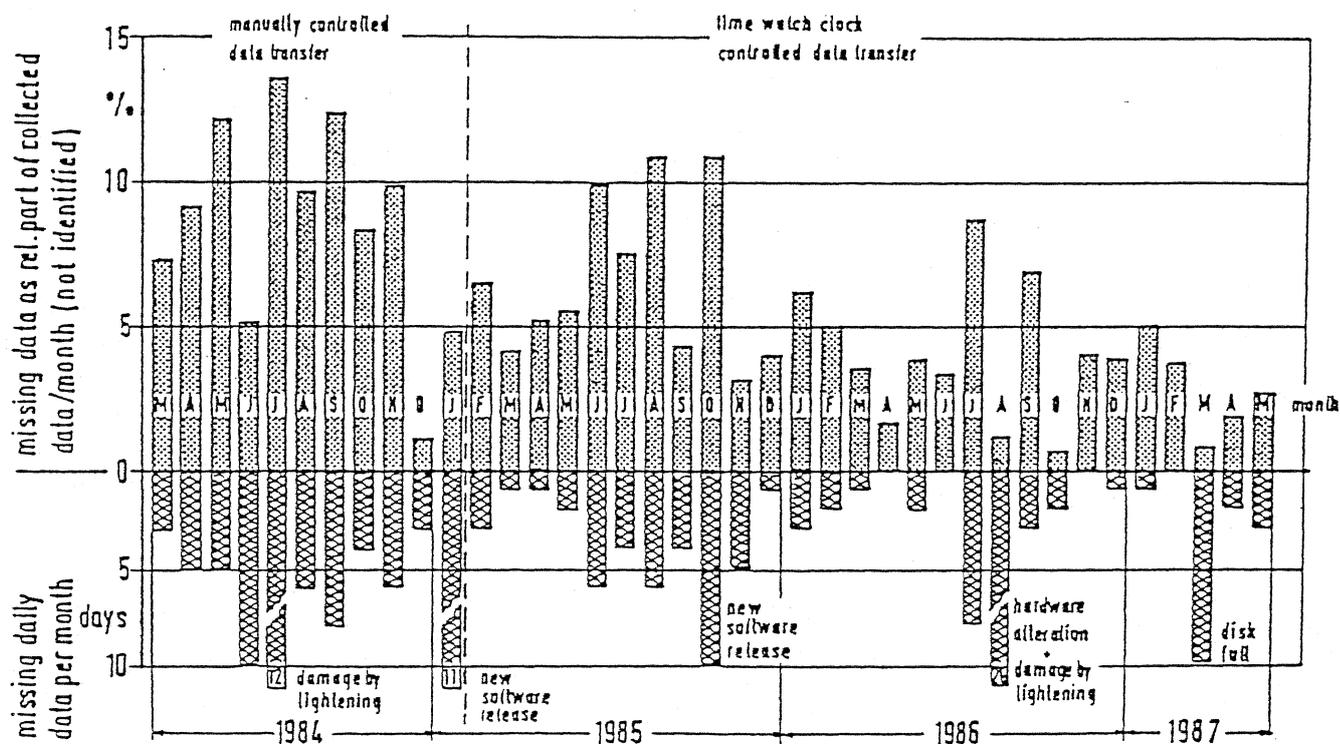


Fig. 4. Unidentified cows and losses during data transfer to the on-farm computer on a practical farm

#### CONCLUSIONS

The following conclusions can be drawn from the results of the installed herd management systems:

1. Automatic concentrate dispensing equipment will, in the future, be part of every milk-producing farm because it makes possible the reduction of work loads and the optimization of the ration dispensing for each cow.
2. The unsatisfactory system that presently exists for calculating the required concentrates can be replaced by an individual-cow multivariant estimation method which offers the opportunity to achieve better results with inexpensive software instead of very expensive and unreliable hardware measurement equipment.
3. Using the multivariant estimation method, analysis of the feed contents should be included in the near future. Fast methods for determination of feed contents could offer a solution for this problem.
4. Linking concentrate dispensers and milk meters into a complete herd management system requires an automated data acquisition and data processing technique.
5. Additional programs for monitoring of animal health and fertility are necessary, as are programs for monitoring the equipment itself.
6. The benefits of a complete herd management system cannot be quantified at the moment. Nevertheless, it can be seen that there are possibilities for saving concentrates and reducing work loads as well as further opportunities for improved farm management.

