

S P R E N G E R I N S T I T U U T
Haagsteeg 6, Wageningen.

Verslag van een studiereis naar de Verenigde Staten in
september 1968, ter bestudering van de mechanisatie in
de tuinbouw.

Deel 2: MECHANISATIE IN SORTEER- EN PAKSTATIONS.

door:

Ir. J. W. Rudolphij (n.i.)

Sprenger Instituut

en

Ir. J. C. J. Kuiken (w.i.)

Instituut voor Tuinbouwtechniek.

Rapport no. 1683

Oktober 1969.

De auteurs zijn bij het tot stand komen van dit verslag
dank verschuldigd aan:

De heer W. Merkens voor de lay-out;

De heer O. A. Kühn voor de wijze waarop het fotomateriaal
is verwerkt;

De heer C. P. Andrea voor de voortreffelijke tekeningen;
en aan de dames van de typekamer.

INHOUDSOPGAVE

In verband met de uiteenlopende onderwerpen die gedurende deze studiereis de aandacht hadden, is de verslaggeving gesplitst in twee hoofdonderwerpen, t.w.:

Deel 1: Mechanisatie van de oogst
(uitgave Instituut voor Tuinbouwtechniek)

Deel 2: Mechanisatie in sorteer- en pakstations
(uitgave Sprenger Instituut)

DEEL 2

INHOUD

	bldz.
Hoofdstuk 1. <u>ALGEMENE GEGEVENS</u>	3
§1. <u>Doel van de reis</u>	3
§2. <u>Bezochte instellingen</u>	3
§3. <u>Beschrijving bij de afbeeldingen</u>	15
Hoofdstuk 2. <u>PRODUKTBEHANDELING NA DE OOGST</u>	24
§1. <u>Inleiding</u>	24
§2. <u>Behandelingen, die een aanvulling vormen op het koelen</u>	25
1. Voorkoelen	25
2. Behandelingen met chemische middelen	32
3. Warmtebehandelingen	37
4. Samenvatting	39
5. Literatuur	40
Hoofdstuk 3. <u>PAKSTATIONS VOOR FRUIT</u>	42
§1. <u>Opbouw sorteer- en verpakkingslijnen</u>	42
§2. <u>Voorsorteren</u>	50
§3. <u>Sorteren en verpakken</u>	53
1. Aanvoer en ledigen van de kisten	53
2. Wassen - waxen - drogen	56

3. Kwaliteitssortering	61
4. Grootte-gewichtssortering	63
5. Verpakken - Verpakkingsmateriaal	66
6. Samenvatting	71
7. Literatuur	72
 Hoofdstuk 4. <u>PAKSTATIONS VOOR GROENTEN</u>	74
§1. <u>Sorteren en verpakken</u>	74
1. Sla	74
2. Bleekselderie	76
3. Bloemkool - broccoli	76
4. Samenvatting	77
5. Literatuur	77
 Hoofdstuk 5. <u>MECHANISATIE VAN DE KWALITEITSSORTERING</u>	78
§1. <u>Inleiding</u>	78
§2. <u>Bepaling van de rijpheid van tomaten</u>	84
§3. <u>Meting van de kwaliteit van sla</u>	84
§4. <u>Kleurmeting</u>	85
1. Kleurmeting ten behoeve van de sortering	85
2. Kleurmeting ten behoeve van de inspectie	90
3. Samenvatting	91
4. Literatuur	91

Hoofdstuk 1

ALGEMENE GEGEVENS

Aan de in dit verslag beschreven studiereis werd deelgenomen door Ir. J. C. J. Kuiken (w.i.) van de afdeling Werktuigen van het Instituut voor Tuinbouwtechniek en door Ir. J. W. Rudolphij (n.i.) van de afdeling Sortering, Verpakking en Transport van het Sprenger Instituut.

§1. Doel van de reis

Het doel van deze studiereis was tweeledig, nl.:

- a. Aan de hand van eigen waarnemingen nagaan hoe de stand van de mechanisatie is in enkele tuinbouwgebieden in de U.S.A.

In verband met de specialisatie van beide onderzoekers zijn een tweetal onderwerpen primair gesteld nl.:

1. Sorteren en verpakken van groente en fruit.
2. Mechanisatie van de oogst van groente en fruit.

- b. Nagaan in hoeverre de Amerikaanse machines geschikt (of geschikt te maken) zijn voor toepassing in Nederland. Hierbij is vooral gedacht aan de mogelijkheid deze machines met steun van de industrie en met subsidies van het O & S-fonds in Nederland te importeren.

§2. Bezochte instellingen en reisroute

Bij de samenstelling van het reisschema is veel steun ondervonden van de heer J. H. Levin, Michigan State University, East Lansing, in zijn functie van coördinator van het onderzoek betreffende de oogstmechanisatie in de USA; van de heer A. Lloyd Ryall, chief Horticultural Crops Research Branch U.S.D.A., Hyattsville, Maryland; van Dr. L. L. Morris, professor post-harvest physiology, University of California, Davis, en van de heer Ir. P. Businger van de Nederlandse ambassade te Washington D.C.

Deze heren hebben vele nuttige suggesties ten aanzien van de te bezoeken personen en instellingen en de meest geschikte reisroute en reistijd verstrekt.

De keuze van de periode, waarin de reis werd gemaakt was een compromis tussen beschikbare middelen (duur van de reis), oogstperiodes van de voornaamste produkten en sorteerperiodes bij centrale sorteer- en pakstations.

In verband met de middelen was een maximale reisduur van 40 dagen mogelijk. Teneinde zowel oogsten en verpakken van fruit in het noorden als groenteeogst in het zuiden te kunnen zien werd besloten de reis 17 sept. aan te vangen en in het noorden te beginnen. De reisroute is op een kaartje weergegeven.

De bezochte instellingen en personen zijn de volgende:
(v = reis per vliegtuig, a = reis per auto of autobus)

17 sept. 1968 Amsterdam ^v Washington D.C.

18 sept. v.m. Bezoek aan Nederlandse Ambassade te Washington D.C.

Gesproken met de heer J. P. Tripplaar en Ir. P. Businger.

Onderwerpen: Reisroute en aankondiging van bezoeken.

n.m. Washington D.C. ^a College Park, Maryland.

Bezoek aan hoofdkantoor USDA, Federal Center Building, Hyattsville.

Gesproken met de heer A. Lloyd Ryall, chief Horticultural Crops Research Branch.

Onderwerpen: Organisatie USDA; samenwerkingsvormen met universiteiten en proefstations; oogstmechanisatie; kwaliteitswaardering van produkten; "post-harvest" behandelingen.

19 sept. v.m. Bezoek aan USDA Agricultural Research Centre, Beltsville, Maryland.

Gesproken met Dr. R. E. Hardenburg, chief horticultural crops research.

Onderwerp: "Post-harvest" behandelingen.

Gesproken met de heer K. H. Norris, chief instrumentation research laboratory.

Onderwerp: Kleurmetingen ten behoeve van kwaliteitssortering en inspectie.

Gesproken met de heer R. W. Penney, mechanical engineer.

Onderwerp: Verpakking en transport.

n.m. Gesproken met Dr. E. E. Finney Jr.

Onderwerp: Metingen met de Instron trek-drukbank; resonantiemetingen aan vruchten.

Gesproken met Dr. Finland en Miss K. Liston.

Rondleiding door het laboratorium en bezoek aan het nieuw opgerichte kleuronderzoeklaboratorium.

20 sept. v.m. Bezoek aan University of Maryland, College Park.

Gesproken met Prof. A. Kramer van de afdeling "Food Science and Technology".

Onderwerp: Kwaliteitssortering van tomaten.

Gesproken met Dr. E. Scott, prof. horticultural physiology.

Onderwerp: Ademhalingsmetingen.

n.m. Gesproken met Dr. F. F. Angell, assist. prof. vegetable crops.

Onderwerp: Weefselbeschadiging bij tuinbouwprodukten.

Bezoek aan Allo Co. te Rockville.

Onderwerp: Prototype tomatensorteerinstallatie op soortelijk gewicht.

21 sept. Washington D.C.

22 sept. Washington D.C. ^V Pittsburg PA

23 sept. v.m. Pittsburg ^{V, a} State College PA

Bezoek aan University of Pennsylvania, University Park.

Gesproken met Dr. F. Snijder, director short courses.

Onderwerp: Indeling bezoek.

Gesproken met de heer F. W. Peikert, head engineering department.

Onderwerp: Oogstmechanisatie, plukstellingen.

Gesproken met de heer D. R. Daum, extension officer agr. eng.

Onderwerp: Oogstmechanisatie.

Gesproken met Prof. N. N. Mohsenin van de afdeling "Agricultural Engineering".

Onderwerp: Meting van fysische eigenschappen
aan tuinbouwprodukten.

n.m. Gesproken met Dr. R. A. Aldrich, prof.
agr. eng.

Onderwerpen: Grondstomen en plastic kas-
constructies.

Gesproken met de heer K. Q. Stephenson,
prof. agr. eng.

Onderwerp: Tomatenoogstmachine en kleur-
sorteerapparatuur voor tomaten.

Gesproken met de heer C. T. Morrow, agri-
cultural engineer.

Onderwerp: Hulpmiddelen bij de pluk van
appels en peren.

24 sept. State College ^{a,v} Pittsburg ^v Buffalo
^v Rochester ^a Geneva.

25 sept. v.m. Bezoek aan Experiment Station Cornell Uni-
versity, Geneva, New York.

Gesproken met Dr. J. C. Cain, prof. physio-
logy.

Onderwerpen: Oogstmechanisatie; nieuwe typen
boomgaarden; lichtmeting in boomgaarden.

Gesproken met Prof. R.L. Labelle, assoc.
prof. fruits, vegetables and juices.

Onderwerp: Textuurmetingen aan verwerkte
produkten.

Gesproken met Dr. G.D. Saravacos, assoc.
prof. chem. eng.

Onderwerp: Bereiding van vruchtensappen en
purees.

n.m. Bezoek aan Cornell University, Ithaca, New
York State.

Gesproken met Prof. E. S. Shepardson en
de heer J. G. Pollock.

Onderwerp: Sla- en kooloogstmachines.
Rondleiding laboratoria.

26 sept. v.m. Experiment Station Cornell University,
Geneva.

Gesproken met Prof. E. D. Markwardt, ex-
tension leader, en Dr. G. E. Rehkugler,
assoc. prof. power and machinery.

Onderwerp: Gemechaniseerde oogst van fruit in haagaanplanten.

n.m. Met huurauto bezoeken aan fruitteeltbedrijven ten oosten van Rochester NY.

Onderwerp: Gemechaniseerde oogst van fabrieksfruit. Rochester $\sqrt{\quad}$ Buffalo $\overset{a}{\quad}$ Niagara Falls.

27 sept. Bezoek aan Chisholm Ryder Co., Niagara Falls NY.
Gesproken met de heer L. Towson, director of agricultural engineering.

Onderwerp: Oogstmachines.

28 sept. Niagara Falls.

29 sept. Niagara Falls $\overset{a}{\quad}$ Buffalo $\sqrt{\quad}$ Detroit
 $\sqrt{\quad}$ Lansing.

30 sept. v.m. Bezoek aan Michigan State University, East Lansing.

Gesproken met de heer J. H. Levin, coordinator fruit and vegetable harvesting investigation USA.

Onderwerp: Programma van bezoek aan Michigan. Rondleiding door het "Engineering laboratory" door de heer B. R. Tennes.

n.m. Gesproken met Prof. F. W. Bakker Arkema, assoc. prof. processing and drying.

Onderwerp: Model-onderzoek met behulp van computers op het gebied van warmte- en stoftransport.

Rondleiding over Campus.

Gesproken met Dr. B. F. Cargill, prof. extension research fruit and vegetable mechanisation and storage.

Onderwerp: Sorteren en transport van fruit.

Gesproken met Dr. B. A. Stout, prof. power and machinery.

Onderwerp: Onderzoek betreffende oriëntatie van vruchten ten behoeve van sorteren en verpakken.

1 okt. Bezoeken aan pakstations in de omgeving van Grand Rapids en Belding, samen met Dr. D. H. Dewey, prof. post-harvest physiology.

- 2 okt. Bezoeken aan pakstations en fabrikanten in de omgeving van Holland en New Haven, samen met Dr. B. F. Cargill.
Fabrieken: 1) Harvey Harvester Co., Grand Haven. Druivenoogsters, schudders en opvangschermen voor fabrieksfruit.
2) Mechanical Transplanters, Holland. Plantmachines.
3) Blue-berry Equipment Inc., South Haven. Zwarte-bessenoogster, aardbeienoogster.
4) Hilltop Orchards, Hartford. Pakstation.
5) Shaferlake Fruit Packing Station, Benton Harbour.
- 3 okt. Bezoeken aan fabrikanten en fruittelers in de omgeving van Benton Harbour en Kalamazoo, samen met de heer J. H. Levin.
Fabriek: Friday Tractor Co., Hartford.
Onderwerp: Diverse schudders en opvangschermen o.m. Friday, Gould, Perry.
- 4 okt. Lansing $\frac{V}{\text{Chicago}}$ $\frac{V}{\text{Moline Ill.}}$
Bezoek aan "Engineering Research", Deere and Company.
Gesproken met de heer Kent Cornish en de heer A. W. Pauli.
Onderwerp: Onderzoek op het gebied van machineontwerpen voor land- en tuinbouw.
Moline $\frac{V}{\text{Chicago}}$.
- 5 okt. Chicago.
- 6 okt. Chicago $\frac{V}{\text{Seattle}}$.
- 7 okt. v.m. Seattle $\frac{V}{\text{Yakima}}$ $\frac{V}{\text{Wenatchee}}$.
Bezoek aan USDA Station, Market Quality Research Division.
Gesproken met Dr. H. M. Couey, head of the department.
Onderwerp: Programma van bezoek.
Gesproken met de heer J. Pearson.
Onderwerp: Waxen van appels en peren.
Bezoek aan een pakstation, voorzien van een

kleursorteerinstallatie.

n.m. Gesproken met Dr. D. R. Heinicke.

Onderwerp: Boomvormen, haagaanplanten, lichtbenutting in de boomgaard.

Gesproken met de heer A. G. Berlage, agricultural engineering research division USDA.

Washington State University Experiment Station, Wenatchee.

Onderwerp: Plukstellingen voor tafelfruit.

8 okt. v.m. Gesproken met Dr. K. L. Olsen.

Onderwerp: Sorteren op kleur met behulp van transmissiemetingen.

Gesproken met G.O. Patchen, mechanical engineer.

Onderwerp: Sorteren van fruit met behulp van roterende borstels.

Bezoek aan een pakstation.

n.m. Wenatchee ^V Yakima.

9 okt. v.m. Bezoek aan Food Industries Research and Engineering.

Gesproken met de heer E. W. Carlsen, director.

Onderwerpen: Inrichting van sorteer- en pakstations en programma van bezoek.

Gesproken met de heer R. Woodall.

Onderwerpen: Waxen van fruit; kistenledigers voor appels en peren.

n.m. Bezoek aan Northwest Equipment Company.

Fabrikant van sorteerinstallaties en tuinbouwmachines.

Bezoek aan FMC Corporation, Riverside Division.

Gesproken met de heer B. Caudill, manager.

Onderwerp: Sorteerapparatuur.

Bezoek aan pakstation "Marley Orchards", te Cowiche.

10 okt. v.m. Bezoeken aan pakstations, ingericht door Food Industries Research and Engineering.

n.m. Yakima ^V Portland ^a Hoodriver Oreg.

11 okt. Bezoek aan Diamond Fruit Growers Inc., Hoodriver.

v.m. Gesproken met de heer R. B. Leavens, manager planning, research and engineering.

Onderwerpen: Organisatie Diamond Fruit Growers;
mechanisatie van de oogst en verwerking in de
Hoodriver Valley.

n.m. Bezoeken aan pakstations en conservenfabrieken.

12 okt. Hoodriver.

13 okt. Hoodriver ^a Portland.

14 okt. Programma Ir. J. C. J. Kuiken

Portland ^v Corvallis Oreg.

Bezoek aan University of Oregon, Corvallis.

Gesproken met Prof. D. E. Booster, assoc. prof.
power and machinery, en Dr. A. A. Duncan, prof.
extension vegetable crops.

Onderwerp: Mechanisatie aardbeien- en bessenoogst.
Corvallis ^v San Francisco.

Programma Ir. J. W. Rudolph

Portland ^v San Francisco.

Bezoek aan "18th Annual Convention and Exposition
of the Produce Packaging and Marketing Associa-
tion", Fairmont Hotel, San Francisco.

15 okt. v.m. San Francisco ^a Davis Cal.

n.m. Bezoek aan University of California, Davis.

Gesproken met G. E. Rapp, director short courses
for foreign visitors.

Onderwerp: Programma bezoek.

Gesproken met Dr. L. L. Morris, prof. post-harvest
physiology.

Onderwerp: CA-opslag van tomaten.

Rondleiding door het Mann Laboratory.

16 okt. v.m. Gesproken met de heer C. M. Sprock.

Onderwerpen: Fluorescentiemetingen aan tomaten
en bepaling van de oogstrijpheid van slakroppen
d.m.v. radio-actieve straling.

Gesproken met de heer R. B. Fridley, assoc. prof.
mech. harvesting of fruits.

Onderwerp: Plukstellingen.

Gesproken met Prof. C. Lorenzen, chairman of the

engineering department.

Onderwerpen: Mechanisch oogsten van tomaten;
mechanisch oogsten van druiven; mechanisch
oogsten van augurken.

Rondleiding langs de laboratoria.

n.m. Gesproken met Dr. M. O'Brien, lect. bulk
handling.

Onderwerp: Verpakking en transport.

Gesproken met Prof. R. A. Kepner.

Onderwerp: Mechanisatie aspergeoogst.

17 okt. v.m. Gesproken met de heer R. F. Kasmire, extension
marketing technology.

Onderwerpen: Tomatenoogst; marketing van toma-
ten; typen wax voor verschillende produkten.

Rondleiding over de Campus.

n.m. Gesproken met de heer F. G. Mitchell, extension
pomol. marketing.

Onderwerp: Beschadigingsonderzoek bij trans-
porteren.

Gesproken met Dr. L. L. Claypool, prof. post-
harvest physiology of fruits.

Onderwerp: Behandelingen tegen bewaarziekten.

18 okt. v.m. Programma Ir. J. C. J. Kuiken

Bezoek aan Blackwelder Co., Rio Vista, fabri-
kant van tomaten- en augurkenoogstmachines.

Bezoek aan een centraal sorteerstation voor
tomaten, bestemd voor de verwerkingsindustrie.

v.m. Programma Ir. J. W. Rudolph

Gesproken met Dr. H. K. Pratt, prof. post-harvest
plant physiology.

Onderwerp: De toepassing van ethyleen bij het
rijpen van vruchten.

n.m. Inleidingen gehouden op de Vegetable Crop Seminar.

Gesproken met de heer M. B. Zahara, veg. crops
time and motion studies.

