



**Klimaschutz durch optimier-
ten Betrieb von Kälteanlagen
in Fleischereien durch Um-
welt- und Effizienzberatungen
FleischerKälte**

Ergebnisse des Modellprojektes

Herausgeber
Umweltzentrum des Handwerks Thüringen
In der Schremsche 3
07407 Rudolstadt

&

Landesinnungsverband des Fleischerhandwerks Thüringen e.V.
Am Troistedter Weg
99428 Nohra

im Januar 2009

1 Ergebnisse

1.1 Betriebs- und Anlagendaten

Betriebsdaten sind nicht nur sensibel, sondern auch schwierig zu vergleichen. Aus den ermittelten Daten lässt sich sinnvoll der Warendurchsatz mit dem Aufwand an elektrischer Energie vergleichen.

Jährlicher Strombezug und Fleischdurchsatz

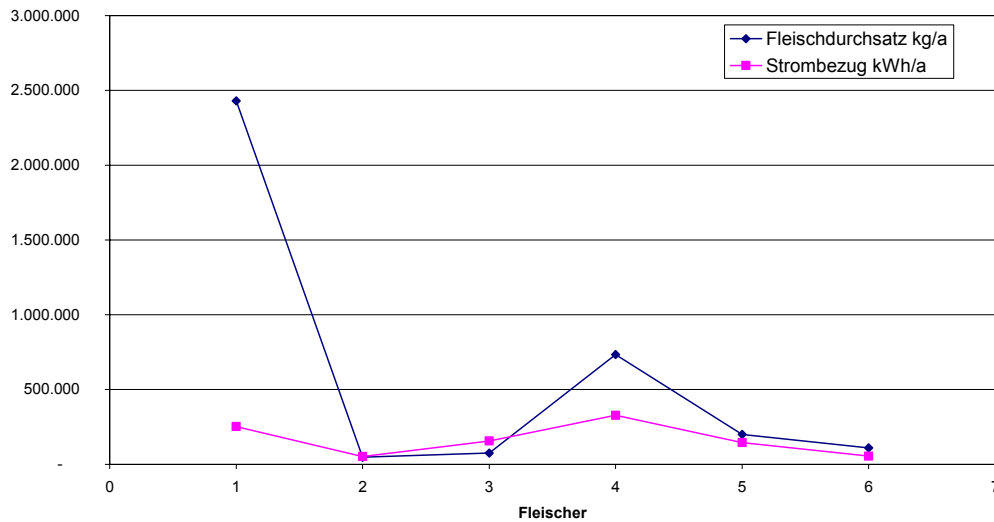


Diagramm 1- Wareneinsatz und Strombezug

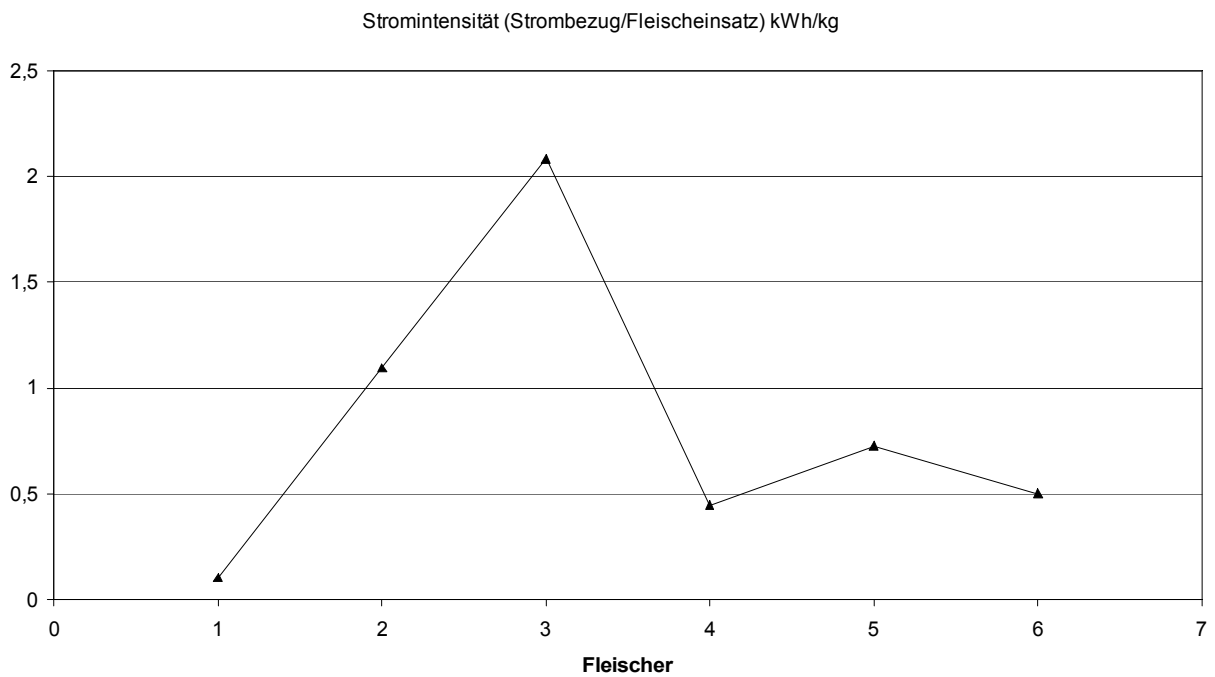


Diagramm 2 - Stromintensität

Im Diagramm 2 ist die Stromintensität (Quotient aus Fleischdurchsatz und Strombezug) der beteiligten Unternehmen dargestellt. Es zeigen sich sehr große Unterschiede, auch zwischen Fleischereien mit ähnlicher Struktur.

Dieser Intensitätsansatz kann und darf nicht zu einer Bewertung zwischen den einzelnen Unternehmen führen, dazu sind die Basisdaten zu verschieden. Es ist aber sinnvoll, innerhalb eines Unternehmens diesen Quotienten von Jahr zu Jahr fortzuschreiben und auszuwerten. Änderungen haben Ursachen und auf diese gilt es dann zu reagieren. Sinkt dieser Quotient, dann wirken die eingeleiteten Maßnahmen, steigt er, sind die Ursachen zu erforschen und Änderungen herbeizuführen.

