

Nur bei  $Q_D = 11900$  kcal/h wird nach 3,5 h Melkzeit die  $4^\circ\text{C}$ -Grenze nicht überschritten; die bei dieser Einstellung gewonnenen Werte können ausgewertet werden. Die Ergebnisse aus vier Messungen sind in Tafel 3 aufgeführt. Demnach erreichte die Anlage nur  $\approx 95\%$  ihrer Nennleistung. Die Leistungsziffer der Gesamtanlage ist — bedingt durch die indirekte Kühlung — kleiner als die Leistungsziffer des Kompressors. Die Abweichungen aller Messungen sind gering, was auf ein genaues Arbeiten der Regelgeräte schließen läßt.

### 3. Untersuchungen im praktischen Einsatz

Die KSA 500 L wurde für die Einsatz-Untersuchungen durch zwei bzw. vier Blewa-Milchkühler zur kompletten Milchkühlanlage KMA 500 ergänzt und im Melkstand des Versuchsbetriebes des Instituts für Landtechnik eingesetzt. Dieser Melkstand, ein stationärer Weidemelkstand in Fischgrätenform ( $2 \times 8$  Melkplätze), ist an das Stromversorgungsnetz angeschlossen.

Im Sommer 1961 wurde die von durchschnittlich 85 Kühen zweimal täglich ermolkenen Milch (im Mittel 690 kg/Melkzeit) gekühlt. Erforderlich war dazu lediglich, daß gleichzeitig mit der Vakuumpumpe auch die Kühlwasserpumpe durch das Melkpersonal ein- und ausgeschaltet wurde.

#### 3.1. Versuchsdurchführung

Während der Einsatzzeit erfolgte mehrmals die Bestimmung der ermolkenen Milchmenge je Melkzeit, der Melkzeitdauer und der Milchendtemperatur.

Leistungsbedarf des Kühlaggregates und Kompressorlaufzeit je Tag wurden in der gesamten Einsatzzeit durch einen Leistungsschreiber festgehalten.

#### 3.2. Auswertung und Ergebnisse

Aus den Meßergebnissen wurde zunächst die Kühlleistung der MKA 500 errechnet. Sie entspricht der aus der Milch abgeführten Wärmemenge. Die Mittelwerte aus je drei Messungen sind in Tafel 4 aufgeführt.

Beim Einsatz von zwei parallel zueinander geschalteten Blewa-Kühlern wurde die geforderte Milchendtemperatur nicht erreicht. Erst als zwei weitere Blewa-Kühler eingebaut waren (das Kühlwasser umspülte im Gegenstrom zur Milch zunächst die unteren, danach die oberen Kühler), wurde die Milch auf 8 bis  $9^\circ\text{C}$  abgekühlt. Auch bei dieser Kühlleistung wurde die Kälteleistung der KSA 500 L nur zu etwa 65% ausgenutzt.

Als Kompressorleistungsbedarf wurden 3,87 kW mit einer Abweichung von  $\pm 0,06$  kW ermittelt. Dieser Wert entspricht dem Prüfstandmeßwert. Der Nennleistungsbedarf wurde nicht erreicht.

Die Auswertung der Kompressorlaufzeit/Tag während der gesamten Einsatzzeit erfolgt statistisch nach der Häufigkeitsanalyse [1], der Mittelwert beträgt 6,65 h/Tag, die auftretende Abweichung von  $\pm 1,65$  h/Tag ist sehr groß. Als Ursache kann die schwankende Belastung der Anlage im praktischen Betrieb angesehen werden.

Der Wartungsaufwand und die Störanfälligkeit sind gering. Allerdings ist bei fabrikneuer Anlage häufig eine Überprüfung und evtl. Neueinstellung der Regelgeräte erforderlich. Während der gesamten Einsatzzeit trat einmal eine Störung durch Verstopfung der Kältemittelleitung auf.

Tafel 4. Kühlergebnisse vom praktischen Einsatz der MKA 500

Milchmengenfluß [kg/h]	Milchendtemperatur [ $^\circ\text{C}$ ]	abgeführte Wärmemenge [kcal/h]	Anzahl der Blewa-Kühler [St.]
240	16,3	4250	2
288	8,3	7430	4

### 4. Schlußfolgerungen

Die untersuchte Anlage entspricht den an sie gestellten kältetechnischen Anforderungen. Sie kann zum Kühlen der in Fischgrätenmelkständen ermolkenen Milch eingesetzt werden, wenn sie mit vier Blewa-Kühlern in der beschriebenen Anordnung ausgerüstet wird.

