

Tafel 2. Ergebnisse des Volumenstromvergleichs zwischen den Ventilatoren LAN 900/9 und VAN 900/505 bei der Heubelüftung in der LPG(T) Wagenitz

Datum	LAN 900/9 m³/h	VAN 900/505 m³/h	Differenz m³/h
erster Schnitt			
5. 6.	23 300	25 600	2 200
6. 6.	22 300	24 900	2 600
7. 6.	23 300	25 100	1 800
10. 6.	22 700	23 600	900
11. 6.	22 800	24 800	2 000
12. 6.	Pumpbereich 23 600		
\bar{x}			
1. Schicht	22 880	24 600	1 920
zweiter Schnitt			
9. 7.	20 500	22 200	2 200
10. 7.	20 800	23 600	2 800
11. 7.	20 500	21 900	1 400
15. 7.	21 000	22 000	1 000
17. 7.	21 100	22 400	1 300
18. 7.	20 800	22 900	2 100
22. 7.	21 200	22 800	1 600
\bar{x}			
2. Schicht	20 850	22 600	1 800
\bar{x} 1. und 2. Schicht	21 865	23 600	1 861

here Gebrauchseigenschaften aufweist und gleichzeitig einen Beitrag zur Erhöhung des Brandschutzes bietet.

5. Zusammenfassung

Im Ergebnis der Untersuchungen lassen sich folgende Vorteile feststellen:

- Erhöhung des Brandschutzes beim Einsatz des VAN900/505 gegenüber dem LAN900/9 durch einen Stabilisator in der Einströmdüse
- Trocknungsbeschleunigung bei der

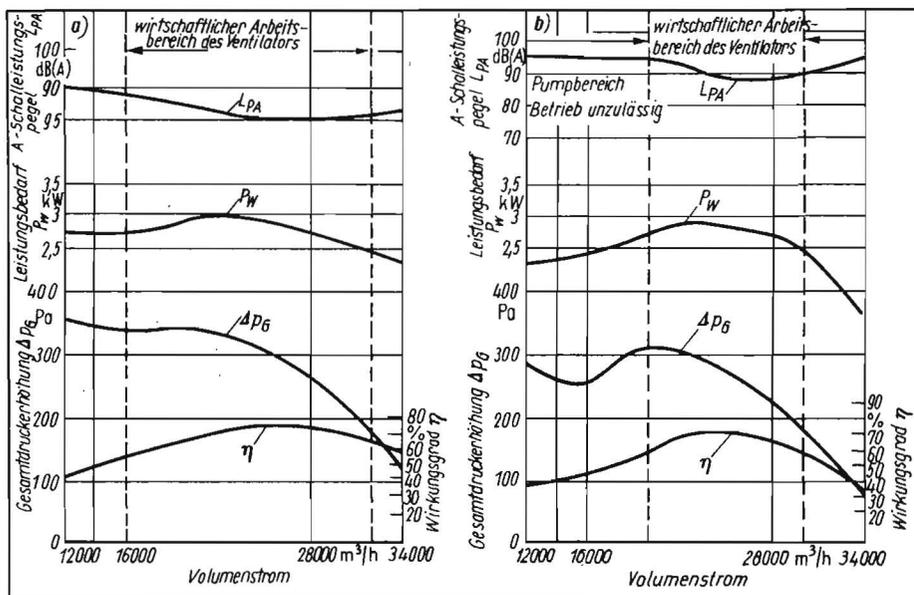


Bild 7. Ventilatorcharakteristiken; a) VAN 900/505, b) LAN 900/9

Schichttrocknung durch größeren Volumenstrom beim VAN900/505 gegenüber dem LAN900/9

- Senkung des Elektroenergieaufwands bei der Heubelüftung auf Teilkanalrostanlagen
- Beibehaltung der Anschlußmaße des LAN900/9.

In weiteren Versuchen soll die Eignung des Ventilators für die Schichttrocknung von Heustapeln mit einer Endlagerhöhe von mehr als 3,5 m untersucht werden, um die Einschränkung der maximalen Lagerhöhe von 3,5 m auf Teilkanalrostanlagen (TGL 21676) aufheben zu können und eine effekti-

vere Auslastung des vorhandenen Lagervolumens zu erreichen.

