

IX<sup>th</sup> CONFERENCE OF EUROPEAN MEAT RESEARCH WORKERS  
Budapest, September 4-11, 1963

62 397

Professor Dr. Hans-Jürgen Sinell

Dr. Z. A. El Shammaa

Neuzeitliche Kühlungs- und Transportprobleme bei Schweinefleisch  
=====

Während der letzten 10 Jahre hat der Transport von gekühltem Fleisch innerhalb der europäischen Länder erheblich zugenommen und es ist zu erwarten, daß er künftig, insbesondere auch nach dem wirtschaftlichen Zusammenschluß dieser Länder, weiter anwachsen wird. Wir hatten in den vergangenen Jahren Gelegenheit, die heute in der Praxis noch vielfach üblichen Methoden der Fleischkühlung und des Transportes aber auch die Beschaffenheit des Fleisches nach solchen Transporten näher zu untersuchen. Dabei war festzustellen, daß diese sich für eine völlige Erhaltung der ursprünglichen frischen Qualität nicht immer als förderlich erwiesen haben. Häufig sind beträchtliche wirtschaftliche Verluste zu beklagen.

Für derartige Verluste sind hauptsächlich folgende Faktoren verantwortlich: Die Methode und Dauer der Kühlung nach der Schlachtung sowie die Beschaffenheit der Transportfahrzeuge und die Kühlmittel in diesen Fahrzeugen. Die übrigen Bedingungen, wie etwa der jeweilige hygienische Stand der Fleischgewinnung und -behandlung wie auch die klimatischen Verhältnisse sollen in diesem Zusammenhang nicht näher erörtert werden.

Bei der Fleischkühlung kann man grundsätzlich zwei Methoden unterscheiden: Das "langsame" und das "schnelle" Verfahren. Man benötigt bei ersterem etwa 40 und bei dem schnellen Kühlverfahren ungefähr 20 Stunden, um eine Temperatur von  $+4^{\circ}$  C im Innern der Muskulatur zu erreichen. Unter praktischen Verhältnissen wird jedoch das Fleisch nur selten während einer derartig langen Zeit im Kühlraum belassen, da einerseits hohe Schwundverluste, die in der Größenordnung von 2 % liegen, vermieden werden sollen und andererseits auch das Fleisch alsbald ohne

398

Zeitverlust exportiert werden soll. So verbleibt es in der Regel nicht länger als 8 - 18 Stunden im Kühlraum. Die Innentemperatur ist aber dann erst auf +6° bis +15° C abgesunken.

Es hat sich gezeigt, daß nach Beendigung dieses Kühlprozesses die Keimzahl auf der Oberfläche des Fleisches den Anfangs-keimgehalt erheblich übersteigt. Dabei herrschen namentlich psychrophile Keime vor, was einen erheblichen Qualitätsabfall des Fleisches binnen kurzer Zeit nach sich ziehen kann.

Das Fleisch wird dann üblicherweise in Fahrzeugen transportiert, die eine Wandisolierung von 8 - 12 cm haben, wobei eine Boden- und Deckenisolierung auch gelegentlich fehlen kann. Die Wagen sind mit Frischluftöffnungen, die während der Fahrt geöffnet werden, ausgerüstet. Durch sie gelangen nicht nur Frischluft, sondern auch Staubteilchen, die mit Verunreinigungskeimen behaftet sind, in das Innere des Wagens und natürlich auch auf die Fleischoberfläche.

Zur Kühlung der Wagen während der Fahrt wird gewöhnlich Trockeneis oder Wassereis verwendet. Das Trockeneis ist in einem Behälter meist an der Frontseite des Laderaumes angebracht, wobei ein Ventilator die entstehende abgekühlte Luft in das Wageninnere hineinbläst. Wassereis hingegen wird häufig nur auf den Boden des Laderaumes geworfen. Eine besondere Luftumwälzung findet nicht statt. Spezial-Kühlfahrzeuge, deren Laderäume mit eigenen Kühlaggregaten gekühlt werden, sind zur Zeit wegen des hohen Kostenaufwandes noch nicht im allgemeinen Gebrauch.

Nach Transportzeiten von 6 - 12 Stunden hat das Fleisch, wie nachgewiesen werden konnte, eine Innentemperatur von 10° bis 20° C. Kondenswasser hat sich auf der Oberfläche gebildet und man findet Verunreinigungskeime in weit höherer Zahl als zu Beginn des Transportes. Manchmal ist sogar schon ein unangenehm dumpfiger Geruch zu bemerken. Derartiges Fleisch ist keine Qualitätsware mehr und sowohl für die weitere Verarbeitung als auch für den Frischfleisch-Verkauf nur wenig geeignet.

