

Die Stallwärmepumpe

Dipl.-Ing. Dieter Hintze

Energiequelle Landwirtschaft

Rationelle Produktionsverfahren haben den Energieverbrauch in der Landwirtschaft in der Vergangenheit um ein vielfaches ansteigen lassen. Die Ölkrise trifft daher die Landwirtschaft mit voller Macht, denn $\frac{2}{3}$ des Fremdenenergiebedarfs des landwirtschaftlichen Betriebes stellt das Öl. Die Wohnhausheizung frisst wiederum $\frac{2}{3}$ davon, also lohnt es sich, gerade hier den Hebel anzusetzen.

Nun verfügt die Landwirtschaft über geradezu ideale Energiequellen, wie beispielsweise die Stallabluft. Sie ist warm und feucht und besitzt daher einen hohen Wärmeinhalt. Da man im Interesse von Gesundheit und Leistung der Tiere auf einen ständigen Luftwechsel angewiesen ist, steht die energiereiche Stallabluft auch an den kältesten Tagen des Jahres, wenn auch nur als Winterluft, zur Verfügung, ob man sie nun einfach wegwirft oder mittels Wärmepumpe wieder zu Heizzwecken nutzbar macht. Von einer Ausküh-

lung des Stalles durch die Wärmepumpe kann also keine Rede sein, wenn man sich an die üblichen Winterluft-raten hält.

Neu ist die Idee, die Tierwärme zu Heizzwecken auszunutzen, keineswegs. Doch wer möchte heute gerne noch über dem Schweinestall wohnen? Dank der Wärmepumpe kann das Wohnhaus in ausreichender Entfernung vom Stall liegen, und die Temperaturen können auf wesentlich höhere Werte angehoben werden als dies Schweine, Rinder oder Geflügel vermögen.

Wärmepumpe = Kältemaschine

Kühlschrank, Gefriertruhe, Milchkühlanlage und Wärmepumpe, alle arbeiten nach dem gleichen Prinzip. Die Bauteile sind ähnlich, teilweise sogar identisch. Nur interessiert man sich eben bei der Kältemaschine hauptsächlich für die Kälteleistung und bei der Wärmepumpe für die Heizenergie, die aber nichts anderes darstellt als die Kühlung oder Wärmeabfuhr des Kältesystems. Der

Kompressor saugt aus dem Verdampfer das völlig ungefährliche Sicherheitskältemittel in gasförmigem Zustand an und verdichtet es. In den Kondensator gelangt, verflüssigt es sich und gibt dabei hier seine Wärme an das Heizungswasser ab. Das flüssige Kältemittel entspannt sich wieder im Kapillarrohr und gelangt in den Verdampfer, wo es wieder dampfförmig wird und dabei Wärme aus der Stallabluft aufnimmt. Der Verdampfer schwitzt dabei, d.h. es wird an seiner kalten Oberfläche auch Wasser abgeschieden – interessant zur Stallentfeuchtung! Der Kompressor saugt das verdampfte Kältemittel wieder an, und der Kreislauf beginnt von neuem. Seit vielen Jahrzehnten arbeiten alle Kompressionskältemaschinen auf diese Weise, problemlos, ohne Ölwechsel, jahraus, jahrein. Die Betriebssicherheit des Kühlschranks ist sprichwörtlich.

Wichtigstes Merkmal der Wärmepumpe ist die sogenannte Leistungszahl oder Arbeitszahl. Sie ist das Verhältnis der Heizleistung zur

Leistungsaufnahme der Wärmepumpe und gibt an, wieviel mal mehr Wärme die Wärmepumpe abgibt, als man dafür an kWh bezahlen muß. Die Leistungszahl 4 bedeutet beispielsweise, daß bei jeder am Zähler abgelesenen und damit zu bezahlenden kWh die Wärmepumpe 4 kWh Heizenergie geliefert hat. Das widerspricht nicht den physikalischen Gesetzen, da der größte Teil der Wärme lediglich von einem tieferen auf ein höheres Temperaturniveau „gepumpt“ wird. Die Leistungszahl wird um so größer, je wärmer und feuchter die Stallabluft ist und je niedriger die Temperatur des Warmwassers für die Heizung werden kann. Am wirtschaftlichsten sind daher Nieder-temperaturheizungen, wie z.B. Fußboden- oder Konvektorsysteme.

Beim Vergleich von Wärmepumpen verschiedener Fabrikate im Hinblick auf besonders hohe Wirtschaftlichkeit, d.h., besonders hohe Leistungszahl, muß man unbedingt darauf achten, daß gleiche Stallabluftbedingungen (Temperatur und Feuch-

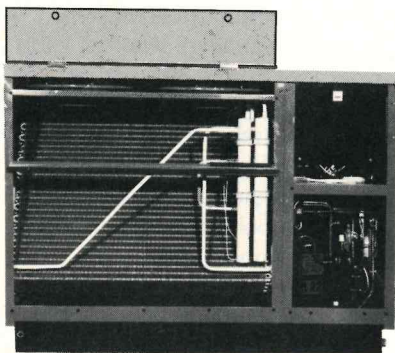


Bild 1: Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe Typ SWL 20 bzw. 40, Abluftstrom 2000 bzw. 4000 m³/h, Heizleistung 11,4 bzw. 22,5 kW

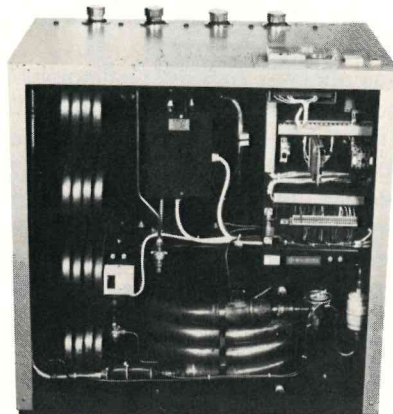


Bild 2: Stall-Wasser/Wasser-Wärmepumpe Typ SSW 003 bis 012, Kaltwasserstrom 1,8 bis 5,6 m³/h, Heizleistung 10 bis 38 kW