Die Kälteleistung ist ausreichend für einen Milchmengenfluß von 450 kg/h bei einer maximalen Melkdauer von zweimal 3,5 h/Tag. Die Anlage kann auch zum Kühlen in stationären Weidemelkständen verwendet werden. Notwendig ist dann allerdings ein Anschluß an das Stromversorgungsnetz und ein Raum für die einzelnen Anlagenteile.

### 5. Zusammenfassung

Im Rahmen eines Forschungsauftrages wurde die Kältespeicheranlage KSA 500 L auf ihre Eignung zur Milchkühlung untersucht. Auf einem Prüfstand erfolgte die Bestimmung der Anlagen-Kennwerte. Beim praktischen Einsatz in einem Fischgrätenmelkstand zeigte sich, daß die Anlage bei Ausrüstung mit den z. Z. gebräuchlichen Blewa-Kühlern schlecht ausgenutzt und die geforderte Milchendtemperatur nur dann erreicht wird, wenn vier Blewa-Kühler in der beschriebenen Anordnung eingesetzt werden.

### Literatur

- [1] DAEVES, K. / BECKEL, A.: Großzahlmethodik und Häufigkeitsanalyse. Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr., 1958, 2. Auflage.
- [2] DDR-Standard: Rohmilch — TGL 8064. DDR-Standard: Milch mit zugesicherten Eigenschaften — TGL 8065.
- [3] Milchkühlung. Forschungsabschlussbericht des Instituts für Landtechnik der DAL, April 1962, unveröffentlicht.

A 4818

## Untersuchung von Milchkühlern

Dipl.-Ing. M. TSCHIRSCHKE\*

Im Rahmen der Versuche an Milchkühlanlagen [1] wurden die in den Anlagen eingebauten Milchkühler einer näheren Untersuchung unterzogen. Die hierbei erzielten Ergebnisse führten zu einigen neuen Erkenntnissen, die in den folgenden Ausführungen kurz erläutert werden.

### 1. Aufbau der Kühler

Zur Untersuchung kamen zwei Gegenstrom-Milchkühler mit Wasser als Kühlmittel, die in folgenden als Kühler A<sup>1</sup> und Kühler B<sup>2</sup> bezeichnet werden (Bild 1).

Kühler A stellt den bekanntesten Blewa-Kühler dar, bei dem die Milchdurchtrittsöffnungen in der Schüssel auf 1,8 mm aufgebohrt waren.

\* Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Leiter: Dipl.-Landw. H. KUHRIG).

<sup>1</sup> Typ Blewa.

<sup>2</sup> Typ Alfa-Laval.

Kühler B besteht aus einem zylindrischen Gefäß aus V2A-Stahl mit Doppelmantel. Zur Milchverteilung wird im oberen Teil des Kühlers ein gewölbtes Blech eingesetzt, das mit dem Innenmantel des Kühlers einen konzentrischen Schlitz zum Durchtritt der Milch bildet. Das Kühlwasser wird bei beiden Ausführungen spiralförmig von unten nach oben durch die Kühler geleitet.

### 2. Über die Messungen

Für die Messungen wurde hauptsächlich Wasser anstelle von Milch benutzt. Nur für einige Vergleichsuntersuchungen fand die Milch Verwendung.

Das auf Milchtemperatur erwärmte Wasser wurde mittels Unterdruck durch die Kühler gesaugt. Die Messung der Milchmenge<sup>3</sup> (GM) und Kühlwassermenge (GW) erfolgte durch zwei Strömungsmengenmesser. Zum Messen aller

<sup>3</sup> Im folgenden wird das anstelle der Milch verwendete Wasser mit „Milch“ bezeichnet.