## BIBLIOGRAPHY

1. Artman, R. 1987. Development of an overall conception for dairy management systems with standardized data transfer. Proc. Third Symp. on "Automation in Dairying", Wageningen: IMAG. pp. 321-330.
2. Auernhammer, H, G. Wendl and S. Harkow. 1987. Lactation curves for performance orientated ration calculation of dairy cows. Proc. Third Symp. on "Automation in Dairying", Wageningen: IMAG. pp. 62-70.
3. Auernhammer, H. and G. Wendl. 1987. Experiences with data handling in microcomputer based herd management systems. Proc. Third Symp. on "Automation in Dairying", Wageningen: IMAG. pp. 331-337.
4. Pirkelmann, H., G. Wendl and L. Emberger. 1987. Automatic recording of animal performance for computer based feeding. Proc. Third Symp. on "Automation in Dairying", Wageningen: IMAG. pp. 78-85.
5. Pirkelmann, H. 1983. Technical and biological factors for automated feeding of dairy cows. Proc. Second Symp. on "Automation in Dairying", Wageningen: IMAG. pp.61-67.

# MICRO-PROCESSOR BASED FEEDING AND CONTROLLING OF CALVES

H. Pirkelmann\*

F. Wendling\*

## ABSTRACT

Microprocessor based feeding of calves can reduce the labour requirement and the feed costs because of an more economic use of milk replacer. For this purpose an automatically working milk dispenser in connection with an animal identification system is used. The animal's weight is recorded by weighing equipment in the drinking station and transferred to an on-farm computer. The weight gain determines the amount of milk replacer offered to each calf and gives good information about the calves' growth and health.

## INTRODUCTION

Accurate and careful feeding is important for successful calf rearing. Especially in larger herds, individualized feeding takes a lot of time. For economic reasons an early consumption of hay, concentrates and maize silage is necessary to reduce the consumption of expensive milk replacer and therefore feed costs.

For both objectives, computer based systems open new possibilities. They give a chance to record the animal's performance daily and to feed individually according to weight gain without additional labour. In this paper some results of our investigations on practical farms with group housed calves over the rearing period will be presented.

## THE TECHNICAL EQUIPMENT

The central plant is a milk replacer dispenser which prepares small portions of 0,3 - 0,5 l of a constant temperature and a milk powder concentration free to choose (Fig. 1). Additional to the milk replacer, medicinal components can be dosed into the mixing unit as needed.

In the drinking station the calves are identified and are given the milk through a removable sucker, which is connected by a tube to the automated dispenser. The amount of milk and the times of feeding are controlled by a computer program. They can be regulated and stored individually for every animal. For research purposes the duration of stay in the drinking station is registered (4, 5).

---

\* Dr. H. Pirkelmann, Head of division in Cattle Husbandry and ing. F. Wendling, Ingeneer in Electronics, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik der TU München-Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-8050 Freising, West Germany

In the station a weigher is installed with a weighing range up to 300 kg and a sensitivity of 0,1 kg. The weighing bridge is placed on 4 strain gauged beams with about 150 load proportional electrical signals per minute.

The processor is connected with the farm computer for data storing and handling. Also the calculation of the ration is done with the computer.