Onderwerpen: Selectief oogsten van sla;
"handling" bij "bulk containers" voor sla.

Gesproken met Dr. W. L. Sims, extension veg.
crops spec.

Onderwerpen: Toepassing van Amchem 66-329;
zaaidichtheidsproeven met asperges; witte
asperges gekweekt onder plastic folie.

19 okt. Davis ^a San Francisco.

20 okt. San Francisco.

21 okt. v.m. San Francisco ^a Salinas Cal.

n.m. Bezoek aan de heer J. Inman, county advisor,
extension service University of California,
Monterey County, Salinas.

Onderwerpen: Mechanisch oogsten van sla,
tomaten, broccoli, bleekselderie.

Bezoek aan groentepakstation "Growers Vacuum
Cooling" in Salinas.

22 okt. v.m. Bezoek aan USDA. Experiment Station te Salinas.
Gesproken met de heer P. A. Adrian.

Onderwerp: Gemechaniseerde spruitenoogst.

Bezoek aan fabriek "Creative Agricultural
Systems", dochteronderneming Union Carbide.

Gesproken met de heren R. P. Watwood en
M. P. Ballmer, resp. manager C.A.S. en inter-
national manager Union Carbide Corporation.
Bezichtiging produktieafdeling van "seed
tape".

n.m. Salinas ^a San Francisco ^v Ontario Cal.

23 okt. v.m. Ontario ^a Riverside.

Bezoek aan University of California, Riverside.
Gesproken met de heer L. Hendriks, director
short courses for foreign visitors.

Onderwerp: Programma bezoek.

Gesproken met Prof. R. L. Perry, vice
chairman agricultural engineering department.

Onderwerpen: Citrusoogst; kleursortering van
citroenen; snoeimachines.

n.m. Gesproken met Dr. J. W. Eckert, prof. plant
pathology.

Onderwerp: Toepassing van bestrijdingsmiddelen
tegen schimmels.

Gesproken met Dr. I. L. Eaks, lecturer and plant physiologist.

Onderwerp: Waxen in de citrusindustrie.

Riverside ^a Ontario.

24 okt. v.m. Bezoek aan het "Research laboratorium van Sunkist Growers", Ontario.

Gesproken met de heer M. Johnson, manager field research and engineering.

Onderwerpen: Organisatie Sunkist Growers; organisatie van de research groep; rondleiding door de researchafdelingen.

n.m. Bezoeken aan citruspakstations.

25 okt. v.m. Ontario ^a Pomona

Bezoek aan Brogdex Co., Pomona.

Gesproken met de heer B. Gould, vice president.

Onderwerp: Waxen en drogen van vruchten.

Bezichtiging van het vervaardigen van waxen.

n.m. Pomona ^a Riverside.

Bezoek aan Food Machinery Corporation, Riverside Division.

Gesproken met de heer W.S. Grossman, sales and market specialist.

Onderwerp: Componenten van sorteerlijnen.

Riverside ^a Los Angeles.

Programma Ir. J. C. J. Kuiken

25-26 okt. Los Angeles ^v New York,
New York ^v Amsterdam.

Programma Ir. J. W. Rudolph

25 okt. t/m 3 nov. privé

4 nov. v.m. Los Angeles ^v Washington D.C.

n.m. Bezoek aan de Nederlandse Ambassade.

5 nov. Bezoek aan Safeway Stores Inc., Pre-pakt Produce Department, Washington D.C.

Gesproken met de heer H. F. Weston, manager.

Onderwerp: Kleinverpakking van groenten en fruit.

Bezichtiging verpakkingslijnen voor groenten
en fruit.

6-7 nov.

Washington D.C. $\frac{V}{-}$ New York
New York $\frac{V}{-}$ Amsterdam.

OVERZICHT REISROUTE

LEGENDA

- Viagroute
- Autoroute
- Overstopplaats
- Bezochtplaats

— — — Vliegroute

..... Autoroute

■ Overstapplaats

• Zookeepers

§3. Beschrijvingen bij de afbeeldingen

De foto's bij dit verslag zijn afdrukken van kleurendia's die gedurende de reis door de auteurs zijn gemaakt.

De tekeningen zijn gemaakt door de heer C. P. Andrea aan de hand van foto's en schetsen.

Afb. 1-2. Waterkoeltunnel van het "flood-type" type, waarbij water van ca. 0°C in stralen neerstroomt op het produkt vanuit een zogeheten "flood-pan".

Een commerciële uitvoering is de "Stericooler" van Food Machinery and Chemical Corporation.

Afb. 3. Koelen van kersen in transportcontainers met water direct na de oogst.

Afb. 4. Voorkoelruimte met "ceiling-jet" koeling.

De blaasmonden zijn vanuit het plafond gericht op de gangpaden tussen de rijen kisten.

Afb. 5. Selderietransport met "top-ice" koeling.

Afb. 6-7. Stapelkisten, die in gebruik zijn voor appels.

De afgebeelde lage stapelkisten zijn speciaal bestemd voor kwetsbare rassen als MacIntosh en Golden Delicious.

Afb. 8. Hulpstuk voor een vorkheftruck, waarmee produkt in stapelkisten kan worden gedompeld.

Afb. 9. Dompelbak zoals die in gebruik is op een citruspakstation, bijv. voor een "soda-ash"-behandeling van citroenen.

Afb. 10. Toepassing van een DPA-behandeling tegen scald bij binnenkomst van het fruit op een pakstation.

Afb. 11. Stroomdiagram van een pakstation voor appels en peren.

Afb. 12. Stroomdiagram van een pakstation voor citroenen.

Afb. 13. Stroomdiagram van een pakstation voor sinaasappelen.

Afb. 14. Dumpinstallatie met voeler. De toevoer van fruit aan de sorteer- en verpakkingslijn is in de meeste gevallen volledig gemechaniseerd. Eén vorkheftruck plaatst stapelkisten gevuld met produkt 3-hoog op een transporteur en neemt een stapel van 3 lege kisten mee terug. Een ontstapelaar zorgt ervoor, dat de kisten achter elkaar op de toevoertransporteur van de waterdumper worden geplaatst. Het tempo van dumpen wordt bepaald door de hoeveelheid vruchten, die zich nog in het dumperbassin bevindt. De voeler tast dit af. Nadat de kisten de dumpinstallatie zijn gepasseerd worden ze door een stapelaar opnieuw 3-hoog gestapeld. Soms na vooraf te zijn geschoond en gedesinfecteerd met behulp van water waarin zich actief chloor bevindt of door een stoombehandeling van 2 minuten.

Afb. 15. Voeding van 2 sorteerlijnen door middel van één dumpinstallatie.

Afb. 16. Droogkantelaar voor stapelkisten. Van deze manier van kistenledigen wordt wel gebruik gemaakt aan de ingang van een verwerkingsindustrie bijv. voor peren. De kneuzingen, die de vruchten dan oplopen zijn van geen belang mits het produkt maar binnen 2 uur wordt gekookt en ingeblikt.

Afb. 17. Kanteldumpen in water. Deze dumper laat een hoog tempo toe en is geschikt voor geheel gesloten stapelkisten. De dumpers worden toegepast op citrus- en tomatenpakstations. Tomaten zweven in water. Om deze reden kan geen ledigen van kisten d.m.v. onderdompeling in water worden toegepast. Om de dagproduktie van de mechanische tomatenoogsters dezelfde dag te verwerken moet de verwerkingsindustrie waar deze dumper staat opgesteld 2 stapelkisten van 500 kg inhoud per minuut verwerken gedurende een groot deel van een 20-urige werkdag.

Afb. 18. Ontstapelaar - stapelaar voor stapelkisten.

Afb. 19. Desinfecteren van stapelkisten met heet water en actief chloor (0,25% calciumhypochlorietoplossing).

Afb. 20. Stapelaar voor standaardkisten.

Afb. 21. Ontstapelaar voor standaardkisten. Deze installatie verwerkt stapels van 6 kisten hoog.

Afb. 22. Wasinstallatie met lage druk breedsproeiers voor grof vuil en een hoge druk sproeisectie waar tot 50°C verwarmd water wordt toegepast.

Afb. 23. Het aanbrengen van "wax" door middel van een heen en weer gaande sproeikop. In verband met de op te brengen hoeveelheid "wax" is deze methode noodzakelijk omdat sproeiers met een voldoende kleine uitstroomopening waarmee een systeem van meerdere sproeiers op een rij kan worden toegepast niet verkrijgbaar zijn.

Afb. 24. Het aanbrengen van "wax" door middel van een overloopbak en een borstel van paardehaar.

Afb. 25. Drooginstallatie na het "waxen".

Uitvoering: met stralingslampen en ventilatoren.

Afb. 26. Drooginstallatie na het "waxen".

Uitvoering: Systeem met verwarmde lucht. Fabrikaat Food Machinery and Chemical Corporation.

Afb. 27. Drooginstallatie na het "waxen".

Prototype van systeem met verwarmde gedroogde lucht.
Fabrikaat Wayland.

Afb. 28-29. Kwaliteitssortering.

Afb. 30. Sorteermachine waarin 4 leestafels parallel zijn opgesteld om de kwaliteitssortering te kunnen uitvoeren bij een laag doorvoertempo (orde van grootte 3000 kg appels per leestafel per uur).

Afb. 31. Leestafel in een citruslijn met controlepaneel om de prestaties van de individuele lezers te kunnen beoordelen.

Afb. 32. Gemechaniseerde monsternamen in een citruslijn. De verwerking van citroenen op een citruspakstation geschiedt in twee fasen. Een fase voor de opslag en een fase na de opslag. Pas in de tweede fase vindt een beoordeling van de kwaliteit plaats op leestafels. Om toch de kwaliteit van de binnengebrachte partijen te kunnen beoordelen op grond waarvan uitbetaling aan de telers kan plaatsvinden, wordt de partij regelmatig bemonsterd.

Afb. 33. Tank voor het afscheiden van bevroren vruchten in een citruslijn. De bevroren vruchten gaan drijven. De "frost-separator" bevindt zich in het algemeen niet in de hoofdlijn, maar vruchten worden via deze tank geleid wanneer wordt vermoed dat er nachtvorstschade in de partij aanwezig is.

Afb. 34-36. Sorte- en verpakkingslijn met gewichtssorteereenheid. Fabrikaat Food Machinery and Chemical Corporation.

Afb. 35. Detail ingang gewichtssorteereenheid, waar de vruchten op een rij worden gelegd en van elkaar worden gescheiden.

Afb. 37. Sorteereenheid voor groottesortering.

"Rapid Sizer", fabrikaat Northwest Equipment Company.

Afb. 38. Groottesorteerder, fabrikaat Tew Manufacturing Co.

Afb. 39. "Volumetric Sizer" voor sinaasappelen.

Afb. 40. "Volumetric Sizer" voor citroenen.

Afb. 41. Prototype groottesorteerinstallatie, waarbij gebruik wordt gemaakt van uiteenwijkende borstels.

Uitlezen, schonen en sorteren geschiedt op een machine, die bestaat uit een bed van transporterende, waar nodig roterende, borstels. De vele overgangen (valhoogtes) die plaats-

vinden op een conventionele sorteerlijn worden op deze wijze vermeden. De machine is bestemd voor kwetsbare appelrassen. De borstels zijn in de laatste uitvoering zodanig gemodelleerd, dat er 12 banen zijn ontstaan. Twee in het midden van de machine voor vruchten van de 2e kwaliteit. Er zijn 6 afvoertransportbanden aanwezig van 20 cm breed voor 6 sorteringen. De borstels lopen rond via een ontsmettingstank en worden daarna gedroogd door ze snel te laten roteren. Een speciale afvoerinrichting is ontwikkeld om het op elkaar vallen van appels te voorkomen en om de twee kwaliteiten, die op één sorteerspleet liggen gescheiden te houden en af te voeren naar twee afzonderlijke transportbanden.

Ontwikkeling van het USDA Experiment Station Wenatchee.

Afb. 42. In de Verenigde Staten wordt als transportverpakking voor produkt veel gebruik gemaakt van kartonnen dozen van het type met elkaar rakende bovenliggende sluitkleppen. Deze dozen lenen zich beter voor mechanisering van het verpakkingsproces dan de telescoopdozen.

De dozen worden plano aangevoerd en met behulp van vouwen lijmmachines, als afgebeeld, in elkaar gezet op het pakstation.

Afb. 43-44. De verpakking van appels vindt plaats vanuit opvangtafels, die een buffervoorraad kunnen bevatten. De vulhoogte van de opvangtafels wordt op hetzelfde niveau gehouden door middel van een beweegbare bodem, met veerdrukcompensatie voor het gewicht van de inhoud.

Het gelijk blijven van het niveau heeft het voordeel dat de valhoogte voor het fruit gering kan zijn en gelijk blijft. Bovendien wordt het uitrapen vereenvoudigd.

Verpakt wordt hier in wikkels in pakbladen met behulp van wagentjes.

Afb. 45. Appels, die ongeschikt zijn voor voortgezette opslag of transport naar verder afgelegen consumptiegebieden worden verpakt in kunststof zakken met behulp van zakkenvullers. Afgebeeld is een zakkenvuller van Northwest Equipment Company. De afvulling kan zowel op gewicht als op aantal geschieden.

In het eerste geval wordt gebruik gemaakt van een snelle aanvoer voor het vullen tot het afvulgewicht bijna is bereikt en een trage aanvoer voor het bijvullen tot het op

de schaal ingestelde eindgewicht.

Afb. 46. Prototype van een "Pattern-packer".

Ontwikkeling van Sunkist Growers Research and Engineering.

Onder het systeem "Pattern-pack" wordt verstaan een verpakking van citrus los in kartonnen dozen, waarbij een speciaal pakpatroon wordt gevolgd.

Wordt het met de hand uitgevoerd van paktafels dan wordt het systeem "Rapid pack" genoemd.

De machine is dubbelwerkend, d.w.z. dat één grijparm een groep nieuwe vruchten opneemt terwijl de andere zijn groep in de doos deponeert en vice versa.

Afb. 47-50. Afgebeeld is een verpakkingssysteem voor citrus, dat op de markt wordt gebracht door Brogdex Company onder de naam "Exakt-Pack". Het systeem is nauw verwant aan de "tight fill volume packing" methode, die op de universiteit van Californië te Davis is ontwikkeld.

Het principe berust erop dat door middel van vibreren van de dozen een dichtere pakking van produkt los in de doos wordt verkregen. De vulgraad van de doos is hoger; er kan van een kleinere doos gebruik worden gemaakt; transport-schade als gevolg van het ontstaan van een kopruimte in de verpakking waardoor vruchten van de toplaag vrijheid van beweging krijgen, wordt vermeden.

De methode is voor citrus in gebruik om langs mechanische weg de "Rapid pack" methode te benaderen.

Afb. 47. Dozenvulinstallatie. Telt laag voor laag af.

Afb. 48. Schudden in horizontale richting na het bijvullen van iedere laag. Merk op de "traffic-cop", die het verkeer van de gevulde dozen van de dozenvuller naar de gemeenschappelijke afvoertransporteur regelt.

Afb. 49. Schudden in verticale richting om een dichte pakking van lagen onderling te verkrijgen.

Afb. 50. Dozensluit- en lijmmachine. Warme lijmmethode.

Afb. 51. Verpakking van peren "Pressure-pack".

Afb. 52. Stempelmachine voor citrus. Fabrikaat Brogdex.

Een dergelijke stempelmachine, die dient om iedere vrucht een merknaam mee te geven is door de Food Machinery and Chemical Corporation, Riverside Division, ontwikkeld voor aardappelen. Men denkt eraan een dergelijke machine te gaan ontwikkelen voor appels.

Afb. 53-55. Installaties voor verpakings- en transportonderzoek op de Universiteit van Californië te Davis en Riverside. Triltafel; bepaling van de weerstand van verpakkingen tegen stootbelasting door middel van valproeven; transportsimulatie.

Afb. 56. Administratie en telling van de uitvoer van een pakstation. Hier en daar worden de uitvoergegevens gebracht op ponsband of ponskaarten voor verwerking m.b.v. een administratiecomputer.

Afb. 57. Rangeerstation voor gevulde dozen. Hier worden de palletladingen verzameld van de verschillende kwaliteiten. Is een palletlading van 25 of 30 dozen bijeengebracht op een lijn dan wordt deze lading doorgezonden via een gemeenschappelijke transporteur naar een pallettiseermachine.

Afb. 58. "Carton-turnover".

Afb. 59. Pallettiseermachine. Fabrikaat Food Machinery and Chemical Corporation. Deze machine kan worden geprogrammeerd en op deze wijze verschillende typen stapelpatronen samenstellen.

Afb. 60. Verpakking van appels in wikkels op pakbladen. Kartonnen dozen bevatten een polyethyleen zak geperforeerd of dichtgevouwen om bij voortgezette bewaring in deze verpakking vochtverlies te beperken. Het wordt veel toegepast voor Golden Delicious en voor peren van de variëteiten Bartlett, Anjou, Bosc en Doyenné du Comice.

Afb. 61. Verpakking van appels in manden bestemd voor verkoop in grootwinkelbedrijven.

Afb. 62. Overzicht van een sorteer- en verpakkinglijn voor appels.

Afb. 63-66. Sla-oogst met een rijdend pakstation.

Achter de machine lopen 6 tot 8 man sla te snijden. Op de machine wordt de sla geschoond, getrimd en verpakt in krimpfolie.

Groottesortering vindt plaats in 2 klassen, verpakking 24 kroppen in een doos. Twee dozen van verschillende formaat voor de beide groottesorteringen.

Aansluitend vacuümkoelen op het pakstation.

Afb. 67-69. De oogst van bleekselderie.

Soms wordt dezelfde methode gevolgd als bij sla, d.w.z. wordt reeds op het veld verpakt in kartonnen dozen. Dit is hier

het geval. Het produkt van 2e kwaliteit wordt verpakt in draadgewonden kratten en verkocht onder de naam "celery hearts". In het andere geval wordt het produkt van de oogstband via een opvoerband gestort in bulk containers, die zich bevinden op een met de oogstmachine meerrijdende wagen (zie deel 1 van dit verslag). Het schonen, trimmen en sorteren vindt dan plaats op een centraal pakstation. Afb. 68. Selderie verpakt in doos.

Afb. 69. Lading selderie na vacuümkoelen.

Afb. 70-74. De behandeling van bloemkool of broccoli op een pakstation. De bloemkool wordt met de hand geoogst, waarbij gebruik wordt gemaakt van een hulpmiddel zoals beschreven is in deel 1 van dit verslag. De bloemkool wordt met beschermend blad getransporteerd in bulkcontainers (afb. 71).

Afb. 70. Kantel-inrichting voor het ledigen van bloemkoolcontainers op het pakstation.

Afb. 72. Trimband en sproeiinrichting.

Afb. 73. Verpakken in een kunststofwikkkel, die aan de onderkant wordt geseald.

Afb. 74. Bloemkool in filmverpakking in kartonnen doos gereed voor vacuümkoelen.