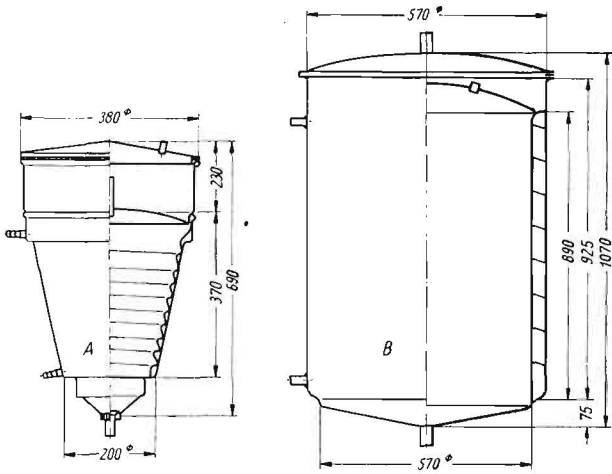


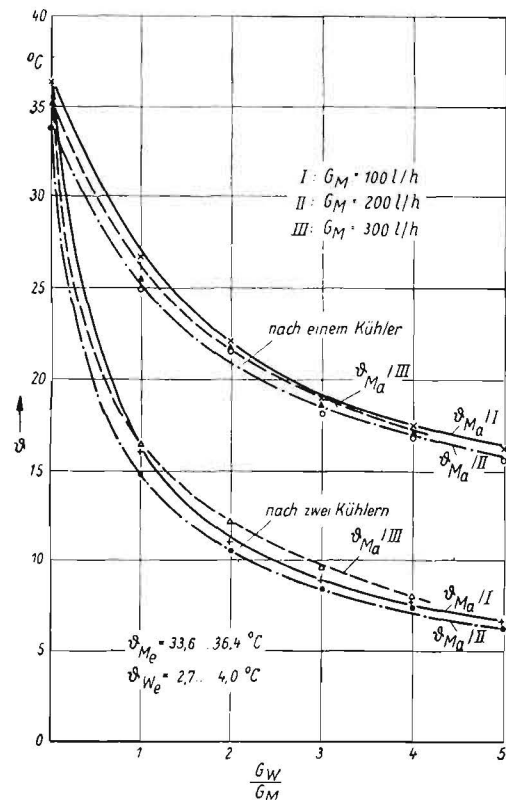
Bild 1. Schnittzeichnung der untersuchten Kühler (Typ A und Typ B)

Temperaturen dienten Thermoelemente, deren Lötstelle direkt von der Flüssigkeit umspült war.

Bei den Messungen wurden zwei Kühler A milch- und wasserseitig hintereinandergeschaltet und als eine Einheit betrachtet, um die gewünschte Milchtemperatur von 8 °C zu erreichen. Kühler B wird in Milchkühlanlagen als Vorkühler eingesetzt, er wurde als solcher einzeln erprobt. Die Messungen umfaßten für Kühler A den Bereich von 100 bis 300 l/h Milch mit einem jeweiligen Wasser-Milch-Verhältnis von  $G_W/G_M = 1$  bis 5 und für Kühler B den Bereich von 200 bis 400 l/h Milch mit dem gleichen Wasser-Milch-Verhältnis. Jeder Meßpunkt wurde dreimal ermittelt und der errechnete Mittelwert der Auswertung zugrunde gelegt.

### 3. Auswertung der Messungen

Bild 2 und 3 zeigen die Milchendtemperaturen in Abhängigkeit von  $G_W/G_M$  für beide Kühler. Außerdem ist die Temperatur der Milch nach dem ersten Kühler Typ A einge-



zeichnet. Es ist zu erkennen, daß trotz der niedrigen Wassereintrittstemperatur von 2,7 bis 4,0 °C ein Kühler Typ A nicht ausreicht, um die Milch auf 8 °C abzukühlen. Die Werte der Milchaustrittstemperatur liegen bei dem Kühler Typ A für alle drei Milchmengen dicht zusammen.

Bei dem Typ B zeigt sich dieselbe Tendenz für 300 und 400 l/h, während bei der geringsten Milchmenge eine niedrigere Milchtemperatur erzielt werden konnte. Der Kühler wurde als Vorkühler mit Leitungswasser betrieben, woraus die Wassereintrittstemperatur von 15,5 bis 16,1 °C und die höheren Milchtemperaturen resultieren.

