

# Technische Diagnose von Milkühlanlagen<sup>1)</sup>

Dozent Dr.-Ing. E. Groda, Hochschule für Landwirtschaft Brno (ČSFR)  
Dipl.-Ing. R. Vedral, Forschungsinstitut für Tierernährung Pohořelice (ČSFR)

An die Milchqualität werden international zunehmend höhere Anforderungen gestellt. Um diese zu erfüllen, muß u. a. auch die Milkühltechnik ständig betriebstauglich sein. Die gegenwärtig übliche Praxis der Instandhaltung von Kühlanlagen (Ausfallmethode) kann aber nicht befriedigen. Besondere Probleme zeigen sich bei der Ermittlung des momentanen Abnutzungszustands sowie bei der Bestimmung der davon abhängigen Restnutzungsdauer. Für eine erfolgversprechende Diagnosemethode sind geeignete Bezugsparameter zu finden. Die Funktion einer Kühlanlage setzt die Arbeitsfähigkeit des Verdichters des Kälteaggregats voraus. Zwischen dem Schädigungszustand des Verdichters und der Wärme- bzw. Kälteleistung ist eine hinreichend enge Beziehung gegeben. So liegt es nahe, die Momentankühlleistung des Aggregats direkt zu messen und in dieser mit einer entsprechenden Parameterbetrachtung den Schädigungszustand des Verdichters abzuleiten. Für den genannten Zweck wird die beim Prüflauf neuer oder grundüberholter Kälteaggregate ermittelte Kälteleistung in eine Begleitkarte eingetragen. Diese Grundgröße dient als Vergleichsbasis zur Schädigungsbeurteilung des Aggregats zu den folgenden periodischen Überprüfungen. Aus dem jeweiligen Schädigungsverlauf läßt sich der Eintritt des Schädigungsgrenzwerts abschätzen.

## Meßsystem zur Bestimmung der Kälteleistung

Für die Bedingungen der Praxis bieten sich zum Bestimmen der Kälteleistung zwei Prinzipie an, die demontagefreie Prüfung und Messungen am ausgebauten Verdichter.

Fortsetzung von Seite 256

den richtigen Programmablauf nach Bild 1 zu erhalten, müssen neben der Neuprogrammierung der Programmwelle auch noch die entsprechenden Zahnräder am Programmzeitschalter ausgetauscht werden. Um auf eine Umlaufzeit von 83 min zu kommen, muß auf das Getriebe ein Zahnrad mit 36 Zähnen und auf die Programmwelle ein Zahnrad mit 50 Zähnen montiert werden.

## 4. Zusammenfassung

Durch eine Änderung des Steuergeräts SRM02 A wird die Einhaltung der neuen Rahmenvorschrift zur Reinigung und Desinfektion von Milchgewinnungsanlagen ermöglicht. Gleichzeitig vereinfacht sich die Bedienung des Reinigungsautomaten M885, und mögliche Bedienfehler werden vermindert.

## Literatur

- [1] Kreuzmann, O.: Fischgrätenmelkstände mit neuen Qualitätsmerkmalen – Typenreihe M300. agrartechnik, Berlin 39(1989)3, S. 100–103.
- [2] Bedienanweisung Fischgrätenmelkstand Typenreihe M300. VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda, Ausgabe 1988, S. 15–16. A5954

Bild 1  
Blockschaltbild zur Funktion des Diagnosegeräts;  
1 Kühlraum bzw. Kühlmedium, 2 Verdichteraggregat, 3 Temperaturregelvorrichtung, 4 elektrische Heizelemente, 5 Temperaturgeber, 6 Netzanschluß

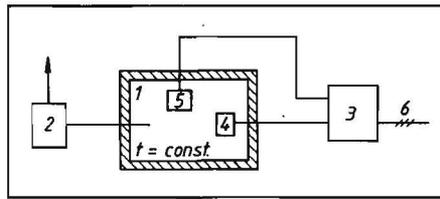


Bild 2  
Prinzipschema zur Kälteleistungsbestimmung;  
1 Analogregler, 2 Potentiometer zur Temperatureinstellung, 3 Widerstandstemperaturgeber, 4 elektrische Heizelemente, 5 automatische Heizstelleinrichtung, 6 Heizstellglied für manuelle Bedienung, 7 Vergleichsglied