Literatur

- [1] Matthies, H. J.: Der Strömungswiderstand beim Belüften landwirtschaftlicher Erntegüter. TH Braunschweig, Dissertation 1956.
- [2] Vogel, J.: Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik mit Berechnungsbeispielen. Berlin: VEB Verlag Technik 1977.
- [3] Kellner, H.; Dera, M.: Erprobungsbericht zu den Landwirtschaftsventilatoren VAN900/505 und VAN900/511. Institut für Futterproduktion, Paulinenaue, Bericht zur Erprobung 1986 (unveröffentlicht). A 4736

Optimale Anstellwinkel von Sonnenkollektoren

Dr.-Ing. A. Spittel, KDT, Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

D	kWh/m² · d	diffuse Strahlung
G	kWh/m² · d	Strahlungsenergie
I	kWh/m² · d	direkte Strahlung
n		Nummer des Tages im Jahr
R	kWh/m² · d	reflektierte Strahlung
α	°	Neigungswinkel der Fläche
β	°	Einfallswinkel der Strahlung
γ	°	Flächenazimutwinkel
δ	°	Deklination
φ	°	geografische Breite
ψ	°	Höhenwinkel der Sonne
ω	°	Stundenwinkel

Indizes

F	auf eine geneigte Fläche
0	auf eine horizontale Fläche

1. Einleitung

Wegen der begrenzten Menge an fossilen Brennstoffen und hoher Energiepreise werden international große Anstrengungen unternommen, ökogene Energiequellen für die Sicherstellung der zukünftigen Energieversorgung wirtschaftlich nutzbar zu machen. So wird an der Nutzung von Abwärme, der Erzeugung von Biogas und der solaren Erwärmung von Luft und Wasser in Kollektoranlagen intensiv gearbeitet.

Die von der Sonne ausgehende Globalstrahlung und deren tages- und langzeitlich schwankender Betrag erfordern besondere Untersuchungen zur Nutzung dieser Energiequelle. Eine wesentliche Voraussetzung für die Optimierung der Kollektornutzleistung sind neben der konstruktiven Gestaltung optimale Anstellwinkel des Kollektors.

Mit diesem Beitrag wird versucht, die Zusammenhänge zwischen Anstellwinkel und Strahlungsenergie im Jahresgang darzustellen, um Projektanten und Anwendern eine Entscheidungsgrundlage zur Aufstellung von Sonnenkollektoren zu geben.

2. Gesetze der Solarstrahlung

Die Strahlung auf eine geneigte Fläche ist die Summe aus der direkten Strahlung, der diffusen Strahlung und der vom Boden auf die Fläche reflektierten Strahlung [1]:

$$G_F = I_F + D_F + R_F. \quad (1)$$

Die direkte Strahlung auf eine geneigte Fläche ist vom Höhenwinkel der Sonne, vom Einfallswinkel der Strahlung auf die Fläche

und von der direkten Strahlung auf eine horizontale Fläche abhängig (Bild 1):

$$I_F = I_0 \frac{\cos \beta}{\sin \psi}. \quad (2)$$

Die diffuse Strahlung auf den Kollektor nimmt mit zunehmender Neigung des Kollektors ab, da sein „Sichtfeld“ kleiner wird:

$$D_F = D_0 0,5 (1 + \cos \alpha). \quad (3)$$

Für normale Bebauung der Umwelt wird mit Reflexionsgraden von 0,2 gerechnet, so daß für die reflektierte Strahlung gilt:

$$R_F = G_0 0,1 (1 - \cos \alpha). \quad (4)$$

Der Einfallswinkel der direkten Strahlung auf die Kollektorfläche errechnet sich mit den Gesetzen der Trigonometrie nach [1] in der allgemeingültigen Form:

$$\begin{aligned} \cos \beta = & \sin \delta \sin \varphi \cos \alpha \\ & - \sin \delta \cos \varphi \sin \alpha \cos \gamma \\ & + \cos \delta \cos \varphi \cos \alpha \cos \omega \\ & + \cos \delta \sin \varphi \sin \alpha \cos \gamma \cos \omega \\ & + \cos \delta \sin \alpha \sin \gamma \sin \omega. \end{aligned} \quad (5)$$

Unter der Deklination δ versteht man den Winkel zwischen Sonne bei Sonnenhöchststand und Äquatorebene. Die Deklination am