Wie ein aus Raumgründen vorstehend nicht näher erläuteter Vergleich der von der Milch abgegebenen ( $Q_M$ ) und vom Wasser aufgenommenen ( $Q_W$ ) Wärmemengen zeigt, liegt beim Kühler A im unteren  $G_W/G_M$ -Bereich eine Wärmeabstrahlung an die Umgebung vor, die dadurch bedingt ist, daß die mittlere Kühlwassertemperatur höher als die Umgebungstemperatur war. Im oberen Bereich dagegen tritt infolge der niedrigen mittleren Kühlwassertemperatur eine Wärmeeinstrahlung auf. Kühler Typ B zeigt bei 200 und 300 l/h Milch im ganzen untersuchten Bereich eine geringe Wärmeeinstrahlung, während bei 400 l/h dieselben Verhältnisse wie bei dem Kühler Typ A vorliegen. Im gesamten untersuchten Bereich beider Kühler beträgt die Verlustwärme maximal 3% der der Milch entzogenen Wärmemenge, so daß sie bei praktischen Berechnungen vernachlässigt werden kann. Weiterhin zeigte sich, daß, bezogen auf  $G_W/G_M = 5$ , bei  $G_W/G_M = 3$  bereits  $\approx 90\%$  der gesamten Wärmemenge getauscht, jedoch nur 60% Kühlwasser benötigt wurden. Es ist deshalb unwirtschaftlich, das Wasser-Milch-Verhältnis größer als 3 zu wählen.

Vergleichsversuche mit Milch und Wasser ergaben so geringe Unterschiede bei  $\theta_{Ma}$  und  $Q_M$ , daß es vertretbar ist, bei den Versuchen die Milch durch Wasser zu ersetzen.

Konstruktionsbedingte Faktoren der Kühler stellen die Wärmedurchgangszahl ( $k$ ) und die wirksame Kühlfläche ( $F$ ) dar. Berechnet man den sich hieraus ergebenden Kennwert  $k \cdot F$ , bezogen auf die der Milch entzogenen Wärme nach der Formel

$$k \cdot F = Q_M / \Delta_m, \quad (1)$$

darin ist  $\Delta_m$  die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz [grd],

für den untersuchten Bereich, so bemerkt man, daß bei beiden Kühlern die  $k \cdot F$ -Werte in ähnlicher Weise wie die  $Q_M$ -Werte vom Wasser-Milch-Verhältnis abhängig sind, was den Wert  $\Delta_m$  als eine Konstante charakterisieren würde. Zur Errechnung der mittleren logarithmischen Temperaturdifferenz gilt die Beziehung

$$\Delta_m = (\Delta_1 - \Delta_2) / \ln (\Delta_1 / \Delta_2), \quad (2)$$

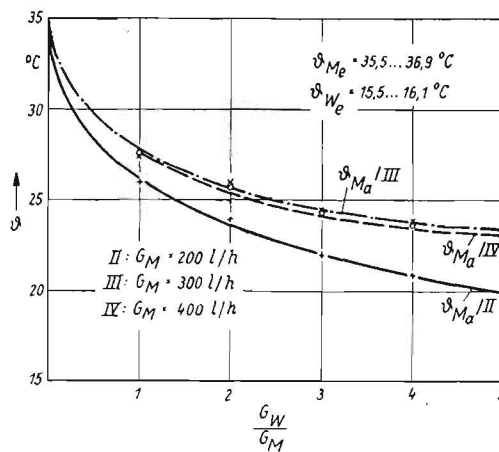
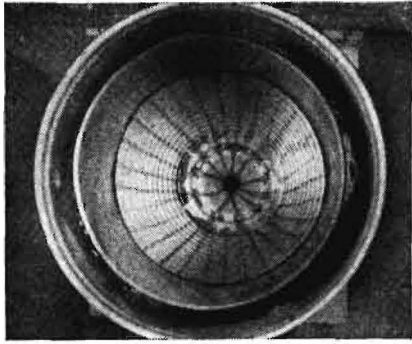
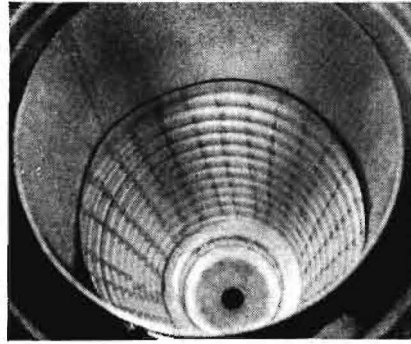


Bild 2. (links) Milchaustrittstemperatur in Abhängigkeit von der Milch- und Wassermenge für Kühler A.  $G_M$  Milchmenge,  $G_W$  Wassermenge,  $\theta_{Ma}$  Milchaustritts-,  $\theta_{Me}$  Milcheintritts-,  $\theta_{We}$  Wassereintrittstemperatur