Afb. 75. Tomatenpakstation.

Afb. 76-78. Sorteerinstallatie voor het sorteren van appels op kleur. "Colorscan", fabrikaat Food Machinery and Chemical Corporation. De machine kan worden toegepast voor appels, die een kleuromslag vertonen van groen naar geel of van groen naar rood.

Een scheiding wordt gemaakt in 3 groepen, nl.:

onvoldoende gekleurd (<35% van het oppervlak)

"fancy"-kwaliteit (tussen 35% en 65% van het oppervlak gekleurd)

"extra-fancy" kwaliteit (>65% van het oppervlak gekleurd).

De mindere kwaliteit wordt verpakt in plastic zakken, de andere kwaliteiten op pakbladen.

De doorvoersnelheid bedraagt max. 6 vruchten per sec. per laan. De machine is uitgerust met 6 lanen.

Afb. 77. Principeschets van het transportsysteem door de machine.

Afb. 78. Principeschets van de wijze waarop de kleurmeting plaatsvindt. Het door de vrucht gereflecteerde licht afkomstig van een 4 tal lampen wordt gemeten.

Afb. 79-82. Sorteerinstallatie voor het sorteren van citroenen op kleur. Fabrikaat Electric Sorting Machine Co. Basis is de meting van het door de vrucht gereflecteerde licht. De behandeling van citroenen op een pakstation geschiedt in een fase voor en een fase na de opslag. De fase voor de opslag wordt afgesloten met een sortering op kleur, die de wijze van behandeling van het produkt bepaalt tijdens opslag. De sortering geschiedt in 5 kleurklassen: dark green, light green, silver A, silver B, yellow.

De kleur van de vruchten wordt tijdens een val door een observatiekamer gemeten. De vruchten worden opgevangen in zakjes, die zijn bevestigd aan een sorteerwiel. Het sorteerwiel zorgt voor de verdeling over de 5 uitgangen.

De valhoogte door de observatiekamer is ca. 50 cm. De sorteersnelheid bedraagt 1 vrucht per sec. per machine. Acht machines staan opgesteld om de lijnproductie te kunnen verwerken.

Afb. 80. Detail aanvoer en op een rij leggen van de vruchten.

Afb. 81. Detail sorteerwiel.

Afb. 82. Principeschets van het transport van de vruchten door de installatie.

Afb. 83-86. Kleursortering van tomaten toegepast op een tomatenoogstmachine.

De tomatenoogster wordt ontwikkeld door Prof. K. Q. Stephenson van Pennsylvania State University.

Het doel is om de te groene tomaten (immature green tomatoes) achter te laten op het veld, dus een scheiding in twee kleurklassen.

De oogstmachine wordt door een trekker voortbewogen en door een aftakas aangedreven. De tomatenplanten worden onder de grond afgesneden d.m.v. een maaibalk. Een brede aanvoerband brengt de planten naar een schudgedeelte. De groene plantendelen worden naar achteren getransporteerd en vallen terug op het veld. De tomaten verlaten de machine naar twee zijden en komen via een transporteur terecht op schroeftransporteurs die ze door een kleurmeetsectie voeren.

Afb. 84. Principeschets van het transportsysteem door de sorteerinstallatie.

Afb. 85. Detail ingang tomatensortering.

Afb. 86. Detail meetsectie met verlichtingslampen en licht-

opnemers voor het waarnemen van het gereflecteerde licht.

Afb. 87. Sortering van kersen op kleur.

Fabrikaat Electric Sorting Machine Co. Scheiding in 2 kleurklassen. Capaciteit ca. 50 kersen per sec., theoretisch maximaal mogelijk 100 kersen per sec.

Afb. 88. Experimentele sorteerinstallatie voor het bepalen van de rijpheid van appels berustend op meting van door de vrucht doorgelaten licht. Ontwikkeling van USDA Agricultural Research Service, Market Quality Research Division. Capaciteit 1 à 2 vruchten per sec. Scheiding in 5 sorteringen. De machine staat momenteel opgesteld op het "USDA Experiment Station" te Wenatchee.

Sortering is mogelijk op chlorophylgehalte waarvoor het verschil in optische dichtheid van het materiaal wordt bepaald in twee golflengtegebieden rond 690 en 740 nm.

Verder is het instrument geschikt om de aanwezigheid van "water core", doorschijnende verwaterde gebieden in het vlees van de appel bij het klokhuis of onder de schil, waar te nemen. Voor dit doel wordt in de golflengtegebieden rond 760 nm en 815 nm gemeten. Detailfoto van het mechanisch geheugen, dat de beslissing genomen in het meetgedeelte bewaard tot de vrucht aankomt bij het uitwerpgedeelte. Het uitwerpen geschiedt pneumatisch.

Afb. 89-90. I.Q. (internal quality) -meter. Ontwikkeling van USDA Agricultural Research Service, Market Quality Research Division, te Beltsville.

Het instrument is de laboratoriumversie van de sorteerinstallatie van afbeelding 88.

Een commerciële uitvoering wordt vervaardigd door Agricultural Specialty Company Inc. te Hyattsville onder de naam Ratiospect.

Afb. 90. Principeschets van het optische gedeelte van de meter.

Afb. 91. Laboratoriumopstelling voor fosforescentiemetingen aan tomaten in een golflengtegebied rond 700 nm. Ontwikkeling van de universiteit van Californië te Davis.

Afb. 92. Prototype van een draagbare watercoremeter bestemd voor inspectiedoeleinden. Ontwikkeling van het USDA Agricultural Research Centre te Beltsville.

Hoofdstuk 2

PRODUKTBEHANDELING NA DE OOGST

§1. Inleiding

Bewerkingen, die plaatsvinden op pakstations, waar het produkt terecht komt na de oogst, kunnen worden onderscheiden in twee categorieën.

1. Bewerkingen, die tot doel hebben de houdbaarheid van het produkt te verlengen.
2. Bewerkingen, die tot doel hebben het produkt handelsklaar te maken.

Tot de eerste groep worden gerekend:

- . Koeling tijdens opslag en transport om de afleving van het produkt te vertragen en tegelijkertijd de groei van eventuele aanwezige schimmels of schimmelsporen en bacteriën te remmen.
- . Voorkoelen om de veldwarmte weg te nemen en om de juiste opslagtemperatuur sneller te bereiken dan mogelijk is in koelruimten bestemd voor langduriger opslag of transport.
- . CA-opslag, waarbij de samenstelling van de atmosfeer waarin het produkt zich bevindt wordt gewijzigd met het doel de ademhalingsprocessen te vertragen.
- . Behandelingen met chemicaliën als aanvulling op de koeling. Het doel is schimmels te vernietigen of de ontwikkeling ervan te stoppen. Soms is het doel het voorkomen van het optreden van fysiologische bewaarziekten.
- . Het toepassen van een warmtebehandeling. Ook in dit geval is het doel oppervlakte schimmel- en bacteriegroei tegen te gaan. Bovendien leeft de verwachting, dat zich reeds in de vrucht onder het oppervlak bevindende micro-organismen worden aangetast.
- . Het aanbrengen van coatings op vruchten, waarbij mogelijk een soort CA-bewaring wordt gecombineerd met bestrijding van micro-organismen en waarbij het vochtverlies tijdens opslag wordt beperkt.

Tot de tweede groep worden gerekend:

- . Het wassen van het produkt met het doel het produkt te schonen en residuen van bestrijdingsmiddelen te verwijderen.
- . Het sorteren naar kwaliteit en grootte.
- . Het verpakken.

In hoeverre bovengenoemde handelingen, speciaal die welke in Nederland minder bekend zijn, in de Verenigde Staten op sorteer- en pakstations praktisch worden toegepast, alsmede de wijze van toepassing en het onderzoek op het beschreven terrein op universiteiten en proefstations is het onderwerp van dit reisverslag.

§2. Behandelingen, die een aanvulling vormen op het koelen.

2.1 Voorkoelen

De praktijk van het voorkoelen in de groente- en fruitindustrie in de Verenigde Staten, speciaal in California en Florida, is bijzonder gestimuleerd door de lagere vrachttarieven, die de Spoorwegen sinds het begin van de jaren 1930, toen er nog hoofdzakelijk met ijs gekoeld werd, rekenden voor wagonladingen die niet van alle op regelmatige afstanden liggende stopplaatsen voor het opnieuw vullen van de ijsbunkers gebruik hoefden te maken.

De kostenbesparing compenseerde voldoende de kosten, die gemaakt moesten worden om te kunnen voorkoelen.

Uitvoeringsvormen van voorkoelen die op pakstations voorkomen zijn: vacuümkoeling, waterkoeling, koeling met behulp van geforceerde doorstroming van koude lucht en koeling door het produkt in contact te brengen met ijs [1].

Vacuümkoeling; koeling door middel van verdamping van in en op het produkt aanwezig water wordt de laatste jaren in Nederland op kleine schaal toegepast.

Voor een beschrijving van de werkwijze en de benodigde apparatuur kan daarom worden verwezen naar Nederlandse literatuur [2,3].

De toepassing in de Verenigde Staten vindt plaats op groente-pakstations, voornamelijk in Californië en Florida (afb. 66).

Met als uitgangspunt de veel gebruikte empirische formule van Siebel voor de soortelijke warmte van produkten:

$$C = 0.008 \times (\text{gewichtsperscentage niet gebonden } H_2O) + 0,20 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$
en onder de veronderstelling, dat het produkt een vochtgehalte heeft van ca. 90%, moet volgens berekening 1% gewichtsverlies aan vocht door verdamping een temperatuurdaling geven van ca. 6°C . Dit komt goed overeen met experimenteel gevonden resultaten [4].

De belangrijkste produkten, waarvoor de methode in de Verenigde Staten wordt toegepast om na de oogst de veldwarmte zo snel mogelijk af te voeren zijn sla, bloemkool en selderie.

In opkomst volgens de heer Lloyd Ryall, chief horticultural crops research branch USDA, is het gebruik van vacuümkoelers voor erwten als korrelprodukt en maïs.

Bij de eerstgenoemde produkten is de methode in het bijzonder in gebruik wanneer reeds op het veld in kartonnen dozen wordt verpakt (afb. 63, 67). Gekoeld wordt dan op het pakstation in de genoemde verpakking tot ca. 4°C in ca. 25 minuten.

De aanvangstemperatuur blijkt in belangrijke mate het vochtverlies te bepalen, maar is nauwelijks van invloed op de eindtemperatuur of de afkoeltijd.

Twee factoren bepalen of een produkt geschikt is voor vacuümkoeling. In de eerste plaats de verhouding van de oppervlakte tot de massa van het produkt en in de tweede plaats de permeabiliteit van de oppervlaktelaag voor waterdamp. Als gevolg van genoemde factoren blijkt in de praktijk nogal eens, dat verschillende delen van het produkt met ongelijke snelheid afkoelen. Voor sla wordt in de Verenigde Staten door de voorlichtingsdienst dan ook geadviseerd de afkoeltijd voldoende lang te nemen om de temperatuur van stronk en blad dezelfde eindwaarde te laten bereiken.

In [4,5] zijn gegevens met betrekking tot de geschiktheid van een groot aantal produkten voor vacuümkoeling vermeld, alsmede het effect van typen verpakking op de afkoeltijd en de te bereiken eindtemperatuur.

Om een lagere eindtemperatuur te bereiken bij een produkt, dat moeilijk koelt, wordt in de Verenigde Staten de methode van bevochtigen van produkt voor het koelproces toegepast. Wanneer de temperatuur van het produkt, dat van het veld komt, een te hoge waarde heeft is dezelfde handelwijze een belangrijke voorzorgsmaatregel tot voorkomen van een te groot vochtverlies (afb. 72).

Op het pakstation kan bevochtigen alleen worden toegepast wanneer het produkt na de oogst in bulkcontainers wordt aangevoerd en niet zoals dikwijls het geval is reeds op het veld in kartonnen dozen wordt verpakt.

Waterkoeling; koeling m.b.v. water van 0-1°C, wordt in de Verenigde Staten eveneens in hoofdzaak aangetroffen op groentepakstations (afb. 1).

De belangrijkste produkten, waarvoor de methode wordt toegepast zijn selderie, maïs, asperges, wortelen en radijs en voor zover het fruit betreft perziken.

Onderzoek om het effect van voorcoelen met betrekking tot de kwaliteit van het produkt te bepalen is in de periode na 1960 in hoofdzaak uitgevoerd op het USDA Experiment Station te Fresno Cal. [6,7].

Het resultaat van het snel koelen van appels; Golden Delicious, Starking Delicious en Winesaps, na de oogst en voor de opslag, door middel van waterkoeling is onderzocht op het USDA Experiment Station te Wenatchee, Wash. St. [8].

Van enig resultaat met betrekking tot de kwaliteit van appels na bewaring is alleen sprake, wanneer het produkt niet binnen 7 dagen in een normale koelcel op bewaartemperatuur kan worden gebracht.

De methode kan dus dienen als hulpmiddel bij cellen met een te geringe koelcapaciteit, waarin niet binnen de genoemde periode de optimale bewaartemperatuur kan worden bereikt.

Twee uitvoeringsvormen van waterkoeling komen voor op pakstations: de zg. "flood-type" en de "bulk-type" vorm.

Het eerste type is bestemd om verpakt produkt te koelen bijv. selderie in draadgewonden kratten. Ook produkt in stapelkisten of los op een gaas-transportband liggend produkt kan in deze koeltunnels worden gekoeld.

Over de gehele lengte van de koeltunnel sproeit water vanuit sproeikoppen (lage druk-breedsproeiers) of vanuit een boven de band liggende bak met geperforeerde bodem op het produkt (afb. 2). In het laatste geval bestaat de bodem van de bak uit een gegolfde gegalvaniseerde metalen plaat en zijn de perforaties aangebracht op de hoogste punten om verstopping van de sproei-openingen te voorkomen. Het water wordt in een verzamelbad onder de transportband opgevangen en op temperatuur gebracht met ijs of d.m.v. mechanische koeling. Vanuit de verzamelbak wordt het gepompt naar de bovenbak via een filter.

De hoeveelheid water, die op deze wijze circuleert varieert afhankelijk van het type koeler en de bestemming van de koeler. Een ontwerpcriterium, dat naast de warmtebelasting en de gevraagde afkoeltijd de watercirculatie mede bepaalt en dat in de praktijk wordt gehanteerd, is de eis dat het koelwater niet meer dan $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ mag opwarmen bij de maximale warmtebelasting, die kan voorkomen.

Nemen we als voorbeeld de "Stericooler" van Food Machinery and Chemical Corporation dan is de hoeveelheid circulerend water ca. 500 liter/m².min.

Hieronder volgen nog enige gegevens, die betrekking hebben op deze koeler:

Breedte koeltunnel inw.: 2.20 m

Lengte koeltunnel: grootste type 9,5 m
kleinste type 4 m

Capaciteit: grootste type max. 8 ton/uur
kleinste type max. 2 ton/uur

Koeltijd: 8 tot 20 minuten.

Pompcapaciteit: grootste type 12000 liter/min.
kleinste type 5500 liter/min.

De koeler is er één van het type, waarbij de hoeveelheid koelwater, die wordt aangevoerd zo groot is, dat de afkoeltijd geheel door de thermische eigenschappen van de te koelen produkten wordt bepaald.

Gegevens betreffende afkoeltijden van produkten in koelers van het laatstgenoemde type zijn te vinden in [6].

Voorbeelden van berekeningen van de warmtebelasting, die verschillende produkten opleveren mede als gevolg van de eigen warmteproduktie en de benodigde koelcapaciteit van deze produkten worden gegeven in [9].

Meer gespecialiseerd onderzoek naar de thermische eigenschappen van enkele tuinbouwprodukten met het oog op de berekening van koelinstallaties is verricht op Michigan State University [10,11].

In koelers van het "bulk-type" wordt het produkt gedompeld in koud water, dat door middel van roerders of een circulatiepomp in beweging wordt gehouden.

Deze methode vindt vooral toepassing bij perziken.

Recirculatie van dezelfde hoeveelheid koelwater brengt het gevaar met zich mee van accumulatie van schadelijke micro-organismen. Om het water te desinfecteren wordt in de praktijk actief chloor (calcium- of natriumhypochloriet) in concentraties van 100-125 ppm aan het koelwater toegevoegd. Het meeste effect wordt verkregen wanneer een pH 8-8,5 kan worden gehandhaafd.

Bij perziken wordt ook wel Na-o-Fenyl-fenolaat in een oplossing van 0,1% bij een pH 11,5-12 toegepast. De oplossing moet alkalisch zijn om schilaantasting te voorkomen. De concentraties zijn niet voldoende hoog om produkt dat reeds geïnfecteerd is te desinfecteren.

Het Na-o-Fenyl-fenolaat heeft in de Verenigde Staten een door de "Food and Drug Administration" toegestane residue-tolerantie van 20 ppm en 25 ppm resp. voor perziken en appels en peren.

Afb. 3 geeft een beeld van de toepassing van waterkoeling voor kersen. "Red tart cherries", bestemd voor de verwerkingsindustrie worden reeds mechanisch geoogst. Het gevolg van extra beschadiging door de gemechaniseerde oogst, in hoofdzaak het versnelde optreden van rot, wordt beperkt door onmiddellijk na de oogst te koelen. In dit geval wordt produkt geplaatst in transport-containers gevuld met water van 5-10°C.

Voor het transport plaatsvindt wordt gekoeld door de containers aan te sluiten op een watercirculatie systeem, dat

wordt gevoed met bronwater. Afval en blad komen boven drijven en spoelen over de rand.

De kersen worden op deze wijze gekoeld van ca. 25°C tot ca. 10°C in ca. 20 minuten. Om dit te bereiken is per container 30 liter water per minuut nodig.

Voorkoelen met behulp van geforceerde doorstroming van koude lucht.

Deze voorkoelmethode wordt toegepast in die gevallen, waarin:

1. aan de snelheid van afkoelen minder hoge eisen worden gesteld (orde van grootte van de halfkoeltijd uren i.p.v. minuten),
2. het produkt of de container ongeschikt is voor gebruik van water,
3. het produkt ongeschikt is voor vacuümkoelen.

Het eerste geval doet zich voor bij produkten met een relatief lange houdbaarheidsduur.

Appels, peren en citrus worden, wanneer deze vorm van voorkoeling wordt toegepast, behandeld in speciale voorkoelruimten waarbij door plaatsing van aan- en afvoerkanalen, het stapelpatroon en aangepaste verpakking ervoor wordt gezorgd dat de koude lucht direct in aanraking komt met het produkt. De toepassing is niet algemeen.

Beschrijvingen van installaties en gegevens met betrekking tot de benodigde koelcapaciteit en luchtsnelheid zijn te vinden in [1].

Een produkt als aardbeien, dat behoort tot de in het begin genoemde categorieën 2 en 3 wordt als regel op deze wijze voorgekoeld.

Daarna wordt tijdens transport CA-bewaring toegepast in de vorm van een verhoogd CO₂-gehalte van 10 tot 20%.

