

Mededeelingen No. 89 der
Nederlandsche Vereeniging voor Koeltechniek

WETENSCHAPPELIJK GEDEELTE

- I. Openingswoord bij het Koelsymposium op 24 September 1942, door Prof. Dr. M. de Haas.
- II. „Inleiding bij het koelsymposium”, door Prof. Dr. E. C. Wiersma.
- III. „Inrichting van koelhuizen”, door Ir. G. Ferguson.
- IV. „Over het koelen-bevriezen van vleesch”, door Prof. C. F. van Oyen.
- V. „Problemen, die van belang zijn bij het conserveeren van ooft en groenten”, door Dr. Ir. R. Verschuur.

JUNI 1943

I.

OPENINGSWOORD

ter gelegenheid van het Koelsymposium, georganiseerd door de Nederlandsche Vereeniging voor Koeltechniek op 24 Sept. 1942, door Prof. Dr. M. de Haas.

Eenige jaren geleden is het Bestuur van de Nederlandsche Vereeniging voor Koeltechniek in overleg getreden met enkele hoogleeraren aan de Technische Hoogeschool, ten einde door hun bemiddeling te bereiken, dat door studeerenden aan de Technische Hoogeschool op een of andere wijze de koeltechniek tot bijzonder vak van studie kan worden gekozen.

Deze pogingen hebben het volgende resultaat gehad:

1^o. Wat betreft de Afdeeling der werktuigbouwkunde en scheepsbouwkunde. In den staat van mogelijke combinaties van hoofden bijvakken voor het candidaatsexamen voor werktuigkundig ingenieur, 2^e gedeelte is onder letter Z4, een combinatie opgenomen, die aanbevolen wordt voor hen, die zich in koeltechnische richting willen specialiseeren.

Bovendien is door een wijziging van het Koninklijk Besluit betreffende de examens het mogelijk gemaakt, dat door den candidaat Voor het ingenieursexamen onder goedkeuring der Afdeeling de algemeene en toegepaste microbiologie als examenvak gekozen kan worden.

2^o. Voor de studeerenden bij de Afdeeling der scheikundige technologie is specialiseering op koeltechnisch gebied te bereiken bij het ingenieursexamen door middel van de keuzevakken microbiologie, mikroskopische anatomie en (of) werktuigbouwkunde, terwijl verder in het vierde en vijfde studiejaar in overleg met de hoogleeraren voor de genoemde vakken een studieprogramma van onderwerpen op koeltechnisch terrein kan worden vastgesteld.

3^o. De hoogleeraren voor de Technische Physika hebben zich bereid verklaard gelegenheid te geven tot wetenschappelijk onderzoek in verband met de koeltechniek voor het candidaats- en voor het ingenieursexamen.

In een artikel van Prof. Plank, te Karlsruhe, verschenen in 1936 in Zeitschrift der gesamte Kälte-Industrie, getiteld „Die Ausbildung von Kälte-Ingenieuren” schrijft hij: Een streng specialistische behandeling van dit gebied bij het hooger onderwijs zou niet aan te bevelen zijn. Men moet het aan de praktijk overlaten den jongen ingenieur de laatste geheimen en de bijzondere ervaringen van een vakgebied bij te brengen. Taak van het hooger onderwijs is, ook de bijzondere onderwerpen van een zoo algemeen mogelijk standpunt

te doen kennen en de mogelijkheden eener toekomstige ontwikkeling er van in het licht te stellen.

Dat nu deze congresdag, of symposium, heden in Delft in een collegezaal van de T.H. wordt gehouden, heeft mede ten doel aan studeerenden der T.H. eenig inzicht te geven in doel en werkwijze der koeltechniek en in problemen op dit gebied, die nog op oplossing wachten.

Moge eenige hunner hierin aanleiding vinden hun aandacht ook verder aan dit gebied van wetenschap en techniek te wijden, waar voor hen, die zich geroepen voelen, een belangrijke taak kan zijn weggelegd als bedrijfsleider in een ijsfabriek of koelhuis, als levensmiddeleningenieur, of als wetenschappelijk onderzoeker in een proefstation.

Anderzijds hoop ik, dat ook de leden onzer vereeniging, hier aanwezig, die deze propaganda zeker niet noodig hebben, van dit eerste koelsymposium in Nederland nieuwe indrukken en goede herinneringen zullen medenemen.

II.

„INLEIDING TOT HET KOELSYMPOSIUM”

georganiseerd door de Nederlandsche Vereeniging voor Koeltechniek op 24 September 1942. Voordracht gehouden door.
Prof. Dr. E.C. Wiersma, Hoogleraar te Delft.

Om koude te verkrijgen laat men een werkend lichaam een proces doormaken, waarbij warmte afgevoerd wordt bij normale temperatuur, dus de entropie van het systeem daalt. Daarna volgt een 2^e proces, adiabatisch, waarbij nu een verandering in tegengestelde zin als de eerste afgedwongen wordt en de temperatuur daalt. Aan het werkend lichaam wordt dan bij lage temperatuur warmte toegevoerd uit de af te koelen substantie: de entropie stijgt weer. Daarna kan de kringloop gesloten worden.

Voorbeelden zijn: 1) *Compressie-koelmachine*

- a) met expansie, alleen als voorbeeld genoemd. De machine wordt niet toegepast, behalve bij de warmtepompen, bijvoorbeeld systeem Lèbre.
- b) met smookkraan, welke wel algemeen toegepast worden.

Aan de hand van schema's en T-s diagrammen, wordt nader op de werking ingegaan, ook op den tweetrapscompressor met tusschendruk-warmtewisselaar.

2) *Absorptiekoelmachine.*

Principe. Een gas lost op in een absorptiemiddel bij koelwater-temperatuur. De geconcentreerde oplossing wordt verhit in de generator, er komt damp van hoge druk, door rectificatie wordt het oplosmiddel zoo goed mogelijk verwijderd.

Onder de eigen druk van het gas volgt condensatie in de condensor. Door de regelkraan stroomt de vloeistof naar de verdamper, waar de verdampingswarmte door de af te koelen pekel geleverd wordt. Daarna gaat de damp naar het absorptievat terug. De geconcentreerde oplossing wordt door een warmtewisselaar heen naar de verdamper gevoerd.

De verkregen koude pekel kan nu voor allerlei dienen, b.v.:

- 1^e. om ijs te maken.
- 2^e. om door een buissysteem een ruimte te koelen.
- 3^e. om lucht te koelen, die in de te koelen ruimte geblazen wordt.

Gebruiken we CO₂ als gas in de compressiemachine, dan kan men „droog ijs” (vaste harde blokken CO₂) verkrijgen.

De vraagstukken betreffen dus:

I. De gegevens om tot juiste constructie te komen.

Voor de compressie-machines zijn bijvoorbeeld nodig: de verzadigingsdrukken (dampspanningskrommen), -dichtheden, soortelijke warmten, verdampingswarmten. Liefst heeft men een p-W, log p-W of W-x diagram. Daarvoor zijn dus de metingen nodig. Het groote verschil met de motoren is, dat veel groter verscheidenheid van werkende lichamen gebruikt wordt: de motor gebruikt óf waterdamp (stoomwerktuigen) óf verbrandingsgassen van benzine, ruwe olie of gas. Daarvan zijn de elementaire warmtegegevens nu wel bekend, vooral van water. Doch hier worden series stoffen gebruikt: NH_3 , SO_2 , CO_2 , aethaan, chloormethyl, methylbromide, freon ($\text{C} \cdot \text{Cl}_2 \text{F}_2$) methylamin $\text{CH}_3 \cdot \text{NH}_2$, aethylamin $\text{C}_2 \text{H}_5 \cdot \text{NH}_2$ etc.

Daarvoor moet dus veel gemeten worden.

Voor de absorptie koelmachines is natuurlijk bovendien nodig de kennis van de oplosbaarheid als functie van temperatuur en druk. Hier moeten bovendien deze gegevens nog voor verschillende oplosmiddelen bestudeerd worden. Daar het mee verdampende water hinderlijk is, moet voor goed rendement gerectificeerd worden. Om dat overbodig te maken worden wel vaste absorptie middelen gebruikt, voor NH_3 b.v. Ca Cl_2 (periodiek werkende machines), doch ook Li Cl , Zn Cl_2 etc. Ook worden voor natte machines wel oplossingen van dergelijke stoffen gebruikt, die een lage waterdampdruk hebben; zeer veel onderzoek is nog noodzakelijk. Verder moeten ter bepaling van de grootte der machines en de vermogens ook de warmte-overgangs-coëfficiënten bekend zijn, die dus ook bepaald moeten worden. Vooral voor de pekels moet deze bekend zijn.

Verder moeten bekend zijn: de doorgangscoefficiënt, de soortelijke warmte, de stolpunten, de dichtheden en de viscositeiten: anders kent men het vermogen niet en kan men niet bepalen hoeveel pekels circuleeren moet voor gegeven koude levering. Van groot belang voor de constructie van bewaarruimten is het isolatievermogen van technische isolatoren zooals al- of niet geëxpandeerde kurk, glaswol, asbestvezel etc., waarbij op de vochtigheids toestand gelet dient te worden. Bij hooge vochtgehalten neemt het isolatievermogen af. Door condensatie neemt het isolatiemateriaal vaak water op, vandaar, dat gezocht wordt naar diffusie-dicht materiaal. Aan alfol en dergelijken moeten in dat verband groote aandacht besteed worden.

II. Zijn deze gegevens bekend, dan kan de bouw van de machines ondernomen worden. Gegeven zijn daarbij: het te leveren aantal frigorieën en de temperatuur.

Dan moet op economische gronden (dus zoowel aanschaffingskosten, bedrijfskosten als bedrijfszekerheid) nagegaan worden, welk type machine gekozen wordt: bijvoorbeeld een compressiemachine en zoo ja, met welke stof, enkele trap of meervoudig, met tusschenverdampers of niet, etc.

Als dit vaststaat kan het type compressor bepaald worden: zui-

ger-compressor met één, of met meer cylinders, een roterende compressor met één of met meer schotten, een turbo-compressor met één of met meer wielen.

Hoe de keuze uitvalt hangt geheel van het vermogen en het gebruikte medium af. De turbo-compressoren b.v. zijn eigenlijk alleen voor werkelijk groote vermogens bruikbaar. Dan moeten de bouw van de rectificator (zoo aanwezig), de condensor, verdampers en de warmtewisselaars bezien worden. Hier speelt het rendement t.o.v. de kostprijs de groote rol.

Deze problemen treden ook weer op bij de absorptie koelmachines doch hier is een tweede belangrijke factor: welke stoom is ter beschikking, en dat hangt weer sterk af van het bedrijf, waarvoor de machine gebouwd wordt. Koelhuizen en ijsfabrieken zullen er wel steeds stoom voor genereeren, doch de chemische industrieën (stikstofbindingsbedrijven, olieraffinage, brouwerijen, chocoladefabrieken, paraffine, glauberzout-, chloorcalciumfabrieken etc., bovendien climatiseeren in vele industrieën, waar de werktemperatuur van belang is), hebben vaak afgewerkte stoom, die voor verwarming tot niet te hooge temperatuur kan dienen. Voor de afkoeling van mijnschachten, tunnels etc. wordt weer stoom gegenereerd, zijn dus hooge verdampingstemperaturen mogelijk. Het zoeken naar goede condensoren, verdampers, absorbers e.d. leidt tot het nemen van modelproeven.

III. Voor het koude transport dienen gewoonlijk geïsoleerde leidingen: voor de pekelininstallatie de geïsoleerde buisleidingen, waarin vaak de afsluiters veel warmte lek veroorzaken.

Moeilijkheden treden op door het condenseeren van waterdamp uit de lucht, die het isolatiemateriaal vochtig maakt; dat geeft sterke afname van het isoleerend vermogen, zooals reeds werd opgemerkt. Vandaar het zoeken naar diffusie dichte isolatiematerialen. De meesten zijn dit *niet* (kurk, glaswol, sponsrubber, e.d.) vandaar dat *alfol* dat ook stralingsisoleerend optreedt, belangrijk is. Voor de ruimte die direct door ingeblazen lucht gekoeld worden, moeten „koeltunnels” gebouwd worden; wegens de kleine warmtecapaciteit dient de isolatie goed te zijn, evenals die van de wanden der koelhuizen: de economie speelt weer de groote rol, te dik is duur en neemt productieve ruimte weg, te dun geeft koude lek met als grootste bezwaren inhomogene temperatuurverdeling.

Voor spoorwagenkoeling wordt echter ook ijs en droogijs gebruikt, terwijl de bekende ijskarretjes verschillende systemen volgen: zoo werd van de distributiewagens in Amerika in 1936 b.v.

met droog ijs	23,3 %,
koelmachine	12,7 %,
afkoelend mengsel	23,7 %,
gekoelde pek	34,3 % gekoeld.

Vloeibare zuurstof wordt soms in groote vaten, die een geheele spoorwagen opeischen en die bijvoorbeeld met magnesiumoxyde geïsoleerd zijn, vervoerd.

IV. De toepassing der koude vindt, behalve in de reeds genoemde chemische industrieën vooral plaats in de bewaarplaatsen van voedingsmiddelen.

De vast opgestelde variëren daarbij van de geweldige koelhuizen tot de kleinste huishoud-koelkasten.

Bij de bouw dienen verschillende punten in het oog gehouden te worden. In de eerste plaats: wat zal er bewaard worden: vleesch, visch, boter, groenten of fruit. Ieder daarvan stelt zijn eigen eischen.

Bovendien is van het grootste belang; zal er gekoeld (vlak bij 0 °C. – vaak wordt 4 à 3 °C. gebruikt). gevoren (tot – 20 °C.) of diepgevroren worden (beneden – 20 °C.). Dan: hoe zal het systeem zijn: een koelsysteem met buizen voor pekelcirculatie, en hoe zullen deze worden aangebracht, of zal men een luchtstroom gebruiken, waarbij dan weer groot verschil wordt gemaakt tusschen horizontale en verticale strooming; deze laatste wordt vooral in Amerika sterk gepropageerd. Over de toelaatbare luchtsnelheden bestaan zeer verschillende meeningen en ernstig onderzoek voor de verschillende producten zal nog noodig zijn.

Natuurlijk moet de inrichting zoo zijn, dat temperatuur regeling (dus meting) goed mogelijk is: daarvoor is dus een voldoende isolatie dwingende eisch. Doch verder moet voor goed bewaren de vochtigheidsgraad precies geregeld worden (voor climatiseeren van woonruimten is dit een der grootste problemen). Verder wordt tegenwoordig echter vaak bewaard in ruimten met extra ozon toevoeging – dan is dus een ozon installatie noodig –, in zuivere N₂, in zuurstof arme lucht, in CO₂, in lucht met verminderd zuurstofgehalte en veel CO₂.