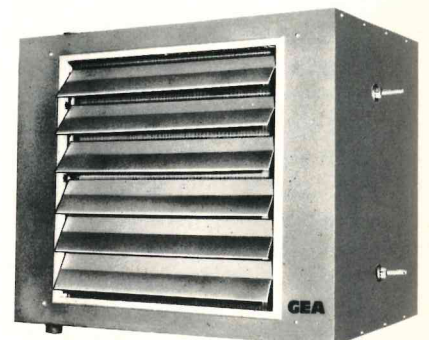


Bild 3: Stall-Zuluftseinheit SZE bzw. Stall-Fortlufteinheit SFE 20 bzw. 40, Luftstrom 2000 bzw. 4000 m³/h, Kühlleistung/Heizleistung 1,7 bis 72 kW

tel) und gleiche Warmwassertemperaturen zugrunde gelegt werden. Außerdem muß neben der Leistungsaufnahme des Kompressors in diesem Betriebszustand (nicht die Nennleistung des Kompressors!) auch die Aufnahme der übrigen Hilfsaggregate, insbesondere der Ventilatoren, mit einbezogen werden. Auch die Höhe des wasserseitigen Kondensatorwiderstandes wirkt sich auf die Leistung der Heizungs-umwälzpumpen aus. 500 Watt Mehraufnahme z.B. schlagen im Laufe des Jahres bei der Stromrechnung mit ca. 100 bis 150,- DM zu Buche.

Die mit Stallabluft arbeitende Wärmepumpe besitzt gegenüber der am meisten verbreiteten Haus-Luft/Wasser-Wärmepumpe, die ja mit Außenluft betrieben werden muß, den außerordentlichen Vorteil, daß sie monovalent arbeiten kann, d.h., es wird unter der Voraussetzung, daß ein Niedertemperatur-Heizsystem vorliegt, keine zusätzliche Heizquelle benötigt. Bei der normalen Luft/Wasser-

Wärmepumpe muß dagegen aus wirtschaftlichen Gründen unterhalb von +3 °C auf Feuerung umgeschaltet werden. Hin und wieder muß auch die Abtauautomatik in Funktion treten, was die Wirtschaftlichkeit ebenfalls mindert. Stallwärmepumpen erreichen daher bis zu 50% höhere Leistungszahlen als normale Luft/Wasser-Wärmepumpen.

Andererseits muß an dieser Stelle auch klar herausgestellt werden, daß die bis hierhin so gepriesene Stallabluft auch ihre Tücken hat. Sie ist bekanntlich ziemlich aggressiv, insbesondere wegen ihres hohen Ammoniakgehaltes, und sie ist mehr oder weniger stark staubbeladen. Mit den Wärmepumpen der ersten Generation, die überhaupt nicht oder unzureichend korrosionsgeschützt waren, hat es daher auch zahlreiche Pannen gegeben, und die ganze Sache kam zunächst einmal in Verfall. Heute sind dagegen Korrosionsprobleme für den erfahrenen Wärmepumpenhersteller kein Diskussions-thema mehr. Die neue Gene-

ration Stallwärmepumpen ist ausreichend korrosionsgeschützt, wobei sich besonders Speziallacke auf Kunstharzbasis bewährt haben. Erfolgreich verlaufene Lebensdauertests und langjährige positive Erfahrungen bei Industrieanwendungen mit diesen Lacken geben die Gewißheit, daß bei sachgemäßer Behandlung mit einer außerordentlich hohen Lebenserwartung der Wärmetauscher gerechnet werden kann.

Das Staubproblem ist dagegen zweitrangig, denn der Staub ruiniert eine vernünftig konstruierte Stallwärmepumpe nicht. Da es aber im Stallbereich bis heute keine völlig wartungsfreien Staubfilter oder Wärmetauscherreinigungssysteme gibt, die sich mit wirtschaftlichem Aufwand realisieren lassen, ist bei der Stallwärmepumpe eine regelmäßige Wartung von Filtern oder Wärmetauschern unerlässlich. In Anbetracht der so wieso im Stallbereich ständig anfallenden Arbeiten ist dies keine unzumutbare Forderung. Dies ist die einzige Aufmerksamkeit, die die Stall-

wärmepumpe von ihrem Betreiber fordert. Unterbleibt die Reinigung, geht die Leistung langsam zurück, bis das Kältesystem dann aufgrund von Luftmangel und demzufolge zu tiefer Verdampfungstemperatur abschaltet. Wenn die Reinigung dann erfolgt, versieht die Stallwärmepumpe wieder klaglos ihren Dienst, ohne Schaden genommen zu haben. Bei regelmäßig verschmutztem Wärmetauscher wird allerdings die Leistungszahl nicht den Erwartungen entsprechen.

Die Stallwärmepumpe

Für die Wärmerückgewinnung aus Stallabluft eignen sich Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Luft/Luft-Wärmepumpen sowie Wärmerohre, Kreuzstrom-Wärmetauscher und kreislaufverbundene Wärmerückgewinnungssysteme. Wie eingangs erwähnt, ist die Wärmerückgewinnung aus Stallabluft zum Zwecke der Wohnhausheizung wirtschaftlich am interessantesten. Da in unseren Breiten fast ausschließlich Warmwasserheizungen Verwendung finden, kommen demnach nur Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen in Betracht. Wie ist nun eine Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe aufgebaut?