399

Die hohe Temperatur im Wageninnern und die damit im Zusammenhang stehende Qualitätsminderung des Fleisches sind ganz allgemein durch folgende Faktoren bedingt (auf technische Einzelheiten der verschiedenen Fahrzeugtypen soll dabei nicht eingegangen werden):

1) Die Beschaffenheit der Wandisolierung und die Gegenwart von Luftöffnungen führen hauptsächlich während der warmen Sommermonate zu einer fortschreitenden Erwärmung der Luft im Wageninnern, wobei gleichzeitig auch die Feuchtigkeit ansteigt. Man kann dies leicht dadurch nachweisen, daß die Temperatur des Fleisches, das sich in der Nähe der Wandung oder auch der Luftöffnungen befindet, höher ist als die des davon weiter entfernten Fleisches.

2) Die Tätigkeit des einen Ventilators reicht in der Regel für eine genügende Luftumwälzung in den weiter rückwärtig gelegenen Partien des Wagens nicht aus. Auch hier finden wir im Fleisch niedrigere Temperaturen nur in unmittelbarer Nähe des Ventilators. Die Leistung des Ventilators genügt meist nicht einmal, um das in unmittelbarer Nähe gelegene Trockeneis vollständig zu verbrauchen.

3) Schließlich stellt die außerordentlich hohe relative Feuchte im Wageninnern einen besonders ungünstigen Faktor dar; sie ist die Ursache für den so verhängnisvollen Niederschlag von Kondenswasser auf der Fleischoberfläche. Wird Wassereis zur Kühlung in den Fahrzeugen verwendet, so erreicht die relative Feuchte 97 %, bei Verwendung von Trockeneis nur 91 %.

4) Auch bei mechanisch gekühlten Fahrzeugen wurden verschiedentlich recht hohe Fleischtemperaturen beobachtet. Sie werden ebenfalls mit unzureichender Wandisolierung und ungenügender Aktion des Ventilators, der nicht im Stande ist, die Kaltluft im gesamten Wageninnern gleichmäßig zu verteilen, zu erklären versucht. Es braucht nicht betont zu werden, daß sich geringfügige Mängel der Transportfahrzeuge um so schwerer auswirken werden, je höher die Temperatur des eingebrachten Fleisches ist.

Zur Vermeidung dieser Fehler und zur Erhaltung einer guten Qualität des Exportfleisches wurde versucht, die Kühlmethode und auch das Vorgehen beim Transport zu modifizieren, wobei möglichst kostensparend verfahren werden sollte. Zur Kühlung von Schweinehälften wurde ein kleiner Gefrierraum (6 x 5,5 x 2,5 m) verwendet. Er war ausgerüstet mit einem Aggregat mit einer Kälteleistung von 60000 Kcal/h mit einer Verdampfungstemperatur von -15° bis -18° C sowie 4 Ventilatoren mit 950 U/min, durch <sup>die</sup> ein Luftstrom von 2 - 1 m/sec. erzeugt werden konnte. Vor der Beschickung dieser Kühlkammer wurde die Kältemaschine 2 Stunden in Betrieb genommen, wobei die Raumtemperatur von -25° bis -30° C sank. Dann wurden 55 Tierkörper in den Raum verbracht. Die relative Feuchte betrug 88 % vor und 94 % nach der Kühlung. Der Luftstrom wurde vor der Kühlung auf eine Geschwindigkeit von 2 m/sec. und während der Kühlung auf 1 m/sec. reguliert. Im Verlauf von 1 1/2 Stunden Kühlung sank die Innentemperatur des Fleisches (gemessen im Schinken) von +35° bis auf +7° C. Nach insgesamt 2 1/2 Stunden betrug sie nur mehr ±0° bis +1° C. Anschließend wurde das Fleisch aus diesem Gefrierraum in einen weiteren Kühlraum verbracht, der bei etwa ±0° gehalten wurde. Dort verblieb es bis zum Transport. Ein oberflächliches Anfrieren wurde auf diese Weise vermieden.