Dus de ruimte moet om dit mogelijk te maken goed gasdicht zijn, terwijl regeling der gehalten van de verschillende gassen mogelijk moet zijn. De eischen voor goede bewaring oefenen dus directe invloed op de bouw der koelhuizen uit. Zoo wordt tegenwoordig vrijwel algemeen erkend, dat voor lang bewaren een zeer snel afkoelen van het te bewaren product noodig is. Heeft men dus een koelhuis met buiskoeling, dan moet een aparte voorkeelruimte met flinke luchtsnelheden worden ingericht, daar anders de aanwezige warmte te veel tijd neemt om af te stroomen.

Voor koelschepen gelden analoge eischen, slechts moet daar zeer vaak op gemengd gebruik der ruimte voor vele producten gerekend worden, wat de eischen verzwaaert.

Koelwagens der treinen worden gewoonlijk zoo gebruikt, dat het goed zoo koud als toelaatbaar is erin wordt gebracht, terwijl de koeling door middel van ijs of droog ijs, dat onderweg naar behoefte wordt gevuld, wordt verkregen.

V. De weering van bederf. Hier is onder „bederf” te verstaan alles wat het goed minder gevraagd maakt voor consumptie, dus niet alleen het werkelijk bederven doch ook: kleurverlies, samen-schrimpelen, bedekken met onschuldige uitwendige schimmels enz.

Het voorkomen van indrogen en schrimpelen lijkt zeer eenvoudig: men behoeft de vochtigheidsgraad slechts zoo hoog op te

voeren als met de verzadigde dampdruk van het betrokken materiaal overeenkomt – dan kan noch verdamping noch condensatie optreden. Zoo eenvoudig is het echter niet, de grenslaag blijkt vaak een andere vochtigheidssamenstelling te hebben, zoodat bij luchtstreaming toch weer verdamping kan optreden. Bovendien is het vochtgehalte bij deze condities vaak zoo hoog, dat schimmelvorming sterk optreedt. Dan tracht men condities te verwezenlijken, die dit verschijnsel stoppen: daartoe wordt bijvoorbeeld of periodiek, of voortdurend ozon toegelaten. Doch verschillende voedingsmiddelen reageeren weer heel verschillend. De eenige eisch voor allen is wel: gebruik zoo versch mogelijk, zoo snel mogelijk gekoeld goed voor bewaren.

De juiste rijpheidsgraad moet zorgvuldig in acht worden genomen. Overigens is de zaak uiterst moeilijk; ieder artikel stelt zijn eigen eischen, zoowel wat betreft temperatuur als vochtigheid. De enzymatische processen worden niet zeer sterk vertraagd en behalve bij diep koelen gaan de levensprocessen door – zoowel de enzymen als deze processen verschillen niet alleen voor de groepen vleesch – visch – fruit – groenten, doch ook zeer sterk voor de soort fruit, bijvoorbeeld, en wel zoo, dat de eene appelsoort met zeer weinig zuurstof goed bewaard kan worden, de andere echter vrij veel noodig heeft om niet geheel bruin te worden – en de gegevens spreken elkaar dan nog vaak sterk tegen al naar de herkomst van het bepaalde soort. Intens onderzoek is noodig en nog geheel onvolledig. Hier is de samenwerking der industrie en wetenschap dwingende eisch, zoowel de ingenieur als de bioloog zijn noodig daarbij, maar ook de bereidwillige, deskundige koelhuisdirecteur.

Zulk onderzoek voert soms direct tot verrassende resultaten. Boter werd in zuurstof al bij het karnen verwijderd – de bewaarresultaten waren uitstekend. Doch de aldus bereide boter bleek ook zonder koelen veel beter houdbaar!

Vele groenten worden algemeen geblancheerd, dit is gedurende korten tijd op vrij hoge temperatuur (b.v. 80 °C.) gebracht. Dit doet de kleur veel beter blijven en geeft beter product – de vraagpunten zijn daarbij (ondanks verlies van vitaminen) de methode, de temperatuur en de tijdsduur.

De voorbehandeling met vele voorgestelde chemische preparaten, die het dood en van kiemen en sporen ten doel hebben, hebben nog niet veel resultaat gehad.

Van belang is ook het pakmateriaal, soms huidjes (zakjes) om de producten of wel wikkelpapier, kratten, turfmolm en dergelijken. Dit heeft vooral invloed op de vochtigheidsgraad, die ernstig beïnvloed kan worden.

Modern is het diepvriezen; dan worden de levensprocessen inderdaad wel gestaakt, bewaring gaat vaak uitstekend, het product verdraagt gewoonlijk geen lange tijd tusschen vertrek uit het koelhuis en levering. De uitstekende, aldus verkregen, producten zijn thans nog duur.

VI. Hiermede in verband staat de geheele economie der koude.

Zou men er in slagen een koelhuis steeds „vol” te houden, dan zouden de prijzen laag kunnen worden. Daartoe zal echter een intense samenwerking van velen noodig zijn. Ten eerste moeten de condities bekend zijn voor de bewaring. Dan kan men nagaan, welke producten na elkaar in de loop der seizoenen opgeborgen kunnen worden, zoodat zooveel mogelijk aan de constante benutting der ruimte voldaan wordt.

Economisch is het koelen uiterst belangrijk: producten die zonder dit de markt op één bepaald tijdstip zouden verdrinken, zijn over langen tijd leverbaar en worden graag opgenomen door den consument.

VII. Eisch is, dat goed onderwijs en een goede propaganda leiden tot goede ingenieurs, die voor goede producten, goede afnemers vinden. En zoowel de opleiding als het physisch-technische onderzoek laten in Nederland nog te wenschen over. De wetenschap der zeer lage temperaturen is hier ver gevorderd - het physisch-technisch onderzoek gaat bijna geheel buiten ons om.

Ook voor het biologische deel is niet zooveel gebeurd als onze positie als belangrijke vleesch, boter, fruit en groenten producent zou doen verwachten.

Op het gebied van koelen van bloembollen voor het vroege trekken daarvan zijn heel goede resultaten bereikt.

U zult mij terecht verwijten dat ik oppervlakkig, haastig, onvolledig, onduidelijk, wellicht vervelend ben geweest. Gelukkig zullen hierna een drietal specialisten, ieder hun eigen werk wat nader kunnen toelichten. Ik hoop slechts een beetje inzicht in het algemeene verband der vraagstukken te hebben gegeven – en slechts dat was mij verzocht.

III.

„INRICHTING VAN KOELHUIZEN”

Voordracht gehouden te Delft op 24 September 1942 bij het „Koelsymposium”, georganiseerd door de Nederlandsche Vereeniging van Koeltechniek, door Ir. G. Ferguson, Adviseerend Ingenieur te Zeist.

Ideaal van de verduurzaming van bederfelijke voedingsmiddelen door luchtbehandeling in koel- en vriesruimen is den tijd spoorloos aan het te bewaren object te laten voorbijgaan.

Bederfelijke voedingsmiddelen kenmerken zich door hoge voedingswaarde, gepaard aan hoog vochtgehalte.

Door hun hoge voedingswaarde en hun hoog vochtgehalte vormen de bederfelijke levensmiddelen een geschikten voedingsbodem voor micro-organismen, wier bestaan gebaseerd is op en gepaard gaat met chemische reacties, in hoofdzaak oxydaties en splitsingsprocessen. De stoffen, die daarbij ontstaan, brengen het voedsel in voor ons ongenietbaren vorm, of, zooals wij dat uitdrukken, in een toestand van bederf.

Verduurzamen door luchtbehandeling berust op het verkrijgen en handhaven van zekere luchttoestanden, wat betreft temperatuur lager en wat betreft vochtigheidsgraad in het algemeen hooger dan in de vrije omgeving voorkomt en waardoor in hoofdzaak voortwoekeren van schadelijke organismen, overmatige indroging en, bij levend koelgoed zooals fruit, ademhaling, dus zelfverbranding, en rijping min of meer worden tegengegaan; verder, zooals bij vetten, directe chemische ontleding.

Er zijn, met betrekking tot het koelgoed en de storende, agressieve invloeden waarvan de invloed moet worden tegengegaan, vier combinaties van luchttoestanden denkbaar.

1. Gunstig voor het conserveeringsobject en gunstig voor de agressieve invloeden. Hieronder vallen de luchttoestanden met normale omgevingstemperatuur en hooge tot matige vochtigheidsgraad. Zij zijn ongeschikt voor conserveering, omdat weliswaar het conserveeringsobject door den luchttoestand niet geschaad wordt, doch tevens optimale bestaansvoorwaarden voor de schadelijke organismen geboden worden.

II. Schadelijk voor beide. Hiertoe behooren de zeer lage vochtigheidsgraden. Door drogen van vleesch, fruit en groente kan weliswaar afdoende weerstand geboden worden aan bacteriën en

schimmels, maar dit gaat ten koste van het product. Ook vriestemperaturen vallen hieronder.

III. Gunstig voor het conserveeringsobject en ongunstig voor de storingsinvloeden: temperatuur iets boven, althans niet ver onder nul, niet te lage vochtigheidsgraad, dus geen sterke uitdroging, terwijl tevens door de lage temperatuur en een vochtigheidsgraad die onder 100 % ligt, de micro-organismen in hun volle ontwikkeling min of meer belemmerd worden.

IV. Schadelijk voor het conserveeringsobject en gunstig voor de agressieve invloeden, de slechtste combinatie die denkbaar is.

Principieel sluiten III en IV elkaar uit. In fig. 1 zijn onder A de combinaties I, III en II, onder B, I, IV en II aangegeven. De getrokken lijnen stellen de gunstige, de gestippelde de ongunstige toestanden voor, onder V voor het conserveeringsobject, onder B voor de agressieve invloeden.

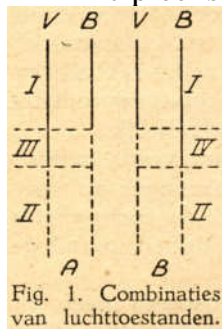


Fig. 1. Combinaties van luchttoestanden.

Conserveering door luchtbehandeling is alleen mogelijk in het overlappingsgebied (III fig. 1 A) waar gunstig voor het conserveeringsobject (getrokken lijn) staat tegenover ongunstig (gestippelde lijn) voor de agressieve invloeden.

Zoo is conserveren principieel uitgesloten bij toestandencombinaties volgens figuur 1B.

In twee gevallen is mogelijk gebleken, door gebruikmaking van koolzuurgas de toestandencombinaties B te veranderen in A.

Het eerste betreft het transport van vleesch van Australië naar Europa. Wegens den langen duur van de zeereis is niet doenlijk. gekoeld vleesch zonder meer in goede conditie over te brengen. Zelfs bij temperaturen en vochtigheidsgraden, die voor vleesch nauwelijks als toelaatbaar kunnen gelden, ontstaat bederf. Radicale verandering ten goede is hierin gekomen door in de ruimen kunstmatig een koolzuur atmosfeer te scheppen.

Het tweede geval betreft de bewaring van zekere appelsoorten, die onderhevig zijn aan laagtemperatuurbederf. In diffusiedichte ruimen, in een koolzuur atmosfeer, door het fruit bij eigen ademhaling ontwikkeld, bewaart men tegenwoordig bepaalde appelsoorten bij temperaturen, die het gevaar voor laagtemperatuurbederf volkomen elimineeren en vochtigheidsgraden van dicht bij 100 % over veel langeren tijdsduur en in aanmerkelijk beter conditie, dan voor sterkere appelsoorten bij gewone koeling zonder meer mogelijk is.

Het is uitgesloten in een koelruim bij voortduring en over de geheele uitgestrektheid een zelfden bepaalden luchttoestand te verkrijgen en te handhaven. Dit is ook niet noodig.

De luchttoestanden moeten blijven, zooals uit figuur 1 blijkt, binnen een zeker rayon, boven een bepaalde ondergrens en onder een zekere bovengrens. De moeilijkheid van de conserveering door koeling met behulp van luchtbehandeling ligt in wezen hierin, de

spreiding van luchttoestanden in het koelruim buiten de toelaatbare zone tegen te gaan.

De homogeniteit, die nooit volkomen te bereiken is, dient zoo goed mogelijk nagestreefd te worden. De thermodynamische wijze van uitvoering van luchtbehandeling en luchtcirculatie is daarbij beslissend.

Er is voor het koelruim met tweeërlei veranderlijkheid rekening te houden, die naar den tijd (de chronologische) en die naar de plaats (de geographische).

De te verkrijgen en te handhaven toestanden, welke de bioloog als optimaal voor de koelbewaring voorschrijft, en de koeltechnicus zoo goed mogelijk moet trachten te realiseeren, wijken practisch voortdurend van die van de omgeving af. De reacties van de omgeving op den kunstmatig geschapen toestand van onevenwicht zijn niet volledig te elimineeren. Ook het koelgoed zelf werkt storend door vocht- en, bij levend koelgoed, ook door warmteproductie. Semipermanente luchtbehandeling is daarom noodzakelijk.

Zoolang de lucht in den luchtkoeler behandeld wordt, zoolang wordt de temperatuur van de lucht in het koelruim lager en wordt niet alleen de vochtinhoud minder, maar daalt ook de vochtigheidsgraad. Omgekeerd stijgen temperatuur en vochtigheidsgraad gedurende de stoptijden.

Zoo ontstaat een veranderlijkheid van luchttoestand naar den tijd. Bij scheepsinstallaties is gebruikelijk, deze veranderlijkheid goeddeels weg te werken, door, bij continubedrijf over het volle etmaal, het tempo van koudetoevoer naar het koelruim in overeenstemming te brengen met het tempo van koudeverbruik. Bij landinstallaties is, door invoering van automatiek, mogelijk gebleken van de schommelingen in temperatuur en vochtigheidsgraad zoowel de phase te verkorten als de amplitude in sterke mate te verkleinen.

Daar de koelruimlucht, door haar deficit aan warmte en vocht, kostbaar is, wordt, behoudens partiële luchtverschingen, voor bepaalde soorten van koelgoed vereischt, steeds dezelfde lucht in hercirculatie gehouden door luchtkoeler en door koelruim.

In den luchtkoeler ontstaan toestandsveranderingen in negatieven zin, in het koelruim toestandsveranderingen in positieven zin van practisch gelijke intensiteit.

In het koelruim geschieden de toestandsveranderingen in twee etappen. Zoodra de lucht vanuit den koeler in het eigenlijke koelruim komt, mengt zij zich met de koelruimlucht. Door deze menging wordt de koelruimlucht al dadelijk wat gekoeld en de inkomende lucht minder koud.