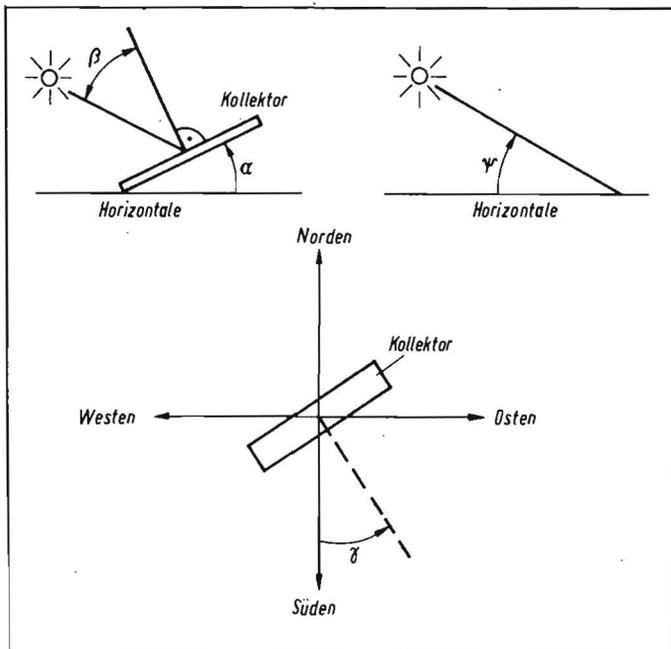


Bild 1. Definitionen der Winkel an einem Sonnenkollektor

n-ten Tag des Jahres errechnet sich näherungsweise aus

$$\delta = 23,45^\circ \sin \left(360 \frac{284 + n}{365} \right) \quad (6)$$

Durch den Stundenwinkel ω ist der tageszeitliche Sonnenstand gekennzeichnet. Zur Mittagzeit beträgt $\omega = 0$, bei Sonnenstand im Osten wird er je Stunde 15° negativ und am Nachmittag positiv gezählt. Die Sonnenhöhe ist weiterhin von der geografischen Breite und der Deklination abhängig:

$$\sin \psi = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos \omega \quad (7)$$