Die Bilder 1 und 4 zeigen eine Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe. Das Gehäuse besteht aus galvanisch verzinktem Stahlblech, ist wetterfest lackiert und innen mit einer hochwertigen Isolation versehen. Sie ist sowohl für Außen- als auch für Innenaufstellung, z.B. im Stallvorraum, geeignet. Zwei geräuscharme Axialventilatoren, die speziell für den Einsatz in der Landwirtschaft geeignet sind, saugen die Stallabluft über einen Spezial-Staubfilter an. Dieser Filter ist je nach Anwendungsfall in verschiedenen Ausführungen lieferbar und kann nach der Reinigung, wobei ein normaler Wasserstrahl genügt, wieder verwendet werden. Die gefilterte Stallabluft wird dann über den großflächigen Verdampfer ge-

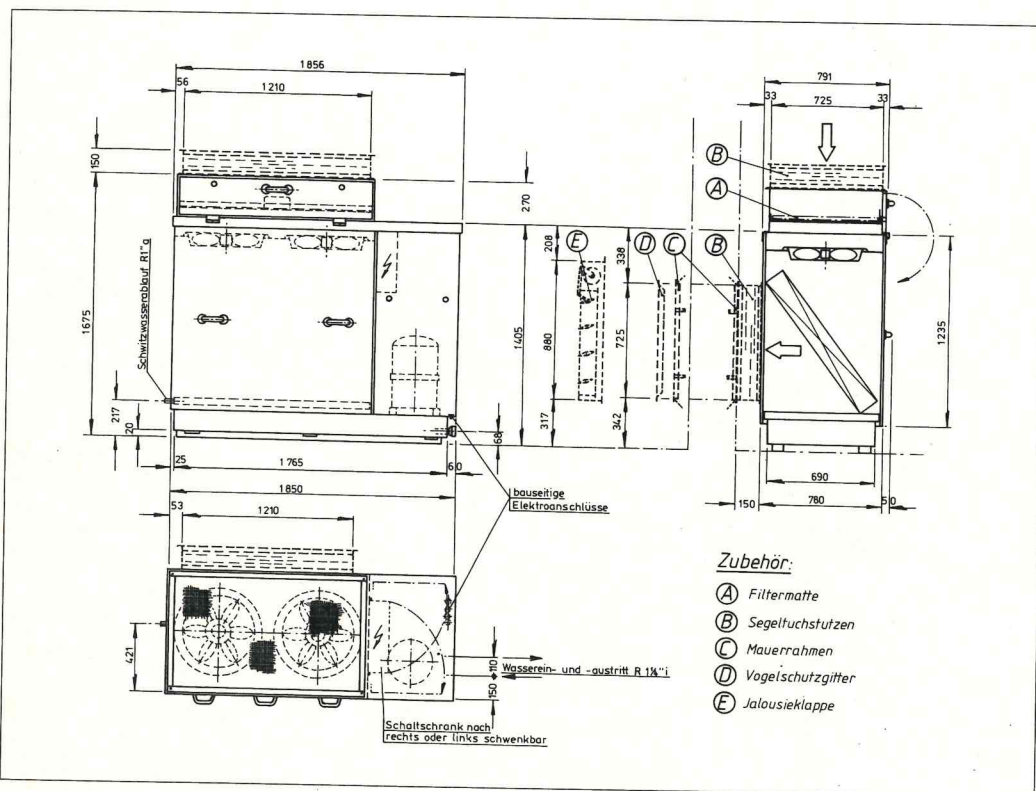


Bild 4: Maße der Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe Typ SWL 20 bzw. 40

drückt und tritt horizontal aus der Maschine aus. Der Verdampfer ist ein Rippenrohr-Wärmetauscher mit vergrößertem Lamellenabstand und ist durch eine doppelte Spezialeinbrennlackierung gegen die aggressive Stallluft optimal geschützt. Auch sämtliche anderen mit der Stallluft in Berührung kommenden Teile der Maschine sind speziell korrosionsgeschützt. Das bei der Abkühlung der Stallluft im Verdampfer ausgeschiedene Kondensat fällt in die untenliegende, ebenfalls korrosionsgeschützte Tropfwanne und wird am Schwitzwasserablauf abgeführt. In einem separaten Maschinenfach befindet sich der vollhermetische Kolbenverdichter, der in gleicher Weise wie ein Kältschrankverdichter aufgebaut ist. Durch einen elektronischen Motorvollschutz ist er optimal gegen Überlastung geschützt. Eine mehrfache Schwingungsdämpfung sorgt für außerordentlich ruhigen Lauf. Der Kondensator befindet sich im Sockel der Wärmepumpe. Er ist in

der extrem betriebssicheren Doppelrohr- oder Koaxialbauart ausgeführt und besteht ausschließlich aus Kupfer. Die Warmwasseranschlüsse befinden sich unten seitlich an der Maschine. Die Kältemittel-Einspritzung in dem Verdampfer erfolgt mehrstufig über Kapillarrohre, wodurch ebenfalls eine außerordentliche hohe Betriebssicherheit erreicht wird. Flüssigkeitsabscheider in der Saugleitung zum Kompressor schützen den Kompressor wirksam gegen das Ansaugen von flüssigem Kältemittel, was z.B. unter gewissen Umständen beim Anlaufen dem Kompressor gefährlich werden könnte.