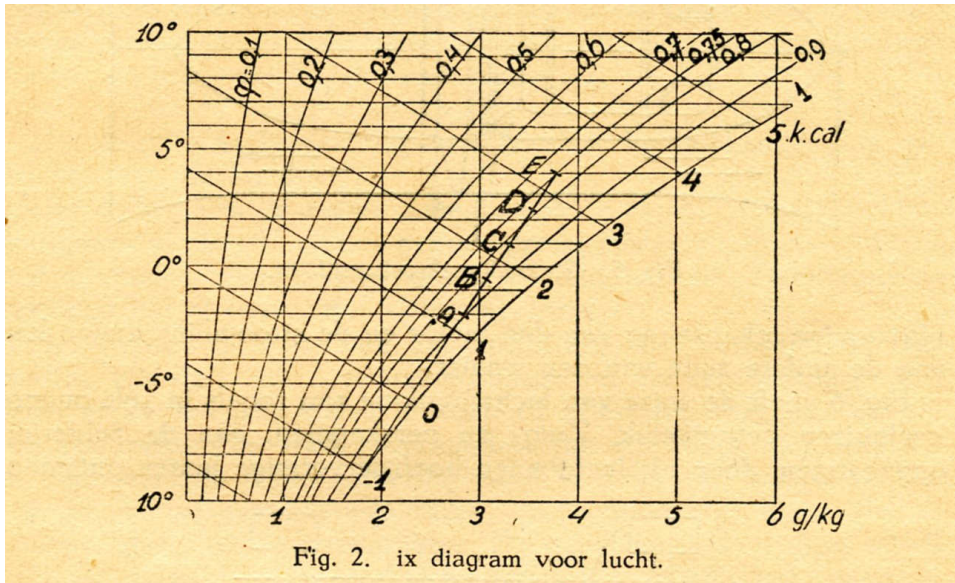
Na de menging, waarbij de van den koeler komende lucht een voorverwarming ondergaat en daarbij haar grootste scherpte verliest, geschiedt de verdere verwarming op haar verderen tocht door het koelruim. Langs de luchtbanen in het koelruim ontstaat aldus een veranderlijkheid naar de plaats.

Deze veranderlijkheid kan zoo niet geheel dan toch goeddeels geëlimineerd worden door de luchtcirculatie in het koelruim periodiek om te keeren.

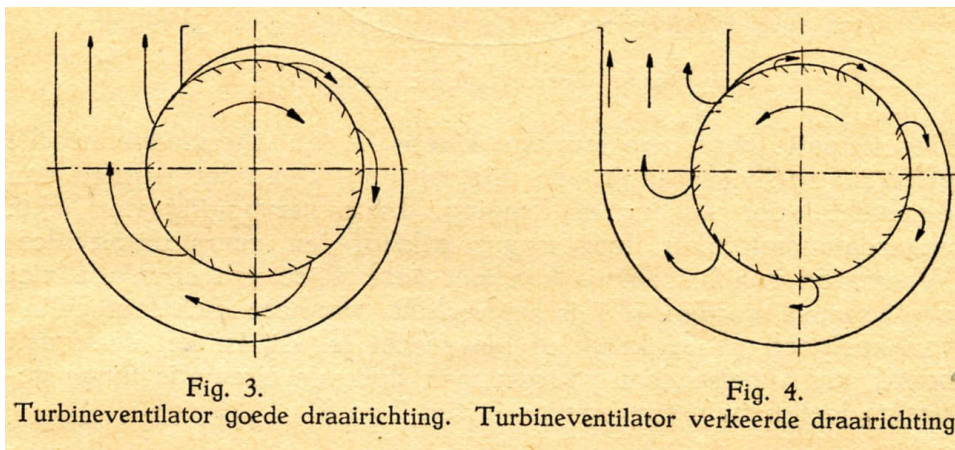
In fig. 2. die het ix diagram voor lucht voorstelt, moge ABCDE de toestandsveranderingen langs een luchtbaan in het koelruim voorstellen.

In dit diagram zijn de horizontale lijnen isothermen, de verticale lijnen geven de vochtinhoud x aan in grammen waterdamp per kg droge lucht, de waaivormige bundel de lijnen van gelijke vochtigheidsgraad ϕ en de lijnen van links boven naar rechts onder de warmteinhoud i .

Bij éénrichtingverkeer in het koelruim wordt de toestand bij het



begin van de luchtbaan beheerscht door punt A, terwijl voor het einde E geldt, door periodieke omkeering echter wordt voor alle deelen van het koelruim benadering van het gemiddelde C mogelijk.



Omkeering van circulatie kan op eenvoudige wijze gebeuren, door omkeering van draairichting van den ventilator, wanneer deze op schroefwerking berust.

Zoals uit fig. 3 en 4 te zien is, brengt omkeering van draairichting bij den turbineventilator geen omkeering van stroomrichting

van de lucht. Fig. 5 geeft een doorsnede aan over een moderne hoogeffect stroomlijn-schroefventilator. Kenmerkend is de groote naafdiameter, die van beteekenis is voor het rendement, de stroom-

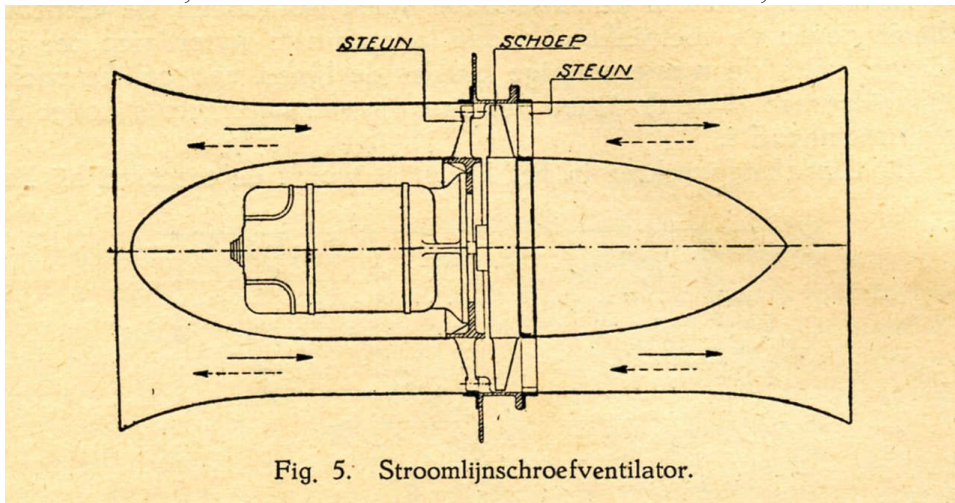


Fig. 5. Stroomlijnschroefventilator.

lijnvormige inkapseling van den motor en de stroomlijnvormige kap aan de andere zijde van den waaier.

Fig. 6 geeft de wijze van luchtcirculatie aan zooals in vele oudere koelhuisen gebruikelijk. Zuig- en perskanalen, aan de zoldering opgehangen, doen als luchtbanen hoefijzervormige lussen ontstaan.

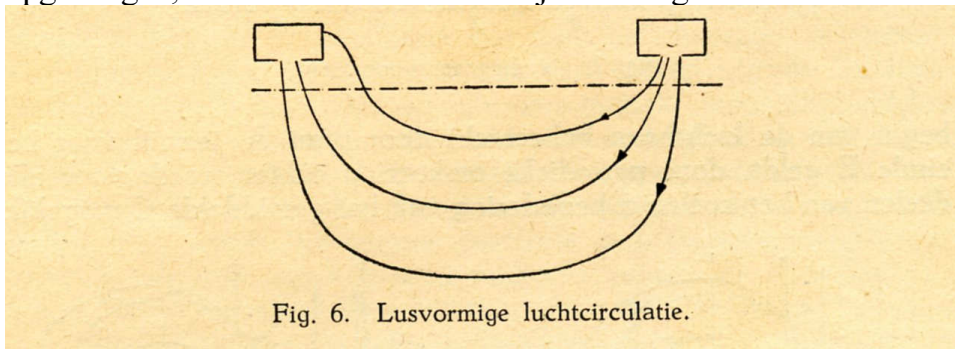


Fig. 6. Lusvormige luchtcirculatie.

De circulatie berust op zwakke kinetische en thermodynamische effecten: snelheid van in- en uitstroaming, zwaarder worden van de lucht door koeling en droging, d.w.z. vervanging van lichte waterdampmoleculen door zware stikstof- en zuurstofmoleculen. Weerstand van beteekenis kan met deze wijze van circulatie niet overwonnen worden. Zij is ongeschikt, wanneer dichte stapeling van koelgoed noodzakelijk of gewenscht is. Zij is, het eerst aan boord van koelschepen, verdrongen door de circulatie langs gestrekte luchtbanen, aangegeven in fig. 7 en 8.

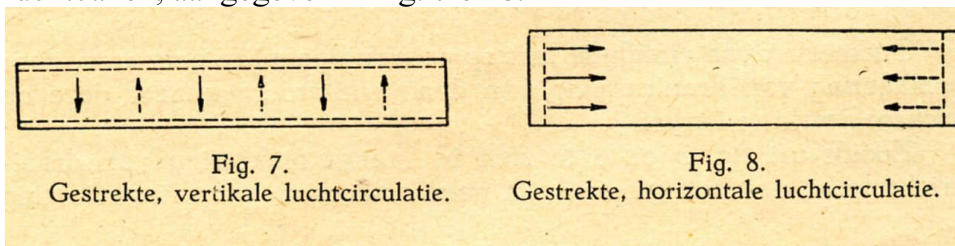


Fig. 7.
Gestreckte, verticale luchtcirculatie.

Fig. 8.
Gestreckte, horizontale luchtcirculatie.

Zoals uit deze figuren blijkt, berust de circulatie niet meer op zwakke kinetische en thermodynamische effecten, maar op het krachtige mechanisch-dynamische effect van den ventilator, die gemakkelijk een drukverschil van eenige cm waterkolom kan doen ontstaan (de thermodynamische druk is bij de in de praktijk voorkomende gevallen een kleine fractie van een mm).

De gestrekte circulatie waarbij in- en uittrede van de lucht aan tegenovergestelde zijden van het koelruim liggen, is proefondervindelijk gebleken voor bewaren op langen termijn de beste te zijn. Gepaard met periodieke omkeering van de stroomrichting en automatisch maakt zij doeltreffende benadering van de homogeniteit voor alle deelen van het koelruim mogelijk.

Het koelproces bestaat uit twee deelen. het maken en het gebruiken van de koude.

Het maken van de koude gebeurt met de eigenlijke koelmachine. doorgaans werkend volgens het compressiesysteem met als middenstof meestal ammoniak voor groote en middelgroote installaties en chloormethyl of freon voor kleine machines.

Het tweede gedeelte van het koelproces, het verbruik, de toepassing van de koude, gebeurt, wanneer het om verduurzamen van bederfelijke levensmiddelen in koel- of vriesruim gaat, met behulp van een luchtkoeler (ook buizennetten, die een koude stof bevatten en geplaatst zijn tegen zoldering en/of wanden van koelruimen en ook de met ijs gevulde ijshouders zijn luchtkoelers) al of niet in samenwerking met een ventilator. De geproduceerde koude wordt op de koelruimlucht overgedragen. Daarbij wordt de lucht gekoeld. gedroogd en in beweging gezet.

Het eerste gedeelte van het proces is zuiver koeltechnisch en thermodynamisch. anorganisch gedimensioneerd. Het tweede gedeelte, tenminste bij conserveering van levensmiddelen, is biologisch, daar zoowel het te beschermen object als de voornaamste agressieve invloeden organisch zijn.

Scheiding van de twee processen door gebruikmaken van pekel is logisch en biedt voor groote gecompliceerde objecten vele voordeelen.

Bij gebruikmaking van pekel kan de koelmachineinstallatie eenvoudig worden en centraal opgesteld. De in den vorm van afgekoelde pekel vastgelegde koude wordt vervolgens naar de verbruiksobjecten gevoerd.

Voor beide deelen van het proces is volledige automatiek mogelijk: de koelmachines worden gestart en gestopt in afhankelijkheid van de pekelt temperatuur door thermostaten in de pekelpakken, ventilator en pekelpomp voor elk koelruim in afhankelijkheid van de koelruimtemperatuur, door thermostaten in de ruimen.

Door de scheiding van de beide processen wordt ook het tempo van koudeproductie gescheiden van het tempo van koudeverbruik. De koelmachines. waarvan het vermogen zich richt naar de maximale behoefte bij hooge buitentemperatuur en groote inbreng, mogen al hun koude afgeven in korte charges van hooge intensiteit, voor de koelruimen kan een meer passend, vlakker, uitgespreider tempo gekozen worden.

Bovendien vergemakkelijkt het gebruik van pekels de juiste afstemming van koeltemperatuur op koelruimluchttemperatuur, welke afstemming noodzakelijk is voor het verkrijgen en handhaven van den juisten vochtigheidsgraad (de toestandsveranderingen in den luchtkoeler zijn gericht naar het snijpunt van de kromme $\varphi = 100\%$ met den koelerthermostaat). Door verhooging van koeltemperatuur wordt de lijn, die de toestandsveranderingen aangeeft, steiler, dus relatief wordt de droging ten opzichte van de koeling geringer.

Er bestaat principiëel verschil tusschen koelen en vriezen. Koelen, als omkeerbaar proces, staat als methode hooger dan vriezen. Als afweermiddel tegen storende invloeden is koelen echter minder effectief. Gekoeld vleesch kan ten hoogste eenige weken, gekoeld fruit tot een half jaar bewaard worden.

Vriezen is een onomkeerbaar proces. Bij vriezen diffundeert celsap door den celwand naar buiten. Het later volgend ontdooien brengt niet al het celsap in oorspronkelijke positie terug. In tegenstelling met koelen veroorzaakt vriezen zelf structuurverandering, die kwaliteitsverlies beteekent. Daar staat tegenover, dat met vriezen gedurende den bewaartijd storende invloeden in meer latenten toestand gebracht worden, zoodat de bewaartijd voor vriesgoed minder gelimiteerd, in sommige gevallen practisch onbegrensd is.

Terwijl de koeltechnicus bij koelen erop uit is, zijn disposities zóó te treffen, dat de bewaartijd zoo lang mogelijk kan zijn, met zoo gering mogelijke verandering van het koel goed gedurende den bewaartijd, ligt bij het vriezen het accent op geheel andere plaats. Dan moet nl. alle zorg geconcentreerd worden op de te volgen methode voor het invriezen zelf. Moderne invriesmethoden hebben ten doel het ideale omkeerbare proces zooveel doenlijk te benaderen. Doeltreffend is groote invriessnelheid. Bij invriezen van visch wordt de groote snelheid verkregen door gebruikmaking van pekels van bij~ zonderen toestand of metalen oppervlakken (Ottesen, Zarotschenzeff, Oscar Dahl, Birdseye).

Actueel, in het bijzonder voor onzen tuinbouw, is snel invriezen van groenten en fruit in een stormwind van tot veertig graden Celsius onder nul.

Aan het invriezen behoort blancheeren gedurende eenige minuten in heet water vooraf te gaan. Door het blancheeren worden enzymen gedood, die, zelfs bij een bewaartemperatuur van -20°C . vitaminen C ontleden en een vischsmaak veroorzaken.

De volgens deze methode verkregen resultaten zijn zoo bijzonder, dat zij als de volstrekt beste van alle tot dusver bekende conserveeringsmethoden kan gelden. Zonder merkbaar verlies aan vitaminen, smaak, aroma of kleur, kunnen fruitsoorten als aardbeien en frambozen en fijne groenten onbeperkten tijd bewaard blijven om bijv. gedurende de wintermaanden in consumptie te komen in een toestand, die van de versche practisch niet te onderscheiden is.

Momenteel zijn in ons land eenige installaties voor zoodanige behandeling van groenten en fruit in uitvoering en voorbereiding.