Natürlich sollte er dem Unternehmer auch dazu dienen, die Ursachen für die Abweichungen zu anderen Fleischereien kritisch zu überprüfen. Kurzfristig eingeleitete Maßnahmen sichern dann die Nachhaltigkeit. Dann hat man eine sehr wertvolle Größe mit wenig Aufwand, aber großer Aussagekraft bestimmt.

1.2 Thermografische Untersuchungen

Die thermografischen Untersuchungen hatten folgende Ziele:

- Leckageortung
- Dokumentation von Wärmebrücken sowie
- Dokumentation fehlender oder beschädigter Isolierung

Dabei wurden sowohl die Kälteräume als auch die Kälteerzeugung und Kälteverteilung betrachtet. Die Thermografie ist dazu das geeignete Untersuchungsmittel, da sie zerstörungsfrei arbeitet und sofort Aussagen zulässt. Die gewonnenen Bilder werden als Thermogramme bezeichnet.

1.2.1 Leckageortung und -beseitigung

Leckagen sind ganz vermeidbar, so dass deren Minimierung das Gebot der Stunde darstellt. Typische Leckagen sind die Zugänge zu den Kälteräumen. Hier ist bereits visuell erkennbar, dass es beträchtliche Wärmeverluste gibt.

Die Bilder im Anhang 1 und 2 belegen dies sehr deutlich.

Nachfolgend werden die wichtigsten Leckagen aufgezählt:

- Undichte, beschädigte, entfernte oder gar nicht vorhandene Türdichtungen im Eingangsbereich der Kälteräume
- Ungenügend schließende Durchführungen der Kranbahn
- Gewaltsame Durchführungen von (Hilfs)-Kabeln.