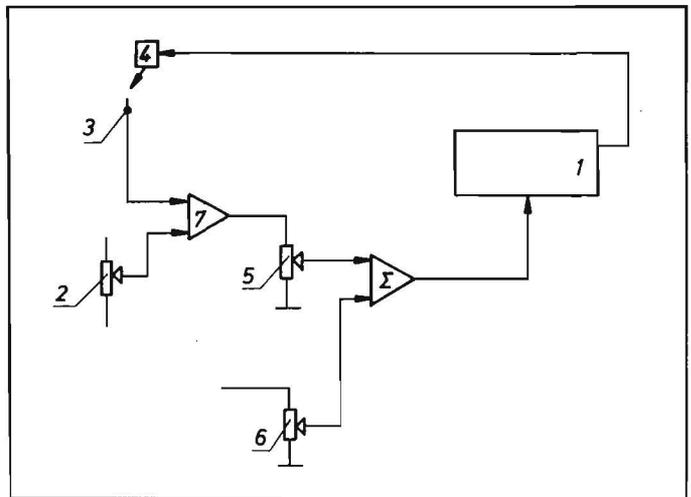
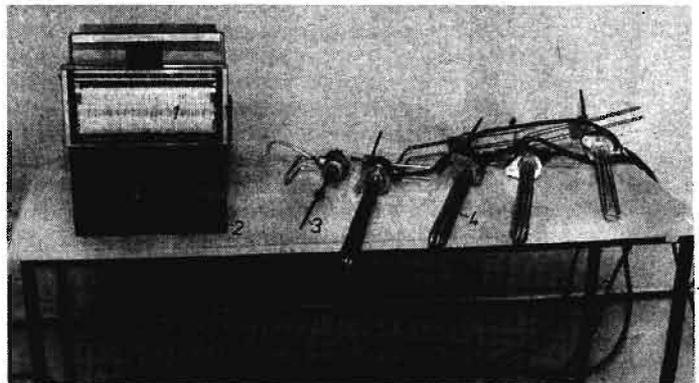


Bild 3  
Diagnoseausrüstung;  
3 Geräte für die Aufzeichnung der Heizleistung, 2 Potentiometer für Temperatureinstellung mit Anzeige, 3 Widerstandstemperaturgeber, 4 Heizelemente



## Demontagefreie Überprüfung

Entsprechend Bild 1 wird die Kälteleistung  $P_{TK}$  des Kälteaggregats 2 mittelbar über die Wärmewirkleistung  $P_e$  von elektrischen Heizelementen 4 bestimmt, die funktioneller Bestandteil der Diagnoseausrüstung sind. Die Wärmewirkleistung entspricht der Leistung, mit der das Kälteaggregat Wärmeenergie aus dem zu kühlenden Raum abführt. Dazu wird gewährleistet, daß die Temperatur  $t$  des zu kühlenden Mediums mit Hilfe üblicher Regelelemente – einschließlich Temperaturgeber 5 und Regelvorrichtung 3 – für das Einspeisen der Elektroenergie aus dem Netz 6 konstant bleibt.

Mit Bezug auf Bild 2 sichert ein Analogregler die kontinuierliche automatische Veränderung der Wärmeleistung der vier elektrischen Heizelemente 4. Ein Vergleichsglied 7 vergleicht die Isttemperatur mit der geforderten Temperatur für das zu kühlende Medium, die mit Hilfe eines Potentiometers 2 im Bereich von 0 bis 10°C oder von 0 bis 100°C wählbar ist. Die Wärmeleistung der Heiz-

elemente kann an einem Handstellglied 6 manuell oder durch einen entsprechenden Regler 5 automatisch reguliert werden. Bild 3 zeigt den Linienschreiber 1 (Zirg 320), der gleichzeitig die Leistungsaufnahme der elektrischen Heizelemente und die Temperatur des abzukühlenden Mediums grafisch registriert. An einem Paar Leuchtdioden 2 läßt sich die Temperaturstabilität überprüfen. Die grafisch aufgezeichnete elektrische Leistung ermöglicht einen präziseren Rückschluß auf die Kälteleistung des Kälteaggregats. Ein Widerstandstemperaturgeber 3 und die Stabheizelemente 4 komplettieren die Prüfausrüstung. In der vorgestellten Form kann die Ausrüstung sowohl von Diagnosediensten spezialisierter Maschinen-Traktoren-Stationen als auch von landtechnischen Instandsetzungsbetrieben genutzt werden.