Isolatie van koel- en vriesruimen is, tegen overmatige warmte-transmissie, economisch noodzakelijk. Als isolatiemateriaal wordt in den regel kurk gebruikt in door verhitting geëxpandeerden toestand. Kurk wordt meestal toegepast in den vorm van platen, waarbij, voor stationaire installaties, de kurkkorrels door bitumen (impregneeren) aan elkaar gehecht worden, terwijl voor scheepsinstallaties de lichtere, niet geïmpregneerde platen gebruikelijk zijn, waarbij als bindmiddel de natuurlijke hars van de kurk zelf gebruikt wordt. Voor scheepsinstallaties, met name voor isolatie van scheepswanden en onderkant dekken, die van spanten en steunen voorzien zijn, wordt veelal losse kurkkorrel toegepast met vóór- of nacompressie, om inklinken door trillen van het schip tegen te gaan.

De isolatie moet zóó worden uitgevoerd, dat niet alleen warmte-transmissie, maar ook diffusie van waterdamp tengevolge van verschil in partiële dampspanning aan weerskanten van den scheidingswand wordt tegengegaan. Optimaal is de isolatielaag aan de warme zijde diffusiedicht te maken en, voor uitwaseming, open aan de koude zijde. Met voordeel is voor landinstallaties gebruik te maken van bitumen in opgelosten en gesmolten toestand, tevens dienend voor hechting van de kurkplaten tegen de gebouwwanden. Moet de isolatie om hygiënische redenen aan de binnenzijde betegeld worden, dan dienen de tegels niet eng, maar wijd gevoegd te worden en mogen er vooral geen luchtzakken achter de tegels zijn, waarin doordiffundeerende waterdamp zou neerslaan. Voor afpleisteren mag alleen cement, geen kalk gebruikt worden en de specie mag niet sterker zijn dan 1 op 3, daar ze anders scheurt.

Behalve voor het bewaren, wordt ook voor het uitbrengen van verschillende soorten koelgoed uit het koelruim bijzondere zorg vereischt.

Volgens metingen van het Kon. Meteorologisch Instituut te de Bilt bevat in ons land de buitenlucht in de maanden Juli en Augustus en de eerste helft van September gemiddeld ca. 10 gram waterdamp per kg droge lucht, welk gemiddelde gedurende korte perioden kan stijgen tot 15‰. Koelruimlucht met een temperatuur van even boven nul, zooals gebruikt wordt voor het bewaren van eieren en verschillende fruitsoorten, kan in verzadigden toestand niet meer bevatten dan 4 à 5 gram waterdamp per kg lucht. Wordt zooveel meer waterdamp bevattende buitenlucht in aanraking gebracht met een object van koelruimtemperatuur, bijv. uit het koelruim gehaalde eieren of fruit en koelt de warme buitenlucht door contact met het koude voorwerp, dan volgt condensatie van de afgescheiden waterdamp. Dit vocht is zoowel voor eieren als voor fruit schadelijk. Bij fruit worden de schimmelkiemen, die in het koelruim niet gedood zijn, doch slechts min of meer latent gehouden, door het vocht tot nieuw leven gewekt.

Om deze neerslag op het koelgebied te verhinderen, laat men de

voor de condensatie gevoelige goederen bij het uitbrengen een tempereerruimte passeeren. Dit is een ruimte waarin de lucht door diffusiedichte afsluiting en drooginrichting kunstmatig gehouden wordt op lagen vochtinhoud. Een verwarmingsinstallatie zorgt, dat het

koelgoed tijdens het verblijf in deze ruimte op buitentemperatuur gebracht wordt. Eerst dan is het gevaar voor condensatie in de buitenlucht geweken en kan het koelgoed zonder bezwaar naar buiten gebracht en getransporteerd worden.



IV.

OVER HET KOELLEN - BEVRIEZEN VAN VLEESCH.

Voordracht gehouden te Delft op 24 September 1942 in het „Koelsymposium”, georganiseerd door de Nederlandsche Vereeniging voor Koeltechniek. door Prof. C.F. van Oyen, Hoogleraar te Utrecht.

Bij den aanvang van deze voordracht over het koelen, resp. bevriezen van vleesch meen ik een woord van verontschuldiging te mogen uitspreken, waar ik Uw aandacht vraag voor een voedingsmiddel dat thans slechts in zeer beperkte mate verkrijgbaar is. Dat dit onderwerp toch op de agenda werd geplaatst, moge als bewijs gelden van het vertrouwen, levende in de kringen van hen, die zich meer in het bijzonder met de bestudeering der voedselproductie hier te lande bezighouden, dat ook deze tijden zullen keeren en meer regelmatig voorraden ter koeling beschikbaar zullen zijn. Trouwens ook bij de huidige beperkte vleeschvoorziening mag de toepassing der kunstmatige koude *onontbeerlijk* worden genoemd. Ik hoop daarop in den loop van deze voordracht terug te komen.

Het is de bedoeling in dit symposium belangstelling te wekken bij hen, die zich nog niet intensief met de problemen der koeltechniek en hare toepassingen in het maatschappelijk leven hebben beziggehouden. Dit brengt mede, dat veel zaken behandeld zullen worden die aan deskundigen reeds lang bekend zijn. De vrees is gewettigd dat zij zich na het aanhooren van uwen inleider moedeloos zullen afvragen, wat heeft hij nu eigenlijk voor nieuws verteld. En de kans daarop wordt nog vergroot, doordat aan het medegedeelde – mede tengevolge van de buitengewone omstandigheden – slechts weinig resultaten van eigen experimenteele arbeid ten grondslag gelegd kunnen worden. Voor deskundige hoorders blijft slechts over, dat wellicht door het bezien der bekende feiten uit een bepaalde gezichtshoek eigen inzicht verhelderd, eigen overtuiging versterkt of gewijzigd worden, hetgeen bij hen die met beide beenen in de practijk staan tot nut van het algemeen kan strekken.

Het eerste punt, dat ik in beschouwing zou willen nemen is het fundamenteele verschil tusschen de toestand van dierlijke producten – in het bijzonder vleesch – op het oogenblik waarop zij voor de koeling beschikbaar komen en die van producten van plantaardigen oorsprong.

Vleesch wordt verkregen van warmbloedige dieren, die dus direct na de slachting een temperatuur van omstreeks 37 °C. bezitten. Alle andere te koelen voorwerpen, misschien met uitzondering van

versch gewonnen melk en eieren bevinden zich op een warmtegraad gelijk aan de buitenlucht. En de techniek van de winning brengt nu eenmaal mede, dat de hierboven genoemde uitzonderingen slechts zelden direct nadat zij verkregen zijn in het koelhuis kunnen worden gebracht. Meestal duurt het eenige uren, ja soms meer dan een etmaal eer de kunstmatig gekoelde opslagplaats wordt bereikt. Zij zijn dan afgekoeld tot de temperatuur der omgeving en in dit opzicht met andere waren gelijk te stellen.

Maar bij het vleesch is dat veelvuldig niet het geval. De moderne slachthuizen, voorzien van daartoe geschikte arbeidsbesparende hulpmiddelen maken het mogelijk binnen korten tijd groote aantallen dieren te slachten en er kan voor de poorten van het koelhuis dan een gedrang ontstaan van lieden, die hunne eigendommen direct na de slachting in die beschermende omgeving wenschen te brengen. De deskundige die met de leiding van zulk een inrichting is belast heeft zich de vraag voor te leggen of zulks nuttig danwel nadeelig is, zoowel uit een hygienisch als uit een economisch standpunt bezien. Mogen wij met het laatste beginnen.

Wordt het temperatuur traject tusschen 37°C . en $\pm 15^{\circ}\text{C}$. (de gemiddelde buitentemperatuur hier te lande) in het koelhuis afgelegd, dan wordt de koelinstallatie voor elk te koelen K.G. vleesch belast met 20 tot 25 calorieën. Ik moge het aan de technici overlaten na te gaan hoeveel economische waarde aan drijfkracht, machineslijtage, en menselijke arbeid (toezicht op de machine installatie) verbruikt moeten worden om deze taak te volbrengen. Laat men deze afkoeling buiten het koelhuis tot stand komen dan geschiedt zij zonder eenigerlei vernietiging van economische waarden. Ik ben derhalve van oordeel, dat het onmiddellijk na de slachting in een koelhuis brengen van levenswarme dieren een economisch nadeel beteekent, dat alleen aanvaardt mag worden, wanneer daar inderdaad voor de voedselvoorziening tastbare voordeelen tegenover zouden staan. Wij zullen zien, dat hiervan niet of slechts in uitzonderingsgevallen sprake kan zijn, integendeel naar mijn inzicht is het voor het verkrijgen van een zoo voortreffelijk mogelijk eindproduct noodzakelijk de afkoeling der slachtdieren van 37°C . op $\pm 15^{\circ}\text{C}$. aan het spel der natuurlijke omstandigheden over te laten. Dat de mensch ook hier in bijzondere gevallen de helpende hand kan bieden wordt t.z.t. in het licht gesteld.

De afkoeling, de verlaging der warmtegraad, is bij lange na niet de eenige physische verandering die het vleesch na den dood van het slachtdier ondergaat. Slaat men op een koude najaarsdag zulk een pas geslacht dier gade, dan neemt men duidelijk nevels waar die met de langs dit dier opstijgende verwarmde lucht, omhoog worden gevoerd. Dierlijk weefsel en in het bijzonder vleesch bevat nu eenmaal een zeer hoog gehalte ($\pm 75\%$) aan water. Naast afkoeling heeft dus ook verdampingplaats. Bij het hangende dier zal de warmte noodig voor die verdamping in hoofdzaak aan de eigen massa ontleend worden. Zij draagt dan ook in niet geringe mate bij tot het tot stand komen der gewenschte temperatuur verlaging. Ieder practicus heeft wel eens waargenomen, dat de temperatuur

van hangende voeten vleesch – zoo noemt men de vierendeelen, waarin een groot slachtdier voor de, verdere verwerking wordt verdeeld – iets lager is dan die der omgeving. Van Santen vermeldt in zijn fundamenteele dissertatie over de „waarde van het bacteriologisch vleeschonderzoek bij het keuren van slachtdieren”, heele reeksen van zulke waarnemingen. Bij kamertemperaturen van 26 en 27 °C. worden vleeschtemperaturen van 18 tot 22 °C. vermeld. Verschillen van 8 à 6 °C. dus zelfs. Bij lagere temperaturen der omgeving (b.v. 16 °C.) blijft een iets kleiner verschil bestaan (± 5 °C.).

Wij mogen hierbij vaststellen, dat deze temperaturen gemeten werden in het inwendige van het vleesch (van Santen blz. 38), en tevens dat de genoemde temperatuursverschillen reeds 24 uur na de slachting konden worden, vastgesteld. Wij kunnen hieruit de conclusie trekken, dat

„bij los hangend vleesch, door het spel der factoren afkoeling aan de lucht en verdamping reeds een afkoeling wordt bereikt tot eenige graden beneden de temperatuur der omgeving.”

Waarom zouden wij koeltechnici deze hulp der natuur niet dankbaar aanvaarden? Niet ter zake deskundigen verheffen hier hun stem en brengen twee naar hun inzicht ernstige bezwaren te berde die luiden:

- 1° deze verdamping beteekent gewichtsverlies van het vleesch en dus vermindering van de beschikbare voedselvoorraad,
- 2° gedurende dit etmaal waarin gij dit vleesch op de natuurlijke wijze laat afkoelen kan het bederven, met alweer vermindering van de beschikbare voedselvoorraad tot gevolg.

Beide leuzen zijn hol, zooals bij nadere beschouwing onmiddellijk blijkt.

Inderdaad de verdamping voert tot gewichtsverlies. De slager zal ‘s morgens over enkele kilogrammen per dier minder beschikken dan ten vorig en avond. Maar daarmee is geen voedsel verloren gegaan. Integendeel, de concentratie der voedende bestanddeelen in het vleesch is er iets door toegenomen. Toegegeven moet worden, dat dit in de oppervlakkige lagen misschien iets meer heeft plaats gehad dan in de dieper liggende deden. Maar het is een normaal verschijnsel dat ook plaats heeft wanneer het vleesch niet zal worden gekoeld. Wij kunnen zeggen, dat het een factor is, die bij de prijsberekening in aanmerking genomen moet worden, waar het geldt de productieprijs per K.G. vleesch uit dien van het levende dier te berekenen. De organen der prijsbeheersching dienen met dit gewichtsverschil rekening te houden, zoowel ter behartiging van de belangen der veehouders, der slaggers als der consumenten. Voor ons als koeltechnici moet dit argument als volkomen uit de lucht gegrepen ter zijde worden gesteld.

Bezien wij het tweede argument, het vleesch zou kunnen bederven vóór dat met de koeling wordt aangevangen. Wij zullen nog gelegenheid hebben ons nader met het wezen van dit bederf bezig te

houden, waartegen juist de maatregel van het koelen is gericht. Maar hier moet geconstateerd worden dat daarvan in deze eerste 24 uur althans bij vleesch van normale slachtdieren in ons klimaat geen sprake is. Integendeel er zijn redenen te over, dat juist deze langzamere overgang van lichaamstemperatuur op een lagere er toe bijdraagt het bederf te weren.

Ieder ontwikkelde leek weet, dat bederf van vleesch samenhangt met bacterie ontwikkeling, doch hoe hier de vork precies in de steel zit, is – ik moet het helaas erkennen – nog niet geheel aan de best ingelichte deskundige bekend. Welzijn een aantal factoren onderkend, die het al dan niet sneller optreden van bederf beïnvloeden. Dat hiertoe behooren de aard en het aantal der micro-organismen, die op de oppervlakte van het vleesch voorhanden zijn zal geen verwondering wekken. Wij komen op de middelen om deze factoren te beheerschen nog nader terug. Het is hier de plaats er op te wijzen, dat in het bijzonder de *vochtigheidstoestand* van de oppervlakte van het vleesch beslissend is voor een snelle of minder snelle *voortplanting* der aanwezige bacteriën en ieder begrijpt, dat met deze snelle voortplanting het aantal toeneemt en dus het bederf verder voortschrijdt. En nu zagen wij juist dat door de meergemelde verdamping de oppervlakte van het vleesch relatief droger werd. Daarmede is vastgesteld dat de factor der verdamping bijdraagt tot het tegengaan van bederf.

Een uitzondering hierop vormen de dieren, waarbij tengevolge van ziekelijke aandoeningen de vochtigheid van het vleesch, maar meer nog van het, dit vleesch omringende bindweefsel abnormaal is toegenomen. Bij zulke dieren ziet men wel een snellere ontwikkeling der aanwezige microben en kan bederf vlugger optreden dan bij de normale, al zal zulks slechts bij uitzondering binnen de eerste 24 uur het geval zijn. Het is de taak van de goed uitgevoerde keuring der geslachte dieren, deze gevallen aan te wijzen en van het langdurig te bewaren vleesch af te zonderen.