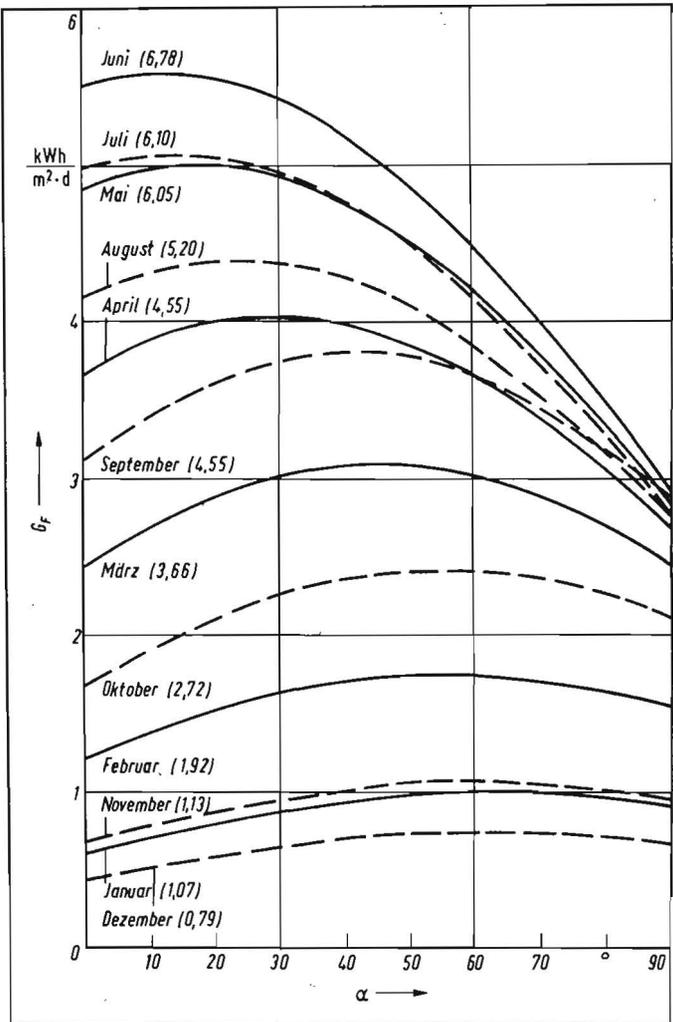
3. Methodik

Für die Berechnung der täglichen Strahlungsenergie auf eine fest orientierte geneigte Kollektorfläche und auf eine senkrecht zur Sonne nachgeführte Fläche wurde unter Zuhilfenahme der Gl. (1) bis (7) ein BASIC-Programm für den Mikrocomputer MC80 entwickelt und angewendet. Langjährige Monatsmittel der Stundensummen der Globalstrahlung und der diffusen Strahlung auf eine horizontale Fläche in Potsdam wurden der Schriftenreihe des Meteorologischen Dienstes der DDR [2] entnommen. Mit dem Programm wurden der Neigungseinfluß bei fest nach Süden ausgerichtetem Kollektor (Bild 2), der Einfluß des Flächenazimutwinkels bei optimaler Neigung (Bild 3) und verschiedene feste Kollektoranordnungen berechnet. In den Berechnungen blieb die Mitteleuropäische Sommerzeit unberücksichtigt.

Tafel 1. Anteile der Strahlungsenergie auf eine unterschiedlich geneigte Fläche im Juni bei einer geografischen Breite von $\varphi = 52,4^\circ$

α °	γ °	I_f kWh/m ² · d	D_f kWh/m ² · d	R_f kWh/m ² · d	G_f kWh/m ² · d
0	0	2,78	2,72	0	5,50
30	0	2,83	2,53	0,07	5,43
60	0	2,19	2,04	0,27	4,50
90	0	1,05	1,36	0,55	2,96
Nachführung senkrecht zur Sonne		4,33	2,29	0,16	6,78

Bild 2 Strahlungsenergie auf unterschiedlich geneigte Flächen bei einem Flächenazimutwinkel von 0° und einer geografischen Breite von $52,4^\circ$ (Klammerwerte: Strahlungsenergie bei Nachführung des Kollektors senkrecht zur Sonne)



4. Ergebnisse

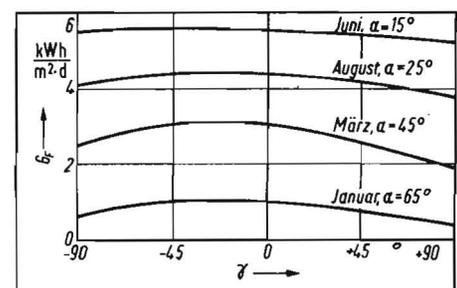
Bild 2 verdeutlicht die Ausprägung monatlich verschiedener optimaler Neigungswinkel eines Kollektors zwischen 15° im Juni und 65° im Dezember. Diese sind geringer als die Zenitdistanz der Sonnenhöhe im Azimut, da die tägliche Strahlungsenergie integrativ über den gesamten Tag berechnet wird. Obwohl die Sonne z. B. im Juni um 6.00 Uhr mit einem Azimutwinkel von 108° den Osten noch nicht erreicht hat und die Sonnenhöhe erst 15° beträgt, erhält der Kollektor mit 15° Neigung bereits einen direkten Strahlungsanteil.

Der Zuwachs an Strahlungsenergie mit kleiner werdender Neigung in den Morgen- und Abendstunden bewirkt die geringen optimalen Neigungswinkel.

Zur Untersetzung von Bild 2 sind in Tafel 1 die neigungsabhängigen Anteile direkte Strahlung, diffuse Strahlung und reflektierte

Strahlung der Strahlungsenergie für Juni angegeben. Bild 2 ist durch Vergleich der Strahlungsenergie bei optimaler Neigung und bei Nachführung des Kollektors senkrecht zur Sonne zu entnehmen, daß in allen Monaten mit einer festen Installation des Kollektors über 80% der maximal mit einer Flächeneinheit gewinnbaren Energie erfaßt werden. Die Nachführung von Sonnenkollektoren ist wegen des erhöhten technischen Aufwands und Platzbedarfs für landtechnische Anlagen nicht sinnvoll. Bei ausschließlicher Nutzung des Sonnenkollektors in den Sommermonaten ist eine Kollektorneigung von 20° optimal. Die Belüftungstrocknung von Heu, Getreide und Saatgut fällt zeitlich mit dem Hauptstrahlungsangebot der Sonne zusammen. Erste Versuchsanlagen werden