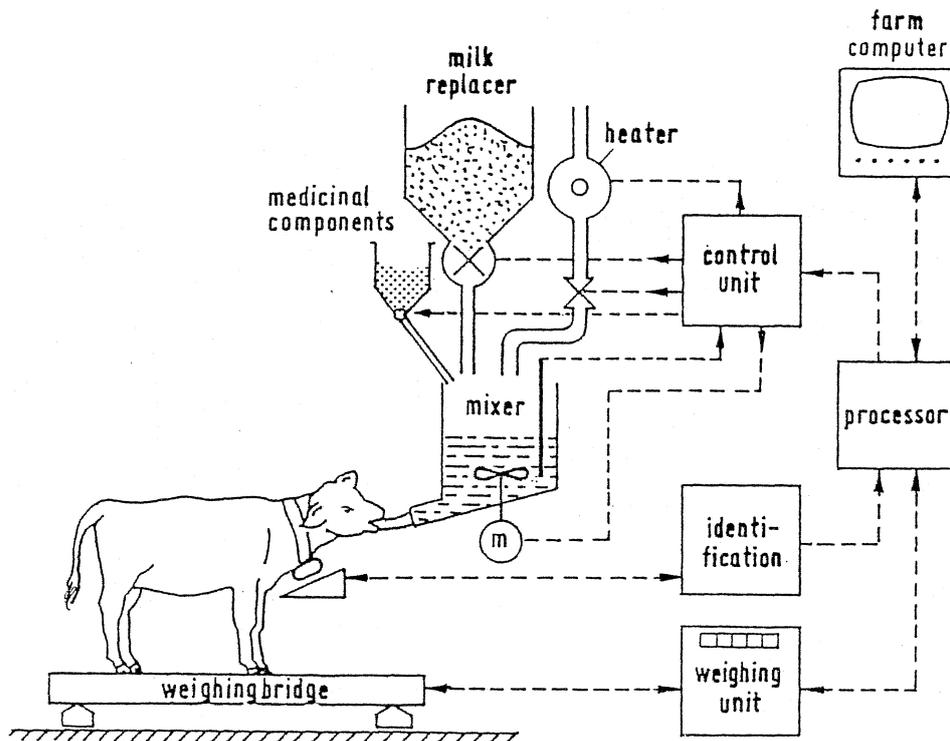


Fig. 1: Computer based feeding system for calves

#### ANIMAL BEHAVIOUR

After a short period the calves get accustomed to visiting the drinking station regularly and usually take in the total programmed amount of milk. The frequency and the distribution of the visits during the day is influenced by the feeding program. Choosing 2 feeding times the calves are induced to come to the station mainly twice a day (Fig. 2). When the programmed time of feeding approaches, the number of visits increases rapidly. On average the calves come 4 - 5 times a day.

During the duration of stay only a small part of the time spent in the station is used for drinking. After milk intake the calves still remain a long time in the station and play with the rubber nipple. This inefficient time can be reduced by moving away the nipple. But a short sucking time for milk intake - the drinking speed of calves is 1 - 3 l milk per minute depending on the animal's age and the diameter of the tube - is not enough to satisfy the natural need of suckling (3). In consequence the calves lick one another after leaving the station. The sucked parts of the body can get inflamed or the calves take in hair building up bezoars. For this reason the sucking time in the station should not be too short (1, 2, 6). About 30 rearing calves can be supplied per feeding station without problems.