Er is echter nog een tweede factor aan te wijzen, die maakt dat tijdens deze eerste 24 uur de kans op bederf minimaal is te noemen. De wisselwerking tusschen de spiercellen, resp. andere lichaamscellen en de daarop vertoevende bacteriën, die uiteindelijk voert tot den toestand, die wij als bederf kennen, is buitengewoon ingewikkeld. Wij betreden hier het gebied der „levensverschijnselen”, die tot uiting komen bij den overgang van het leven naar den dood der cellen. Zonder op de fundamenteele wetten daarvan hier in te gaan moge ik vermelden, dat in tal van lichaamsvochten en lichaamscellen nog niet volledig bekende stoffen aanwezig zijn, die doodend werken op tal van bacteriën. Men noemt dit, dat deze lichaamscellen resp. lichaamsvochten „bactericide” eigenschappen bezitten. Dit verschijnsel is in het bijzonder bij melk bestudeerd en daarbij is gebleken, dat het het duidelijkste aan het licht treedt bij temperaturen tusschen 35 ° en 25 °C. Er zijn redenen om aan te nemen, dat ook het in het vleesch aanwezige vocht tijdens het afsterven dezer cellen een hogere concentratie aan deze bactericide stoffen erlangt, die juist bij het langzaam doorloop en der tempe-

raturen tusschen 35 ° en 25 °C. ten volle hun invloed op eventueel aanwezige micro-organismen doen gelden.

Dit heeft niet alleen ten gevolge, dat op dit oogenblik een vermindering der belagers van de houdbaarheid van het vleesch tot stand komt, maar dat, wanneer er door verdere zorgzame behandeling geen nieuwe worden bij gebracht – zulk vleesch beter geschikt is om lang te worden bewaard, dan vleesch waarbij door een snelle afkoeling der oppervlakte deze bactericide phase practisch wordt overgeslagen.

Zou het bovenstaande al voldoende zijn om ook het tweede argument als ondeugdelijk terzijde te stellen, wij zullen in den loop onzer gedachtenwisseling zien, dat nog andere redenen er voor pleiten tusschen het slachten en kunstmatig koelen zoo mogelijk een heel en zeker niet minder dan een half etmaal in te schakelen. Het verdient aanbeveling het vleesch te brengen in een voor dit doel bestemde ruimte. Dat deze afgewend moet liggen van de directe zonnebestraling op het vleesch spreekt van zelf. De helpende hand kan men bij het verblijf van het vleesch in deze hangruimte bieden, door haar te voorzien van een inrichting tot luchtconditioneering, zoodat op bijzonder heete dagen hier toch altijd een temperatuur van ten hoogste 20 °C. kan worden onderhouden, terwijl ook de vochtigheidsgraad van de lucht beheerscht kan worden. Deze laatste zal dan uit den aard niet te hoog worden aangehouden. Alleen op deze wijze wordt het vleesch op de juiste wijze voorbereid om de koeling te ondergaan, waarbij te bedenken is dat ook de smakelijkheid van het straks te nuttigen product hierdoor niet onbelangrijk wordt beïnvloed.

Wij komen nu tot de derde groep van wijzigingen, die zich voltrekt bij den overgang van het levenswarme spierweefsel onzer slachtdieren, in dat wat wij vleesch plegen te noemen. Deze veranderingen zijn ten deele van physischen ten deele van chemischen aard. Beide zijn zonder twijfel zeer samengesteld en men kan niet zeggen, dat door een grondige analyse der verschijnselen reeds een volledig vaststaand inzicht daarover is verworven.

Reeds tijdens het leven spelen zich in het spierweefsel (en in het daarbij behorende bindweefsel) zeer ingewikkelde levensprocessen af, die gelijk bekend samenhangen met de warmteontwikkeling in het dierlijk lichaam, ter handhaving van de lichaamstemperatuur en van de productie van spankracht in de spieren noodig voor het uitvoeren van bewegingen (het verrichten van arbeid). Algemeen is men van meening, dat hierbij het grootste gewicht gelegd moet worden op de ontleding van melksuiker uit de spiercellen, waarbij o.a. melkzuur ontstaat, maar er zijn toch ook gegevens die er op wijzen, dat ook de eiwitbestanddeelen dezer cellen aan deze functies deelnemen. Kenmerkend voor de melksuiker stofwisseling is, dat bij het levende dier het gevormde zuur althans binnen korten tijd weder verdwijnt. Dit geschiedt niet alleen door neutralisatie met behulp van door het bloed aangevoerde alcalische stoffen, doch zeker voor een belangrijk deel doordat de splitsingsprocessen.

tijdens het leven van de cel, reversiebel zijn. Men neemt algemeen aan, dat voor dit geheele complex van verschijnselen toevoer van O₂ met het bloed onontbeerlijk is, terwijl ook de in de cellen aanwezige enzymen daarin een belangrijk aandeel hebben.

Op het oogenblik van het slachten, komt de bloedsomloop tot stilstand. Het bloed wordt aan het dier onttrokken. Daarmede is het levensevenwicht ook voor deze spiercellen verstoord en zullen bovengeschetste verschijnselen op andere wijze gaan verlopen. In de eerste plaats blijkt nu dat het wegvoeren van het gevormde melkzuur niet meer plaats heeft. Wij zien in de eerste uren na den dood dit zuur zich in het spierweefsel ophoopen. Een waterig extract van vleesch, dat op het oogenblik van slachten een pH heeft van 6.8 à 7 zal b.v. 12 uur later vervaardigd een pH van 5.6 à 5.8 te zien geven. Analyse toont aan dat het melksuikergehalte van het spierweefsel dien overeenkomstig verminderd is. Voorts zien wij dat ook de physische toestand der eiwitten waaruit de spiercellen bestaan zich wijzigt. Zij coaguleeren. Was elke cel op het oogenblik van de dood nog practisch met een „vloeibaar” protoplasma gevuld, en naar alle zijden buigbaar en plooibaar, reeds korten tijd daarna is de massa „hard” en vast geworden; bewegingen van de spieren zijn niet meer uitvoerbaar. Men zegt de cellen zijn in maximale contractie. Ik zou hierbij twee opmerkingen willen maken.

In de eerste plaats dat soortgelijke veranderingen niet alleen in de spiercellen, maar ongetwijfeld ook in de bindweefselcellen, die toch een veel minder intens koolhydraatstofwisseling bezitten, zoo ook in tal van andere weefsels, (milt, lever, nieren enz.) voorkomen.

Voorts dat men omtrent de oorzaak dezer coagulatie van het spiereiwit nog niet tot een eenstemmig oordeel is gekomen. De eenvoudigste voorstelling is, dat de eiwitten door de optredende zure reactie de bedoelde toestandsverandering ondergaan. Andere schrijvers bepleiten, dat deze daartoe niet ter zake doet, maar dat de stolling een gevolg is van enzymatische processen, die zich onder deze gewijzigde omstandigheden in de cel voltrekken.

Het wordt echter tijd na te gaan welke beteekenis de hier kort geschetste „thanathologische” processen voor het bewaren van vleesch door middel van kunstmatige koude hebben.

Dan mogen wij voorop stellen, dat het ontstaan der meer zure reactie er toe bijdraagt, dat de vermeerdering der op het vleesch aanwezige micro-organismen niet zoo snel voortschrijdt als zonder deze zure bodem het geval zou zijn. Zeker de factor „vochtigheid” van dit oppervlak heeft waarschijnlijk een veel sterker invloed op deze vermeerdering dan de factor „zuurgraad” maar verwaarloozen mogen wij deze laatste alweer niet. Dieren waar deze zure reactie ontbreekt, of slechts gebrekkig is ontwikkeld zijn daarom – andere omstandigheden gelijk verondersteld – minder geschikt om te worden bewaard – ook door koeling – als dieren waar zij volledig tot stand kwam. Het is alweer de taak van de keuringsambtenaren deze dieren aan te wijzen en daarmede zoowel producent als consument – dus in feite de gemeenschap – voor schade te behoeden.

Het vleesch is op dit oogenblik (b.v. 1 uur na den dood) een substantie die zich uitermate moeilijk tot een smakelijk gerecht laat bereiden. Men denke nu niet dat hier alleen culinaire overwegingen in het spel zijn. Het is zeer waarschijnlijk dat de verteerbaarheid van het vleesch direct na den dood van het slachtdier belangrijk ten achter staat bij die van goed „tafelrijp” vleesch. Wat verstaat men onder dit laatste.

Onder „tafelrijp” vleesch verstaat men vleesch, waarbij in de eerste plaats een voldoende tijdruimte verlopen is tusschen de dood van het slachtdier en het oogenblik van bereiden in welk tijdsbestek zich bepaalde omzettingen in de weefsels hebben voltrokken. Men mag zeggen, dat deze omzettingen als het ware een inleiding vormen tot de verteering, die straks in de spijsverteeringsorganen van den gebruiker zal plaats hebben maar tevens ook tot die veranderingen die wij gewoon zijn met de termen „bederf” of „rotting” aan te duiden.

Van welken aard zijn deze veranderingen. De meeste deskundigen beschrijven deze onder de term „autolyse.” dat wil zeggen „oplossing, week worden uit eigen kracht.” Het staat wel vast, dat hiertoe bijdraagt de aanwezigheid in de cellen van een of meer fermenten – autolytische fermenten genaamd – die in staat zijn de eiwitten dezer cellen in componenten van eenvoudiger bouw af te breken. Mag ik er op wijzen dat dit niet alleen geschiedt in de eigenlijke spiercellen maar ook in de bindweefselcellen. Vleesch waarin dit proces voldoende lang heeft doorgewerkt verkrijgt die eigenaardige eigenschap, die wij „malschheid” noemen. D.w.z. dat wij bij het kauwen daarop na een beperkt aantal kauwbewegingen bemerken, hoe het gemakkelijk in kleine deeltjes wordt verdeeld, ja zelfs hoe het door de bewegingen van de tong tusschen dit orgaan en het gehemelte wordt fijngedrukt. Doch het wezen van de zaak wordt door deze kenschetsing slechts ten deele aangegeven. Het blijkt dat zulk vleesch beter toegankelijk is voor de inwerking der spijsverteeringsfermenten, dan het „onrijpe” vleesch. Het is dus uit een voedingstechnisch zoowel als uit een culinair oogpunt gewenscht alles in het werk te stellen om ook bij het koelen van vleesch deze natuurverschijnselen ten volle tot ontwikkeling te laten komen.

Deze rijpingsverschijnselen worden zonder twijfel beïnvloed door de temperatuur waarbij het vleesch verkeert. Zij blijken met de door ons meest gewenschte snelheid te verlopen bij temperaturen, die door sommigen bij 15 °C. door anderen iets lager worden aangegeven. Bovendien voltrekken zij zich in den regel binnen de eerste twee à drie etmalen na de slachting. Maar over dit laatste punt zijn de technici het lang niet eens. In andere landen, in het bijzonder de Angelsaksische, stelt men voor de fijne keuken den eisch, dat dit proces nog veel langer heeft doorgewerkt, men spreekt wel van 14 dagen of langer alvorens het vleesch waardig gekeurd zou worden door den gerenommeerden chef de cuisine te worden toe bereid. Ik laat deze werkwijze als zijnde voor ons land van ondergeschikte beteekenis ter zijde maar wensch er het volle licht op te laten vallen.

dat het behoorlijk „tafelrijp” zijn van het vleesch een eisch is, die wij in het belang van den gebruiker moeten stellen. Hoewel door

sommige deskundigen het tegendeel wordt staande gehouden ben ik van oordeel, dat het ook voor dit doel nuttig ja noodzakelijk is, wanneer tusschen het oogenblik van slachten en dat van sterke afkoeling b.v. op 0 °C. of nog lager een behoorlijke tijdsruimte wordt toegelaten.

Nadat wij met het beven staande een overzicht hebben genomen van de behandeling die wij het vleesch moeten doen ondergaan vóórdat met het koelen resp. bevriezen wordt begonnen lijkt het gewenscht na te gaan of er hier te lande aanleiding is tot het toepassen van een dezer werkwijzen of van beide. Wij kunnen op deze vraag het volgende antwoord geven.

Het koelen van vleesch, is bij de vleeschvoorziening der bevolking in ons land een onontbeerlijke werkwijze. Het bevriezen van vleesch komt daarbij slechts onder bijzondere omstandigheden in aanmerking.

Onder koelen van vleesch verstaan wij dan het brengen van deze waar op een temperatuur tusschen 0 ° en 10 °C., onder bevriezen van vleesch, het zoodanig afkoelen beneden 0 °C. dat het in het vleesch aanwezige water tot in de binnenste deel en in ijs is overgegaan.

Niemand zal wel betwisten, dat in normale tijden ons land voorzien was van een veestapel, waaruit de behoefte aan vleesch voor de voeding der bevolking ruimschoots kon worden gedekt. Maar toch zijn ook dan wisselingen in de aanvoer ter veemarkt geen ongewoon verschijnsel, ja ook de vraag in de diverse centra der bevolking gaf soms sterke schommelingen te zien (druk bezochte badplaatsen, volksfeestdagen enz.). Het is dan ook onontbeerlijk gebleken in stad en dorp over een zekere vleeschvoorraad te beschikken. Prijzen manipulaties, waarbij getracht wordt veel in te koppelen bij lage marktnotering om de producten nog tegen de niet verlaagde verkoopprijzen af te zetten werkten deze neiging in de hand. Het valt dan ook niet te verwonderen, dat bij de oprichting der openbare slachthuizen besloten werd daaraan zooveel mogelijk ook openbare koelhuizen te verbinden. Het gebruik dat van deze inrichtingen werd gemaakt was echter vooral in den aanvang plaatselijk zeer wisselend. In sommige steden was de vleeschhandel nu eenmaal zoodanig gebouwd, dat daar slechts bij weinig slaggers behoefte aan voorraadvorming op langer termijn bestond. Slechts een beperkt aantal der grootere meesters in het vak verschaften zich het gebruik van zulk een cel. De moeilijkheid, dat deze voorraad niet op elk uur van den dag voor den eigenaar toegankelijk kon zijn, droeg ook niet er toe bij het gebruik te populariseeren. Elders werd van den aanvang af zoo ruim gebruik gemaakt van het koelhuis, dat het min of meer gedwongen benutten dezer inrichting, - door de koelrechten in het slachtrecht te verdisconteeren – achterwege kon blijven.

Bij de perfectionneering der „kleinkoelinstallaties” is de situatie nog weer anders geworden. Staan energiebronnen als elektrische stroom of wel motorbrandstof den particulier in gewone tijden ad

libitum ter beschikking, dan vormt een goed gedreven en goed onderhouden koelkast een onmisbaar onderdeel van het slagersbedrijf. Hier kan voldoende voorraad op elk uur voor den dagelijkschen verkoop toegankelijk voorhanden zijn, zonder dat verlies door bederf gevreesd behoeft te worden. Ik acht voor ons land ter zake van den normalen vleeschhandel dan ook de volgende „koelketting” van overwegend praktisch belang.