Über dem Maschinenraum ist ebenfalls in einem separaten Fach der Schaltschrank untergebracht. Er enthält alle erforderlichen Schalt-, Regel- und Sicherheitsgeräte, die für den vollautomatischen Betrieb der Stallwärmepumpe erforderlich sind. Zur Bedienungvereinfachung ist er schwenkbar angeordnet. Die vollelektronische Sicherheits-einrichtung schützt das

Kältesystem gegen zu hohe oder tiefe Drücke bzw. Temperaturen, Überlastung von Kompressor- und Lüftermotoren sowie zu große Schalt-häufigkeit. Die Regelung der Warmwasser-Vorlauftemperatur ist ebenfalls vollelektronisch aufgebaut und kann in einer Vielzahl von Varianten geliefert werden. Die einfachste Ausführung ist die Konstanttemperatur-Vorlaufregelung, d.h., die Wärmepumpe liefert stets die am Regler einstellbare gleichbleibende Warmwasser-Vorlauftemperatur. Im Interesse der Energieeinsparung ist es jedoch vorteilhafter, die sogenannte außentemperaturabhängige Vorlauf-Regelung einzusetzen, die bewirkt, daß die Wärmepumpe nur an extrem kalten Tagen die höchste Vorlauftemperatur liefert. Bei ansteigenden Außentemperaturen wird die Warmwassertemperatur dann allmählich soweit abgesenkt, daß die gewünschte Raumtemperatur noch gehalten werden kann. Damit arbeitet die Wärmepumpe immer im Bereich der höchstmöglichen Leistungszahl. Durch Einstellung einer bestimmten Heizkurve ist am Regler der Außentemperatureinfluß auf die örtlichen Verhältnisse einstellbar. Beim sogenannten Bivalent-Betrieb erfolgt die Umschaltung von Wärmepumpe auf Feuerung automatisch unterhalb der eingestellten Umschaltemperatur. Bei dem bei der Stallwärmepumpe besonders interessanten Bivalent-Parallelbetrieb läuft in diesem Falle die Wärmepumpe zusammen mit der Feuerung weiter. Alle Funktionen werden durch farbige Leuchtdioden angezeigt.

Eine Vielzahl von weiteren Ausbaustufen ist möglich. Beispielsweise kann das Heizungsmischventil bei Kessel

betrieb vom Elektronik-Regler proportional angesteuert werden, es sind Nachtabsenkung, Raumschaltstation, Wochenendprogramm, Sommer-Winter-Schaltung usw. möglich.

Die Regelung ist als Steckkartensystem aufgebaut und kann beliebig, auch nachträglich, kombiniert werden. Da die Steckkarten ohne Werkzeug auf einfachste Weise ausgetauscht werden können, ist eine Fehlersuche und Reparatur außerordentlich einfach, Elektronikkenntnis sind nicht erforderlich.

Die in Bild 2 dargestellte Stall-Wasser/Wasser-Wärmepumpe ist mit Ausnahme des Verdampfers aus den gleichen Bauteilen wie die Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe in ähnlicher Weise aufgebaut. Statt des luftbeaufschlagten Verdampfers der Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe besitzt sie einen Doppelrohr-Verdampfer in ähnlicher Bauweise wie den Doppelrohrkondensator, der von Kaltwasser zwecks Wärmeentnahme durchflossen wird. Dieses Kaltwasser kann aus einem Brunnen oder einem Erdreich-Wärmetauscher stammen, es kann aber auch aus einem Wärmetauscher kommen, der von Stallluft beaufschlagt wird. Bild 3 zeigt z.B. ein Stallluftgerät, das ähnlich aufgebaut ist wie die seit Jahrzehnten bekannten und bewährten Wandluftheritzer und -Kühler. Diese sogenannte Stall-Fortluft-einheit besitzt ein Gehäuse aus verzinktem Stahlblech in wetterfester Ausführung, einen doppelt einbrennlackierten Wärmetauscher und einen für Stalleinsatz ausgeführten Axialventilator. Zahlreiche Varianten wie Filterkasten, Wetterschutzgitter, Ausblasjalousie, Mischluftkasten usw. sind lieferbar. Obwohl das Kaltwassersystem sich im Normalfall stets im Plusbereich bewegt, wird aus Sicherheitsgründen mit Frostschutzmittel auf Aethylen-Glykolbasis z.B. Glysantin, Antifrogen oder ähnlichem gefüllt. In Kombi-

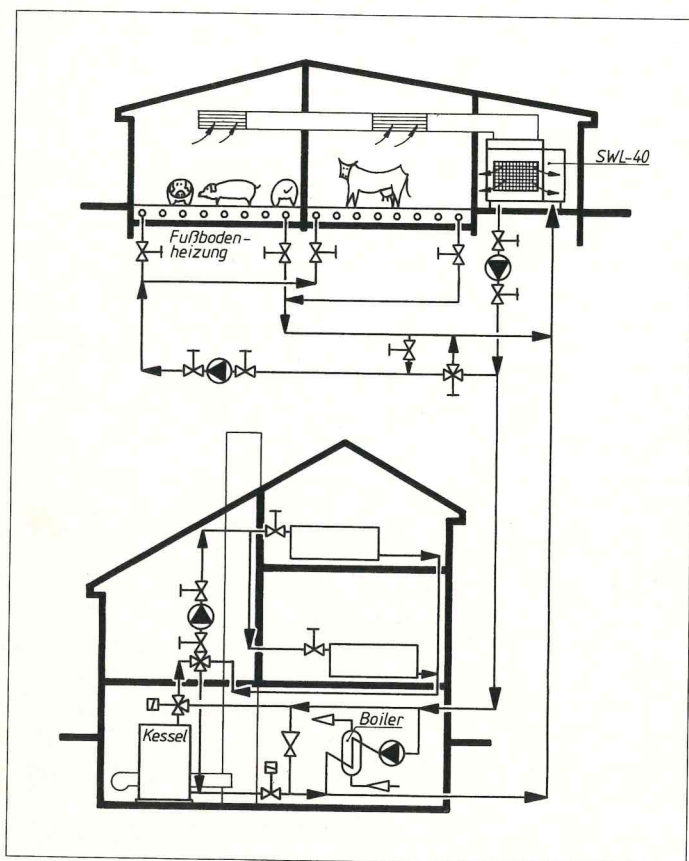


Bild 5: Prinzipschema Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe für Stallfußbodenheizung und bivalente Wohnhausheizung mit Brauchwassererwärmung

nation mit den entsprechenden Stall-Wasser/Wasser-Wärmepumpen werden ähnliche Heizleistungen auf der Warmwasserseite wie bei den Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpen erreicht. Warum nun dieses scheinbar umständlichere und aufwendigere System im Vergleich zu den Systemen mit Luft/Wasser-Wärmepumpen?