1) Fachliche Bearbeitung: Prof. Dr. sc. agr. Ing. E. Thum, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

Das Diagnosegerät hat folgende technische Kenndaten:

Abmessungen	400×500×650 mm
Masse des Geräts	17 kg
Masse des Zubehörs	8 kg
(Heizelemente mit Kabeln und Thermometer)	
Nennspannung	380 V
Wärmeleistung bzw. elektrische Leistung	4 500 W
Anzahl der Heizelemente (Typ 4206/028)	4 + 1
Temperaturmeßgeber wählbarer Bereich der Temperatureinstellung	2×Pt 100 0...10 °C 0...100 °C
Effektivwert der Ausgangsstromstärke	27,5 A
Schutzgrad gemäß Standard ČSN 34 10 10.	

Das Diagnosegerät wurde, unter Nr. AO-253363 zum Patent angemeldet.

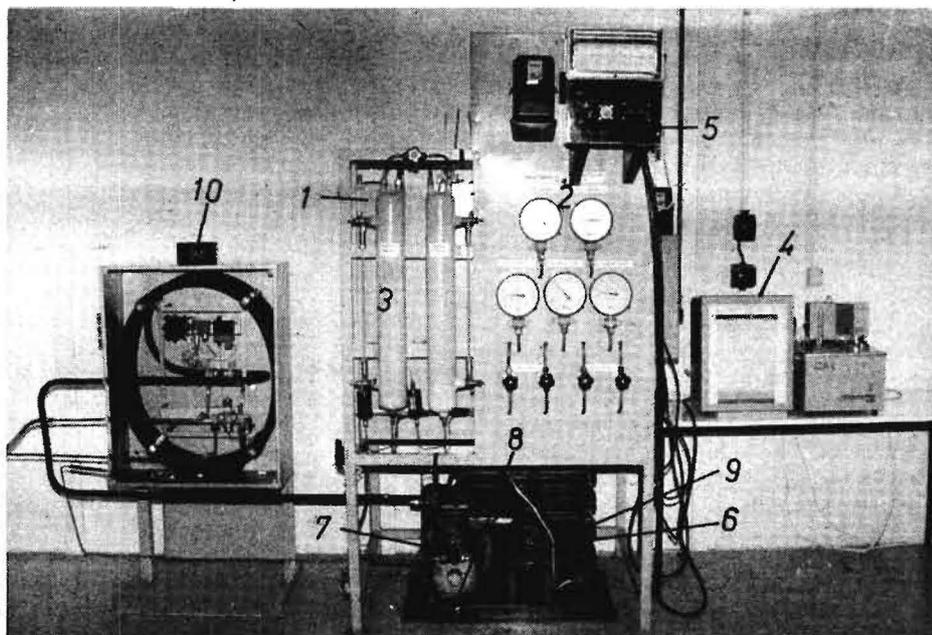
#### Überprüfung im ausgebauten Zustand

Im Bild 4 ist der Laborprüfstand zum Bestimmen der Kälteleistung von demontierten Verdichtern dargestellt. Er erfüllt die Anforderungen des Standards ČSN 14 06 13, wonach gleichzeitig eine Haupt- und eine Kontrollüberprüfung vorzunehmen ist, deren Ergebnisse voneinander unabhängig sein sollen.

Die Meßstrecke besteht aus Wasserkalorimeter 1 mit Rührer, Kältemittelumlauf mit Meßteil, speziell genau anzeigenden Manometern 2, Vorrichtungen zum Messen des Kältemittelmengenstroms 3, Thermoelementen mit Registriereinrichtung 4, Diagnoseanzeige 5 mit elektrischen Heizelementen (identisch mit Bild 2), Elektromotor 6 für den Antrieb des Verdichters 7 und Einspannteil 8 zum Befestigen des Verdichters. In den Kältemittelumlauf lassen sich alternativ ein Luftkondensator 9 oder ein Wasserkondensator 10 zu schalten.

Die eigentliche Messung der Kälteleistung des Verdichters erfolgt in der Hauptüberprüfung (ČSN 14 06 13) nach der A-Kalorimeter-Methode unter Verwendung von Sekundärkühlmittel. In diesem befinden sich die Plattenheizelemente. Deren Leistung wird automatisch und kontinuierlich auf die Verdichterleistung nachreguliert. Dies geschieht unter Verwendung der bereits zur demontagelosen Diagnostik beschriebenen Apparatur.