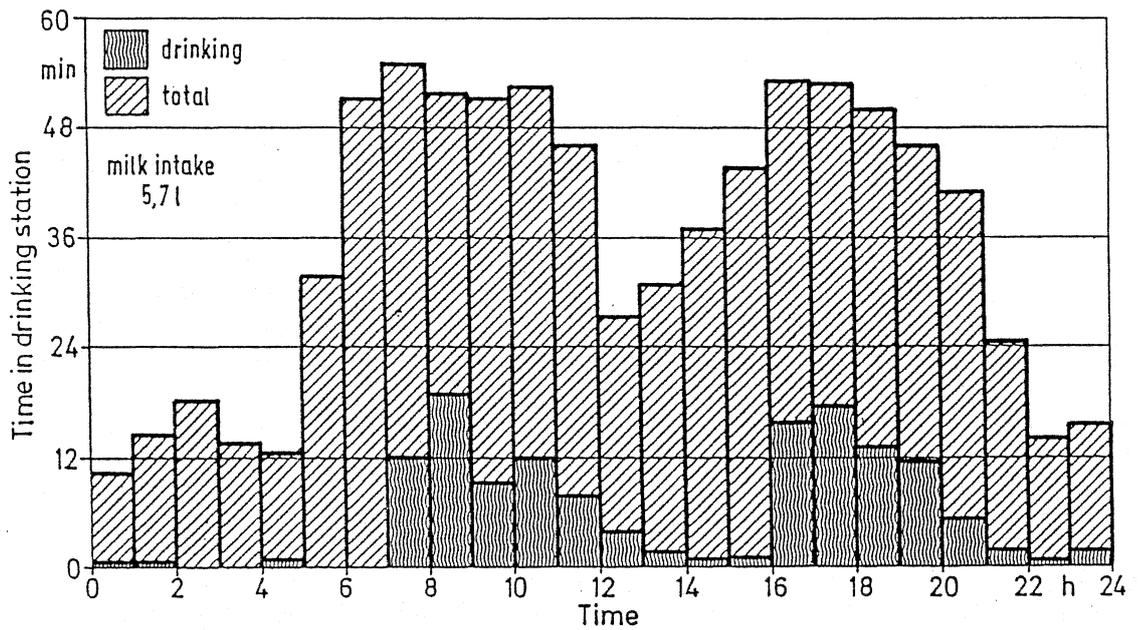


Fig. 2: Duration of stay of rearing calves in the drinking station of a milk dispenser (27 calves)

The milk amount does not have a great influence on the duration of stay in the drinking station. Smaller amounts of milk shorten the drinking time, but the total time is only reduced a little. This is shown in the results of a comparison between two groups with different milk quota (Fig. 3).