Bild 3. Milchaustrittstemperatur in Abhängigkeit von der Milch- und Wassermenge für Kühler B



a



b

Bild 4. Durchfluß der Milch und des anstelle von Milch verwendeten Wassers durch Kühler A. a 120 l/h, b 200 l/h

Tafel 1. Zusammenfassung der einzelnen mittleren logarithmischen Temperaturdifferenzen

Kühlertyp	$G_M$ [l/h]	$\Delta_m$ [grd]	m [grd]	$\bar{m}$ [%]
A	100 ... 300	12,32	$\pm 0,74$	$\pm 6,04$
B	200	9,78	$\pm 0,47$	$\pm 4,77$
B	300 ... 400	12,21	$\pm 0,40$	$\pm 3,30$

worin  $\Delta_1$  große und  $\Delta_2$  kleine Temperaturdifferenz zwischen Milch und Wasser [grd] bedeuten, deren Werte in [2] in einer Tabelle angegeben sind.

Eine daraufhin durchgeführte Berechnung zeigte, daß die Mittelwerte von  $\Delta_m$  mit Ausnahme von  $G_M = 200$  l/h bei Kühler B dicht beieinander liegen. Faßt man daraufhin alle  $\Delta_m$ -Werte für Kühler A und die Werte von  $G_M = 300$  und  $400$  l/h für Kühler B zusammen, erhält man die Werte der Tafel 1.

Die hierbei auftretenden mittleren relativen Fehler [ $\bar{m}$ ] sind durchaus vertretbar. Als Näherungsformel kann aus diesen Ergebnissen für beide Kühler im untersuchten Bereich nach Formel (1) die Beziehung

$$k \cdot F = 1/12 \cdot Q_M$$

aufgestellt werden.

#### 4. Folgerungen aus den Messungen

Die Milchkühler sind im Bereich niedriger Milchmengen schlecht ausgenutzt. Hieraus entstand die Vermutung, daß sich nicht nur, wie bei Wärmetauschern üblich, die Wärmedurchgangszahl, sondern auch die wirksame Kühlerfläche mit der Milchmenge ändert. Zum Beweis wurden die in Bild 4 gezeigten Fließbilder mit  $G_M = 120$  und  $200$  l/h aufgenommen. Deutlich ist ersichtlich, daß die Flüssigkeit (Milch oder Wasser) in Streifen an der Innenwand herunterrieselt, wobei die Streifenbreite und -dicke von der Durchflußmenge abhängig ist.

Auf Grund der Ergebnisse werden folgende voneinander unabhängige Abänderungsvorschläge zur möglichst vollständigen Ausnutzung der Kühlerfläche und einer damit verbundenen Steigerung der Kühlleistung gemacht:

- Der Einlauf wird so abgeändert, daß sich ein über die ganze Oberfläche gleichmäßig verteilter Flüssigkeitsfilm bilden kann.
- Die Benetzungsfähigkeit der Kühloberfläche wird erhöht, damit die Flüssigkeitsstreifen breiter auseinanderfließen.
- Die Milch läuft nicht frei an der Kühlerinnenfläche entlang sondern durch einen Spalt hindurch, der von der Kühlerfläche und einem in geringem Abstand hiervon angebrachten Einsatzblech gebildet wird, und die Durchflußmenge wird nicht mehr durch die Löcher oder Spalte im Milchausgleichsbehälter, sondern durch eine Drosselstelle am Milchaustritt bestimmt.

\*

Im Rahmen eines Forschungsauftrages wurden Messungen an zwei Typen von Milchkühlern mit Wasser als Kühlmittel durchgeführt. Die Messungen werden beschrieben, eine kurze Auswertung besagt, daß die Kühlerfläche bei den derzeitigen Kühlerformen nur unvollkommen ausgenutzt wird. Vergleichende fotografische Aufnahmen dienen zur Bestätigung. Abschließend werden Vorschläge zur Steigerung der Kühlleistung durch bessere Ausnutzung der Kühlerfläche gemacht.

#### Literatur

- Milchkühlung. Forschungsabschlußbericht des Instituts für Landtechnik der DAL, April 1962. Unveröffentlicht.
- — — Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch, Band I, 28. Aufl. Verlag von Ernst & Sohn, Berlin. A 4817

#### Bauhandbuch für landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften.

Von MANFRED BERGER. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1961. 21,5x30,5 cm, 371 Seiten, 367 Bilder und Zeichnungen, zahlreiche Tabellen, 91 Literaturangaben, Ganzleinen, 29 DM.