Die indirekte Wärmerückgewinnung aus der Stallabluft mittels Wasser/Wasser-Wärmepumpen erlaubt vielfältigere Einsatzmöglichkeiten. Man kann z.B. größere Entfernungen zwischen Stall und Wohnhaus nahezu verlustlos überbrücken, da die Wasser/

Wasser-Wärmepumpe im Wohnhaus installiert werden kann, das Warmwasser wird also erst an Ort und Stelle erzeugt. Die große Entfernung zwischen Stall und Wohnhaus wird mit Kaltwasser zwischen 10 und 6°C überbrückt, Wärmeverluste treten bei guter Isolation praktisch nicht auf. Weiterhin können auf der Kaltwasserseite mehrere auch weiter auseinanderliegende Abluftgeräte in einem System zusammengefaßt werden, auch wechselseitig betrieben werden usw. Schließlich ist es auch möglich, durch wasserseitiges Vertauschen von Zu- und Abluftgeräten im Som-

mer Stallkühlung zu betreiben.

Nicht zuletzt ist es vorteilhaft, daß im Falle eines Falles der Wärmetauscher im Stall nicht kältemittelbeaufschlagt ist und eine Reparatur keine Spezialkenntnisse erfordert. Die Investitionskosten des indirekten Systems sind praktisch nicht höher, als beim System mit Luft/Wasser-Wärmepumpe, da die Wasser/Wasser-Wärmepumpe als Normal-Gerät entsprechend billiger ist. Die Praxis zeigt allerdings andererseits, daß die Systeme mit Luft/Wasser-Wärmepumpe infolge der doch etwas besseren

Leistungszahlen geringere Betriebskosten aufweisen.

Stalllufttechnik und Wärmepumpe

Die DIN 18910 „Klima in geschlossenen Ställen“ legt die im Interesse einer neuzeitlichen, rationellen Tierhaltung erforderlichen Mindestluftstraten fest. Im Winter bestimmt im allgemeinen die maximal zulässige Wasserdampfkonzentration, in Sonderfällen auch die Kohlendioxid-Konzentration, den erforderlichen Luftwechsel, während im Sommer die maximale Stalltemperatur maßgebend ist. Die Sommerluftstrate kann daher je nach den Umständen mehr als das zehnfache der Winterluftstrate betragen. Wichtigste Voraussetzung für alle Maßnahmen der Energieeinsparung, nicht nur in der Landwirtschaft, ist natürlich, daß zunächst einmal eine vernünftige Isolation der Gebäude gegeben ist. Bei Viehställen sollte die mittlere Wärmedurchgangszahl möglichst unter 0,6 W/m²K liegen.

Es soll an dieser Stelle nicht über die verschiedenen Stallluftsysteme geurteilt werden. Je nach den Gegebenheiten wird das Unterdrucksystem (am weitesten verbreitet), das Über- oder das Gleichdrucksystem gewählt. Die Schwerkraftlüftung geht stark zurück. Allen Systemen ist gemeinsam, daß die je nach Außentemperatur erforderlichen Luftstraten so eingebracht werden müssen, daß in der Aufenthaltszone der Tiere Zugerscheinungen, die bei Luftgeschwindigkeiten über 0,2 m/s auftreten, vermieden werden. Es ist selbstverständlich, daß kein Stallluftsystem einwandfrei funktioniert, wenn Undichtigkeiten im Stall vorhanden sind.

Im Gegensatz zur Zuluft ist die Ablufführung bei Ställen glücklicherweise weitgehend unkritisch, trotz weitverbrei-