Die Leckagen können oft sogar in Eigenregie beseitigt werden. Die einzusetzenden Mittel sind überschaubar, neue Türdichtungen liefern die Hersteller der Kälteräume und bauen sie bei Bedarf auch ein. Die Durchführung der Kranbahn sollte sauber, d.h. entsprechend der Kontur, ausgeschnitten werden. Wenn die Kranbahn nur wenig oder nicht mehr in Betrieb ist,

dann ist ein Verschluss mit einer auf Passung geschnittenen Polystyrolplatte eine zu empfehlende Lösung.

1.2.2 Wärmebrücken

Eine **Wärmebrücke** (fälschlicherweise als Kältebrücke bezeichnet) ist ein Bereich einer Anlage, durch den die Wärme schneller transportiert wird, als durch die benachbarten Bauteile. In Bezug auf Kälteräume heißt das, dass die Wärme stärker von Außen nach Innen fließt.

Man unterscheidet konstruktive, geometrische und materialbedingten Wärmebrücken.

- Konstruktive Wärmebrücken entstehen durch Konstruktionen mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Materialien.
- Geometrische Wärmebrücken ergeben sich beispielsweise durch Ecken oder Vorsprünge in einem ansonsten homogenen Bauteil, wenn der Innenfläche eine größere Außenfläche, durch die die Wärme abfließt, gegenüber steht.
- Materialbedingte Wärmebrücken liegen dann vor, wenn in Wärmestromrichtung unterschiedliche Baustoffe im Querschnitt liegen.

Auf Kälteräume bezogen bedeutet das, dass im Bereich von Wärmebrücken die raumseitige Oberflächentemperatur höher als in den benachbarten Bauteilen ist. Wärmebrücken führen zu höherem Transmissionswärmeverlusten und damit zu höherem Kältebedarf.

Geometrische Wärmebrücken sind nicht vermeidbar und werden daher nicht weiter betrachtet.

Konstruktive und materialbedingte Wärmebrücken sind vermeidbar, allerdings nur während der Konstruktions-, Bau- und Montagephase des Kälteraumes, danach nicht mehr. Hier kann die Thermografie nur dann helfen, wenn ihr Einsatz rechtzeitig stattfindet, also spätestens in dem sich anschließenden Gewährleistungszeitraum. Solche Wärmebrücken sind sehr gut im Thermogramm zu erkennen und es besteht eine gute Möglichkeit, diese frühzeitig abzustellen. Nachträgliche Korrekturen sind sehr kostenintensiv und sicher nur im Rahmen einer Mängelbeseitigung ausführbar.

Wärmebrücken sind im Anhang 4 dargestellt.

1.2.3 Fehlende oder beschädigte Isolierung

Kleine Ursache – große Wirkung

Beschädigte Isolierungen sind mit wenig Aufwand oftmals sogar in Eigenregie wieder zu ersetzen. Die Ursachen für eine zerstörte Isolierung sind vielfältig: vorangegangene Reparaturen, Anecken beim Transportieren von Waren, hohe Temperaturen usw.

Hier empfehlen sich Maßnahmen, die einer Wiederholung vorbeugen:

Mechanischer Schutz oder Anfahrerschutz.

Fehlende Isolierungen sind ein anders gelagertes Problem. Der Kälteanlagenbauer ignoriert in aller Regel den Schutz der wärmeführenden Leitungen vor Wärmeverlusten. Für den Fleischer als Betreiber stellt diese unkontrolliert abgegebene Wärme ein großes Problem

dar. Der Aufstellraum der Kälteanlagen überhitzt sich stark, die Kälteanlagen sind aber nur bei normalen Raumtemperaturen effizient. Diese Wärme muss durch eine zusätzliche Be- und Entlüftung aus dem Aufstellraum abgeführt werden.

Hier ist generell zu empfehlen, alle Versorgungsleitungen zu isolieren. Eine sachkundige Beratung sowie die Auswahl der Dämmstärken und -stoffe sollten durch einen Fachmann erfolgen. Im gleichen Zuge sollte die Verwendung dieser Restwärme überdacht werden.