Slachting, eventueel in grootbedrijf (grossierderij) aan goed ingerichte openbare slachthuizen, verblijf in hangruimte ($\frac{1}{2}$ etmaal) daarna voorkeelhuis (temperatuur 5 tot 8 °C.). Vervolgens vervoer van het voorshands noodige naar de particuliere kleinkoelinrichting van den detaillist en van hetgeen als voorraad voor langer tijd moet worden bewaard in het koelhuis (temperatuur 0° -1 °C.). Wordt dit laatste weder op een markt verhandeld, alvorens het den detaillist bereikt, dan verdient het aanbeveling daarvoor de beschikking te hebben over gekoelde ruimten, zooals b.v. op zoo voortreffelijke wijze bij het slachthuis te 's Gravenhage zijn ingericht.

Door deze toepassingen der kunstmatige koude wordt met de geringste verspilling van energie een vleeschvoorziening tot stand gebracht, die aan de strengste hygienische eischen kan voldoen en waarbij de voedingswaarde der voorhanden hoeveelheid vleesch zoo volledig mogelijk tot zijn recht komt.

Het is de taak der technici, de bruikbaarheid en betrouwbaarheid der kleinere koelinstallaties zooveel mogelijk te verhoogen, de kosten der koude ontwikkeling zoo gering mogelijk te doen zijn, door vervolmaking van het nuttig rendement der installaties. Daartegenover is het de taak, van hen die met het hygienisch toezicht op dit voedingsmiddel zijn belast, de productie wijze zoo te leiden, dat het vleesch in zoo hoog mogelijke mate die eigenschappen bezit, die het geschikt maken om door koeling te worden bewaard: resp. alles te weeren dat deze geschiktheid van het vleesch kan verminderen.

Ik kom hiermede op een punt, waarvan de bespreking te lang is uitgesteld nml. het eigenlijke doel der toepassing van de kunstmatige koude bij den vleeschhandel.

Het doel is hier *niet* bepaalde physische veranderingen tot stand te brengen, zooals b.v. in de margarine-industrie plaats grijpt, het doel is uitsluitend „bederf” te voorkomen. Men begaat in het dagelijksch leven nu veelvuldig de fout, dat men aan het gekozen hulpmiddel „het koelen” een onbegrensde macht toeschrijft. Het is heusch niet zoo, dat men omdat men het vleesch gaat koelen er nu maar op elke willekeurige wijze mede kan omspringen en dat het dan „toch wel goed blijft.” Integendeel. Met hoe meer zorgen het vleesch wordt behandeld vóór het in het koelhuis geraakt, des te beter zal het resultaat van het koelproces zijn.

Evenals zoovele andere voor het bestaan der menschen – en ook van de meest beschaafden – noodzakelijke werkzaamheden, gelden die van den slachter als een ruw handwerk, dat slechts uit eenvoudige – en soms weerzinwekkende – handelingen bestaat. Men kan daartegenover staande houden, dat juist door een vakkundige

uitvoering dezer handelingen de fundamenten van een „gezonde” voedselvoorziening der geheele bevolking worden gelegd. Zij zijn dan ook nadere studie en leiding uit een maatschappelijk oogpunt overwaard. Het is niet genoeg te prijzen, dat de pogingen die de hoofden van keuringsdiensten resp. directeuren van openbare slachthuizen reeds sedert vele jaren in deze in het werk hebben gesteld, in de laatste tientallen jaren zulk een sterke steun hebben gekregen in het hier te lande zoo voortreflijk georganiseerde slagersvakonderricht. Ongetwijfeld zullen wanneer de daar verkondigde leerstellingen gemeengoed zijn geworden onder hen, die de hier bedoelde werkzaamheden moeten uitvoeren, en aan de juiste uitvoering de hand wordt gehouden vele tegenslagen en teleurstellingen bij het koelen van vleesch worden voorkomen.

Wij stipten reeds aan, dat bederf – waartegen dus het koelen is gericht – een gevolg is van de inwerking van micro-organismen op de weefsels, die wij te samen vleesch noemen. Waar komen deze vandaan. Zijn zij van nature op of in het vleesch aanwezig. Het mag hier nog wel eens met nadruk in het licht worden gesteld, dat *de meeste dierlijke weefsels tijdens het leven practisch steriel* zijn. Die organen, die in direct contact met de buitenwereld zijn maken daarop een uitzondering, wij kunnen ze hier wel een oogenblik terzijde stellen. Wanneer met de daartoe noodige voorzorgen een gedeelte van de huid van een slachtdier wordt afgenomen, dan is het mogelijk een oppervlakte te voorschijn te brengen waarop practisch geen micro-organismen aanwezig zijn, althans zoo weinig, dat wanneer daaruit het bederf zou moeten voortspruiten er amper tijd voor den gewonen gang van dit vleesch naar den consument beschikbaar zou zijn.

Wanneer wij dan ook in bijzondere onderzoeken vleesch aantreffen waarop kort na de slachting groote aantallen micro-organismen worden ontdekt, dan zijn deze er of door de ondeskundige wijze van slachten op gebracht of reeds uit zulke „opgebrachte” bacterie en door vermeerdering ontstaan. De eerste eisch, die wij aan te koelen vleesch moeten stellen is dan ook, dat het op zoodanige wijze bij de slachting moet zijn behandeld, dat daarop zoo min mogelijk micro-organismen zijn opgebracht. Hiertoe draagt zeker de omgeving bij, waarin de slachting plaats had. Frissche ruime hallen, waarin het opwervelen van stof voorkomen wordt, gelden terecht als een noodzakelijke eisch. Men vervalle echter niet in de fout, dat het slachten in zulk een hal op zich zelf reeds voldoende is om een goed product te waarborgen. Integendeel ook in eenvoudiger omgeving is zulks mogelijk, mits maar met het volgende is rekening gehouden.

De meeste op het vleesch gerakende kiemen zijn afkomstig van het slagersgereedschap, dat bij het onthuiden wordt gebruikt en

van het aan de huid der slachtdieren aanhangende vuil. Daarom is het zoo juist gezien, dat in de groote Amerikaansche slachterijen geen dier ter slachting wordt genomen, dan nadat het door flink spuiten prachtig schoon is gewasschen. Ik ben van oordeel dat de techniek

van het slachten hier te lande – in het bijzonder met het oog op het bewaren van het vleesch door koeling – nog een belangrijke verbetering zou ondergaan, juist door het instellen van deze reiniging.

Maar zonder twijfel zijn de grootste boosdoeners de vaak sterk vervuilde messen, stootijzers en verdere gereedschappen die bij het onthuiden te pas komen. De kroon spannen de meer dan vieze doeken, die soms gebezigd worden om kleine hoeveelheden uittredend bloed van de blanke oppervlakte te verwijderen, het ergste euvel ontstaat, wanneer deze doeken in een emmer vuil – althans sterk bacteriehoudend water – worden gedompeld om de oppervlakte van het slachtdier eens keurig te wasschen. Zelfs al neemt men daarvoor versch water, dan bereikt men nog een averechts resultaat, want de emmer waarin het wordt gegoten bevat in den regel op zijn oppervlakte zulk een intense bacterie flora, dat ten slotte het vleesch nog ernstig geïnfecteerd wordt en wat erger is geïnfecteerd in een nog extra vochtig gemaakt oppervlak. Men kan dan ook zeggen, dat voor te koelen vleesch al dit wasschen en vegen uit den boeze is. Uitvoerige proeven genomen in bovengenoemde groote Amerikaansche slachterijen hebben aangetoond, dat geen contact met water het beste is. Wil men eenige reiniging van de oppervlakte toepassen, dan is alleen afspuiten met een straal bacteriologisch rein water toelaatbaar.

Het spreekt vanzelf, dat ook bij het uitnemen van de ingewanden elke bezoedeling van het vleesch met de inhoud daarvan vermeden moet worden en – belangrijke eisch – hoe minder de slachter het vleesch met de handen aanraakt hoe beter. Hier opent zich een dankbaar arbeidsveld voor technici. Hoe beter de takelmethoden, transportmethoden en hangapparaten in de diverse deelen van het slacht- en koelhuis zijn doordacht, hoe beter resultaat bij het koelen wordt verkregen.

Wordt nu aan al deze factoren aandacht geschonken, dan zal ten slotte vleesch in het koelhuis komen, dat daarvoor uitermate geschikt is. De vraag mag nu gesteld, welke veranderingen zal het daar ondergaan. Deze veranderingen zullen mede afhankelijk zijn van de temperatuur waarop het bewaard wordt en van de vochtigheid van de lucht resp. van de oppervlakte van dit vleesch.

Het doel van het koelen is de voortplanting tegen te gaan van de spaarzame bacteriën, die zich op de oppervlakte van het vleesch bevinden. Het is gebleken, dat kleine temperatuurverschillen hier van groot belang kunnen zijn. Algemeen neemt men aan, dat een temperatuur van 0 °C. hier veel voordeelen bezit boven die van b.v. 2 °C. of 4 °C. Maar stellig is van nog meer beteekenis de vochtigheidsgraad juist aan de grenslaag tusschen vleesch en lucht. Inderdaad wanneer de relatieve vochtigheidsgraad van de koelhuislucht

laag wordt gehouden zal ook de vleeschoppervlakte steeds „droog” er uit zien. Er heeft dan echter op den duur een sterke verdamping plaats. In beginsel geeft dat ook hier niet tot voedselverlies aanleiding. Wel kan de kostprijs berekening van een K.G. lang bewaard vleesch hier ernstig in de war loopen. Maar zulk droog bewaard vleesch krijgt

harde doffe kanten, die niet verkoopbaar zijn en dus wel tot verlies voeren. Dit moet dus vermeden worden, waartoe men de relatieve vochtigheidsgraad van de lucht hoger kiest. Nu doet zich echter het verschijnsel voor dat juist aan de oppervlakte van het vleesch – mede door het daaruit verdampende water – zich een „microklimaat” ontwikkelt met een plaatselijk hogere vochtigheidsgraad dan elders in de lucht van het koelhuis. De kans is dan groot, dat onder verschillende invloeden bij het vleesch het dauwpunt wordt bereikt en vocht op de oppervlakte neerslaat. Juist deze hoge vochtigheidsgraad werkt dan de vermeerdering van de daar aanwezige bacteriën en schimmels in de hand. Men ziet dit vooral daar, waar stukken vleesch op of tegen elkaar hangen, in de buurt van haken enz. Er ontstaan dan vochtige, groenverkleurde zuurruikende plekken, die voor het gewone gebruik moeten worden afgekeurd. Niet alleen het beheerschen van de relatieve vochtigheidsgraad, maar vooral deskundig weghangen en toezicht daarop is dus een eerste eisch bij het koelen van vleesch.

Men meene nu niet, dat de veranderingen die in het vleesch bij het koelen optreden zich beperken, tot plaatselijke indrooging en oppervlakkig bacterieel bederf. Ook andere omzettingen van chemischen aard schrijden voort. De kleurstof die in de spiercellen aanwezig is en die gelijk bekend zeer na verwant is aan de haemoglobine van het bloed ondergaat onder invloed van de O_2 uit de lucht omzettingen. De kleur wordt doffer, donkerder, bij paardenvleesch tot practisch zwart toe. De koper is op zulk dof gekleurd vleesch in den regel niet gesteld, dit beteekent dus verlies.

Het vet wordt ook door de O_2 van de lucht geoxideerd, en verkrijgt daarbij op den duur een afwijkende smaak. Het staat vast dat de snelheid van deze wijziging onder meer samenhangt met een eventueele directe bestraling door het zonlicht vóór dat het vleesch in het koelhuis kwam. Door deze lichtwerking wordt deze oxidatie katalytisch in den gang gezet; zij is door „koude” niet te stelpen. Veelvuldig zijn dan ook de hulpmiddelen, die men tracht toe te passen om zoowel microbieel bederf als chemische verandering in het bewaarde vleesch tegen te gaan.

Wat de laatsten betreft ligt het voor de hand de O_2 geheel of gedeeltelijk te verwijderen. Zoo heeft men in Australische koelhuizen schapen wel ingepakt in rubber zakken, de lucht daarin geheel of gedeeltelijk vervangen door CO_2 . Het bleek dat er nu uit den aard weinig verdamping en weinig oxydatie plaats had. De geslachte dieren kwamen dan ook te Londen ter markt met een prachtige kleur, waar de „bloem” zooals de deskundigen dit noemen nog oplag. Van ranzigheid was uit den aard geen sprake.

Men kan ook volstaan met het vleesch in nauwsluitende rubber-zakken te pakken en de lucht weg te pompen. Het resultaat schijnt vooral bij het bewaren van hammen voortreffelijk te zijn.

Ten slotte heeft men den aanval op de bacteriën zelf gericht door bacterie doodende stoffen in het koelhuis te verspreiden. Tal van organische en niet organische desinfectantia zijn voor verstuing in het

koelhuis aanbevolen. Men moet in beginsel deze werkwijzen uit den boeze achten. Het toevoegen van zulke stoffen aan het vleesch in hoe kleine hoeveelheid ook denatureert het product. Men mag dan nog niet van schadelijke voor de gezondheid der gebruikers spreken, het is een eerste stap, die er zoo gemakkelijk toe leidt, dat de reeds beschreven voorzorgen bij de slachting en de behandeling van het vleesch minder goed ter harte worden genomen en dan de vraag naar meer en sterker desinfectia ter verstuiwing doet ontstaan.

Ook het produceeren van ozon in de koelhuislucht moet tot deze maatregelen gerekend worden. Behoeft het te verbazen dat deze stof het bederf van vet (ranzig worden) versnelt zooals door Luxwolda proefondervindelijk is aangetoond? Het ozoniseeren moge een mooi hulpmiddel schijnen om een ongewone lucht uit het koelhuis weg te nemen, voor toepassing in een vleeschkoelhuis acht ik het overbodig en schadelijk.

Een van de modernste hulpmiddelen, die men getracht heeft hier toe te passen is de bestraling met ultra violet licht. Dit is een van de weinige punten waarover ik U uit eigen experimenteel onderzoek zij het zeer kort iets kan mededeelen. Het is mij bij onderzoek van verschillende daarvoor in den handel gebrachte lampen gebleken, dat deze lichtsoort – wanneer de omstandigheden daarvoor gunstig zijn – inderdaad een doodende werking op tal van bacteriën uitoefent. Dit geldt zoowel voor die bacteriën die wij tot de niet zieke verwekkende, doch wel bederf veroorzakende rekenen als voor typische zieke verwekkers, zooals die van de voedselvergiftiging (*Salmonella's*) en tuberkelbacillen.

Echter de omstandigheden moeten voor de inwerking van het licht gunstig zijn, d.w.z. de microben moeten in een uiterst dunne laag op de „beschenen” oppervlakte aanwezig zijn.

Tevens moet worden opgemerkt, dat de werking dezer stralen niet onfeilbaar is. Telkens ziet men bij deze onderzoekingen, dat in een proef waarin de overgrootste meerderheid der microben die worden bestraald, gedood worden, er enkele spaarzame de dans ontspringen. Voor de bederfverwekkende is dit niet zoo erg. Zoo'n enkele zal niet spoedig kwaad doen. Voor de zieke verwekkende maakt dit verschijnsel, dat deze werkwijze als niet afdoende moet worden beschouwd. De bestraling werkt dus wel antiseptisch, zij verwekt geen a-sepsis.