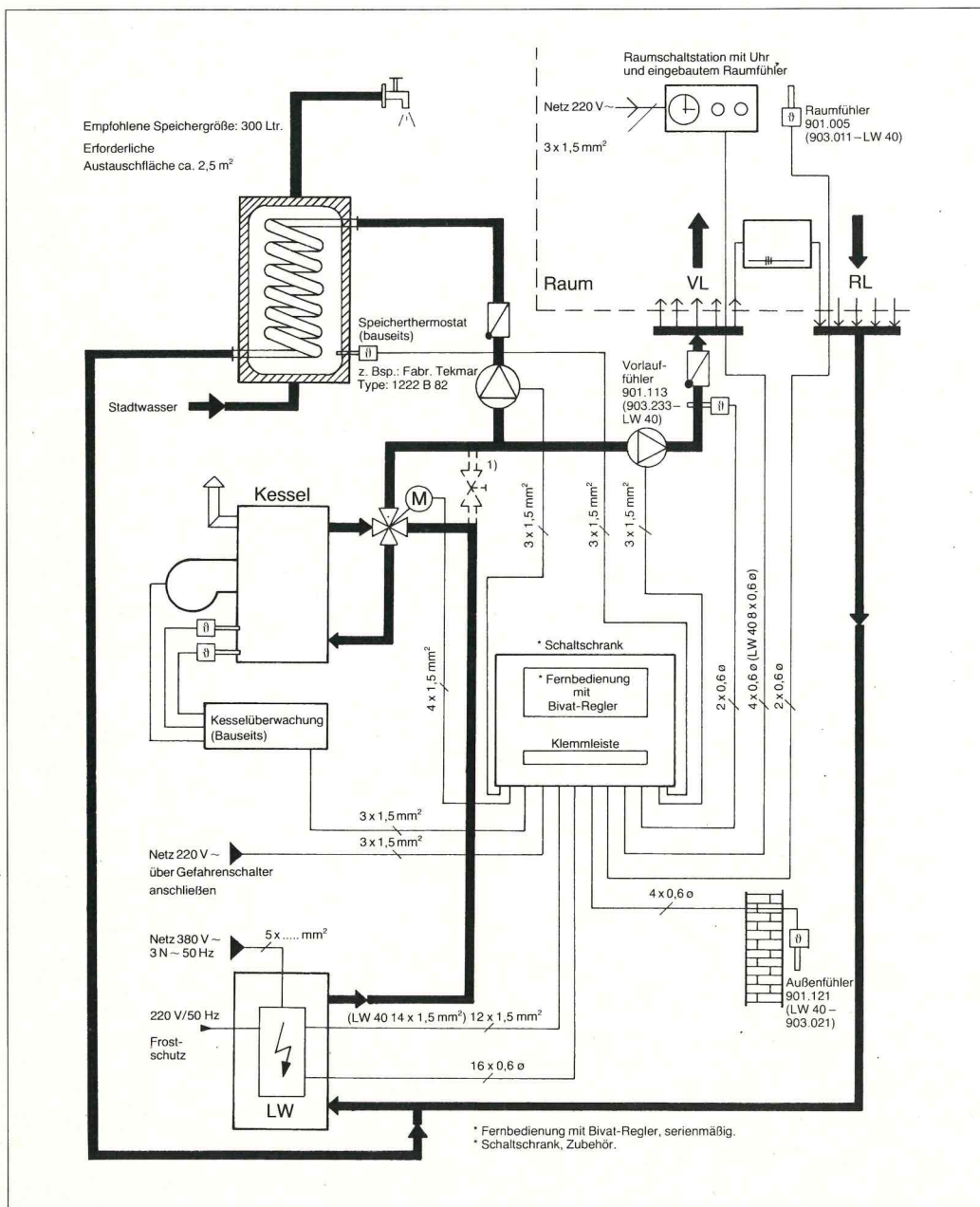


Bild 6: Warmwasserschema für bivalente (Stall)-Luft/Wasser-Wärmepumpe mit separatem Brauchwasserspeicher, Vollregelung und Raumschaltstation

teter gegenteiliger Ansicht. Hier setzt die Stall-Wärmepumpe an. Unter der Voraussetzung, daß der Stall – gleichgültig welches Lüftungssystem gewählt wurde – ausreichend dicht ist, ist es ziemlich gleichgültig, wo die Abluft für die Stallwärmepumpe entnommen wird. Nur ganz in der Nähe der Ansaugöffnung bildet sich eine gewisse Luftströmung aus. Es ist daher nicht erforderlich, im Interesse einer gleichmäßigen Abluftführung an möglichst vielen Stellen abzusaugen.

Wichtig ist folgendes: Die Stallwärmepumpe ist keine „Abluftmaschine“. Das geht schon deswegen nicht, weil die Stallwärmepumpe ja nur einen bestimmten Luftstrom verarbeiten kann, der Stall aber im Sommer ein vielfaches der Winterluftfrate durchsetzen muß. Das Stalllüftungssystem muß daher völlig unabhängig von der Wärmepumpe arbeiten können, schon deswegen, weil die Bedürfnisse der Heizungs- oder Brauchwasseranlage bestimmen, ob die Wärmepumpe läuft oder nicht. Wenn die Wärmepumpe nicht läuft, schalten auch die Lüfter aus. Aus zweierlei Gründen wäre es unsinnig, die Lüfter der Wärmepumpe ständig durchlaufen zu lassen, nämlich erstens muß ständig der Wärmetauscherwiderstand vom Lüfter überwunden werden und zweitens wäre eine häufigere Reinigung der Filter bzw. Wärmetauscher erforderlich. Es wäre demnach auch unsinnig, Wärmetauscher zur Energierückgewinnung nachträglich in bereits vorhandene Abluftschächte einzubauen.

Die Stallwärmepumpe bekommt also einen eigenen Abluftanschluß, wobei sie vorteilhaft in einem Stallnebenraum installiert wird (Bild 5). Sie kann aber auch außen neben dem Stall angeordnet werden. Um nun den Stallablufthaushalt nicht durcheinander zu bringen, wird, wenn die Regelung die Wärmepumpe anfordert und

Kompressor und Lüfter laufen, das Stallluftsystem um die Abluftmenge der Stallwärmepumpe vermindert. Das geschieht je nach Regelsystem der Stalluftanlage entweder durch stufenweises Herunterschalten oder Wegschalten eines oder mehrerer Lüfter. Die hierfür notwendigen Impulse können der Regelung der Stallwärmepumpe ohne Schwierigkeiten entnommen werden. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß der Stalllufthaushalt durch die Wärmepumpe in keiner Weise beeinflußt wird.