Momenteel wordt in Californië ten behoeve van het luchttransport geëxperimenteerd met palletladingen in omhulsels van polyethyleen, waarbinnen "dry ice" (koolzuursneeuw in tabletvorm) zorgt voor de verhoogde CO₂ concentratie.

Een tussenvorm van koelruimte voor opslag op lange termijn en voorkoelruimte werd aangetroffen op het nieuwe pakstation "Victoria Plant" van de College Heights Orange and Lemon Ass.

in de nabijheid van Ontario Cal.

Een aantal ruimten ieder voor ca. 150 ton produkt is ingericht om zowel de functie van voorkeelruimte als die van rijpingskamer te kunnen vervullen.

In deze ruimten wordt het "ceiling-jet" systeem toegepast (afb. 4). Vanuit blaasmonden in het plafond worden krachtige luchtstromen verticaal naar beneden gericht tussen de rijen kisten. Volgens verkregen inlichtingen wordt de halfkeeltijd op deze wijze teruggebracht tot 60% van de halfkeeltijd die gebruikelijk is bij conventionele keelruimten en bij een geringere investering dan nodig is voor gespecialiseerde voorkeelinstallaties.

Volgens Amerikaans onderzoek [12] moeten stapelkisten voor appels en peren 8 tot 11% vrij wandoppervlak bezitten om voldoende ventilatiemogelijkheden te bieden voor luchtkoeling. Met deze eis wordt rekening gehouden bij stapelkisten, die in de Verenigde Staten in gebruik zijn (afb. 6, 7).

Vooraf voor fruit, dat mechanisch wordt geoogst en bestemd is voor de verwerkingsindustrie wordt het scheppen van gelegenheid om goed te kunnen koelen een belangrijker criterium geacht bij het ontwerpen van containers dan de kans op beschadiging van het produkt aan de wanden.

Voorkoelen met behulp van ijs

Dit is in de Verenigde Staten een oude en veel gebruikte methode van voorkoelen, die bovendien zeer effectief is. Als nadelen worden opgegeven:

- . de kosten verbonden aan het gebruik van ijs, vooral nu gedurende de laatste tientallen jaren het produktieseizoen zich voortdurend verlengt als gevolg van verbeterde landbouwmethoden,
- . het nat blijven van het produkt.

Voor de komst van het vacuümkoelen werden bladgroenten in hoofdzaak gekoeld door gruisijs met het produkt te mengen ("contact-ice"-koeling).

Wagonladingen van produkt, bijv. selderie, in daarvoor geschikte verpakkingen, meestal draadkratten van schilhout, worden ook nu nog getransporteerd onder een laag ijs ("top-ice"-koeling, afb. 5).

2.2 Toepassingen van behandelingen met chemische middelen

In de Verenigde Staten wordt een aantal chemische behandelingen om microbiologisch bederf te voorkomen als hulpmiddel naast koeling toegepast.

Het betreft behandelingen met fungicide middelen.

Een samenvatting van het onderzoek op dit terrein is o.m. te vinden in [13,14]. Recent onderzoek, speciaal met het oog op toepassing in de citrusindustrie, wordt beschreven in [15].

Toepassing van chemische behandelingen om vruchten te desinfecteren vindt plaats in gevallen, waarin er sprake is van:

- 1) Een onvoldoende afweer tegen binnendringende micro-organismen. Het kan zijn, dat een belangrijk deel van het aangevoerde fruit een schilbeschadiging heeft als nevenverschijnsel van de gemechaniseerde oogst.
Het kan zijn, dat een schil ontbreekt zoals het geval is bij zacht fruit.
- 2) Een betrekkelijk lange inkoelperiode zoals bij de opslag van hard fruit en citrus kan voorkomen.
- 3) Een rijpingsbehandeling, die door de wijze van oogsten en handelsklaar maken van het produkt moet worden toegepast. Tijdens een rijpingsbehandeling ontbreekt de barrière tegen microbiologisch bederf in de vorm van een lage opslagtemperatuur.
- 4) Een niet aaneengesloten koelketen tijdens transport zoals dikwijls het geval is, wanneer lucht- of zeetransport een onderdeel vormen van de transportweg.

Daarnaast worden op pakstations voor appels en Anjou-peren regelmatig behandelingen toegepast tegen de fysiologische be-
waarziekte scald.

De behandelingen worden uitgevoerd in de vorm van: dompeldaden, besproeien, begassen, het gebruik van met een langzaam verdampende vloeistof geïmpregneerde wikkels of interieurs van verpakkingseenheden en door toevoeging van fungicide middelen aan de "wax", die wel wordt aangebracht op appels, peren, citrus, tomaten en komkommers als een be-

schermende oppervlaktelaag om uitdroging tijdens opslag en transport te voorkomen.

Actief chloor (calcium- of natriumhypochloriet) in concentraties van 50-125 ppm is het meest universele middel, dat in waswater van borstelinstallaties of in koelwater van voor-koelinstallaties wordt gebruikt om micro-organismen te bestrijden. Het is niet voldoende effectief om het oppervlak van vruchten te desinfecteren. Naarmate het water kouder is wordt een hogere concentratie toegepast; 100 ppm in ijswater is een gebruikelijke formule.

Borax (natriumtetraboraat) is het eerste in de citrusindustrie geaccepteerde bestrijdingsmiddel geweest. Het bestrijdt de belangrijkste schimmels, die optreden bij citrus, nl. *Penicillium digitatum* en *Penicillium italicum*, die de zachte met blauwachtige en groenachtige op poeder gelijkende sporen bedekte plekken veroorzaken. Het middel bestrijdt slechts in geringe mate het ontstaan van rot rond de steelholte veroorzaakt door *Diplodia natalensis* en *Phomopsis citri*. Naast het feit, dat een verwarmd bad moet worden gebruikt is het laatste één van de belangrijkste redenen waarom het weinig meer wordt toegepast.

Toepassing vindt veelal plaats als een dompeling van 1 à 2 minuten in een 4% natriumtetraboraatoplossing met een temperatuur van ca. 44°C. Toegevoegd wordt 2% boorzuur.

De opvolger van de dompelbehandeling met Borax is een SOPP (Na-o-Fenyl-fenolaat) behandeling.

Een dompelbehandeling van 1 à 2 minuten in 0,5 tot 1% oplossing bij kamertemperatuur (afb.9).

Aan de oplossing wordt natriumhydroxide toegevoegd om een pH 11,7-12 te bereiken.

Om schilbeschadiging, die na enige tijd kan ontstaan als gevolg van een te grote concentratie van het middel op locale plaatsen op het oppervlak van een vrucht, te voorkomen worden de vruchten na de dompelbehandeling afgespoeld met vers water. Met het oog op schilaantasting is ook een strikte handhaving van de pH-waarde van de oplossing noodzakelijk. De leveranciers van apparatuur voor de citrusindustrie Food

Machinery and Chemical Corporation te Riverside Cal. en Brogdex te Pomona Cal. brengen dan ook apparaten op de markt, die de inhoud van de dompelbaden eens per half uur analyseren en gedoseerd fungicide middel en natriumhydroxide toevoegen om op deze wijze de concentratie en de pH van het dompelbad op peil te houden.

Diamond Fruit Growers te Hoodriver past het bovengenoemde middel toe ter bestrijding van *Penicillium expansum* rot bij appels, die verpakt in kartonnen dozen in wikkels nog enige tijd worden opgeslagen. Dit is een bestrijdingsmethode, die in de Pacific Northwest veel wordt toegepast. Voor de behandeling wordt het middel in een vorm, die onder de handelsnaam Stop Mold bekend is, toegevoegd aan het water van de waterdumper.

De door de "Food and Drug Administration" toegestane residu-toleranties van Na-o-Fenyl-fenolaat zijn bij gebruik op pakstations voor appels en peren 25 ppm, perziken 20 ppm, citrus en tomaten 10 ppm en kersen 5 ppm.

Een probleem is vaak de plaats van behandeling van het produkt in een sorteer- en verpakkinglijn, wanneer de vruchten zowel moeten worden geschoond als gedesinfecteerd.

Toepassing van dompelen of sproeien voor het wasproces heeft het nadeel, dat het middel voor een deel weer wordt verwijderd. Toepassing van dompelen of sproeien na het wasproces heeft het nadeel, dat het middel niet kan doordringen in de kelk- en steelholtes als gevolg van het op deze plaatsen na het drogen van de vruchten met borstels nog aanwezige water. Bij de droogschuimwasmethode, die in de citrusindustrie tegenwoordig wordt gebruikt, wordt het middel gedoseerd toegevoegd aan het zeepmiddel, dat naar de wasinstallatie wordt gepompt. De toepassing tijdens het wasproces heeft als voornaamste bezwaar, dat de behandeling slechts kort kan duren: 15 sec. tegen 2 minuten bij de dompelmethode. Gebruikt wordt een 2% oplossing. Ook in dit geval wordt nagespoeld met vers water. Door Dr. J. W. Eckert, leider van het onderzoek op het terrein van bestrijdingsmiddelen aan de Universiteit van Californië te Riverside, is dan ook gezocht naar een stof, die als sproeimiddel kan worden toegepast tussen de handelingen drogen met borstels en "waxen".

Dit middel mag de schil niet aantasten want afspoelen met vers water kan niet worden uitgevoerd.

2 AB (2-aminobutaan),

Handelsnaam: Frucote van Eli Lilly & Co, is een middel, dat hiervoor in aanmerking komt. Het is een vluchtige vloeistof. Voor toepassing als sproeimiddel wordt 0,5 tot 2% aan water toegevoegd en wordt geneutraliseerd met een zuur, waarbij een niet vluchtig in water oplosbaar zout ontstaat (fosfaat of carbonaat). De pH-waarde van de oplossing wordt gebracht op 8 à 9. Wanneer het nodig is te sproeien met een vloeistof van een temperatuur van ca. 40°C moet bij voorkeur de pH < 8,5 genomen worden, anders treedt verlies op als gevolg van verdamping. Het middel is nog niet vrijgegeven. Er is alleen een voorlopige toestemming voor proefnemingen op commerciële schaal met citrus en appels.

Een andere stof, waarmee op laboratoriumschaal wordt geëxperimenteerd in Riverside als bestrijdingsmiddel tegen Penicillium is : Thiabendazool, afgekort TBZ (2 - (4'-thiazolyl) - benzimidazool). Het wordt uitgebracht onder de handelsnaam Mertect door Merck & Co. Volgens Dr. J. W. Eckert geeft het middel hetzelfde resultaat als een middel dat door Dupont wordt uitgebracht onder de naam Dupont 1991.

Het is een kristallijne stof, die slecht oplosbaar is in water. Het middel wordt in de handel gebracht als een poeder dat kan worden gesuspenderd in water. De oplossing moet tijdens gebruik voortdurend worden geroerd.

Een andere vorm is een oplossing van TBZ, 0,075 tot 0,1%, dat door toevoeging van een zuur een oplosbaar zout vormt (lactaat). De pH van de oplossing wordt gebracht op 2,5.

Bij perziken is een warmwaterbehandeling tegen bruinrot (*Sclerotinia sclerotiorum*) en Rhizopusrot van ca. 2 à 3 minuten in water van ca. 52°C een op pakstations ingevoerde behandeling. De USDA Marketing Research division neemt proeven met een combinatie van warm water en fungicide.

Toegepast wordt DCNA (2,6 - dichloor - 4 - nitroaniline) speciaal voor de bestrijding van Rhizopus tegelijkertijd met de bestrijding van bruinrot.

DCNA wordt uitgebracht onder de merknaam Botran door Upjohn Co. Ook de merknamen Allisan en Dichloran komen voor. Dompelbad van 250-450 ppm DCNA in water van 52°C.

Aan het begin van de verpakkinglijn voor perziken wordt de warmwaterbehandeling uitgevoerd en voordat het verpakkingsgedeelte van de lijn wordt bereikt, wordt de temperatuur van de vruchten d.m.v. waterkoeling weer verlaagd tot ca. 1°C. DCNA is toegestaan als fungicide middel voor gebruik na de oogst met een residu-tolerantie van 20 ppm, voor abrikozen, nectarines en kersen. Voor gebruik bij perziken moet de toestemming nog worden verleend.

Soda-ash (natriumcarbonaat)

Voor citroenen wordt een behandeling met Na-o-Fenyl-fenolaat minder toegepast sinds ontdekt is, dat zich in de opslagruimten bifenylresistente schimmels ontwikkelden als gevolg van de genoemde behandeling.

Aangezien nog gebruik wordt gemaakt van met Bifenyl geïmpregneerde wikkels (40 tot 50 mg bifenyl in een wikkel van 25x25 cm²) als barrière tegen de verspreiding van schimmelsporten wordt op het ogenblik bij voorkeur een dompelbad van Soda-ash toegepast. In het geval er niet wordt gewikkeld, maar de met een handelsnaam gestempelde vruchten los in kartonnen dozen worden verpakt, wordt gebruik gemaakt van geïmpregneerde bodem- en topvellen. Deze geven bifenyldampen af in de verpakking. Ook soda wordt evenals dat met Borax het geval is toegepast als een verwarmd dompelbad. Temperatuur ca. 45°C; oplossingen 3 à 5%.

Wanneer het de bedoeling is om naast *Penicillium* ook bruinrot (*Phytophthora*) te bestrijden wordt de temperatuur van het bad enkele graden hoger gekozen. Hierbij loopt men het risico, dat sommige vruchten een warmtebeschadiging oplopen.

Bij Diamond Fruit Growers wordt soms voor peren dezelfde procedure toegepast als voor appels nl. uit het koelhuis verpakken en daarna weer opslaan. In dat geval wordt soda toegevoegd aan het water van de waterdumper om *Penicillium expansum* rot te bestrijden. Tegelijkertijd is een oplossing verkregen, waarin de peren gaan drijven, hetgeen voor deze methode van kistenledigen een noodzakelijke voorwaarde is.

De bestrijding van de fysiologische bewaarziekte scald geschiedt in Michigan bij binnenkomst van het fruit na de oogst op het pakstation (afb. 10).

Hier wordt DPA (difenylamine) in de vorm van "flooding" van stapelkisten toegepast.

D.w.z. het sproeimiddel wordt in een zo grote overmaat aangevoerd, dat de vloeistof zo snel niet uit de stapel-

kist kan lopen en de appels als het ware even gaan drijven. De concentratie van DPA in het sproeimiddel is 1000 ppm. Het middel staat ter beschikking in de vorm van een poeder dat in water kan worden gesuspenderd.

Om "flooding" te kunnen uitvoeren wordt als vuistregel gehanteerd een sproeisnelheid van ca. 1 liter per kg produkt per minuut. Voor stapelkisten komt het neer op 300 liter per minuut per stapelkist.

Het middel wordt in een verzameltank in de grond weer opgevangen en rondgepompt naar de sproeiers.

Soms doet zich bij deze methode het bezwaar voor, dat in de steel- en kelkholtes achterblijvende oplossing vooral onder in de kist verbrandingen veroorzaakt. Men tracht soms dit euvel op te heffen door de kisten na afloop van de behandeling over een kleine hoek te kantelen.

DPA wordt ook toegepast als toevoeging aan met minerale olie geïmpregneerde wikkels voor appels en Anjou-peren, die na sortering verpakt opnieuw worden opgeslagen. Deze wikkels kunnen worden gezien als een verbeterde uitvoering van de alleen met olie behandelde wikkels, die voorheen werden gebruikt voor scaldcontrole.

De toevoeging bedraagt ca. 1,5 mg per wikkel. Naast DPA wordt voor scaldbestrijding ook toegepast

Stop-Scald of Ethoxyquin (1,2 - dihydro - 6 - ethoxy - 2,2,4 - trimethylchinoline).

Als dompelvloeistof of sproeimiddel met een concentratie van 1800 ppm.

Diamond Fruit Growers past voor scaldbestrijding bij Anjou-peren wikkels toe, die ethoxyquin bevatten naast de zgn. Hartmanwikkels, met minerale olie en kopercarbonaat.

2.3 Warmtebehandeling

De toenemende weerstand tegen gebruik van chemicaliën op voedsel en de problemen, die ontstaan bij export van behandeld fruit, speciaal naar Europa, stimuleren het onderzoek in de Verenigde Staten naar andere methoden van bestrijding van micro-organismen.

In feite wordt teruggegrepen naar één van de oudste methoden om bederf te voorkomen, de pasteurisatie.

In tegenstelling tot het gebruik van een chemisch middel heeft een warmtebehandeling met water of met verwarmde lucht het nadeel, dat vruchten wel worden gedesinfecteerd, maar dat hernieuwde infectie op het pakstation niet is uitgesloten. Van belang zijn dus de sanitaire omstandigheden op pakstations en in opslagruimten.

Een voordeel van de behandeling kan zijn, dat ook micro-organismen, die zich aan het oppervlak onder de schil van de vruchten bevinden worden getroffen.

Een aantal behandelingen wordt incidenteel op commerciële schaal toegepast.

- . Bestrijding van Rhizopusrot en bruinrot bij perziken met water van ca. 52°C gedurende 2 à 3 minuten. Het vruchtvlees onder de schil warmt snel op en benadert de watertemperatuur. De temperatuur rond de pit stijgt ongeveer 5°C . Tijdens het sorteren koelt de vrucht af. De warmtebehandeling verlengt iets de tijd, die nodig is voor de waterkoeling, die voorafgaat aan het verpakken.
- . Bestrijding van Penicillium expansum rot bij appels met water van $54,4^{\circ}\text{C}$ gedurende 30 sec.

Een recente publikatie [16] van een onderzoek op het USDA Experiment Station te Wenatchee, waarbij geen rekening is gehouden met de gevoeligheid van het produkt, geeft aan dat voor een goede bestrijding van de genoemde schimmel een behandeling van 4 minuten bij de genoemde temperatuur voorwaarde is.

Dr. R. E. Hardenberg van het USDA Research Laboratory te Beltsville, voerde proeven uit met een stoombehandeling van appels. Temperatuur ca. 45°C , verkregen door menging van stoom en lucht; relatieve luchtvochtigheid nabij 100%; behandeling gedurende 15 à 20 minuten.

De luchtvochtigheid is zeer belangrijk; bij een te lage luchtvochtigheid (<70%) is het effect gering. Vermoedelijk als gevolg van een slechtere warmteoverdracht naar het produkt.

- . Bestrijding van Alternaria rot bij tomaten met water van 49°C gedurende 2 à 3 minuten.

Soms komen bij warmte behandelingen verbrandingen voor. Dit blijkt afhankelijk te zijn van de herkomst van het produkt. Men denkt aan residuen van bestrijdingsmiddelen, die gebruikt

zijn in de boomgaard, waarschijnlijk Captan.

Gewerkt wordt aan onderzoek bij het USDA van combinaties van warmtebehandeling met fungicide behandeling en combinaties van warmtebehandeling met bestraling.