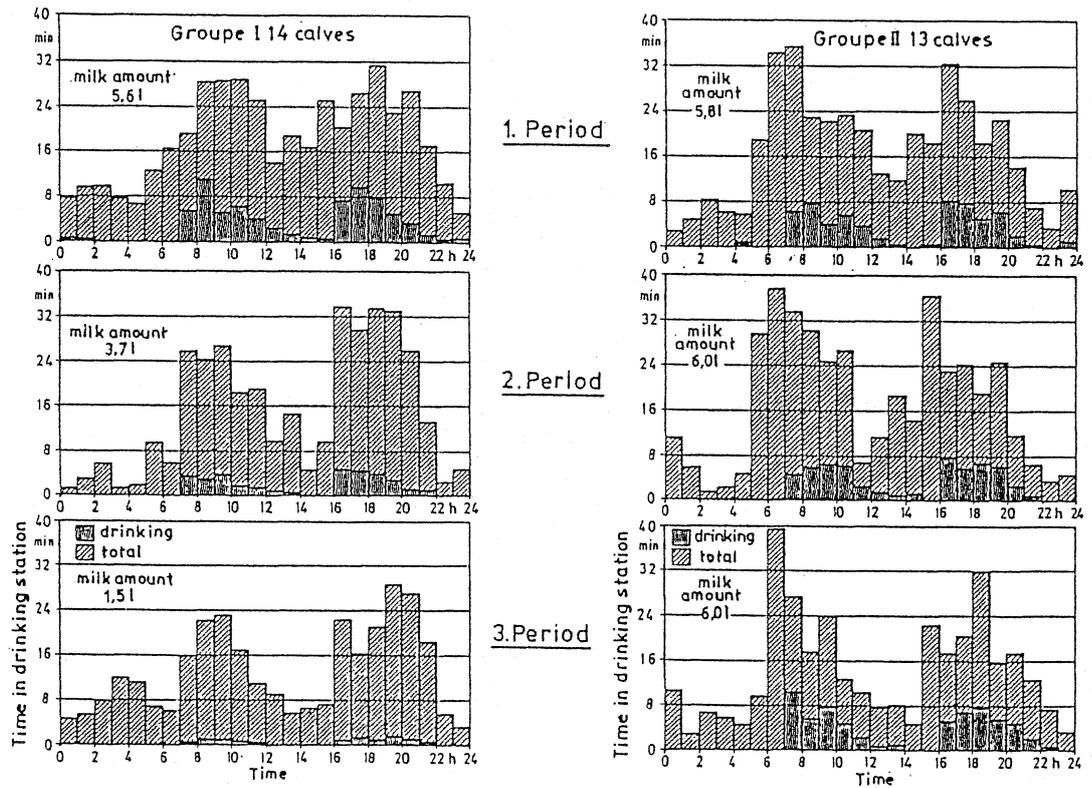


Fig. 3: Duration of stay of rearing calves in the drinking station of a milk dispenser (27 calves)

## AUTOMATIC LIVWEIGHT RECORDING

On the weighing bridge in the drinking station weight values are recorded as long as the animal is identified. With an average duration of 20 - 30 minutes and about 150 signals per minute, 3000 - 4500 data per calf and day are available. Depending on the animal's behaviour the values can be quite divergent (Fig. 4). To eliminate extreme values only data within a given deviation from a reference value are accepted. For calves a deviation range of 3 - 5 % is suitable. When the animal has left the weigher those values are used to ascertain a mean weight. At the end of the day a daily mean is calculated of the mean weights of all visits. The daily mean will be the reference value for the following day.

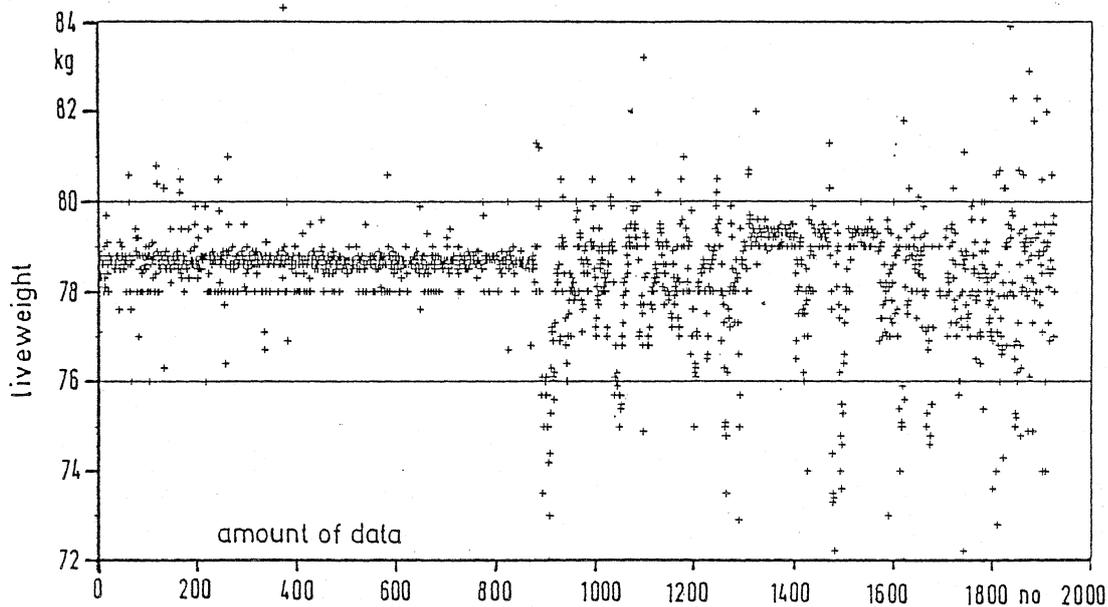


Fig. 4: Deviation range of data during one weighing procedure of a calf

The weight values are greatly influenced by biological factors. According to the feed and water intake the liveweight increases during one weighing procedure and normally the weight goes up from morning to evening. For this reason it is imperative to pay attention to all mean weights of a day for calculating a representative daily mean.