Bild 3. Strahlungsenergie auf geneigte Flächen in Abhängigkeit vom Flächenazimutwinkel (geografische Breite $52,4^\circ$)



erprobt [3]. Auf die 5 Monate Mai bis September entfallen rd. $\frac{2}{3}$ der jährlichen Globalstrahlung. Die Erzeugung von warmem Brauchwasser in Tierproduktionsanlagen ist gleichfalls in den Sommermonaten von besonderem Interesse, um Unabhängigkeit vom Heizhaus zu erlangen.

Entsprechend Bild 3 ist ein geringfügiger Vorteil zu erzielen, wenn der Kollektor 20° bis 30° nach Westen gedreht wird. Ursache dafür ist die Verschiebung des Sonnenmittags nach 12.00 Uhr. Abweichungen vom optimalen Azimutwinkel sind vernachlässigbar, wenn sie nicht mehr als 45° betragen.

Die ausgewiesenen optimalen Anstellwinkel

von Sonnenkollektoren sind in guter Näherung für das gesamte Territorium der DDR gültig.

5. Zusammenfassung

Zur Berechnung der Strahlungsenergie auf eine beliebig orientierte Kollektorfläche auf Basis langjähriger Monatsmittel der Stundensummen der direkten und der diffusen Strahlung auf eine horizontale Fläche sowie durch Anwendung von Gesetzen der Solarstrahlung wurde ein BASIC-Programm für den Mikrocomputer MC80 entwickelt und angewendet.

Die Zusammenhänge zwischen Neigungswinkel sowie Azimutwinkel des Kollektors

und der Strahlungsenergie für die 12 Monate des Jahres werden dargestellt.

In den Sommermonaten ist eine Neigung der Kollektorfläche von 20° nach SSW optimal.

Literatur

- [1] Lippold, H.; Trogisch, A.; Friedrich, H.: Wissensspeicher Solartechnik. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1984.
- [2] Schöne, W., u. a.: Klimadaten der DDR: Reihe B, Band 3, 1. Sonnenstrahlung auf horizontale Flächen. Potsdam: Meteorologischer Dienst der DDR 1981.
- [3] Swieczkowski, K.; Stengler, K.-H.; Trogisch, A.; Lippold, H.: Einsatz von Sonnenenergie in Heubelüftungsanlagen. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 2, S. 87–93. A 4734

Landtechnische Dissertationen

Am 2. April 1985 verteidigte Dipl.-Ing. Hartmut Queiser an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg erfolgreich seine Dissertation A zum Thema

„Untersuchungen zur thermischen und mechanischen Belastung von Umformwerkzeugen beim gratlosen Gesenkschmieden in der Instandsetzung von Zahn- und Kettenrädern“

Gutachter:

Prof. Dr. sc. techn. A. Neubauer, Technische Hochschule „Otto von Guericke“ Magdeburg

Prof. Dr. sc. techn. L. Eberlein, Technische Universität Dresden

Prof. Dr.-Ing. E. Rast, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Bei der umfassenden Instandsetzung von Zahn- und Kettenrädern durch das gratlose Gesenkschmieden kommt es zu verfahrensspezifischen thermischen und mechanischen Belastungen der Umformwerkzeuge, die im wesentlichen in der besonderen Gestaltung der Werkzeugaktivelemente und in der Schmiedeteilaustragsform (verschlossene Zahn- und Kettenräder) begründet sind.

Zur Einschätzung der Gesamtbelastung wurden folgende Teilaufgaben gelöst:

- Auswertung des Kenntnisstandes und Präzisierung der Aufgabenstellung
- Ermittlung der Gesenkttemperaturen im Gravurbereich mit Thermoelementen
- Ermittlung der Kontaktnormalspannungen in der Werkfuge mit der Profilmethode
- Ermittlung der Umform- und Auswerferkräfte
- Ermittlung des Werkstoffflusses am Schmiedeteil anhand der Verschiebung von eingebrachten Quadratrastern.