Die leistungsmäßige Auslegung der Stallwärmepumpe ist sehr einfach. Für die Größe der einzusetzenden Wärmepumpe ist einzig und allein die Winterluftfrate ausschlaggebend, d.h., der am kältesten Tage vorhandene Abluftstrom in m^3/h . Wenn er nicht sowieso schon durch die Konzeption der Stallbelüftungsanlage festgelegt ist, wird er nach DIN 18910 ermittelt. Die Auslegung der Stall-Wärmepumpe hängt einzig und allein von der im Winter zur Verfügung stehenden Stallabluftmenge ab. Das ist völlig unabhängig davon, welchen Heizbedarf nach DIN 4701 das Wohnhaus hat oder ob der Stall noch eine Zusatzheizung braucht. Gut isolierte Mastställe tragen sich, nebenbei bemerkt, selbst. Um sich hier Klarheit zu verschaffen, stellt man eine Wärmebilanz auf. Man sieht hier sehr deutlich, wie man bei schlecht isolierten Ställen den Wärmeverlust verringern kann. Der Lüftungswärmebedarf dagegen, der praktisch immer den größten Anteil darstellt, läßt sich jedoch nicht verringern, denn er basiert ja auf den Mindestwinterluftfraten, und er ist es, der einzig und allein die Größe der Stallwärmepumpe bestimmt.

Eine interessante Ausnahme von der Regel, daß die Winterluftfrate die Größe der Stallwärmepumpe bestimmt, gibt es: Die Stallwärmepumpe kühlt die Stallluft nicht nur, sondern sie entfeuchtet sie auch, wie eingangs erwähnt.

Breibt man nun die Stallwärmepumpe teilweise im Umluftverfahren, d.h. man leitet einen Teil der aus dem Verdampfer austretenden getrockneten Luft wieder in den Stall zurück, dann kann die Mindestluftfrate dadurch gesenkt werden, da sie nun nicht mehr nach dem Wasserdampf-Maßstab, sondern nach dem Kohlendioxid-Maßstab festgelegt wird, der im allgemeinen kleinere Werte ergibt. Zu beachten ist allerdings, daß die entfeuchtete Umluft abgekühlt wird, was bei der Wärmebilanzrechnung zu berücksichtigen ist. In der Praxis haben sich solche Stallentfeuchtungs-Anlagen bereits sehr gut bewährt, Vieh und Mauerwerk sind gesundet und das Wohnhaus ist dazu noch warm.

Auf eine ganz andere Art der Wärmerückgewinnung in der Landwirtschaft sei noch kurz hingewiesen. Aus Geruchsgründen belüftete Gülle erwärmt sich bekanntlich sehr stark. Temperaturen von 30°C im Winter werden ohne Schwierigkeiten erreicht. Über Kunststoffwärmetauscher, z.B. Polyäthylenrohr im Güllebehälter oder im Oxydationsgraben, kann die Wasser/Wasser-Wärmepumpe auch im tiefsten Winter auf außerordentlich hohe Leistungszahlen kommen. Selbstverständlich wäre es unsinnig, nur zum Zwecke der Wärmerückgewinnung den außerordentlich hohen Aufwand Güllebelüftung zu betreiben. Unbelüftete Gülle dagegen ist infolge ihres zu geringen Wärmeinhalts nicht zur Wärmerückgewinnung mittels Wärmepumpen geeignet.

Die Anbindung der Stallwärmepumpe an das Heizungssystem erfolgt auf die auch bei Hauswärmepumpen bekannte Art und Weise. Bild 6 zeigt das Schema einer bivalenten Anlage mit Brauchwasserbereitung. Um das Einfrieren des Wärmepumpenkondensators bei Stillstand zu verhindern, wird der Warmwasserrücklauf stets

über die Wärmepumpe geführt. Bei Wärmepumpenbetrieb steht das Vierwegemischventil auf Durchgang, bei Kesselbetrieb wird es von der Wärmepumpen-„Vollregelung“ außentemperaturabhängig geregelt.

Die Speicher-Vorrangregelung bewirkt, daß bei Anforderung durch den Speicherthermostat die Wärmepumpe auf volle Leistung geht und der Speicher aufgeladen wird. Während dieser Zeit ist die Heizungsumwälzpumpe ausgeschaltet. Zu beachten ist, daß der Speicher infolge der niedrigeren Vorlauftemperatur der Wärmepumpe größer als üblich ausgelegt werden muß. Obwohl dieses System problemlos funktioniert, hat es sich gezeigt, daß mit einer separaten Brauchwasser-Wärmepumpe insgesamt günstigere Verbrauchsdaten erzielt werden können, da die große Wärmepumpe dann im Sommer außer Betrieb bleiben kann. Die Brauchwasser-Wärmepumpe ist eine kleine Luft/Wasser-Wärmepumpe, die es auch in korrosionsgeschützter Stallausführung gibt. Sie arbeitet unabhängig vom Heizungsnetz und kann mit und ohne Speicher geliefert werden.

Der Beweis für die Wirtschaftlichkeit

Seit Ende vergangenen Jahres wurde die nachstehend kurz beschriebene Anlage mit geeichten Meßgeräten von einem Energieversorgungsunternehmen gemessen und die Daten kürzlich veröffentlicht. Es handelt sich um einen Milchvieh-Anbindestall mit 44 GV, Schwerkraftentlüftung. Mit einer Stall-Luft/Wasser-Wärmepumpe SWL 20 wird der Stall im Umluftverfahren entfeuchtet. Das zu beheizende Wohnhaus hat 130 m^2 Wohnfläche, wovon 65 m^2 voll beheizt werden. Es handelt sich um ein Niedertemperatur-Konvektor-Heizsystem, Vorlauftemperatur 40 bis

45°C, Rücklauftemperatur 33 bis 38°C.