Still the daily means differ from day to day. Therefore a sliding mean of 3 up to 5 days is used for calculating the milk replacer amount.

## FEEDING ACCORDING TO THE WEIGHT GAIN

In calf rearing, computer based feeding should guarantee an economic use of milk replacer. To reduce the feed costs, an early and high consumption of hay, concentrates, and maize silage is the main goal, whereas the more expensive milk should be limited. The average daily liveweight gain over a period of three days is the parameter used to reduce the supply of milk automatically by the feeding computer. The other feedstuffs are offered for ad lib intake.

If a calf, in spite of a reduced milk supply, has a good liveweight development, it already consumes a sufficient amount of other forages. An additional reduction of milk is now possible.

In a group of 26 calves one part got a reduced amount of milk, according to the feeding system described above, the other part a constant amount of 6 l per day, the common amount in calf rearing. Both groups had a comparable liveweight development (Fig. 5). But in the first group a calf consumed about 14 kg of milk replacer, whereas in the second group one calf needed 23 kg per period.

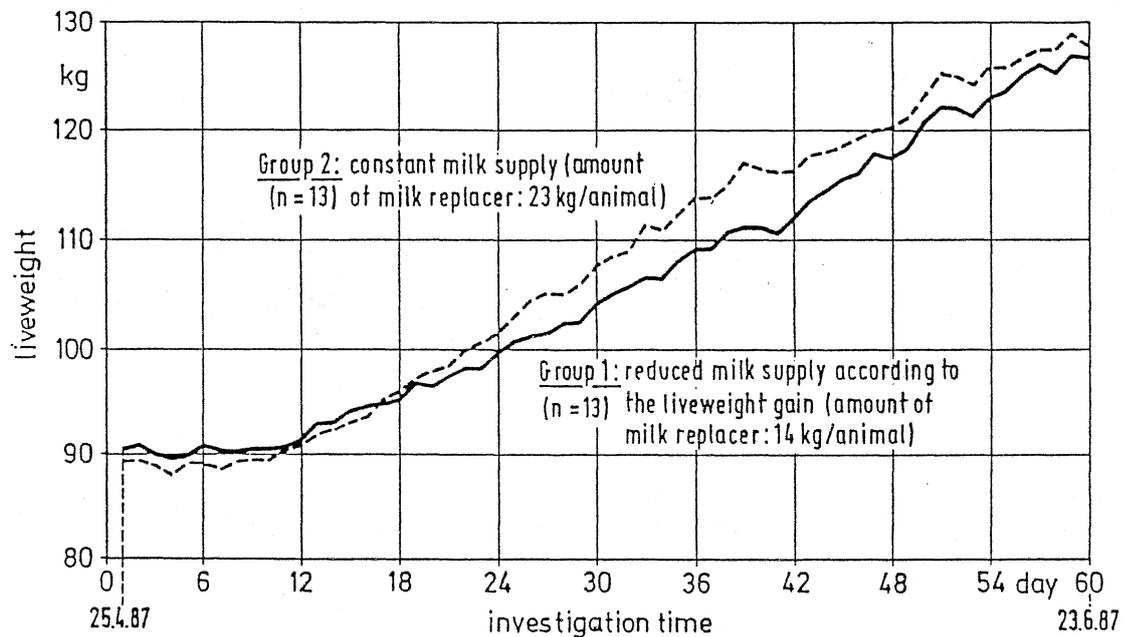


Fig. 5: Liveweight development of rearing calves with different milk supply

Besides an improved feeding system, the liveweight development probably (Fig. 6) facilitates the health control. Some calves showed a liveweight decrease before the herdsman registered symptoms of a sickness.