Maar of deze bestraling op de zoo onregelmatige oppervlakte van stukken vleesch veel invloed zal hebben op daar aanwezige kiemen moet nog experimenteel bewezen worden. Ik had tot dit onderzoek juist het plan opgevat, toen de vleeschschaarschte intrad en het verder onverantwoord scheen stukken vleesch voor dit doel aan het normale gebruik te onttrekken. Mijn eindoordeel over dit

hulpmiddel bij het bewaren van vleesch moet ik dus nog opschorten, maar op enkele feiten moet ik hier nadrukkelijk wijzen.

Het is mij reeds gebleken, dat de invloed van deze stralen gebonden is aan bepaalde temperaturen. Gaat een en ander prachtig bij gewone kamertemperatuur. bij 0 °C. of lager is van de „doodende stralen” geen invloed meer te bespeuren. In het algemeen zou men dit

hulpmiddel dus wel in de bovengeschetste hangruimte of misschien in het voorkeelhuis kunnen gebruiken. In het koel- of vrieshuis. resp. in de op lage temperatuur ingestelde koelkast is het praktisch van geen waarde.

Dan komt nog het vraagstuk: hoe wil men een stuk vleesch „alzijdig” belichten. Welke installatie zal dit vragen, om van voren en van achteren, van boven en onder rechts en links grootere en kleinere stukken vleesch te bestralen. Voorwaar geen gemakkelijke opgave voor lichttechnici om op te lossen, waarbij de kosten toch ook binnen beperkte grenzen moeten worden gehouden.

Ten slotte ontstaat bij het branden van sommige dezer lampen ozon. Wij zagen dat dit niet altijd welkom is. Of deze stralen ook nog een andere invloed op de oppervlakkige vleeschlagen hebben, of deze gunstig of ongunstig is, er is niets van bekend. Voorloopig acht ik dan ook de toepassing van deze bestralingen – welke reclame er ook voor gemaakt moge worden – voor het praktische koelbedrijf nog niet uit het stadium van het experiment getreden.

Ter belemmering van de vermeerdering der op het vleesch aanwezige kiemen blijft dan slechts over een nog verdere verlaging van de temperatuur dan de boven genoemde 0 ° tot 2 °C.

Dit kan nog in twee varianten worden toegepast. Men kent in den wereld-vleeschhandel het z.g. chilled-meat, waarbij het vleesch op circa -2 °C. wordt afgekoeld. De oppervlakte wordt dan iets bevroren, de diepere lagen niet. Na ontdooiing van deze oppervlakkige laag heeft dit vleesch de goede eigenschappen van gekoeld vleesch, het mist de nadeelen aan bevroren vleesch verbonden.

Want het dient erkend, vleeschvoorziening door middel van bevroren vleesch staat in verschillend opzicht achter bij elke andere wijze van distributie van dit artikel. Ik moge als laatste punt van mijn voordracht deze stelling nader toelichten.

Het is het kenmerk van het bevriezen van vleesch, dat het water in de cellen in ijs overgaat. Nu moet men zich niet voorstellen dat water en eiwitten in de weefsels een bestaan naast elkaar voeren, integendeel, tijdens het leven bestaat er een innige fysischchemische samenhang tusschen deze componenten. Zeker men onderscheidt een deel van het water dat „losser” en een ander deel dat „vaster” gebonden is. Maar bij het bevriezen worden deze bindingen althans voor een groot deel verstoord. Bevroren vleesch is dus fysisch chemisch gesproken iets geheel anders dan versch of weer ontdooid vleesch. Daar komen nog andere aan velen uwer reeds bekende bezwaren bij. Geschiedt het bevriezen niet bijzonder snel dan vormen zich groote ijskristallen en worden de fijne vliesjes die elke spiervezel bekleed en verscheurd. Zelfs wanneer nu na het ontdooien weer een zelfde binding tusschen eiwit en water tot stand

zou komen als vóór het bevriezen, hetgeen zeker maar voor een deel het geval is, kan deze stof niet meer in de cel gehouden worden zij loopt er uit. Elkeen weet, dat onder ontdooiend vleesch zich steeds een hoeveelheid roodgekleurd vocht vormt. Dit geschiedt niet alleen bij het verblijf in den slagerswinkel maar ook bij het verkleinen, bij het bereiden, ja zelfs op het bord van den gebruiker. Het is algemeen bekend: bevroren vleesch slinkt sterk. Het is derhalve voor de

huisvrouw onvoordeelig, het voedingsrendement is geringer dan van hetzelfde stuk vleesch indien het niet bevroren ware. Men heeft gemeend dit euvel te kunnen opheffen, door het vleesch zeer snel bij extreem lage temperaturen te bevriezen. De waarneming leert, dat dan inderdaad kleinere kristallen optreden, dat de verscheuring der sarcolemnata niet of althans veel minder tot stand komt en dat bij het ontdooien veel minder vocht uittreedt. Maar eenig verlies moet steeds geboekt worden, hoe voorzichtig het ontdooien en verkleinen ook plaats had.

Ten slotte is het denkbeeld uitgewerkt het vleesch vóór het bevriezen eerst te verkleinen in de in de huishouding gebruikelijke stukken, beafstuk, ossenlapjes, kalfsoesters, rollade en hoe deze heerlijkheden, die ons in dezen tijd doen watertanden meer mogen heeten. Elk stuk wordt keurig in cellophaan enz. verpakt en bij zeer lage temperatuur snel in gevrozen. Als nu maar de vriesketting intact is, van slachthuis resp. vriesinrichting via groot- en kleinhandel tot den gebruiker dan behoeft niets door bederf verloren te gaan zoo redeneert men. Maar bij den verbruiker wordt het stukje vleesch ten slotte ontdooid. Staat het vast dat dan alle voedingswaarden tot zijn recht komen en dat niet een belangrijk deel door uitlekken verloren gaat? Vooral voor de niet zeer fijne stukken (lappen!) staat dit voor mij niet vast!

Het denkbeeld past wel in dezen tijd, dat men zijn portie (bevroren) vleesch straks evengoed bij den kruidenier, mits deze voorzien is van een goede vrieskast, ja zelfs bij den ijscohandelaar kan halen, als bij den slager. Ik zie er het maatschappelijk nut voor de algemeene vleeschvoorziening in ons land niet van in, en vrees, dat het onderhouden van zulk een vriesketting een belangrijke verhooging der productiekosten mede zal brengen, die niet opweegt tegen de voordeel en, die een daaraan gepaard gaande iets meer geconcentreerde slachting in enkele groot-bedrijven zouden opleveren. Het systeem moge zijn nut hebben voor de Amerikaansche millioenen steden, en in ons werelddeel misschien voor bijzondere gevallen, b.v. om hotels en restaurants in de gelegenheid te stellen steeds een voorraad te bezitten, waardoor zij op elk uur van den dag aan elke vraag kunnen voldoen; voor ons land lijkt het mij een niet aangewezen weg.

En toch meldde ik in den aanvang, dat het bevriezen van vleesch ook voor de vleeschvoorziening in deze bijzondere omstandigheden een zekere beteekenis heeft. Dit is inderdaad zoo en hangt samen met de wijze waarop thans de veehouderij moet worden beoefend. Wij zijn voor het betrekken van ons rantsoen vleesch thans in

hoofdzaak aangewezen op de melkkoeien, die wegens ouderdom of om andere redenen uit de melkveekoppels worden uitgestooten. Dit is een normaal proces. Echter in gewone tijden geschiedt dit regelmatig over het geheele jaar verdeeld, de dieren worden nog eenigen tijd gemest en komen dan ter slachting.

De beschikbare voedselvoorraden noopen de veehouders thans in voorjaar en zomer zooveel mogelijk partij te trekken van het gras op de weilanden, om straks over enkele weken zich ernstig te beraden

welke dieren zij zullen trachten den winter door te houden. Wij zien dus in den nazomer en in den herfst een versterkte drang tot vee afzet voor de slachtbank. Het zou onjuist zijn in dezen tijd al dit vleesch direct te verbruiken. Het wordt nu geslacht en ingevroren om te dienen wanneer in het voorjaar de toevoer van versche dieren te kort komt te schieten.

De zorg voor het op juiste wijze invriezen van deze voorraad, haar zorgvuldige behandeling en aflevering is dan ook een van de belangrijke taken, die thans op de schouders van verscheidene leden onzer vereeniging zijn gelegd. Doch de moeilijkheid is, dat wanneer straks de vrede zal zijn weergekeerd, en de veehouderij hier te lande weer in normale banen wordt geleid, het de vraag is of dan nog weer van de vrieshuizen voor dit doel gebruik gemaakt zal worden. Zij onder ons, die de halve eeuw gepasseerd zijn, hebben nu reeds tweemaal de stormen van een oorlogseconomie mede gemaakt en gezien hoe de overheid – die in normale jaren maar zeer matige belangstelling voor vleeschvrieshuizen aan den dag legt – dan plotseling aan deze industrie een taak moet opleggen, waarvan zij zich het dient hier openlijk gezegd over het algemeen onder moeilijke omstandigheden op loflijke wijze heeft gekweten. Een meer welwillende belangstelling van de zijde der overheid ook in normale tijden verdienen deze prachtige inrichtingen dan ook ten volle.

De stof die zich bij het bespreken van het koelen en bevriezen van vleesch ter behandeling aanbiedt is veelomvattend en van zeer uiteenlopenden aard. Ik meen het bij bovenstaande grepen te mogen laten om niet al te veel van Uw tijd te vragen. Het gesprokene moge er toe bijdragen om U te doen zien, dat de koeltechnici, die zich met de studie van de koudeopwekking, met de bouw van koelmachines en met de constructie van koelhuizen bezighouden een zeer belangrijke dienende taak hebben te vervullen. Zij zullen eendrachtig moeten samenwerken met hen, die het te koelen artikel – hier vleesch – in zijn bijzondere eigenschappen hebben doorvorscht en die een studie gemaakt hebben van de hygienische en maatschappelijke factoren, die daarbij in het oog gehouden moeten worden. Het is de taak van onze vereeniging om deze samenwerking te bevorderen. Met den wensch, dat ook dit koelsymposium daartoe moge hebben bijgedragen, meen ik dan ook mijn voordracht te kunnen besluiten.

V.

PROBLEMEN, DIE VAN BELANG ZIJN BIJ HET CONSERVEEREN VAN OOFST EN GROENTEN.

Voordracht gehouden te 's-Gravenhage op 24 Juli 1942, in de 61^{ste} Algemeene Vergadering der Nederlandsche Vereeniging van Koeltechniek, door Dr. Ir. R. Verschuur, te Wageningen.

De dichter, die zong: „Alles op deez' aard is vergankelijk van duur”, sprak een groeter waarheid uit, dan hij vermoedelijk zelf bevroedde. Het is slechts een gradueel verschil in hun geneigdheid tot verval, die de ons omringende dingen kenmerkt en het zijn de uiterlijke en innerlijke omstandigheden tesamen, die de snelheid van 't verval bepalen.

Teneinde die snelheid te remmen past men werkwijzen toe, die er op gericht zijn onze producten te conserveeren.

Onder de voortbrengselen van onzen bodem als ooft en groenten, zijn er vele, die van zeer vergankelijken aard zijn. Zoolang zij met de moederplant zijn verbonden, bemerken we hiervan weinig. Het tegendeel valt zelfs op te merken. Dank zij bouw en samenstelling en het wonderlijke samenspel van tal van chemische en biologische processen, die zich in de verschillende cellen afspelen, blijken zij in staat te zijn zich tegen tal van invloeden van buitenaf te beschermen. Is echter het rijpte stadium bereikt, dan wordt de natuurlijke binding met de moederplant verbroken en een reeks veranderingen in de diverse celcomplexen treedt op, die van grooten invloed zijn op de snelheid van het komende verval. De levensverrichtingen der cellen verslappen, soms zeer snel, waarop het afsterven van geheele celcomplexen kan plaats grijpen. De pektine, de kitstof, die de cellen onderling bindt, verdwijnt snel, waardoor het onderlinge celverband wordt verbroken en de materie week wordt. De samenstelling van den celinhoud ondergaat ingrijpende veranderingen, zuren verdwijnen, suikers ontstaan. Het celvocht treedt door de celwanden, die nu doorlatend zijn geworden naar buiten en het aldus gedeseorganiseerde materiaal valt snel ten prooi aan lagere organismen als schimmels, gisten en bacteriën, die een materiaalomzetting teweeg kunnen brengen van werkelijk catastrophalen omvang. Welk precies verband er moet worden gelegd tusschen de samenstelling onzer producten eenerzijds en de mogelijkheid eener snelle groei der lagere organismen is ons bij lange na niet bekend. Daartoe ontbreekt ons de kennis van de juiste samenstelling dier producten en zijn wij ook niet op de hoogte van de wijzigingen, die kunnen plaats hebben

als een gevolg van bodemgesteldheid, bemesting, klimaat, soortverschil enz. Ook de kennis van de levenseischen der lagere organismen is nog veel te onvolledig. Wel weten wij b.v. dat onze vruchten voornamelijk door schimmels (en gisten) worden aangetast en dat voor het verval van een bepaalde vruchtsoort meest eenzelfde schimmelsoort aansprakelijk is. (citroen, aardbei enz.). We vermoeden, dat zulks kan worden toegeschreven aan de groote gevoeligheid van vele lagere organismen voor zeer kleine verschillen

in de samenstelling van het substraat waarop zij leven. Vaak zijn die verschillen zóó gering, dat ze tot heden aan onze waarneming ontsnapten.

Minder dan een halve eeuw geleden werd de voedingswaarde onzer voedingsmiddelen bepaald door de berekende calorische verbrandingswaarde der verteerbare bestanddeelen. In de latere jaren is men tot de wetenschap gekomen, dat ooft en groenten wisselende hoeveelheden van stoffen bevatten, die voor de instandhouding van ons leven onontbeerlijk zijn.

Het zijn de verschillende soorten vitamines, aangeduid door de letters, A, B, C, D, E, F, K en P, al naar de functie, die zij verrichten en waarbij de B de samenvatting beteekent van een 5-tal verschillende vitamines. Ofschoon de kennis dezer stoffen van nog zeer jongen datum is, is van verschillende niet alleen de structuur bekend, doch is zelfs de bereiding langs synthetischen weg in het laboratorium mogelijk geworden, zoomede de quantitative bepaling. Voor de waardeering van een of andere conserveerings-methode is de bepaling der vitamines van het grootste belang.

Voor tal van groenten is het gehalte aan vitamine C van groot belang voor onze voeding. Dit vitamine is betrekkelijk eenvoudig quantitatief te bepalen, voldoende nauwkeurig voor 't maken van vergelijkingen. Het is zeer gevoelig tegen zuurstof, waardoor het wordt vernietigd.

Een groote groep lichamen, waarvan enkele ons meer dan een eeuw bekend zijn, vormen de enzymen, die echter veel minder toegankelijk voor onderzoek zijn gebleven dan de vitamines. Het huishouden der levende cel wordt in belangrijke mate door hen beheerscht en de plant is in staat ze zelf op te bouwen. Kleine hoeveelheden enzymen zijn in staat groote hoeveelheden stof om te zetten, terwijl hun werking niet strikt gebonden is aan de levende cel. Ofschoon reeds lang bekend, is de kennis van hun werking soms vrij elementair. Een voorbeeld moge dit duidelijk maken.