1.3 Begehung und Bewertung

Die Begehung und Bewertung gemeinsam mit einem externen Experten brachte weitere Aspekte zur Reduzierung des Energiebedarfs von Kälteanlagen. Positiv aufgefallen ist, dass durch die Fleischer selbst bereits viele Beispiele Guter Praxis umgesetzt wurden.

Nachfolgend sind die Ergebnisse zusammengestellt:

1.3.1 Organisatorische Maßnahmen

Maßnahmen mit großer Wirkung!

- **Verflüssiger (Kondensator) regelmäßig reinigen!**

Die Verflüssiger (Kondensatoren) befanden sich sehr häufig in Kellerräumen oder sogar direkt in der Nähe der Kälteanlage. Damit die Kälteanlage auch bei eigentlich zu hohen Umgebungstemperaturen die Leistung hält, muss der Verflüssiger regelmäßig gereinigt werden.

- **Kühlraumtüren nur kurz öffnen!**

Es entweicht kalte Luft und die eindringende feuchte und warme Luft führt zur Vereisung am Verdampfer. Informieren Sie Ihre Mitarbeiter: am besten sind auffällige Schilder, damit die Anweisungen nicht in Vergessenheit geraten.

- **Kühlraumbeleuchtung abschalten!**

Die Beleuchtung in Kühlräumen und in Kühlmöbeln erhöht den Stromverbrauch gleich zweimal. Zum einen durch den Stromverbrauch der Lampe selbst, zum anderen durch die Wärmeabgabe, welche den Kältebedarf erhöht. Es lässt sich zum Beispiel ein automatischer Türkontakt installieren, der das Licht ein- bzw. ausschaltet.

Es wurden viele Beispiele Guter Praxis angetroffen.

1.3.2 Einfache technische Maßnahmen

- Kälteschutzvorhänge, Pendeltüren

Zur Reduzierung der Lüftungswärmeverluste bei der Kühlraumnutzung sollten Kälteschutzvorhänge verwendet werden. Die Thermogramme zeigen, dass mit vergleichsweise wenig Aufwand sehr positive Wirkungen erzielt werden. Kälteschutzvorhänge lassen sich schon für ca. 400 Euro anbringen.

- Automatische Verdampferabtauung

Die Vereisung von Verdampfern ist unbedingt zu verhindern. Hier ist in jedem Falle der Kälteanlagenbauer zu Rate zu ziehen.

- Türdichtungen und Türschlösser

Neue Türdichtungen und Türschlösser verhindern den unkontrollierten Kälteverlust. Eine neue Türdichtung lässt sich meist einfach in Eigenleistung einsetzen und rechnet sich schon innerhalb eines Jahres. Durch beschädigte Türdichtungen oder defekte Türschlösser dringt dauerhaft warme, feuchte Luft ein. Für die meist ungenügenden Abdichtungen gilt das Gleiche. Durch den Warmlufteintrag kommt es zu einer schnellen Vereisung der Verdampfer. Messungen haben ergeben, dass dies zu einem Strommehrverbrauch von bis zu 40 % führen kann.

- Zwangsbelüftung

Der Energiebedarf von Kühlgeräten verringert sich mit abnehmender Umgebungstemperatur. Der für Wohnräume bekannte Zusammenhang, dass 1°C Temperaturabsenkung zu einer Energieeinsparung von 4 % führt, gilt auch für die Umgebungstemperatur der Kälteanlage. Eine ausreichende Luftzufuhr durch eine wirksame und ausreichend dimensionierte Be- und Entlüftung ist überlebensnotwendig für die Verflüssiger.

1.3.3 Investitionen und größere technische Maßnahmen

Bei Installation einer neuen Kälteanlage sollte auf Folgendes geachtet werden:

- Ausreichende Dämmung der Kühlräume

Richtwerte für die Dämmschichtstärke wurden vom Bayerischen Landesamt für Umwelt veröffentlicht. Das Dämmmaterial muss intakt sein, d.h. trocken und unbeschädigt.