Het voordeel, dat wordt verwacht van een dergelijke handelwijze is de mogelijkheid van toepassing van een lagere temperatuur en de mogelijkheid van toepassing van een lagere concentratie van het bestrijdingsmiddel dan nodig is in het geval ieder van de processen op zichzelf staande wordt uitgevoerd.

2.4 Samenvatting

Behandelingen met chemische middelen om micro-organismen te bestrijden als aanvulling op koeling betreffen op het ogenblik in de praktijk het toepassen van Na-o-Fenyl-fenolaat (Sopp) of soda-ash op citruspakstations en pakstations voor appels en peren.

Chemische bestrijding van Penicillium-schimmels op deze wijze, wordt op pakstations voor appels en peren niet algemeen toegepast.

Op de laatstgenoemde pakstations komt een behandeling met DPA of Ethoxyquin tegen scald bij binnenkomst van het fruit op een pakstation wel regelmatig voor.

Voorkoelen wordt in de vorm van vacuümkoeling of waterkoeling hoofdzakelijk toegepast op pakstations voor groenten in het zuiden van de Verenigde Staten.

Op pakstations voor perziken wordt van waterkoeling gebruik gemaakt in de sorteerlijn.

Het onderzoek in de Verenigde Staten betreffende behandelingen van vruchten en groenten, die een aanvulling vormen op het koelen, staan in het teken van export en de daarmee verband houdende langere transporttijden.

Onderwerpen op dit terrein zijn:

1. CA-bewaring van tomaten, aardbeien, nectarines, perziken en abrikozen om de transportperiode naar verafgelegen markten beter te kunnen overbruggen.
2. De toepassing van warmtebehandelingen voor de bestrijding

van bederf veroorzakende micro-organismen om tegemoet te komen aan de bezwaren tegen met chemicaliën behandeld produkt in de ontvangende landen.

3. De toepassing van combinaties van warmtebehandelingen en behandelingen met fungicide middelen met het doel de concentraties van de gebruikte oplossingen te verlagen en op deze wijze lagere residu-waarden te bereiken bij een vergelijkbaar resultaat.

Het onderzoek onder 1 genoemd vindt o.m. plaats op de Universiteit van Californië te Davis.

Het onder 2 en 3 genoemd wordt zowel door de USDA, Market Quality Research Division als op universiteiten uitgevoerd, o.m. op de universiteit van Californië te Riverside.

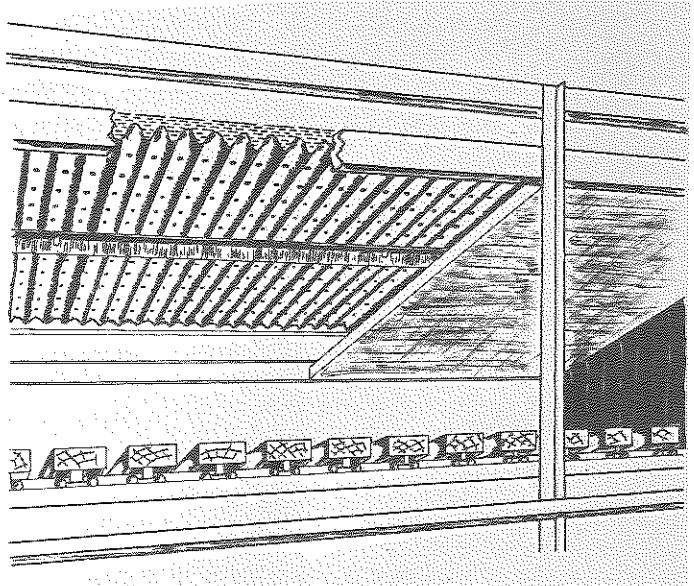
In Californië werden de volgende perioden genoemd, nodig voor transport van produkt naar exportmarkten.

Westkust - Oostkust Verenigde Staten per truck	4 dagen
" " " " per trein	8 dagen
Europa	16 dagen
Midden-Oosten, Japan, Vietnam, Hongkong	24 dagen
De snelste verbinding met Tokio is	12 dagen.

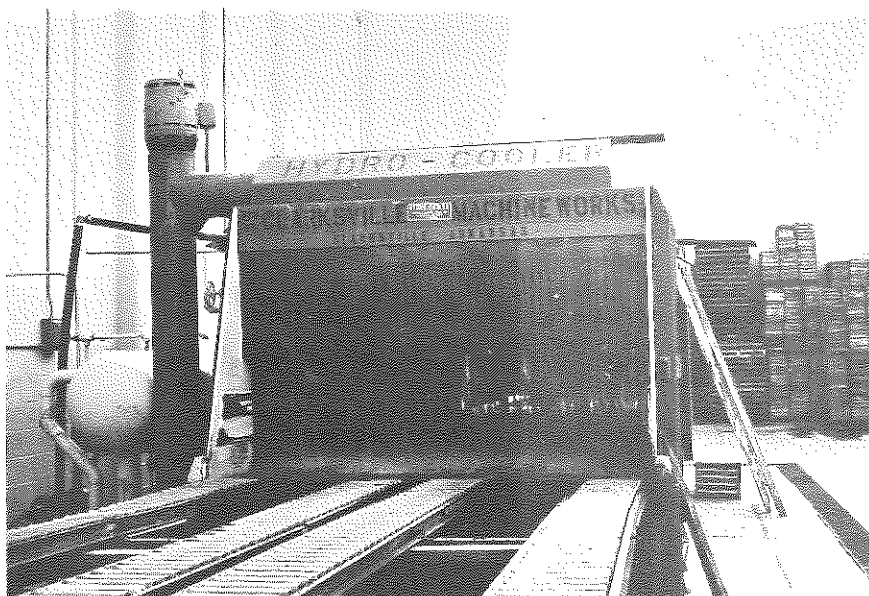
2.5 Literatuur

1. R. Gillou. Coolers for fruits and vegetables.
University of California Experiment Station Bulletin
773 (1960).
2. A. Cluistra. Beproeving vacuümkoeler met ijsbak als
waterdampcondensor.
Rapport Sprenger Instituut no. 1616 (1967).
3. A. Cluistra en W. C. Boer. De waterdampcondensor van
een vacuümkoeler.
Rapport Sprenger Instituut no. 1629 (1968).
4. W. R. Barger. Vacuüm precooling, a comparison of cooling
of different vegetables.
USDA Marketing Research Report no. 600 (1963).

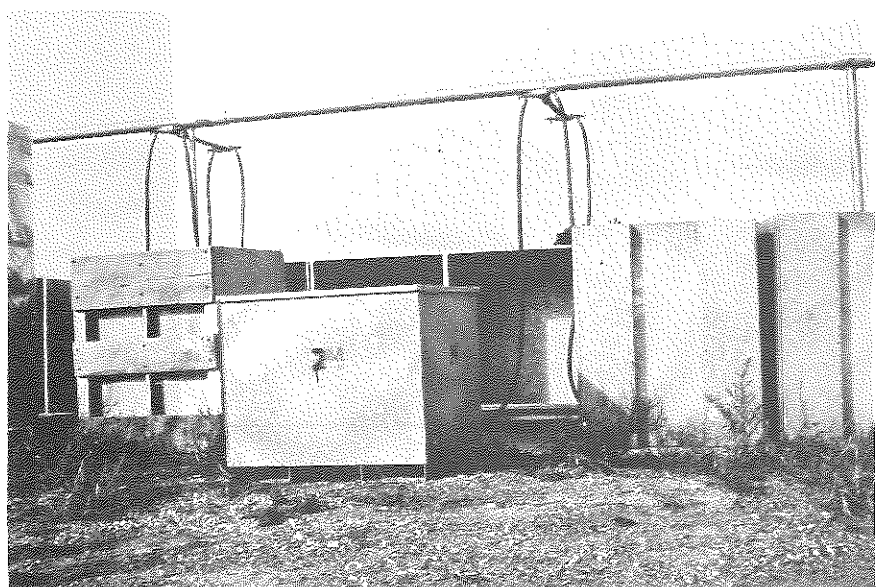
5. P. Greidanus e.a. Vacuümkoeling van groente en klein fruit.
Rapport Sprenger Instituut no. 1630 (1968).
6. J. K. Stewart and H. M. Couey. Hydrocooling vegetables, a practical guide to predict final temperatures and cooling times.
USDA Marketing Research Report No. 637 (1964).
7. A. H. Bennett. Hydrocooling peaches, a practical guide for determining cooling time.
USDA Agr. Information Bulletin 293 (1965).
8. H. A. Schomer and Glenn O. Patchen. Effects of hydrocooling on the dessert quality and storage life of apples in the pacific northwest.
USDA Agricultural research report ARS 51-24 (1968).
9. Methods of precooling food.
ASHRAE Guide and Data book (1968).
10. R. E. Parker and B. A. Stout. Thermal properties of tart cherries.
Transaction ASAE, Vol. 10, p. 489 (1967).
11. R. J. Frechette and J. W. Zahradnik. Thermal properties of Mc.Intosh apples.
Transactions ASAE, Vol. 11, no. 1, p. 21 (1968).
12. Glenn O. Patchen and G. F. Sainsbury. Cooling apples in pallet boxes.
USDA Marketing research report No. 532 (1962).
13. Wilson L. Smith Jr. Chemical treatments to reduce post-harvest spoilage of fruits and vegetables.
The Botanical Review, July-Sept., pp 411-445 (1962).
14. J. W. Eckert and N. F. Sommer. Control of diseases of fruits and vegetables by postharvest treatment.
Annual Review of Phytopathology, Vol. 5, p 391 (1967).
15. J. W. Eckert, M. J. Kolbezen, A. J. Kraght.
Recent investigations on the control of Penicillium decay of citrus fruits.
Proceedings International Citrus Symposium, Riverside Cal. Section no. 21 (1968).
16. Ch. F. Pierson. Method for determining the sensivity of fungus spores to hot water.
Phytopathology, Vol. 58, no. 4, pp 538-539, April (1968).



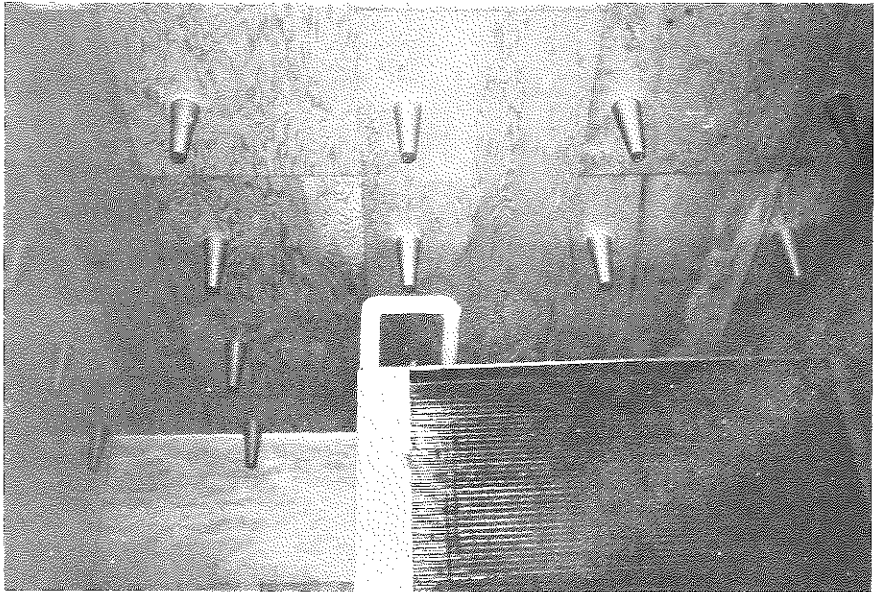
afb. 1



afb. 2



afb. 3



afb. 4



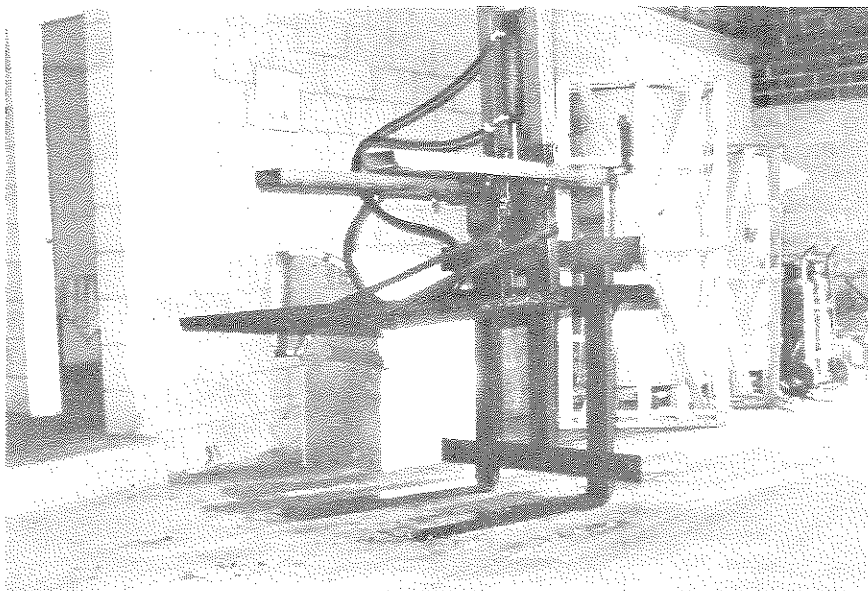
afb. 5

afb. 6

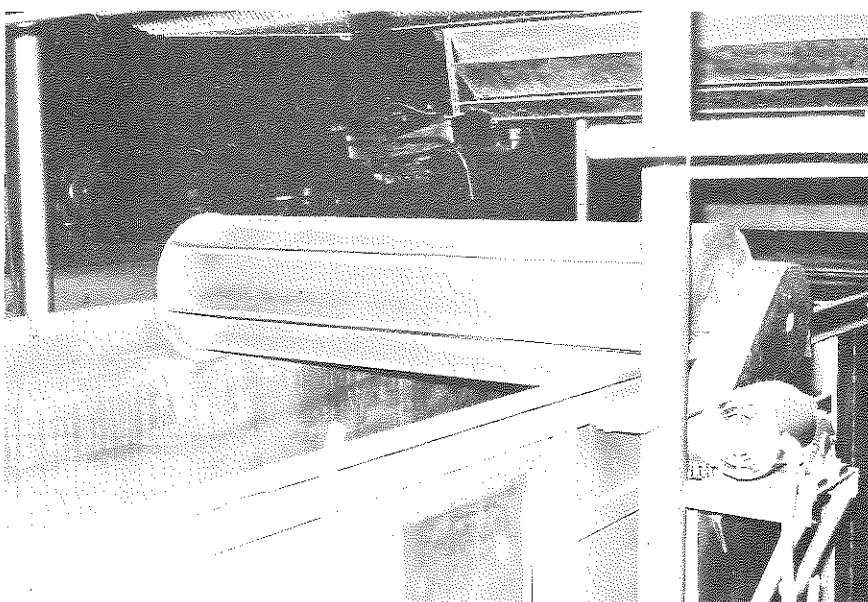


afb. 7

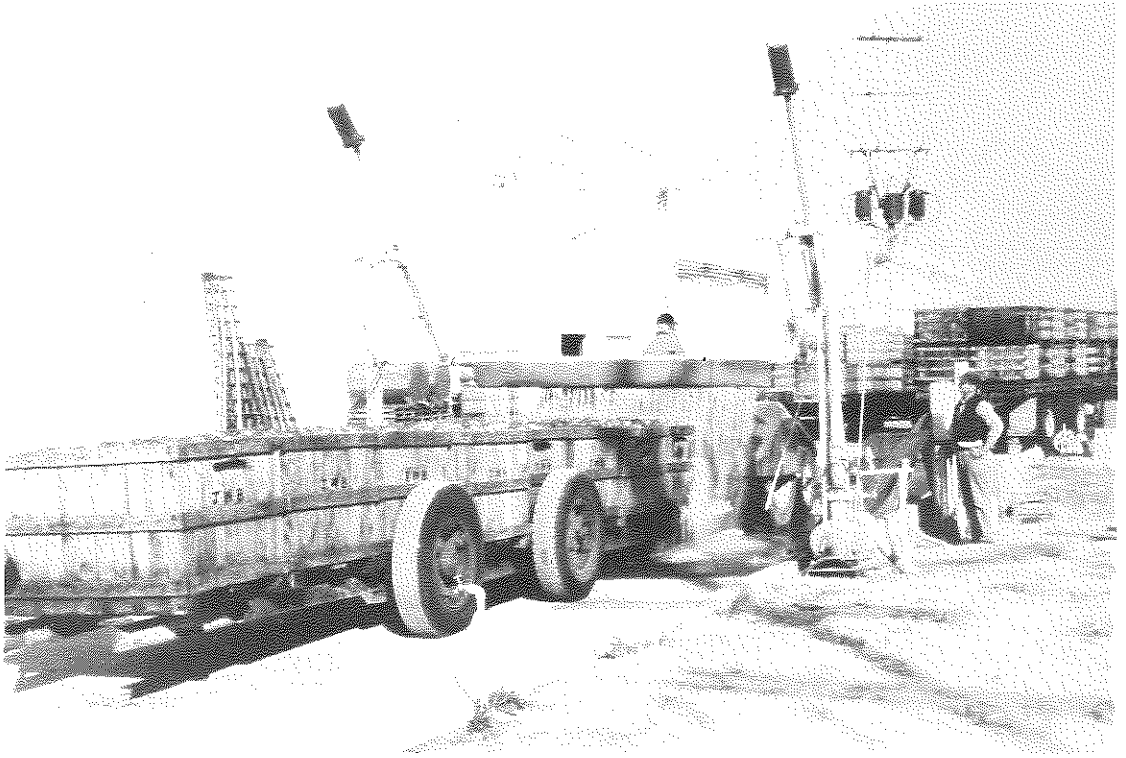




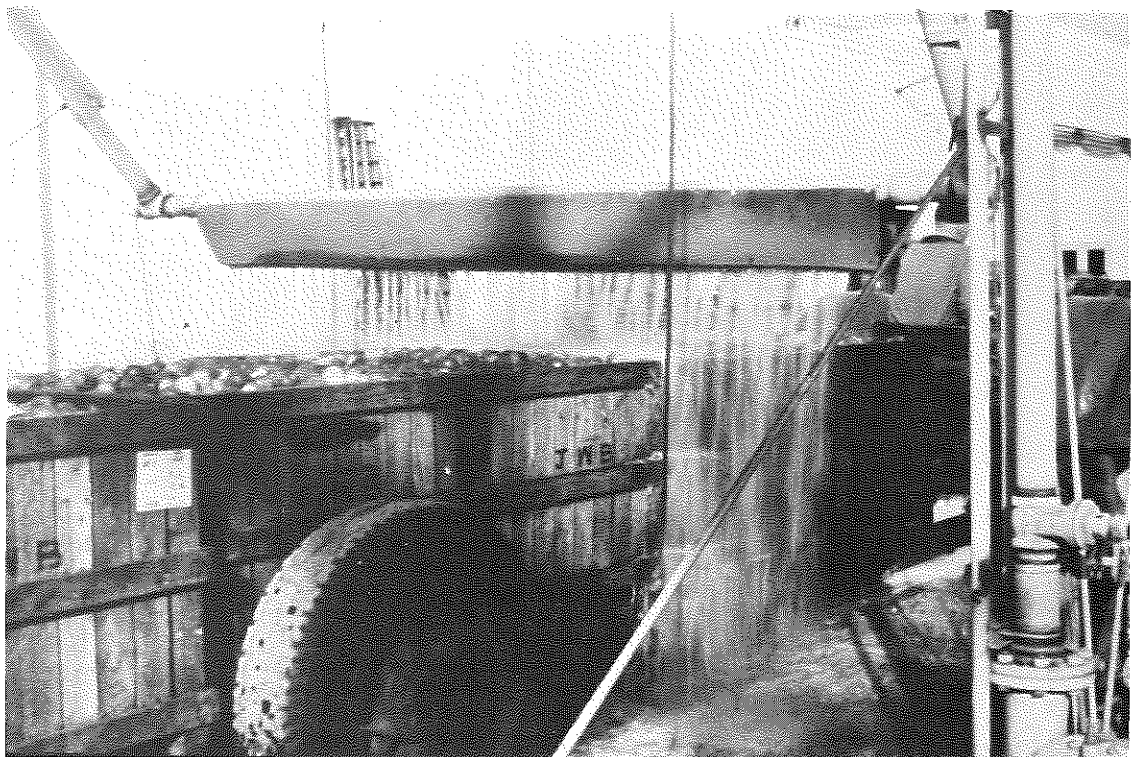
afb. 8



afb. 9



afb. 10a |



afb. 10b

Hoofdstuk 3

PAKSTATIONS VOOR FRUIT

§1. Opbouw van sorteer- en verpakkingslijnen

Onderzoek met het doel de handling en het sorteren en verpakken van fruit op pakstations voor appels en peren te rationaliseren is in de Verenigde Staten gestart in 1950 in de Pacific Northwest (de staten Oregon en Washington State). De eerste resultaten en aanbevelingen zijn gepubliceerd in 1953 [17]. Met hulp van de USDA Marketing Research Service zijn de oplossingen die zijn gevonden daarna getoetst, aangepast en aangevuld bij onderzoek met dezelfde doelstelling in andere fruitteeltgebieden in de Verenigde Staten. Een samenvatting van de verkregen inzichten is te vinden in [18] en [19].