Zur Kontrollüberprüfung wird nach der B-Methode verfahren. Hierbei müssen zur Bestimmung der Verdichter-Kälteleistung der Kältemittelmengenstrom  $m_k$  und die Kältemittelzustandsgrößen an charakteristischen Stellen des Kältemittelkreislaufs gemessen werden. Der Kältemittelmengenstrom wird nach dem Meßblendenprinzip über genaue Druckmessungen bestimmt ( $p$ ). Ein 12-Kanal-Schreiber registriert die unter Verwendung von Cu-Ko-Thermoelementen gewonnenen Temperaturgrößen ( $t$ ). Die Enthalpie-Werte sind auf der Basis gemessener Werte ( $p$ ,  $t$ )



Tabellen zu entnehmen. Mit Hilfe bekannter Beziehungen (ČSN 14 06 11, ČSN 14 06 13) läßt sich daraus die Verdichterleistung errechnen. So erhält man auf eine zweite Art eine Aussage zur Kälteleistung.

Die vorstehende Prüfstrecke wird in spezialisierten Werkstätten für die Gütekontrolle genutzt. Die dabei festgestellte Kälteleistung sollte als Vergleichswert für die spätere Schädigungsbeurteilung im Rahmen der folgenden technischen Überprüfungen herangezogen werden.

#### Anwendung des Diagnoseverfahrens

Zur Feststellung der Beziehungen zwischen den thermodynamischen Parametern des Kälteanlagen-systems und dem Schädigungs-zustand der Verdichter wurden langjährig Untersuchungen an den Baugruppen FL-23 und T381 durchgeführt. Auf dieser Grundlage sind Instandhaltungsnomogramme erarbeitet worden, die für die periodisch vorzunehmende Überprüfung ein Beurteilungshilfsmittel darstellen. Im wesentlichen lassen sich aus dem Verhältnis von Verdrängungs- zu Saugdruck ( $p_2/p_1$ ), dem Verhältnis von Verdrängungs- zu Saugtemperatur ( $t_2/t_1$ ) und der Wirkleistung der elektrischen Heizelemente ( $P_e$ ) die Kälteleistung des Verdichters  $P$ , die Kondensatorleistung  $P_k$  und damit zugleich der Schädigungs-zustand der Hauptbaugruppen des Verdichters bestimmen. Eine Aussage zur Restnutzungsdauer vervollständigt die Diagnose. Mit der Handhabung derartiger Methoden wird es möglich, Kälteverdichter bei vertretbarem Ausfallrisiko bis nahe an die Schadensgrenze zu betreiben. Die Hersteller von Kälteaggregaten sollten für ihr Verdichtersortiment den Instandhaltungseinrichtungen die notwendigen Dia-

Bild 4. Prüfstand zur Diagnose von Kälteaggregaten;

1 Wasserkalorimeter, 2 Manometer, 3 Gerät zur Bestimmung des Kältemittelmengenstroms, 4 Thermolemente mit Leistungsregistriervorrichtung, 5 Diagnoseanzeige, 6 Elektromotor, 7 Verdichter, 8 Einspanngestell, 9 Luftkondensator, 10 Wasserkondensator

gnosenomogramme bereitstellen. Durch Algorithmmierung der Nomogramme bietet sich perspektivisch die Möglichkeit, den zeitlichen Schädigungsverlauf des Verdichters bis zu einem Grenzwert zu prognostizieren. Eine Voraussetzung dafür bietet die Kompletierung der Diagnoseausrüstung durch einen Multiplexer-Meßwertwandler zur Verbindung mit einem Prozeßrechner. Ein solches System wäre in der Lage, mit der Fähigkeit zur „Selbsterkennung“ den Beurteilungsalgorithmus und die damit ableitbaren Prognosen weiter zu verfeinern.

#### Zusammenfassung

Im Beitrag wird über ein Meßverfahren zur Beurteilung des Schädigungs-zustands der Verdichter von Milchkühlanlagen berichtet. Die Kälteleistung als Basisgröße kann sowohl am eingebauten als auch am demontierten Verdichter bestimmt werden. Die Diagnoseausrüstung ist von Instandhaltungsdiensten zur Diagnoseüberprüfung und von spezialisierten Instandsetzungsbetrieben zur Endkontrolle anwendbar. Anhand von Nomogrammen lassen sich ausgehend von gemessenen Größen der momentane Schädigungs-zustand sowie auch die noch verfügbare Restnutzungsdauer ermitteln. A5700

## Fachleute lesen „agrartechnik“!

Ein Abonnement bringt Vorteile!