Die Landwirtschaft hat heute Bauaufgaben in einem Ausmaß zu bewältigen, wie sie es bisher noch nicht gekannt hat, weil grundsätzlich neue Produktions- und Arbeitsverfahren, vor allem in der Produktion tierischer Erzeugnisse, in der Vorratshaltung sowie bei der Instandsetzung und Pflege der Landmaschinen und Traktoren eingeführt werden, wofür moderne Gebäude eine Grundvoraussetzung sind. Nach der sozialistischen Umgestaltung der Landwirtschaft muß die gesamte landwirtschaftliche Bausubstanz erneuert oder zum mindesten die vorhandene Bausubstanz umgebaut werden. Zu einem hohen Anteil müssen das die LPG selbst ausführen.

In Gegenwart und Zukunft kann man nicht mehr so bauen, wie es die Vorfahren taten. Darum gebührt dem Verfasser des vorliegenden Buches, dem komm. Direktor des Instituts für landwirtschaftliches Bauwesen und Dorfgestaltung der Karl-Marx-Universität Leipzig sowie seinen Mitarbeitern K. BORMANN, R. RIEGER und D. WELLNER großer Dank dafür, daß sie in der kurzen Zeit von nur neun Monaten der Praxis ein Buch vorlegen, das es ihr wesentlich erleichtert, die umfangreichen und vielseitigen Bauaufgaben besser zu planen und durchzuführen.

Im Kapitel Planung der Bauten finden sich Hinweise auf die Planung des Gebäudebedarfs, Planungsgrundsätze und -richtlinien, Projektierung, Baurecht und Baukosten. Der Besprechung der verschiedenen Baustoffe, Bauteile und -elemente folgen Ausführungen über neuzeitliche Baukonstruktionen und industrielles Bauen. Sehr gut sind gerade in diesem Buch die Hinweise für das Bauen im Winter. Ein besonderes Kapitel ist der Lüftung und Wärmedämmung gewidmet.

Bei der ausführlichen Behandlung des Rindviehstalles werden nicht nur die einzelnen Stallformen und deren Entwicklung dargelegt, es werden auch viele bauliche Details wiedergegeben. Ähnlich gingen Vff. auch bei den übrigen Stallbauten (geschlossene Rinder-, Schweine-, Schaf-, Pferde- und Geflügelställe) vor, wobei die ausdrucksvolle Klarheit der Zeichnungen hervorzuheben ist, die es dem Praktiker gestattet, danach zu bauen. Stets sind auch die Ergänzungsbauten, wie z. B. Melkstand und Futterhaus, mit behandelt worden.

Es folgen Abschnitte über Bergeräume für Heu und Stroh, Speicher, Kartoffellagerbauten, Gärfutterbehälter, Dungstätten, Jauchegruben und Düngelager. Etwas zu knapp bemessen ist die Darstellung der Bauten für die Landtechnik (Werkstätten, Garagen, Schuppen). Dagegen ist es erfreulich, daß die Sozialräume eines landwirtschaftlichen Betriebes und Gemeinschaftseinrichtungen mit berücksichtigt wurden. Ein besonderes Kapitel mit vielen wertvollen Beispielen ist der Nutzung der Altbau-substanz gewidmet.

Abschließend gehen Vff. auf die Fragen der Dorfplanung und damit zusammenhängende Probleme (Wegebau, Frischwasserversorgung, Abwasserfragen, Dorfgrün) ein.

Wenn bei der stürmischen Entwicklung, die das landwirtschaftliche Bauwesen gegenwärtig erfährt, manche in dem Buch dargelegten Gesichtspunkte auch schon weiter geklärt sind, so liegt hier doch eine für unsere Praxis sehr wertvolle Darstellung vor, die nicht nur den landwirtschaftlichen Betrieben, sondern auch den Projektierungsbüros, Baubetrieben, besonders den LPG-Bauorganisationen, Instituten, Verwaltungsdienststellen und nicht zuletzt den Studierenden der Landwirtschaft und des Bauwesens sowie allen am landwirtschaftlichen Bauwesen Interessierten empfohlen werden kann.

AB 4777 Dr. E. MOTHES