- Block-Anordnung der Kühl- und Gefrierräume

Ein Zugang des Gefrierhauses durch den Kühlraum ermöglicht die Nutzung der Kälteverluste durch das Öffnen des Gefrierhauses im davor liegenden Kühlraum. Sind mehrere Kühlstellen vorhanden, lässt sich eine Verbundanlage einplanen. Die Verbundanlage ermöglicht eine bedarfsoptimierte Kälteerzeugung und hat ein besseres Teillastverhalten als Einzelaggregate. Die Installation einer Wärmerückgewinnung ist auch weniger aufwändig und damit kostengünstiger.

- Kältemittel

Ältere Kälteanlagen enthalten zum Teil noch Halogen-Kohlenwasserstoffe als Kältemittel, die zur Zerstörung der Ozonschicht beitragen. Für das Kältemittel R 22 besteht in Deutschland für Neuanlagen ein generelles Verbot. Vorerst können R 22-Komponenten noch zur Reparatur bestehender Anlagen verwendet werden. Die Erweiterung einer Kälteanlage mit dem Kältemittel R 22 ist nicht mehr erlaubt. Anzumerken ist, dass die Verfügbarkeit von Drop-in¹ - Kältemitteln sinkt und viele Kälteanlagenbauer sie bereits nicht mehr anbieten. Es besteht

¹ Drop-in bedeutet Austausch lediglich des Kältemittels, nicht des Öls in der Kälteanlage)

also bei einem Ausfall der Kälteanlage die Gefahr, dass die Ware verdirbt. Das Kältemittel R 404a ist heute für die Kühlung im Bereich von -24 bis $+5^{\circ}\text{C}$ etabliert.

1.3.4 Wärmerückgewinnung

Bei der Kälteerzeugung fällt an den Verflüssigern (Ab)-Wärme an. Gleichzeitig besteht in einer Fleischerei aus Hygienegründen ein hoher Bedarf an Warmwasser. Diese Abwärme kann genutzt werden. Es müssen einige Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit einer Wärmerückgewinnung erfüllt sein:

- ein Warmwasserverbrauch von mindestens 750 Liter pro Tag
- mindestens 8–10 kW installierte Kälteleistung
- möglichst kurze Kältemittelleitungen zum Aufstellort des Warmwasserspeichers
- ein Warmwasserspeicher, da die Abwärme aus den Kälteanlagen kontinuierlich anfällt, Warmwasser aber schubweise, z. B. zur Reinigung, benötigt wird.

Ein Betrieb mit einem Warmwasserverbrauch von 1000 Liter pro Tag z. B. benötigt mindestens einen Speicher mit 600 Liter Volumen. Empfehlenswert sind natürlich ein möglichst großes Speichervolumen und eine Schichtenspeicherung.

Bei der Auslegung und der Installation einer Wärmerückgewinnung aus Kälteabwärme ist zu beachten, dass das erzeugte Warmwasser ein Temperaturniveau von 45°C nicht wesentlich überschreiten soll, um den Wirkungsgrad der Kälteanlage nicht zu verschlechtern. Die notwendige Nacherwärmung (z.B. auf 60°C) sollte mit einer zentralen Warmwasserbereitung, aber nicht mit Strom, erfolgen. Erzielbare finanzielle Einsparungen liegen in kleinen und mittleren Betrieben bei ca. 1.000 bis 2.000 Euro pro Jahr (2.000 Euro, wenn das Warmwasser zuvor elektrisch bereitet wurde).

Die Investitionskosten sind abhängig von den räumlichen Gegebenheiten vor Ort und von der Anzahl der einzubindenden Kälteanlagen.

Die Erfahrung zeigt: Eine Abwärmenutzung der Kälteanlagen ist fast in jedem Fall wirtschaftlich. Vorteilhaft ist es, mehrere Kälteanlagen im Verbund zu schalten (z.B. die Ladenkühlgeräte). Es verringern sich die Anzahl der zu installierenden Wärmetauscher im Speicher und damit die Installationskosten. Wärmetauscher müssen regelmäßig entkalkt werden, damit eine gute Wärmeübertragung gewährleistet werden kann.