Een halve eeuw geleden toonde Müller-Thurgan in een klassiek geworden onderzoek aan, dat het suikergehalte van aardappels, langeren tijd bewaard bij + 10 °C. of + 15 °C. laag bleef, doch toenam bij het bewaren bij temperaturen beneden + 6 °C. Aardappels, die door het bewaren bij lage temperaturen zoet waren geworden, verloren de suiker snel bij het bewaren bij hooge temperatuur. De oorzaak dezer verandering schreef hij toe aan het verschil in effect, dat de temperatuurverandering had op 3 reacties en wel I de enzymatische hydrolyse van het zetmeel in de cel tot suiker. II de enzymatische condensatie van suiker tot zetmeel en III de verbranding

van suiker tot koolzuur en water ten behoeve van het ademhalingsproces. Bij de lage temperatuur waarbij hier werd gewerkt, kunnen we veilig reactie III verwaarloozen tegen I + II, omdat hierbij de ademhaling practisch stop staat. Hieruit bouwt Müller-Thurgan de volgende hypothese op, die algemeen werd aanvaard, dat de verandering van het suikergehalte bij lage temperatuur uitsluitend is toe te schrijven aan 't verschil in temperatuurcoëfficient van de beide reactie's I en II.

Barker nam een 10 tal jaren geleden dit onderzoek weer op en bewaarde eenzelfde aardappelsoort bij $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$., $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$., $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$. en $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. gedurende meerdere maanden. Hierbij bleek dat bij $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. de per dag gevormde hoeveelheid suiker toenam gedurende 20 dagen, waarna dat bedrag constant werd. Deze langzame toename in de snelheid van de suikervormende reactie klopt niet met de hypothese boven gegeven, dat het verschijnsel uitsluitend te wijten zou zijn aan een verschil in reactiesnelheid beheerscht door de temperatuur.

Aardappels 6 dagen bij $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. gehouden en dan op $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. gebracht, vertoonden binnen 2 dagen tijd een plotselinge toename van het suikergehalte, gevolgd door een even abrupte afname. Barker uit zich in dien zin, dat de lage temperatuur veranderingen teweeg brengt in de organisatie van het protoplasma van de cel.

Deze veranderingen zouden dan verantwoordelijk moeten worden gesteld voor de toename van de reactie-snelheid van het zetmeelhydrolysesysteem. Hierdoor wordt de verklaring van Müller-Thurgan op losse schroeven gezet, hetgeen nog versterkt wordt door de volgende proef van Barker. Aardappels, die bij $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. werden bewaard, dan gedurende slechts 6 dagen bij $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. werden gehouden en dan weer op $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. werden gebracht, vertoonden een plotselinge groote toename van suiker, gevolgd door een nog grotere suikerafname en zulks binnen 2 dagen bij $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Wanneer hij aardappels 13 dagen bij $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$. bewaarde, ze dan gedurende 1 dag bij $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. bracht, om ze daarna weer op $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$. te brengen, dan nam hij waar, dat het suikergehalte niet meer toenam, maar constant bleef. De activeering van reactie I is blijkbaar vernietigd en wordt ook niet meer hersteld. Deze resultaten waren niet te verwachten en maken het duidelijk dat het probleem van veel ingewikkelder aard blijkt, dan zich aanvankelijk liet aanzien.

Wanneer we problemen bestudeeren betrekking hebbende op onze producten, dan is een noodzakelijke eisch, dat men weet in welk ontwikkelingsstadium, eventueel rijpheidsstadium zich ons materiaal bevindt, wil men onderling vergelijkbare resultaten verwachten. De rijpheidstoestand is het resultaat van een ingewikkeld stel chemische fysische en biologische processen van binnen uit, beïnvloed door factoren van buitenaf, waarvan we het onderlinge verband niet kunnen vastleggen nog. Onder deze omstandigheden moge het duidelijk zijn, dat het geven van een objectieve definitie van het rijpheidsstadium als een eerste vereischte is te beschouwen, zoodat men zich niet op de meest zeer oppervlakkige subjectieve beoordeeling zal behoeven te verlaten, Er is ons geen enkel proces bekend, dat zóó nauw parallel loopt aan het totale beeld, dat men dat

proces als maatstaf zou kunnen gebruiken voor het geheele verloop der rijping. De omzetting der pektinestoffen is zeer belangrijk, doch is het verloop van dat proces analytisch nog niet voldoende te volgen.

De kleurverandering is ook geen absolute maat, al is zij ook van belang. Evenmin kunnen de zetmeelomzetting of de teruggang van de hoeveelheid vrij zuur als maatstaf dienen.

Harding, Kildt en West toonden aan, dat het verloop der ademhalingskrommen in staat stelt gevolgtrekkingen te maken in verband met de rijpheidsgraad van appels, doch niet voor peren.

Van sommige soorten appels is bekend, dat zij bij het rijpen een ontwikkelingsstadium doormaken, waarin zij bijzonder gevoelig zijn tegen het bewaren bij lage temperatuur en daarbij bruin worden. Vóór en na dat stadium kan men de appels wèl bij lage temperatuur bewaren. Een partij appels werd bij + 10 °C. bewaard en werd de ademhalingskromme opgemaakt. Portiesgewijze werden de appels bij lage temperatuur gebracht en werd vastgesteld, dat de appels die zich in het stadium het dichtst bij het maximum der ademhalingskromme bevonden, 't meest neigden tot bruin worden, hetgeen duidelijk uit hun grafieken spreekt en dus algemeen werd aangenomen.

Gerhardt en Ezell voerden ook een onderzoek uit met appels, doch vonden geen bevestiging van het verschijnsel. Wel maakten zij een kromme, die de hoeveelheid oxydeerbare vluchtige stoffen aangaf en vonden, dat het maximum dezer kromme samenviel met de grootste gevoeligheid voor bruin worden bij het koud bewaren. Vielen in het eerste geval beide krommen samen of was het verschil te wijten aan soortverschillen? Zeer zeker blijkt er uit deze proeven, hoe gevaarlijk het is de resultaten van een proef met één bepaalde soort appels, zonder meer een meer algemeene geldigheid te verleenen.

Meer belovend is een methode door Wolodkowitsch en Krumbholz toegepast, om de weerstand tegen afschuiving te bepalen van levend en door chloroform gedood weefsel van appels en peren S_t en S_e genaamd. Voor onrijpe vruchten is S_t nagenoeg = S_e en de verhouding $\frac{S_t}{S_e} = (\text{practisch}) I$. Voor vruchten, die beginnen te rijpen

wordt die factor $K = 0.6$ of 0.5 om bij eetrije peren te dalen tot 0.1 en bij rijpe appels tot 0.3 . Deze factor K is vrij snel te bepalen, terwijl voor het vastleggen der ademhalingskromme men steeds een groot stuk moet vastleggen, om te weten in welk deel van de kromme men zich bevindt.

Een van de voorbereidingen waaraan men sommige vruchten en groenten vóór het conserveeren onderwerpt, is het z.g.n. blancheeren of wel het vóórkoken. De bewerking bestaat daarin, dat men de producten gedurende enkele minuten in kokend water dompelt of aan de inwerking van stoom bloot stelt. Hierdoor worden de cellen gedood, het weefsel wordt slap en laat zich daardoor gemakkelijker in bussen of flesschen verpakken. Een deel der lucht wordt uit het materiaal verwijderd en een deel der enzymen vernietigd, die

anders later bij het bewaren invloed zouden kunnen oefenen op smaak en reuk van het product. Tal van lagere organismen worden gedood of verwijderd. Na het blancheeren wordt het product zoo snel mogelijk gekoeld door stroomend koud water of door het doorblazen van koude lucht. Het zal duidelijk zijn, dat gesneden snijboonen, gesnipperde

wortelen meer inhoudsstoffen aan het blancheerwater afstaan dan erwten, spercieboonen etc.

Proeven in Amerika genomen maken het waarschijnlijk dat voor verschillende producten aldaar $\pm 90^{\circ}\text{C}$. als de beste temperatuur voor blancheeren wordt beschouwd.

Voor het stoomen volgens het procédé Jansen-Werkspoor, werd een speciaal apparaat geconstrueerd, waarbij een zeer belangrijke besparing aan warmte zou worden verkregen. Of ze echter een gelijkmatig product verkrijgen, dat niet onderhevig is aan onaangename nawerkingen, staat naar mijn meening niet geheel vast.

Daar de groene kleurstof bij het blancheeren meest wordt vernietigd, loste men in het blancheerwater koperzouten op. Deze dringen in de groenten door en doen daar donker groen gekleurde koperverbindingen ontstaan. Daar het nu bekend is, dat koperverbindingen sterk vernietigd werken op het vitamine C, dienen koperverbindingen achterwege te blijven.

Om te onderzoeken of onze producten voldoende geblancheerd zijn, past men de katalase proef toe. Deze berust erop, dat het enzyme katalase, dat in alle plantenweefsels voorkomt, door temperatuurverhoging gedood wordt en dan niet meer in staat is waterstofsperoxydeoplossing te ontleden in water en zuurstof. De hoeveelheid ontwikkelde zuurstof is dan een maat voor de sterkte der katalase oplossing.

De opvatting, dat alle andere enzymen zich zullen gedragen als de katalase is zeker aanvechtbaar, zoodat de conclusies, opgebouwd op dezen grondslag, met groote omzichtigheid dienen te worden gezien.

Laten we buiten beschouwing de methoden voor het conserveeren door middel van zouten of zuren of door vloeistoffen waaraan chemische stoffen zijn toegevoegd, dan resten er voor de groote practijk slechts 3 methoden, die in de toekomst elkaar het terrein zullen betwisten. Wat het resultaat zal zijn is niet te voorspellen.

De methoden zijn:

1. Het drogen;
2. Het bewaren in blik of glas (steriliseeren);
3. Het conserveeren door koude.

Het drogen: Ofschoon het de oudst bekende methode is, is het geensdeels de best gekende. In principe is zij zeer eenvoudig, gegrond op het feit, dat wanneer men aan eenig materiaal voldoende vocht onttrekt, men een product verkrijgt, dat door lagere organismen niet gemakkelijk wordt aangetast, mits in dezen toestand bewaard. Hoogere organismen, insecten worden nu gevaarlijk, doch zijn door goede verpakking te bestrijden. Nagenoeg alle producten laten zich drogen, doch kan men dan niet steeds spreken van producten, die voor de menschelijke consumptie geschikt zijn. Kom-

kommers, augurken, asperges etc. laten zich wel drogen, maar leveren producten, waaruit men geen behoorlijk consumptieproduct te voorschijn kan tooveren, of wel een product, dat in geenerlei opzicht op het uitgangproduct gelijk. Doordat de cellen afsterven, doch de enzymen niet gedood zijn, blijven deze hun werking uitoefenen, al is

het in beperkte mate. Het gevolg is, dat de aanwezige reuk- en smaakstoffen gedeeltelijk verdrogen en vervangen worden door andere, die meest een minder aangename reactie op onze reuk- en smaakorganen te weeg brengen, zoodat het product sterk in waarde daalt, zooniet ongenietbaar. wordt.

Zoo zijn sporen vetachtige stoffen vermoedelijk aansprakelijk voor het feit, dat bij het bewaren van appels gedurende langeren tijd een ransige smaak en reuk optreden.

Het drogen geschiedt dan meest op deze wijze, dat door het al of niet geblancheerde product warme lucht wordt geblazen of gezogen. De wijze van droging heeft invloed op de eigenschappen van het eindproduct bijv. op het meer of minder snel gaar koken. Bij deze wijze van drogen verdwijnt bij de vruchten nagenoeg alle vitamine C en bij de groenten een belangrijk deel, terwijl de rest soms zeer snel verdwijnt bij het bewaren. Of zulks verband houdt met de inwerking van de zuurstof uit de lucht of dat enzymwerkingen hier een rol spelen, is niet uitgemaakt, Door veranderde omstandigheden bij het drogen en bewaren, zoo mogelijk door toevoeging van bepaalde stoffen, kan het mogelijk zijn hierin verbetering te brengen. Van sommige stoffen is bekend, dat het vitamine C gehalte nagenoeg niet verandert, indien ze in het vacuüm worden gedroogd. Veel gegevens die betrouwbaar zijn, zijn hierover echter niet beschikbaar.

2. Het bewaren in blik en glas.

Al of niet geblancheerd worden de producten in glas of blik, onder uitsluiting van lucht, door verhitten steriel gemaakt. Door de luchtdichte afsluiting is secundaire infectie uitgesloten. Al is het materiaal steriel, zoo is het toch steeds aan verandering onderhevig en is zulks bij langdurige bewaartijden, door reuk en smaak goed vast te stellen. Ofschoon hier reeds veel werd bereikt om de geconserveerde groenten op het zelfde plan te brengen van de versch toebereide, zoo zijn er verschillende, waarbij zulks niet gelukt.

Het verlies aan vitamine C, dat plaats vindt, wordt meet geleden voor en tijdens het blancheeren, daar het steriliseeren zelf zonder invloed is, indien het goed geschiedt.

De tijd die er verloopt tusschen den pluk der groenten en het blancheeren in het bedrijf, kan van grooten invloed zijn op de kwaliteit van het eindproduct. Het bewaren toch in den zomer kan belangrijke verliezen ten gevolge hebben en het zou daarom zeker het product ten goede komen, indien het bewaren in gekoelde ruimten plaats vond. De vruchten, in blik of glas geconserveerd, zijn wel smakelijk te noemen, doch gelijken niet veel meer op de versche vrucht.

3. Het bewaren bij lage temperatuur en het invriezen.

Bij het bewaren omstreeks het vriespunt, werden de levensfuncties der levende cellen sterk vertraagd en de chemische reacties verlopen ook minder snel. Ook de lagere organismen ondervinden er den invloed van. Op deze wijze blijkt echter de bewaartijd voor tal van artikelen niet voldoende lang te rekken en is men overgegaan tot het

invriezen. Hiervoor is het echter ook weer noodzakelijk dat de groenten worden geblancheerd.

We kunnen veilig aannemen, dat de lagere organismen zich beneden -10°C . niet meer ontwikkelen. Bij het langdurig bewaren bij zelfs -20°C ., bleek het mogelijk, smaak- en reukverandering waar te nemen, zoodat men dergelijke temperaturen zal moeten toepassen om de producten volkomen te conserveeren, tenzij het mocht gelukken, door toevoeging van andere stoffen, de omzettingen geheel stop te zetten.

Voor vruchten, die in verschen toestand meest de hoogste waarde voor ons vertegenwoordigen, geeft het invriezen de eenige methode, die den oorspronkelijken toestand het meest benadert. Veel van wat er bij het invriezen geschiedt is ons niet duidelijk. Niet geheel bevredigend te noemen zijn de verklaringen voor het feit, dat snel en langzaam invriezen zulke groote verschillen kunnen opleveren.

Een rijk arbeidsveld voor onderzoek ligt hier open.