Während der Zeit vom 21. 12. 79 bis 16. 4. 80 lief die Wärmepumpe 444 Stunden. Der Stromverbrauch betrug incl. Lüfter und Umwälzpumpe 1960 kWh. Die abgegebene Wärme wurde mittels Wärmemengenzähler mit 9360 kWh ermittelt, das ergibt eine Leistungszahl von 4,77. Ohne Wärmepumpe hätte der Betreiber 1440 l Öl gebraucht, was ihn ca. 864,- DM geko-

stet hätte. An Strom waren aber nur 220,70 DM zu zahlen, so daß sich eine Betriebskosteneinsparung von fast 75% ergibt. Auf eine volle Heizperiode hochgerechnet würde sich eine jährliche Betriebskostensparnis von DM 2573,- ergeben. Die Anlagenkosten ohne Wärmeverteilungssystem betragen, unter Berücksichtigung von DM 3000,- Energiesparprämie, ca. DM 16000,-. Im Vergleich zu einer Ölheizung, die

ca. DM 9000,- (Kessel, Tank, Brenner) gekostet hätte, würden sich die Mehrkosten von DM 7000,- innerhalb von 3½ Jahren bei 8% Kapitalverzinsung amortisieren. Bei dieser Rechnung ist noch nicht berücksichtigt, daß sich aufgrund von amtlichen Schätzungen der Strompreis im Laufe der nächsten Zeit aber um durchschnittlich 6% pro Jahr, der Ölpreis aber um durchschnittlich 9% pro Jahr erhöhen wird, so daß die Ka-

pitalrückflußzeit bei dieser Anlage unter 3 Jahren liegen wird.

Diese Zahlen sprechen für sich. Die Investition einer Wärmepumpe und insbesondere einer Stallwärmepumpe ist eine Investition, die sich auf jeden Fall lohnt. Selbst dann, wenn Öl künftig jederzeit in jeder Menge verfügbar sein sollte. Aber wer will sich darauf schon verlassen?

Bilder:
Happel GmbH & Co.

Reinraumtechnik im Dienste der Gesundheit

Immer wieder erregen die Öffentlichkeit in letzter Zeit Meldungen über Keime, die in Operationsräumen oder bei der pharmazeutischen Fertigung Ursache für Infektionen, ja sogar für Infektionsketten gewesen sind. Die Frage nach dem „Warum“ richtet sich an den Versorgungstechniker, da doch die moderne Luftfiltertechnik eine nahezu vollständige Reinigung der Luft gestattet. Doch nicht die Qualität der zugeführten Luft erlaubt Schlüsse, sondern erst der voll belegte Raum bei voller Tätigkeit erlaubt Rückschlüsse, hat es sich doch erwiesen, daß vornehmlich die im Raum anwesenden Menschen die wesentliche und unabdingbare Quelle der Verunreinigungen sind. Hier steht der Versorgungstechniker vor der schier unlösbaren Aufgabe, die hochgradig gereinigte

Luft so in den Raum einzubringen, daß gleichzeitig frei werdende Verunreinigungen aus dem Raum entfernt werden oder – wie es in der Fachsprache heißt – ausgespült werden. Dies bedingt eine stabile Mischungssarme Raumströmung, die sich jedoch durch bewegende Menschen oder witterungsbedingte Temperaturschwankungen nur schwer verwirklichen läßt.

Unter Reinraumtechnik versteht man moderne Lüftungstechnische Maßnahmen, die auf medizinischem und pharmazeutischem sowie arbeits- und fertigungstechnischem Gebiet eine höchstmögliche Reinheit der Luft am Arbeitsplatz ermöglichen. Dabei gilt es, den negativen Einfluß von Verunreinigungen – auch biologischen – auf das Objekt (Pro-

dukt) oder den Menschen zu vermeiden. In der Richtlinie VDI 2083 sind entsprechende jeweils notwendige Reinheitsklassen sowie typische technische Lösungsmöglichkeiten beispielhaft beschrieben. Im Interesse der internationalen Vergleichbarkeit pflegt das ICCCS (International Committee of Contamination Control Societies) den Erfahrungsaustausch und stimmt so nationale Richtlinien und Normen aufeinander ab. Darüber hinaus stellt es auch Dritten seine Arbeitsergebnisse zur Verfügung wie etwa der WHO für die Erstellung von Regelwerken z.B. der Good Manufacturing Practise (G.M.P.).

Reinraumtechnik, wie wir sie heute kennen, ist erst in den 60er Jahren mit der sich damals sprunghaft entwickelten Weltraumtechnik möglich

geworden. Durch die wissenschaftliche und technische Weiterentwicklung ist sie nunmehr aus den Bereichen der Pharmazie, Medizin, Gentechnologie, Luft- und Raumfahrt sowie der Feinwerktechnik u.a.m. nicht mehr wegzudenken. Zu einer unabdingbaren Voraussetzung ist sie in der Fertigung von Bauteilen der Mikroelektronik geworden. Gerade hier ermöglichte sie – wenn überhaupt – erst die wirtschaftliche und kostengünstige Herstellung solcher Bauelemente mit bis zu 1000 Funktionen pro Quadratmillimeter. Gegenüber 1960 war es möglich, die Reinheit um 3 bis 4 Zehnerpotenzen zu verbessern. Bei der Entwicklung der Hygiene in Pharmazie und Medizin ist Reinraumtechnik sogar zum dritten Begriff nach Antisepsis und Asepsis geworden.

(VDI)



HANSA ÖLBRENNER

bietet Ihnen heute schon mit dem Modell HHOV die Technik, die in der neuen DIN 4787 vorgesehen ist.

Spitzenerzeugnisse des Brennerbaues haben das neue Verbrennungssystem mit Ölerwärmung

HANSA ÖLBRENNER

MOOSROSENWEG 1 · 2000 HAMBURG 71 · RUF (040) 6413095-96



Wir stellen aus: SHK, Hamburg, Halle 4, Stand 4004