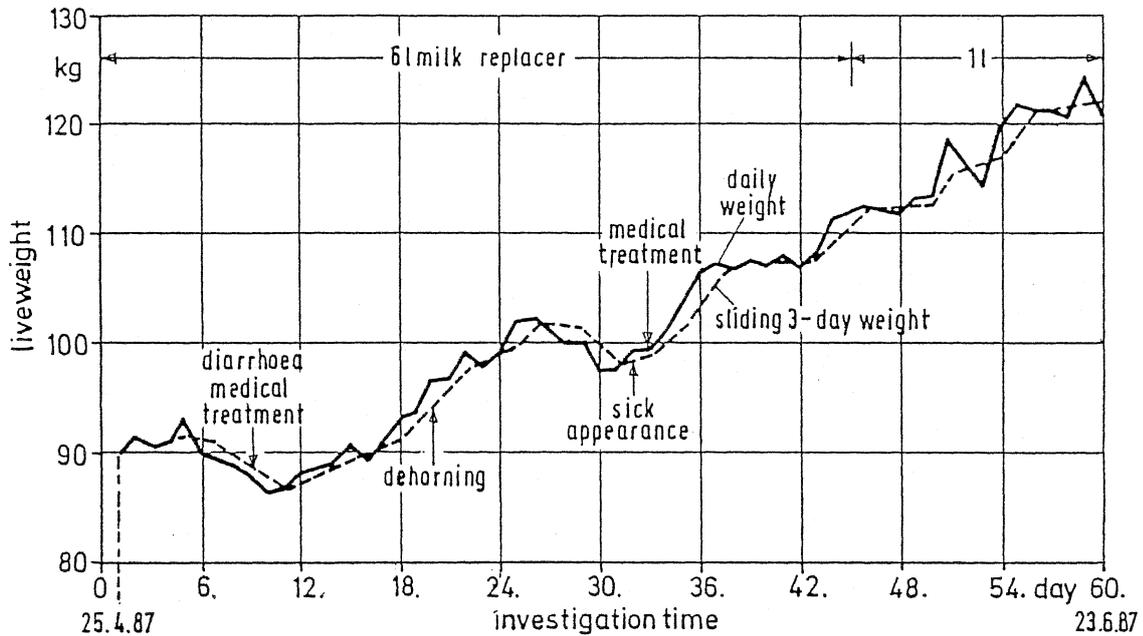


Fig. 6: Liveweight development of a rearing calf

Further investigations, however, are needed to prove whether the liveweight is a sufficiently reliable parameter for health control.

#### CONCLUSION

The described system gives a good method to feed calves individually according to liveweight gain. In this way, labour requirement and feed costs can be reduced. Until now the health control is not satisfactory by the registration of liveweight. For this aim the body temperature would be the better parameter. To get a reliable technique for automated metering in field conditions will be an important work in the future.

## REFERENCES

1. Albright, J. L. 1980. The mother - daughter combination. *Holstein World* 11:31-33.
2. Broom, D. M. and J. D. Leaver. 1978. Effects of grouprearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Animal Behavior* 26:1255-1263.
3. Kittner, M. and H. Kurz. 1961. Ein Beitrag zur Frage des Verhaltens der Kälber unter besonderer Berücksichtigung des Scheinsaugens. *Archiv für Tierzucht* 10:41-60.
4. Pirkelmann, H. 1981. Tränkedosierautomaten für die Kälberhaltung. *Landtechnik* 36(7/8):368-372.
5. Pirkelmann, H., H. Stanzel and F. Wendling. 1985. Automatisierte Versorgung und Kontrolle von Aufzucht- und Mastkälbern. *Grundlagen der Landtechnik* 35(3):89-95.
6. Scheuermann, E. 1974. Ursachen und Verhütung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern. *Tierärztliche Praxis* 2(2):389-394.