Het meest vergevoerde stadium van mechanisering van handelingen op pakstations wordt aangetroffen in de citrus-industrie (teeltgebieden: Florida, Texas, Noord- en Zuid-Californië en Arizona). Deze industrie heeft het voordeel, dat de produktie gedurende een groot deel van het jaar plaatsvindt. Dit maakt een rendabele exploitatie van machines mogelijk. Een extreem voorbeeld is de jaarrond- produktie van citroenen in Zuid-Californië met produktiepieken in april en juli en augustus.

Om de genoemde reden is de werkwijze op citruspakstations bijzonder geschikt om te dienen als studieobject ter bestudering van de ontwikkelingen op het terrein van de mechanisering van sorteer- en verpakkingslijnen.

In dat opzicht kent het fruitteeltgebied de Pacific Northwest een hoge graad van mechanisering waar het betreft de behandeling van appels en peren.

Een tweetal oorzaken zijn hiervoor aan te geven:

- 1) De ligging van het gebied op grote afstand van de consumptiecentra in het midden en oosten van de Verenigde Staten (Chicago, Detroit en New York, Philadelphia, Baltimore, Washington). Met als gevolg de noodzaak om op verafgelegen markten te moeten opereren heeft dit geleid tot een samengaan van individuele telers en te-

lersorganisaties in grotere afzetorganisaties.

Een voorbeeld is Diamond Fruit Growers Inc. te Hoodriver (Oregon). Deze organisatie vertegenwoordigt 225 telers met 5 pakstations en een verwerkingsindustrie. De organisatie verhandelt 70% van het fruit, dat wordt geteeld in de Hoodriver vallei.

Een organisatie van een vergelijkbaar type voor citrus in Californië en Arizona is Sunkist Growers te Ontario. Deze organisatie is aanmerkelijk groter. Zij vertegenwoordigt 9000 telers. Gemiddeld 250 telers zijn betrokken bij 1 pakstation. Zes pakstations vormen een district, 16 à 18 pakstations vormen een "exchange".

De laatste groepering verzorgt de afzet voor de leden. Meerdere van deze groepen zijn verenigd in een overkoepelende organisatie, Sunkist Central.

De pakstations zijn zelfstandige eenheden, die alleen gebruik maken van de handelskanalen van de afzetorganisatie. Om dit te kunnen doen moet aan zekere voorwaarden door de afzetorganisatie gesteld, worden voldaan.

- . De kwaliteit van het fruit, dat onder de handelsnaam van de organisatie kan worden verkocht, moet voldoen aan bepaalde eisen. Het fruit, dat aan deze eisen niet voldoet wordt door de pakstations zelfstandig afgezet op lokale markten of wordt overgedragen aan een verwerkingsindustrie.
- . De verpakking wordt voorgeschreven. Dit bevordert de standaardisatie van het fust binnen de organisatie en vereenvoudigt de mechanisering van het verpakingsproces voor fabrikanten van verpakingsapparatuur.

De aanwezigheid van genoemde organisaties heeft tot gevolg, dat nieuwe technieken, die een commerciële waarde hebben, zoals recent het "waxen" van appels en peren, snel en op grote schaal worden ingevoerd.

- 2) Het geaccidenteerde terrein in de Pacific Northwest zorgt voor een zekere spreiding in de oogstwerkzaamheden als gevolg van klimaatverschillen tussen boomgaarden op hellingen en in dalen op betrekkelijk korte

afstand van elkaar. Dit geeft ook een zekere spreiding van de werkzaamheden op de pakstations, waardoor, zoals dat in de citrusindustrie het geval is, een gunstige voorwaarde aanwezig is voor een rendabele exploitatie van machines.

De onder 1) genoemde afzetorganisaties beschikken zelf over technische en financiële adviesbureaus en soms onderzoekinstellingen, waar de pakstations een beroep op kunnen doen voor adviezen en uitvoering en toezicht op nieuwbouw en vervanging.

De pakstations zijn echter vrij om particuliere ingenieursbureaus in te schakelen. Een voorbeeld van een particulier ingenieursbureau op het terrein van de bouw en de inrichting van pakstations is Food Industries Research and Engineering te Yakima (Washington State). Het bureau heeft ook een vertegenwoordiging in Wageningen. Voor de afzetorganisaties bemiddelen de eigen adviesbureaus bij ontwikkelingsopdrachten aan industrieën en onderzoekinstellingen voor de ontwikkeling van gewenste technieken, waarbij de nadruk ligt op de toepassing van eigen of elders ontwikkelde principes. Een voorbeeld is de "Exakt-Pack" methode (afb. 47-50), die is ontwikkeld door Brogdex Company te Pomona (Cal.) in samenwerking met het Research and Engineering Department van Sunkist Growers.

De belangrijkste fabrikanten die de inrichting van sorteeren pakstations voor de citrusindustrie verzorgen zijn Food Machinery and Chemical Corporation (Florida Division te Lakeland (Fla), Riverside Division te Riverside (Cal.)) en Brogdex Company te Pomona.

Voor het sorteren en verpakken van appels en peren zijn dit Food Machinery and Chemical Corporation en Northwest Equipment Company te Yakima.

Een drietal stroomdiagrammen geeft een beeld van de volgorde van de handelingen, die op pakstations voor resp. appels,

citroenen en sinaasappels plaatsvinden (afb. 11, 12, 13).

In de volgende paragrafen wordt een aantal van deze handelingen meer gedetailleerd besproken.

Als verschil tussen de diagrammen valt op te merken de plaatsing van de opslagperiode.

- . Appels en peren worden na de oogst direct opgeslagen, hetzij in koelcellen, hetzij in CA-opslagplaatsen. Sorteren en verpakken vindt tijdens of na de opslag plaats. In het eerste geval worden opgeslagen partijen succesievelijk gesorteerd en verpakt en daarna opnieuw opgeslagen. De methode is regel voor peren, die volgens Amerikaans inzicht zo spoedig mogelijk na de oogst moeten worden gesorteerd in verband met de kans op schilverkleuringen bij sorteren op een later tijdstip.

Diamond Fruit Growers Inc. houdt een periode van maximaal 30 dagen aan en heeft hierop de capaciteit van haar sorte- en verpakkingslijnen gebaseerd. Hierbij moet worden vermeld, dat de oogsten van de veel voorkomende pererassen: Bartlett (Williams Bon Chrétien), Williams Duchesse, Winter Nelis, Bosc, Anjou, Doyenné du Comice binnen een gebied samenvallen in een betrekkelijk korte periode van 1 á 2 maanden. Peren worden na afloop van de gekoelde opslag nagerijpt in rijpingskamers bij een temperatuur rond 20°C.

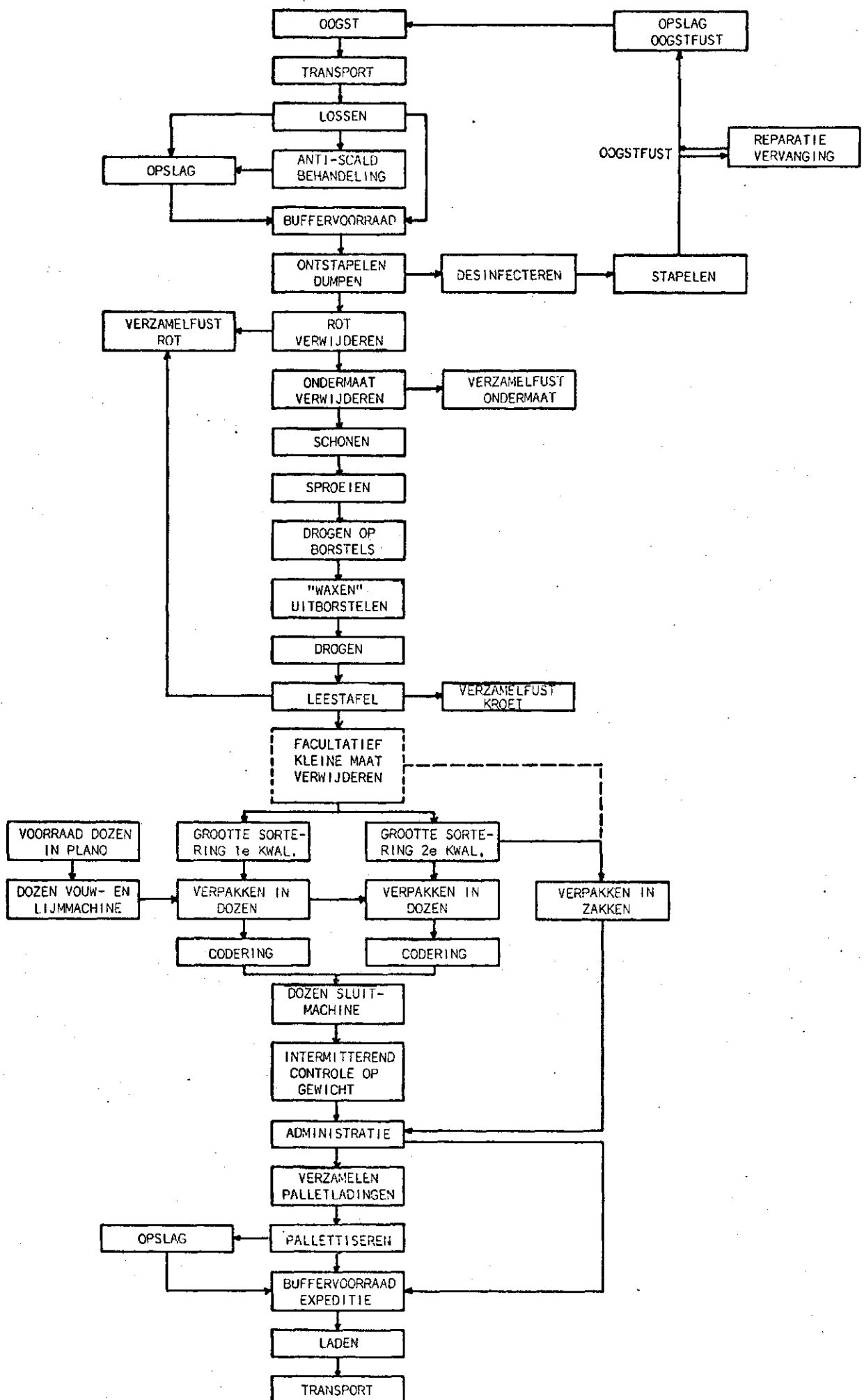
- . De behandeling van citroenen vindt plaats in 2 fasen.

Geoogst worden alle vruchten die beginnen te kleuren.

Verder wordt op maat geoogst (diameter $\geq$ 5,5 cm).

Groen en geel door elkaar. Grote vruchten worden niet ge- waardeerd. Vruchten met een diameter van 5,5 cm zijn speciaal bestemd voor de verse markt. Na aankomst op het pakstation worden ze 24 uur opgeslagen om de turgor te verminderen. De niet voor opslag voor langere duur geschikte vruchten worden daarna verwijderd en een vorm van ziektebestrijding wordt toegepast.

De eerste fase eindigt met een kleursortering, in veel gevallen gemechaniseerd, die de wijze van opslag (koelen of bijkleuren) bepaalt. De 2e fase bestaat uit het handelsklaar maken van het produkt.



AFB.11 STROOMDIAGRAM VAN EEN PAKSTATION VOOR APPELS





- . Sinaasappelen worden bijna in alle gevallen in één maal geoogst. Het produkt wordt daarna handelsklaar gemaakt. Van een opslagperiode is voor produkt afkomstig uit Californië, dat in hoofdzaak bestemd is voor de verse markt nauwelijks sprake.

Voor alle mogelijke informatie omtrent de teelt, de oogst, de voorkomende rassen en de speciale behandeling hiervan tijdens de teelt en in de periode na de oogst op het gebied van fruit en groenten in de Verenigde Staten wordt verwezen naar [20].

Tot voor kort is de aandacht gericht geweest op het mechaniseren van de afzonderlijke handelingen, die op pakstations plaatsvinden. Van latere datum zijn:

1. De invoering van een geautomatiseerde toevoer van vruchten aan sorteer- en verpakkingslijnen. De aanvoer past zich aan op ieder moment aan de verwerkingscapaciteit van de lijn.

De aanwezigheid van vruchten in het bad van een waterdumper wordt geconstateerd met behulp van een voeler (afb.14).

2. Het toevoegen van stapelaars en ontstapelaars voor stapelkisten in het aanvoercircuit van de waterdumper (afb. 14, 18). Een chauffeur met een vorkheftruck is volgens opgave in staat om op deze wijze het equivalent van 8000 standaardfruitkisten (ca. 160 ton fruit) per dag te verwerken. Soms is in het circuit, dat de stapelkisten doorlopen, een wasinstallatie voor de lege kisten opgenomen om deze te desinfecteren alvorens ze opnieuw te gebruiken voor de oogst (citrusindustrie; afb. 19).
3. De invoering van wasmachines, drogers en "waxers" in sorteer- en verpakkingslijnen (afb. 22, 23, 24, 25, 26, 27). De ontwikkeling is er op gericht om deze processen op een zo kort mogelijk traject te doen plaatsvinden.
4. De invoering van vouw- en lijnmachines voor het opzetten en sluiten van kartonnen dozen (afb. 42, 50).
5. De invoering van apparatuur voor het vullen van dozen. Het verpakken van vruchten, soms in wikkels, met de hand op pakbladen (tray-pack) of volgens een voorgeschreven pakpatroon (place pack; pattern pack) of in honingraat ver-

pakking (cell-pack) in kartonnen dozen wordt nog veel toegepast. Toch is er een tendens naar het verpakken van vruchten los in dozen (jumble-pack). Vooral wanneer het gaat om transportverpakkingen voor transporten van pakstations aan de westkust naar distributiecentra aan de oostkust.

De eerstgenoemde methode wordt te kostbaar omdat deze een grote personeelsbezetting van het pakstation vraagt. In dit verband valt te wijzen op de door de universiteit van Californië te Davis ontwikkelde "tight fill volume packing" methode voor peren en perziken; op het systeem "Exakt Pack" van Brogdex Company voor citrus (afb. 47-50) en op het prototype van een "pattern packer" van Sunkist (afb. 46). Zie §3.5 voor een beschrijving van deze paksystemen.

Aan de andere kant is er een tendens naar kleinverpakking op pakstations, die op een relatief geringe afstand van de distributiecentra zich bevinden.

6. Het samenstellen van palletladingen vanaf de transportband waarop de gevulde dozen van de pakafdeling worden afgevoerd. De verschillende kwaliteiten en sorteringen worden op een soort rangeerstation uitgesplitst en verdeeld over een aantal rollenbanen (afb. 57). In een enkel geval wordt op citruspakstations daarop volgend van een pallettiseermachine gebruik gemaakt (afb. 59).

Praktisch kan zo'n machine ca. 3000 dozen per uur verwerken. De machine kan geprogrammeerd worden voor het samenstellen van verschillende beladingspatronen op pallets. Hiervan wordt gebruik gemaakt door in het geval van transport een gesloten belading toe te passen en in het geval van een kortstondige opslag om voor te koelen voor transport in eerste instantie een open belading, waarbij openingen worden gelaten tussen de dozen om de koeling met behulp van koude lucht te bevorderen.

In Californië, New York en Michigan is in de laatste jaren de gemechaniseerde oogst als nieuw element praktisch een rol gaan spelen in de vorm van de gemechaniseerde oogst van tomaten in Zuid Californië en de gemechaniseerde oogst van appels in New York en Michigan. (Zie deel 1 van dit verslag).

Als gevolg van de nog ruwe werkwijze komt alleen de oogst van fabrieksfruit, waarbij minder hoge eisen aan het produkt worden gesteld, hiervoor in aanmerking.

Volgens sommige onderzoekers zou 20 à 30% van de mechanisch geoogste appels geschikt zijn voor de verse markt. Het uitsorteren zou een uitbouw van sorteerlijnen op pakstations vragen, die niet a priori is uitgesloten (citruslijnen, die 35 ton per uur verpakken zijn gerealiseerd). Met name een voorsortering direct na de oogst met een gering aantal keuzemogelijkheden (verwerkingskwaliteit; verse-markt-kwaliteit; verwijderen van ondermaat en stek) kan een oplossing zijn. Een voorbeeld vinden we in de tomatensorteerstations, die in Californië en Florida in het veld staan opgesteld en die tot taak hebben de tomaten te wassen en te koelen voor transport. Verder de beschadigde vruchten te verwijderen en te scheiden in groen en rood (afb. 75).

Omdat de Amerikaanse fruittelers door gebrek aan arbeidskrachten wel eens gedwongen kunnen worden om op grote schaal tot een gemechaniseerde oogst te moeten overgaan wordt hier van technische zijde wel aan gedacht.