Abgesehen von dem Vorzug der außerordentlich schnellen Abkühlung gelang es mit dieser "Kälte-Schock"-Methode auch, den Schwundverlust auf nur 0,9 % zu reduzieren, während bei den konventionellen Methoden regelmäßig 1,5 % bis 2 % beobachtet wurden. Die Farbe des Fleisches war ansprechend, der pH-Wert sank von 6,4 nach der Schlachtung bis auf 5,9 nach dem Kühlen. Ein Gefrieren der Muskulatur wurde nicht beobachtet. Lediglich die Ohren gefroren, was aber schließlich nicht von Bedeutung ist. Als wichtigster Vorzug dieser Kühlmethode ist die völlige Unterbindung einer Keimvermehrung auf der Fleischoberfläche anzusehen. Keimzahlbestimmungen, die vor und nach dem Kühlprozeß mittels eines kulturellen Abdruck-Zählverfahrens durchgeführt wurden, führten zu zahlenmäßig gleichen Ergebnissen.

Zum Transport dieses Fleisches wurde ein gewöhnlicher Transportwagen umgebaut. Der Transportraum wurde mit jeweils 2 Ventilatoren an der Stirnseite und an der Rückseite ausgerüstet, zu deren Speisung ein 1000 Watt Dynamo mit einer 24 Volt-Batterie verwendet wurde. Daneben wurden nur 50 kg Trockeneis in 4 Netzen in einer Entfernung von 1,5 m vor den Ventilatoren aufgehängt. Die Ventilatoren arbeiteten intermittierend und regelmäßig nur 15 Minuten in der Stunde, wobei der Luftstrom gegen das Trockeneis geblasen wurde. Bei diesem Verfahren verteilte sich die Kaltluft absolut gleichmäßig im Wageninnern und es gelang, über den ganzen Transportweg eine konstant niedrige Temperatur aufrecht zu erhalten. Bei Erreichen des Zieles nach 16-stündigem Transport über eine Strecke von 600 km hatte der Laderaum eine Temperatur von +3° C bei relativer Feuchte von 91 %. Das Fleisch wies eine Innentemperatur von 2,5° C und keine Kondenswasserbildung auf. Der pH-Wert des Fleisches fiel weiterhin ab bis auf 5,8 und ein signifikantes Ansteigen der Keimzahlen auf der Fleischoberfläche wurde nicht beobachtet. Die sinnfällige und hygienische Beschaffenheit des Fleisches genügte allen Ansprüchen.

Auf Grund dieser günstigen Ergebnisse bei der Kühlung des Schweinefleisches schlagen wir im Interesse einer Verbesserung der hygienischen Qualität von Fleisch, das für den Versand bestimmt ist, vor:

- 1) Kühlung des Fleisches mittels der Kälteschock-Methode bei Temperaturen von -25° bis -30° C und einer Luftumwälzung von 300 mal pro Stunde. Ein Kurzzeit-Kühlraum, der 100 Tierkörper faßt, erfordert ein Aggregat mit einer Kälteleistung von 100 000 Kcal/h.
- 2) Verwendung eines Fließbandes zur Be- und Entladung des Kühlraumes, wobei Kälteverluste vermieden werden können.
- 3) Die Kühldauer ist zur Erreichung einer Innentemperatur von +1° C und zur Vermeidung des äußerlichen Anfrierens auf nur 2 1/2 Stunden zu beschränken.

Als Änderungen an den Fahrzeugen wird vorgeschlagen:

- 1) Lüftungsöffnungen sollten künftig bei Fleischtransportfahrzeugen nicht mehr eingebaut werden.
- 2) Anbringung von 4 Ventilatoren mit einer Leistungsaufnahme von 300 W im Wageninnern zur Gewährleistung einer ausreichenden Verteilung der Kaltluft; dabei sind ausreichende Energiequellen vorzusehen.
- 3) Die Verwendung von Wassereis sollte unter allen Umständen unterbleiben. Es sollte ausschließlich Trockeneis verwendet werden, insbesondere auch im Hinblick auf die keimhemmende Wirkung einer kohlendioxidreichen Atmosphäre. Für eine verkehrübliche Ladung von 60-80 Schweinen in Hälften reichen 50 kg Trockeneis über eine Transportentfernung von 600 km aus. Für jeweils  $5^{\circ}$  C, die die Außentemperatur über  $15^{\circ}$  bis  $20^{\circ}$  C liegt, sind 20 kg Trockeneis mehr vorzusehen.
- 4) Mit Kühlaggregaten ausgerüstete Fahrzeuge sollten stärkere Ventilatoren erhalten, um eine verstärkte Umwälzung der Kaltluft über die gesamte Ladung hinweg zu gewährleisten.