Im Ergebnis der Untersuchungen konnte herausgestellt werden, daß es während des Schmiedezyklus im Verzahnungsbereich zu längeren Überschreitungen der Anlaßtemperatur des Werkzeugstoffs kommt und die Temperaturen im Oberflächenbereich der Gravur Spitzenwerte von 700°C erreichen. Die Folgen sind Anlaßvorgänge, die zum Festigkeitsabbau, zu Härteverlusten und zur Senkung der Verschleißfestigkeit des Werk-

zeugs führen. Im Gegensatz dazu ist die mechanische Werkzeugbelastung durch Druck und Reibung zu vergleichsweise ähnlichen Umformvorgängen in der Neuteilfertigung gering.

Aus den Ergebnissen wurden Maßnahmen und Empfehlungen für die Umformprozeßgestaltung abgeleitet.

Am 23. Oktober 1985 verteidigte Dipl.-Ing. Detlef Haker an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg erfolgreich seine Dissertation A zum Thema

„Zum Verschleiß von Rundstahlketten in landtechnischen Fördermitteln“

Gutachter:

Prof. Dr. sc. techn. D. Rössel, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Prof. Dr. sc. agr. R. Werner, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Dr. sc. techn. G. Hörnig, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim.

In der Dissertationsschrift werden Ergebnisse theoretischer und experimenteller Untersuchungen zum Verschleiß von Rundstahlketten, besonders zum Gelenkverschleiß, dargestellt. Einleitend wird nachgewiesen, daß der bisherige diesbezügliche Erkenntnisstand unzureichend ist.

Für die Hauptbeanspruchungsfaktoren Gleitweg und Flächenpressung werden Berechnungsgrundlagen abgeleitet. Einflüsse auf die Verschleißentwicklung, vor allem der Einfluß des Reibwegs, werden diskutiert. Kenngrößen für den Gelenkverschleiß werden definiert und Möglichkeiten für ihre meßtechnische und regressionsanalytische Ermittlung vorgestellt. Die experimentellen Untersuchungen wurden am Beispiel des Einsatzes von Rundstahlketten in Schieberentmistungsanlagen unter Praxisbedingungen und an einem Versuchsstand durchgeführt. Verschiedene neuartige Kettenspannvorrichtungen kamen u. a. dabei zur Anwendung. Im Ergebnis der Arbeit lassen sich wesentliche Schlußfolgerungen für die Projek-

tierung und den Betrieb von Förderanlagen mit Rundstahlketten hinsichtlich Verschleißminderung und Nutzungsdauerverlängerung ableiten.

Am 18. Dezember 1985 verteidigte Dipl.-Ing. Jürgen Vetter an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg erfolgreich seine Dissertation A zum Thema

„Beitrag zur Wärmerückgewinnung für Kälberabteile in Milchviehställen“

Gutachter:

Prof. Dr. sc. techn. W. Maltry, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim

Prof. Dr. sc. techn. D. Rössel, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Dozent Dr.-Ing. S. Kühnhausen, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg.

Die Dissertation ist ein Beitrag zur rationellen Energieanwendung in der Tierproduktion und behandelt ein Problem der Wärmerückgewinnung bei der Stalllüftung in Milchviehställen.

Hauptanliegen war die Erarbeitung einer neuartigen technischen Prinziplösung zur Wärmerückgewinnung aus Stallluft, die Herstellung und Darstellung der wissenschaftlich-technischen Grundlagen und die Einschätzung der Güte des Abwärmenutzungsprozesses sowohl aus thermodynamischer als auch aus ökonomischer Sicht, die Ermittlung der Betriebsparameter einer ausgeführten Prototypanlage unter Praxisbedingungen und der Nachweis der Reproduzierbarkeit der Lösung.

Die erarbeitete Lösung geht von der Nutzung der Raumluftenthalpie von Stallbereichen mit Wärmeüberschuß zur Deckung des Wärmebedarfs anderer Stallbereiche aus.

Voraussetzung ist das Vorhandensein einer Räumlichkeit mit entsprechendem großem Wärmeüberschuß bei gleichzeitigem Auftreten eines Wärmebedarfs in der Nachbarschaft dieser Räumlichkeit. Dabei ist u. a. eine Kombination des konvektiven Wärmeübertragungsverfahrens mit einer Wärmepumpe möglich.