Temeer omdat zo'n systeem zowel bij de oogst als bij de nabehandeling potentieel mogelijkheden biedt voor een hoge graad van mechanisering.

Belangrijke voorwaarden zijn:

1. De ontwikkeling van snelle stapelkisten-vullers, waarbij het beschadigingselement een belangrijke rol speelt. De ingang van een lijn, de waterdumper, kan werken met een tempo van 1 à 2 stapelkisten per minuut. Een voorsorteerinstallatie heeft bijv. twee uitgangen, waarbij één der uitgangen voor 80% belast zal zijn en de andere voor 20%. Het tempo van de vuller moet dan in dezelfde orde van grootte liggen om te voorkomen dat een groot aantal vullers parallel moet worden gebruikt. Het bureau Food Industries Research and Engineering werkt samen met Northwest Equipment Company te Yakima aan een dergelijk project.
2. De ontwikkeling van de kwaliteitssortering (zie hoofdstuk 5 en hoofdstuk 3, §3.3).

Hierbij 3 aspecten:

- a) Bepaling "rijpheid" (kleurmeting)

- b) Ontdekken van inwendige gebreken (licht-transmissie-meting USDA te Beltsville)
- c) Meting van oppervlakte-beschadigingen.
(recent werk op de universiteit van Californië te Davis voor de California Prune Advisory Board)
- 3. Teelt van appel- en pererassen, die zowel voor verse consumptie als voor verwerking geschikt zijn uit het tegenwoordige assortiment, bijv. Rome-Beauty appels en Bartlett-peren.

Een gemechaniseerde wijze van oogsten heeft consequenties voor de verwerkingsindustrie of het pakstation, dat het produkt moet overnemen na de oogst.

- . Van de mogelijke oogstmethoden (individuele vruchten selectief of niet selectief verwijderen; massaal vruchten selectief of niet-selectief verwijderen) zijn wanneer de oogst als een zelfstandig proces wordt gezien, waarschijnlijk in economisch opzicht alleen de niet-selectieve methoden haalbaar [21]. Voor zover niet in de teeltsfeer een gelijktijdige rijpheid van een groot deel van het produkt kan worden verkregen, schept dit een sorteer-probleem op de pakstations. Recent is het onderzoek met chemische stoffen, die zowel voor als na de oogst het uniform rijp worden van vruchten bevorderen. Werking als van ethyleen. De middelen worden geleverd door Amchem Products Inc., Ambler (Pa). Vertegenwoordiger in Nederland is de Chemische Industrie Luxan N.V. te Elst (Gld.). De handelsnaam voor alle samenstellingen is Ethrel.

In de Verenigde Staten wordt veel geëxperimenteerd met samenstellingen, die worden aangeduid met de naam Amchem 66-329 en Amchem 68-62 [22,23].

- . Bij mechanisch geoogst produkt is een belangrijke hoeveelheid afval in de vorm van blad en stengeldelen gemengd met het geoogste produkt. Om deze elementen te verwijderen moeten extra voorzieningen worden getroffen.
- . Het aandeel van beschadigd produkt is groter dan bij handpluk, hetgeen dwingt tot direct koelen of zo snel mogelijk scheiden van beschadigd en onbeschadigd produkt, om bederf te voorkomen.

- . De dagopbrengst neemt als regel toe met gevolgen voor de te installeren verwerkingscapaciteit.
- Teeltpraktijk, wijze van oogsten, nabehandeling, handelsklaar maken, transport en marktsituatie kunnen niet los van elkaar worden gezien. Het zijn dan ook de afzetorganisaties zoals Sunkist, die pleiten voor een meer geïntegreerde aanpak en het toepassen van systeemanalyse i.p.v. procesanalyse, om de werkwijze per produkt langs de gehele weg van teelt tot consument te optimaliseren met betrekking tot minimale totaal-kosten [24]. Ook zou men aan de hand van dergelijke analyses doelen en prioriteiten bij het onderzoek vastgesteld willen zien.

§2. Voorsorteren

Het sorteren van appels en peren direct na de oogst en voor de opslag geeft een aantal voordelen:

- . Er wordt geen opslagruimte ingenomen door produkt van mindere kwaliteit.
- . Vruchten geschikt voor opslag van langere duur (meer dan 2 maanden) worden gescheiden van vruchten, die daarvoor niet geschikt zijn (grove vruchten).
- . De kwaliteiten en maten van de partijen in opslag zijn bekend, hetgeen een programmeren van de afzet en het verpakken mogelijk maakt.

Een factor, die de praktijk van het voorsorteren verhindert is de te geringe capaciteit van de aanwezige sorteerlijnen om de oogst, die zich binnen enkele weken afspeelt, te verwerken. In de Verenigde Staten wordt het voorsorteren dan ook praktisch niet toegepast. Een benadering van het systeem vinden we in het tijdens de bewaarperiode successievelijk sorteren en verpakken van opslagpartijen, die daarna opnieuw in gekoelde bewaarruimten worden geplaatst.

Om het genoemde bezwaar van de te geringe capaciteit op te heffen zijn in Frankrijk en in de Verenigde Staten een aantal sorteerlijnen gebouwd, waarbij van stromend water als transportmedium gebruik wordt gemaakt. Een voortzetting van het bad van de waterdumper in de vorm van een lange tank. De pakstations, waar deze installaties zich bevinden zijn:

1. S.I.C.A. "Pomanjou" te Ecoouflant (Frankrijk). Ontwerp-
capaciteit 20.000 kg/uur. Ontwikkeling tezamen met de
fabrikant "Barbet" (Chateau-du-Loir) [25].
2. S.I.C.A. "Villers Fruits" te Villers Cotterêts (Frankrijk).
3. Heisey Orchards Inc. Mercersberg (Pa).
Ontwikkeling van Northwest Equipment Co. [26].
4. Belding Fruit Storage Co., Belding (Mich.)
Ontwikkeling van de universiteit van Michigan. Ontwerp-
capaciteit 15000 kg/uur. Deze installatie bleek ten tijde
van het bezoek reeds te zijn afgebroken [27,28].

De ontwikkeling van de installatie te Michigan is uitge-
voerd onder leiding van Dr. B. A. Stout en Dr. D. H. Dewey.
Voor de groottesortering is gebruik gemaakt van twee schuin-
geplaatste zeefttransportbanden over de gehele breedte van de
tank (1,20 m). De vruchten worden door deze transportbanden
onder water gevoerd. De kleine vruchten komen door de mazen
boven drijven. Een waterstroom loodrecht op de hoofdrichting
voert ze af. De grovere appels worden door de transportbanden
aan de achterzijde losgelaten en vervolgen hun weg in de hoofd-
richting. De transportsnelheid van de zeefttransportbanden is
ca. 12 m/min. De banden zijn met rubber bekleed om beschadiging
van vruchten te voorkomen. Scheiding van appels met een diame-
ter kleiner dan $2\frac{1}{4}$ inch (ca. 5,5 cm, ondermaat) en groter vindt
plaats bij de eerste zeef, voor de kwaliteitssortering. Schei-
ding van appels met een diameter kleiner dan 3 inch (ca. 7,5 cm)
en groter vindt plaats bij de tweede zeef, na de kwaliteitssor-
tering.

Verschillende sorteerprincipes in water zijn onderzocht.

Volgens de onderzoekers voldoet een systeem van zeefttrans-
portbanden met zeshoekige openingen het beste. De Pomanjou-
installatie in Frankrijk maakt gebruik van een ander principe
en wel een wijkende bandsysteem onder water.

Kwaliteitssortering wordt uitgevoerd boven water op een
rollenleestafel met 6 banen (breedte 1,20 m, lengte 3 m).
Gescheiden worden stek, kroet en de 2e kwaliteit van de 1e
kwaliteit.

De belangrijkste elementen van een voorsorteerinstallatie zijn de stapelkistenvullers. In dit geval wordt gebruik gemaakt van een manier van vullen met dummy-stapelkisten (alleen de wanden), die "accumulators" worden genoemd. Afmetingen van de accumulator: $90 \times 110 \times 125 \text{ cm}^3$ ($36 \times 44 \times 50 \text{ inch}^3$). De vuller is uitgevoerd als een ronde tank (diameter: 3 m; diepte: 2,65 m).

De ingang van de tank is een kanaal met een schuingeplaatste invoertransportband, onder een hoek van 30° , over de gehele lengte van het kanaal. Deze brengt de vruchten onder water en laat ze los onder de "accumulator", die zich in de vulpositie bevindt. Recht tegenover deze "accumulator" bevindt zich een tweede in de ledig-positie. Beide kunnen van plaats wisselen door draaiing over een hoek van 180° rond een centrale as. Tegenover de ingang van de tank bevindt zich een hefinrichting voor stapelkisten. De "accumulator" kan tegelijkertijd met de stapelkist omhoog worden geheven.

De procedure is nu als volgt. De "accumulator" in de ledig-positie bevindt zich in de hoogste stand. Een stapelkist wordt er onder geschoven en het geheel wordt neergelaten in de tank. De andere "accumulator" in de vulpositie wordt tijdens dit proces gevuld. Na afloop van het vullen wisselen de accumulators van plaats. De stapelkist met de gevulde "accumulator" er boven wordt opgeheven. De vruchten dalen in de kist en het water stroomt weg. In de hoogste stand wordt de gevulde stapelkist verwisseld voor een lege.

De afmetingen van de toegepaste stapelkisten (inhoud 20 bushel) zijn: $100 \times 120 \times 80 \text{ cm}^3$ ($40 \times 48 \times 30 \text{ inch}^3$).

De ontwerpcapaciteit van de vuller is 1 stapelkist per 2 minuten.

De vullers zijn geen succes gebleken voor zachte appelrassen als MacIntosh. Vruchten op deze wijze na sortering opnieuw in stapelkisten geplaatst bleken na bewaring nogal beschadigd te zijn. De oorzaak wordt door Dr. D. H. Dewey gezocht bij de vullers, die geen dichte pakking geven, zodat de vruchten zich tijdens de bewaarperiode in de kist gaan zetten.

Op de universiteit van Michigan is het onderzoek op het terrein van voorsorteerinstallaties momenteel afgesloten.

§3. Sorteren en Verpakken

3.1 Aanvoer en ledigen van kisten

Als fust voor het transport van appels tussen teler en pakstation zijn stapelkisten algemeen geaccepteerd. De inhoud van deze kisten varieert van ca. 15 tot 24 "bushel" (gewicht van de inhoud 320 tot 550 kg). De diepte van de stapelkisten die veel voorkomt voor appels en peren is inwendig 60 cm (24"); voor tomaten 40 cm (16"); voor perziken, pruimen en kersen 30 cm (12"). In de Hoodriver-vallei, het perengebied van de Westkust, worden peren in stapelkisten aangevoerd. In het geval er sprake is van mechanisch oogsten wordt zonder uitzondering gebruik gemaakt van stapelkisten.

Enkele nieuwere pakstations voor citrus in Californië werken met stapelkisten van roestvrij staal, wit geschilderd, die aan de bovenkant van een grijprand zijn voorzien.

Afmetingen: 105x105x55 cm³. Fabrikant: Yuba City Steel Inc. Yuba City (Cal.). Deze stapelkisten worden in de boomgaard behandeld met behulp van kleine transportwagens, die een draaibaar plateau met een flexibele arm met grijper bezitten. Deze wagens behoeven in de boomgaard niet te keren en kunnen rijdend op het hoofdpad kisten uit de zijpaden opnemen.

De afbeeldingen 14, 15, 16 en 17 tonen kantelinrichtingen en waterdumpers om de kisten te ledigen.

Het voordeel van het gebruik van een waterdumper is gelegen in de geringe beschadigingskans voor de vruchten. Bovendien wordt een buffervoorraad gevormd van waaruit de lijn continue kan worden gevoed.

Bij een waterdumper worden de kisten d.m.v. een hydraulische liftinstallatie rechtstandig onder water gedrukt ("batch flow" hydrofeeder) of er wordt gebruikt gemaakt van een rollenbaan, die in het waterbassin afdaalt en waarbij volle kisten door hun zwaarte de geleegde kisten aan de tegenoverliggende zijde weer omhoog drukken ("continuous flow" hydrofeeder). Een geleiderail zorgt er daarbij voor, dat de kisten niet gaan drijven. Het laatstgenoemde systeem wordt veel toegepast in de Verenigde Staten.

Het eist meer ruimte dan het eerstgenoemde systeem.

In verband met het gebruik van geleiderails is uniformiteit van het fust van primair belang voor een storingsvrije werking.

De beschreven dumpinstallaties (afb. 14) kunnen werken met een tempo van 1 à 2 stapelkisten per minuut. Twee sorteeren verpakkingslijnen voor het handelsklaar maken van een kwetsbaar appelras als MacIntosh, dat geen ruwe behandeling toestaat en dus op lijnen met een lage verwerkingscapaciteit (5 à 7 ton per uur) wordt verwerkt, kunnen door één dumper worden bediend (afb. 15).

F.M.C. zowel als Brogdex brengen kantelinstallaties, die stapelkisten ledigen, boven water (afb. 17). De installaties zijn iets sneller en kunnen 2 à 3 stapelkisten per minuut verwerken. De behandeling van het fruit is aanmerkelijk ruwer, reden waarom dit type lediger meer bij fruit bestemd voor verwerking wordt toegepast. Bijvoorbeeld bij het behandelen van tomaten na mechanisch oogsten in Californië. In verband met de beschadiging moet de dagproductie van de tomatenoogsters nog dezelfde dag worden verwerkt.

Een tweede factor hierbij is, dat tomaten zweven in water en het ledigen van kisten d.m.v. onderdompeling dus niet zonder meer kan worden toegepast.

Dit is ook het geval voor peren. Het soortelijk gewicht van het water in de dumpinstallatie wordt dan verhoogd door het toevoegen van 3 tot 6 gewichtsprocenten zout afhankelijk van het ras. Wanneer wordt gecombineerd met een desinfectiebehandeling wordt hetzelfde effect bereikt door het toevoegen van soda. Om het verbruik van deze middelen te beperken wordt bij dumpers, die zowel appels als peren moeten kunnen verwerken, de inhoud van het vloeistofbassin zo gering mogelijk gehouden.

Een watercirculatiesysteem drijft het fruit naar een opvoerelevator (breedte meestal ca. 1,20 m) aan het einde van het dumpbassin (voorbeeld: capaciteit circulatiepomp FMC. 3000 liter/minuut).

Voor een goede afvoer van vruchten, die door een slecht drijfvermogen de neiging hebben om in een dubbele laag te gaan liggen, is het van belang de stroomsnelheid van het water in de dumptank aan te passen aan de opnamecapaciteit

van het moment van de lijn. Hiervoor is de aanwezigheid van een goed onder handbereik liggende regelbare afsluiter in de retourleiding gewenst.

Het momentane verwerkingstempo van een lijn wordt in eerste instantie bepaald door het kwaliteitssorteergedeelte.

Vele sorteer- en verpakkingslijnen in de Verenigde Staten kennen een regeling van de aanvoer. De dumper past zich aan, aan de opnamecapaciteit van de lijn. Een toezicht op de dumper is dan niet nodig hetgeen een bedieningsman uitspaart. Eén van de rotuitrapers kan bij storing ingrijpen. De regeling wordt op een eenvoudige wijze bereikt door een voeler te plaatsen in het bad van de dumper (afb. 14). Wordt het fruit niet afgevoerd dan vult het bad van de dumper zich en wordt de voeler, die een microschakelaar bedient, zijdelings weggedrukt. De aanvoer stopt. De aanvoer start opnieuw wanneer de druk op de voeler weer wordt opgeheven.

Om de gehele aanvoer van de lijn met een vorkheftruck te kunnen bedienen worden stapelkisten gevuld met produkt 3-hoog op een transporteur geplaatst. De vorkheftruck kan 3 stapelkisten in één rit vervoeren. Een ontstapelaar (afb. 18) zorgt ervoor, dat de kisten achter elkaar op de aanvoert-transporteur van de waterdumper terecht komen. Na het ledigen worden de kisten door een stapelaar opnieuw 3-hoog gestapeld. Wordt het fust direkt na het ledigen opnieuw voor de oogst gebruikt (citrus, tomaten) dan wordt vooraf geschoond en gedesinfecteerd d.m.v. sproeien met warm water waarin zich actief chloor bevindt, of door een stoombehandeling van 2 minuten (afb. 19). Gesloten stapelkisten worden tijdens deze behandeling nog in de "barrel washer unit" over een hoek van 180° gedraaid.

De prijzen van de genoemde apparaten in de Verenigde Staten zijn globaal genomen als volgt:

ontstapelaar, zware uitvoering: \$ 19200,-; ontstapelaar, lichte uitvoering: \$ 15000,-; dumper: \$ 5200,-; stapelaar, zware uitvoering: \$ 8500,-; stapelaar, lichte uitvoering: \$ 7000,-.

De afbeeldingen 20 en 21 tonen een stapelaar en ontstapelaar voor standaardkisten tot 6-hoog. Dit zijn hulpmiddelen op pakstations voor citroenen bij het pallettiseren voor de opslagperiode en het aanvoeren van vruchten voor de 2e fase van de behandeling, het sorteren en verpakken (zie stroomdiagram, afb. 12).

3.2 Wassen - "waxen" - drogen

Het vervangen van de natuurlijke waslaag van de schil door een synthetische laag, het "waxen", wordt in de citrusindustrie reeds toegepast sinds 1925. De toepassing voor appels en peren is van een meer recente datum. In Washington State, Idaho en Oregon is het sinds 1965 sterk toegenomen. Naar schatting bezit nu 80% van de pakstations in deze gebieden een wax-installatie.

De belangrijkste impuls hiertoe is geweest het succes, dat de vruchten, die op deze manier zijn behandeld, hebben gehad bij de verkoop in grootwinkelbedrijven [29]. Het "waxen" geeft een glans aan de vruchten, die blijft bestaan tijdens de voortgezette bewaring. De natuurlijke was wordt ondanks het poetsen op de pakstations voor aflevering, toch weer dof tijdens de voortgezette bewaring of bij de kleinhandel.

Voordelen met betrekking tot de houdbaarheid van appels en peren zijn nauwelijks aanwezig. Een belangrijk argument voor toepassing nl. het tegengaan van vochtverlies tijdens de bewaarperiode eist een laagdikte van de coating, die ook de ademhaling sterk belemmert. Het gebruik van polyethyleen zakken, geperforeerd of dichtgevouwen, in de om-verpakking voldoet in dat opzicht beter [30].