### Zusammenfassung

Bei der Kühlung von Schweinefleisch für Versandzwecke werden unter Praxisverhältnissen je nach der angewendeten Methode 20 bis 40 Stunden benötigt, bis im Inneren der Muskulatur eine Temperatur von  $+4^{\circ}$  C erreicht ist. Nach dieser relativ langen Kühlzeit erleidet das Fleisch besonders während langer Transportwege häufig erhebliche Qualitätseinbußen. Es wird daher die Anwendung des sogenannten "Kälteschock"-Verfahrens mit Temperaturen zu Anfang der Kühlung von  $-25^{\circ}$  C und 300facher stündlicher Luftumwälzung vorgeschlagen. Bei dieser Methode wird

binnen 2 1/2 Stunden in der Tiefe der Muskulatur eine Temperatur von  $\pm 0^{\circ}$  bis  $+1^{\circ}$  C erreicht. Bakteriellles Wachstum auf der Oberfläche wird völlig gehemmt. In den Transportfahrzeugen wird die Anbringung von 4 Ventilatoren vorgeschlagen, die ihr Gebläse gegen Kunststoffnetze richten, die mit Trockeneis gefüllt sind. Für Transportentfernungen über 600 km reicht eine Menge von 40 - 50 kg Trockeneis aus. Die Ventilatoren arbeiten jeweils nur 15 Minuten in jeder Stunde, wodurch eine ausreichende Verteilung der Kaltluft im gesamten Laderaum gewährleistet wird. Die Fleischtemperatur steigt bei diesem Verfahren während einer Transportdauer von 10 - 12 Stunden nicht über  $+3^{\circ}$  C an. Die Verwendung von Lüftungsöffnungen und von Blockeis (Wassereis) erwies sich in hygienischer Hinsicht als ungünstig und sollte vermieden werden.

404

Professor Dr. Sinell, Berlin

Problems of the refrigeration and the transport of pig meat in modern times

Summary

For the chilling of meat two types of cooling rooms are used, the slow type and the rapid type. It takes about 40 hours by the slow type and about 20 hours by the rapid type to reach an internal temperature of  $+4^{\circ}$  C. It is proved that the meat refrigerated by these methods does not keep quality when it is transported over long distances and great losses consequently occurred. To avoid such losses and to keep the value of the transported meat, new methods in the chilling process as well as in the transport were successfully applied.

To cool pig carcasses, the cold shock method was applied. By the use of a temperature of  $-25^{\circ}$  C with an air circulation of 1 m/sec., the chilling time is reduced to 2 1/2 hours. Using this method, a temperature of  $0^{\circ}$  C to  $+1^{\circ}$  C in the thickest parts of the muscles was reached. The bacterial growth on the surface of the carcass was inhibited totally. Moreover the quality of the meat was not affected.

For the transport an insulated car equipped with 4 fans and 4 nets, each containing 10 kg dry ice was used. The fans work automatically and intermittantly only for 15 minutes every hour. The load reached the destination over a distance of 600 km with an internal temperature of  $+3^{\circ}$  C without any decrease of its value

405

Professeur Dr. Sinell, Berlin

Docteur Z. A. El shammaa, Berlin

Problèmes actuels relatifs au transport et à la réfrigération  
du porc.

Voulant frigorifier du porc dans le but d'expédition ultérieure on a besoin de 20 à 40 heures - tout compte tenu des circonstances pratiques suivant la méthode employée - jusqu'à ce que soit atteinte une température de  $+4^{\circ}\text{C}$  à l'intérieur de la musculature. Après ce temps relativement long la viande perd souvent de sa qualité, surtout si le chemin de transport est long. C'est pour remédier à cet inconvénient qu'on propose l'emploi du procédé dit "frigo choc" qui commence par des températures de  $-25^{\circ}\text{C}$  et prévoit de renouveler l'air 300 fois par heure. Cette méthode permet d'atteindre une température de  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  à  $+1^{\circ}\text{C}$  au plus profond de la musculature dans un délai de 2 heures et demie. La pullulation bactérienne est entièrement arrêtée à la surface. On propose donc d'installer dans les véhicules de transport 4 ventilateurs qui souffleraient sur des filets à base de matière plastique remplis de glace carbonique. Sur des distances de plus de 600 km le transport est assuré par 40 à 50 kg de glace carbonique. Les ventilateurs ne travaillent que 15 minutes par heure - tous au même moment - ce qui garantit la distribution de l'air froid dans l'ensemble du véhicule. Ce procédé empêche que la température de la viande ne monte au-dessus de  $+3^{\circ}\text{C}$ , le transport pouvant durer de 10 à 12 heures. L'installation d'ouvertures destinées à la ventilation naturelle aussi bien que l'emploi de glace en bloc (= eau congelée) ont prouvé leur influence défavorable du point de vue hygiénique et devraient être évitées par conséquent.