Tomaten en komkommers worden in de Verenigde Staten soms van een synthetische waslaag voorzien. Speciaal de tomaten, die zich in het oranje stadium bevinden (de pinks). De laag werkt het afrijpen van de vruchten tegen. Bij deze vruchten is er volgens Dr. R. F. Kasmire (extension service, University of California, Davis) een vermindering van het vochtverlies wanneer ook het kroontje wordt beschermd. Normaal is er een gewichtsverlies van 3%. Met een synthetische waslaag wordt dit 1½%. Omdat er echter bij het normale gewichtsverlies nog geen krimpverschijnselen zijn waar te nemen, is dit effect

minder belangrijk. Tijdens transport kan citrus tot 5% in gewicht afnemen als gevolg van vochtverlies. Door middel van het aanbrengen van een synthetische waslaag voor het transport wordt volgens Brogdex, de leverancier van het middel met de handelsnaam "Britex" een reductie van dit gewichtsverlies bereikt van 50%.

De toepassing tijdens de bewaring bij appels en peren schept problemen voor onrijp produkt. Bevat de "wax" meer dan 10% vaste bestanddelen dan is er een nadelige invloed op het afrijpen. De grondkleur van het produkt blijft groener. De toepassing heeft geen smaakverbetering of langere houdbaarheid tot resultaat.

Fabrikanten van wax-middelen zijn:

Food Machinery and Chemical Corporation. Deze leverancier brengt Flavorseal voor citrus en Stay Fresh voor appels en peren. Het middel Freshgard geeft een fungicide behandeling.

Brogdex (Pomona). Handelsnaam van het wax-middel voor citrus is Britex. In de wasapparatuur wordt een droogschuim toegepast met fungicide, dat de handelsnaam Foamex draagt.

De beide bovengenoemde leveranciers leveren zelf de nodige apparatuur. De volgende leveranciers werken samen met fabrikanten van sorteerapparatuur:

Wallace & Tiernon, Decco Division (Monrovia) werkt veel samen met Northwest Equipment (Yakima).

Johnson's Wax Company werkt samen met v. Doren Sales Inc. (Wenatchee).

De wax-middelen, die worden toegepast zijn te verdelen in twee typen nl. oplossingen (solvent type) en emulsies (emulsion type). De eerste bestaan uit oplossingen van een natuurlijke was (Carnaubawas) in een lichte petroleumfractie. Ze zijn alleen geschikt voor gebruik bij droge oppervlakken. De emulsies kunnen zowel bij natte als bij droge oppervlakken worden toegepast. Een tweetal samenstellingen van "waxen" van het laatste type, voor zover het betreft de ingrediënten, zijn de volgende:

Stay fresh (FMC): schellak, carnaubawas, aceton, propyleen-glycol,
morpholine, oliezuur,
water

Decco : schellak, eiwit (vegetable protein),
natrium-laurylsulfaat (detergent),
ammonia, vetzuur (bijv. in dit geval lijn-
olievetzuur of oliezuur),
water, antischuimmiddel.

De vluchtige basen (ammonia, morpholine) verdampen bij het drogen, evenals het water.

Het "waxen" stelt hogere eisen dan normaal het geval is aan dat deel van de sorteer- en verpakkingslijn, waar het produkt wordt geschoond. Vuil tezamen met de natuurlijke waslaag moet worden verwijderd.

De eenvoudigste manier van schonen, die wordt aangetroffen op pakstations voor appels en peren is de methode waarbij na onderdompeling in het bassin van de waterdumper de vruchten worden afgespoeld met fris water wanneer ze zich bevinden op de afvoer-rollenelevator. Daarna wordt gedroogd in borstelmachines van het type met stationaire roterende borstels. De machines zijn soms voorzien van progressorstangen. In verband met de beschadiging van het produkt in deze machines wordt momenteel in Nederland gewerkt met transporterende roterende borstels.

Een kwetsbaar ras als MacIntosh laat zich niet op de eerstgenoemde machines verwerken.

Hiervoor zijn speciale borstelmachines in gebruik met 4, 6 of 9 borstels, voorzien van een spiraalprofiel. Deze borstels liggen evenwijdig aan de transportrichting. De vruchten worden in deze machines getransporteerd in tegenstelling tot de eerstgenoemde machines, waarin de vruchten elkaar voortstuwen.

Om voor het drogen in de borstelmachines de grove druppels te verwijderen wordt de installatie wel gecompliceerd met blaasmonden boven de opvoerelevator achter de sproeijs. Bij voorkeur worden 2 blaasmonden op een geringe afstand van elkaar toegepast om de roterende vruchten aan alle zijden te bereiken.

Afb. 22 toont een wasinstallatie (soak-washer), die wordt gebruikt om de natuurlijke waslaag van de vruchten te verwijderen voor het "waxen". Boven een serie stationaire roterende borstels (12 of 18, ca. 150 omw./min.) wordt gesproeid met warm water (50°C) en een detergent (bijv. T-pol, een Shellprodukt). In de F.M.C.-wasser van dit type wordt gebruik gemaakt van een recirculatiesysteem, dat om de 4 uur moet worden schoongemaakt om de was afkomstig van de appels te verwijderen.

Nieuwer is het opspuiten van droogschuim en het uitborstelen hiervan (foam-washer). Het wordt al veel toegepast in de citrusindustrie en Brogdex brengt een speciale apparatuur, die het wasmiddel vermengd met een fungicide als droogschuim aanbrengt op de vruchten aan de ingang van de wasinstallatie. Het door F.M.C. uitgebrachte fungicide middel "Freshgard" kan ook worden gecombineerd met een droogschuimbehandeling.

De onderzoekers op het gebied van bestrijdingsmiddelen zien echter weinig heil in een combinatie van wassen en het aanbrengen van een fungicide middel. Eerst wassen en dan een stof, die men kan verstuiven (zie hfdst. 2, §2.2). Op de wassectie volgen één of meerdere sproeisecties, waar verwarmd schoon water wordt gebruikt, geleverd door boilers. Temperatuur ca. 50°C.

Daarna volgt een droogsectie van 10 of 12 zachte borstels of schuimrubber rollen. Het water dat deze rollen opnemen wordt aan de onderzijde uitgeperst m.b.v. contra-rollen. Voor het aanbrengen van de "wax" is het hier niet nodig, dat de vruchten volkomen droog zijn (emulsion type wax). Soms worden de vruchten zorgvuldiger gedroogd voor het "waxen" m.b.v. hete-luchtdrogers. Dit geschiedt voor de toepassing van "Flavorseal" (waarschijnlijk een "solvent type" wax).

Technisch gezien is het belangrijkste probleem de nauwkeurige dosering bij het aanbrengen van de vereiste dunne waslaag (orde van grootte 0,1 tot 0,3 ml van het middel per vrucht). Bij een dompelsysteem is de laag gauw te dik.

Afb. 23 toont een veel voorkomende wijze van "waxen" nl. d.m.v. een heen en weer gaande sproeikop en een aantal borstels (6 stuks) voor het uitborstelen. Een dergelijk appa-

raat van F.M.C. kost ca. \$ 1500,-.

Afb. 24 toont een "waxer" van Van Doren met een overloopbak en een borstel van paardehaar. Een Johnson wax wordt op deze manier gedoseerd.

Na het aanbrengen van de "wax" wordt deze gedroogd. De afb. 25 en 26 tonen twee typen drogers, die veel worden toegepast. Een droger met stralingslampen en ventilatoren. Deze bestaat meestal uit 6 secties (24 lampen + 2 ventilatoren per sectie). Afb. 26 toont een hete-lucht droger van F.M.C. op een pakstation te Cowiche (Wash.). Deze bestaat uit 3 met elektrische energie gestookte secties. Drogers van het laatste type worden ook wel met gas of olie gestookt. De verblijftijd van de vruchten is ca. 2 min. en de luchttemperatuur 50 à 60°C. De intreetemperatuur van de vruchten is na het wassen en sproeien met warm water (50°C) 5 of 15°C afhankelijk van de voorgeschiedenis nl. verwerking direct uit de koelcel (temp. vruchten 0-1°C) of na enige tijd opslag bij omgevingstemperatuur (temp. vruchten 10-15°C). In het eerste geval wordt de luchttemperatuur in de droger verhoogd tot ca. 70°C.

Omdat het droogproces wordt beïnvloed door een aantal factoren: de temperatuur van de vrucht; de vochtigheidsgraad van de lucht waarmee wordt gedroogd; de hoeveelheid warmte, die nodig is voor het verdampen van aanhangend water of het vluchtige bestanddeel van de "wax", kan de praktische uitvoering nogal verschillen.

De vereiste doorvoersnelheid en de voorgeschiedenis bepalen de lengte van de droogtunnel (3 secties 11 m; 2 secties 8,5 m; 1 sectie 6 m. Dit zijn voorkomende maten). Meestal wordt omgevingslucht aangezogen, waardoor de vochtigheidsgraad in de sorteerruimte het droogproces beïnvloedt. Recirculatie van lucht in de droger wordt soms toegepast, maar doet binnen de tunnel de vochtigheidsgraad van de lucht toenemen. Het prototype van Wayland (afb. 27) werkt met voorgedroogde omgevingslucht, die wordt verkregen door de lucht eerst over de verdamper van een koelinstallatie te leiden. Daarna wordt de lucht opgewarmd voor gebruik in de droogtunnel.

Om korte droogtunnels te kunnen toepassen (ca. 3 m) is het volgens FMC-deskundigen noodzakelijk, bij vruchten die direct uit de koelcel worden verwerkt, naast wassen en sproei-

en met warm water ook het bad van de dumper te verwarmen (25-30°C).

De prijzen van de drogers in de Verenigde Staten variëren van \$ 6500,- tot \$ 8000,-.

3.3 Kwaliteitssortering

Op basis van beschadiging, aantasting en kleurontwikkeling van de vruchten worden de volgende kwaliteitsklassen onderscheiden: US extra fancy; US fancy; US no. 1; utility grade en "culls".

Vaak worden de beide eerstgenoemde gecombineerd tot een eerste kwaliteit en de volgende twee tot een tweede kwaliteit. De vruchten, die op een sorteerlijn worden verwerkt moeten dus als minimum worden gesplitst in 1e kwaliteit, 2e kwaliteit, stek en rot. Soms is er nog behoefte om ook een kleursortering te kunnen toepassen nl. het scheiden van meer of minder gekleurde vruchten.

Het rot, vooral na bewaring, moet bij voorkeur worden verwijderd aan het begin van de sorteerlijn, voordat de vruchten de borstelmachine passeren i.v.m. vervuiling van de borstels. De wijze van sorteren op kwaliteit (afb. 28, 29) is alle mechanisatiepogingen ten spijt gedurende de laatste jaren in grote lijnen dezelfde gebleven. De tegenwoordige vorm van de leestafels is ontstaan tijdens studies in de jaren 1950-1960. Er zijn twee typen, die veel worden gebruikt nl. de "floating-roll table" en de "belt-roll table". In het eerste geval hebben we te maken met een rollentransporteur, waarvan de voorwaartse snelheid van de rollen en de rotatiesnelheid afzonderlijk kan worden geregeld. In het tweede geval bestaat de tafel uit een brede transportband met vlak daarboven een stelsel stangen loodrecht op de transportrichting op geringe afstand van elkaar. De transportband en het stangenstelsel hebben ieder een eigen snelheidsregeling. De afwijkende kwaliteit wordt uitgeraapt naar een bovenliggende of tussenliggende transportband. Dit beperkt de effectieve breedte van de leestafel tot 1,20 m nl. 2 x de geschikte weglegafstand van 60 cm.

Stek en nog aanwezig rot wordt via kokers bij iedere lezer afgevoerd naar een tweetal onder de tafel liggende transportbanden.

Op de pakstations in de Verenigde Staten wordt weinig gebruik gemaakt van de indeling van de leestafel in banen om iedere lezer een eigen baan te geven van bijv. 2 vruchten breed.

Om de banen te realiseren wordt dan wel gebruik gemaakt van geprofileerde rollen (diabolorollenbaan). Wanneer deze wijze van parallel werken wordt toegepast, beperkt de bovengenoemde effectieve breedte het aantal lezers per leestafel tot 6; 8 in het geval nog twee lezers zorgen voor een nacontrole. De leestafel heeft dan een lengte van ca. 3 m. Er kan worden berekend, dat bij een hoeveelheid te sorteren produkt (appels) van meer dan 10 ton per bedrijfsuur in dit systeem twee leestafels parallel moeten worden toegepast. Zie afb. 30 met 4 korte leestafels parallel. Op dit pakstation met een verwerkingscapaciteit van 20 tot 25 ton per uur op twee sorteer- en verpakingslijnen zijn 4 leestafels parallel in gebruik omdat door de opdrachtgever hoge eisen aan de kwaliteitssortering worden gesteld. In het algemeen wordt in serie gewerkt, d.w.z. dat iedere lezer al het fruit, dat passeert, moet controleren.

Het systeem wordt als minder efficiënt beschouwd, omdat de capaciteit van de laatste lezers in de rij, aan iedere zijde van de tafel, niet ten volle wordt benut. Het geeft aanleiding tot het gebruik van leestafels met een grotere lengte dan 3 m om meer dan 4 lezers te kunnen plaatsen aan iedere zijde (5,5 m en 7 m).

De citrusindustrie heeft "check-type" leestafels ingevoerd (afb. 31). De leestafels verschillen niet principieel van de leestafels met banen als boven omschreven. Alleen de opstelling van de lezers is anders. Ieder heeft een eigen paneel met 4 of 5 afvoerkokers voor de kwaliteiten. De fruitstroom wordt verdeeld over de lezers. De prestaties van iedere lezer kunnen door een controleur worden beoordeeld zonder dat de lezer kan waarnemen dat dit gebeurt. Achter de leestafel bevindt zich nog een station voor nacontrole.

De vorm van deze leestafels, die een groot aantal transportbanden vragen, heeft tot gevolg dat ze nogal kostbaar zijn:

\$ 15000,- tot \$ 20000,- tegen \$ 2000,- tot \$ 3000,- voor een "belt-roll table".

Merkwaardig is, dat na een publikatie uit 1953 [33] in de Verenigde Staten geen literatuur op het terrein van ergonomische

studies van de kwaliteitssortering aan leestafels meer is verschenen.

Onderzoek in Nederland (Instituut voor Tuinbouwtechniek te Wageningen) en Engeland (National Institute of Engineering te Silsoe) beweegt zich in de richting van het mechaniseren van de uitraaphandeling. De kwaliteitssortering wordt dan uitgevoerd d.m.v. het indrukken van toetsen. Een beter resultaat wordt verwacht omdat de aandacht van de lezer gericht kan blijven op het bepalen van de kwaliteit. Bovendien kan dit systeem de vertraging voorkomen, die ontstaat naarmate een groter aantal vruchten als afwijkende kwaliteit moet worden verwijderd. Deze variabele bepaalt nl. in belangrijke mate de hoeveelheid produkt, die een gehele lijn per bedrijfsuur kan verwerken.

Kleursortering als vorm van gemechaniseerde kwaliteitssortering heeft alleen voor citroenen op pakstations een zeker bestaansrecht gekregen als afsluiting van de eerste fase van de behandeling van deze vruchten (afb. 79-82).

3.4 Grootte-gewichtssortering

De grootte-sorteerinstallatie, die het meest wordt aangetroffen op pakstations voor appels in Michigan en aan de Westkust is de "Rapid Sizer" van Northwest Equipment Company (afb. 37). De machine heeft rijen cups, die worden gevormd door profielen van kunststof, twee aan twee. De profielen, die tezamen een rij cups vormen zijn ieder gemonteerd op een dwarsstang. De dwarsstangen en daarmee de beide cuphelften verwijderen zich van elkaar bij het doorlopen van de sorteermachine.

De citrusindustrie maakt gebruik van zg. "volumetric sizers". De machines werken met zich verwijdende openingen tussen roterende rollen. De rollen zijn opgebouwd uit manchetten van rubber met een speciale vorm (afb. 39, 40).

Ook de gewichtssorteerinstallatie van Food Machinery and Chemical Corporation wordt op veel pakstations toegepast (afb. 34, 35, 36). Een beschrijving is te vinden in [25].

Dan komen nog een aantal minder belangrijke sorteersystemen voor: transportbanden met mazen (chainsizers), die tegenwoordig vooral voor het uitsorteren van de ondermaat worden gebruikt; schuinliggende transportbanden met rollen (belt and roll-sizers) en systemen, die in principe gelijk zijn aan de "volumetric sizers" en die in het algemeen worden aangeduid met de naam "expanding rollsizers". Een voorbeeld is de groottesorteerder van Tew Manufacturing Company (afb. 38). Voor peren wordt in hoofdzaak het wijkende bandsysteem toegepast of de FMC gewichtssorteerder eventueel met verlengde cups (15 cm i.p.v. 10 cm zoals voor ronde vruchten).

Op de pakstations, die in de Verenigde Staten zijn bezocht, komen bijzondere systemen, die aspecten bieden voor de groottesortering, andere dan die van de in Europa verkrijgbare machines, niet voor.

Op het "USDA Experimental Station" te Wenatchee (Wash. St.) wordt sinds enige jaren gewerkt aan een sorteerapparaat, waarbij de vruchten over de gehele lengte van de machine worden getransporteerd op borstels ($\varnothing$ 12,5 cm), die waar nodig roteren. De rotatiesnelheid op het groottesorteergedeelte is 100 omw/min.

De machine is bestemd voor het sorteren van kwetsbare appelrassen. Om de machine ook anders produktief te maken moet het transport- en sorteersysteem geschikt zijn voor peren en perziken (afb. 41). De beschadiging als gevolg van het overbrengen van vruchten van het ene deel van een sorteerlijn naar het volgende deel wordt voorkomen, door alle handelingen (in volgorde kwaliteitssortering, droogborstelen, groottesortering) te verrichten terwijl de vruchten tussen dezelfde borstels blijven liggen tot deze borstels zich van elkaar verwijderen op het gedeelte waar de groottesortering plaatsvindt. Na de eerste opzet, beschreven in [32], zijn een aantal onderdelen gewijzigd. De vruchten worden nu met een normale elevator bestaande uit rubber rollen uit het bassin van de waterdumper genomen en gedeponeerd op het borstelbed. De voorwaartse snelheden van rollen en borstels zijn gesynchroniseerd. De rollenelevator dient zoals gebruikelijk tegelijkertijd voor het verwijderen van blad en al te kleine vruchten.

Reeds in de waterdumper wordt een scheiding gemaakt tussen linkse en rechtse aanvoer, zodat een middengedeelte van het borstelbed vrij blijft. Door middel van het profileren van de borstels zijn rijen van 12 cups (3 mm diep) ontstaan, waarmee de draden die eerder werden toegepast voor de indeling van het sorteergedeelte in banen, zijn komen te vervallen. Een rij van twee cups breed in het midden wordt vrijgehouden en op het kwaliteitssorteergedeelte wordt de afwijkende kwaliteit naar dit middengedeelte uitgeraapt. Een bijzonderheid is nu, dat met deze constructie de vruchten in een bepaalde maatklasse van twee kwaliteiten op dezelfde dwarslijn door de borstels worden doorgelaten. Een speciaal afvoersysteem is dus nodig om de twee kwaliteiten gescheiden te houden en op twee verschillende loodrecht op de transportrichting gelegen afvoertransportbanden te brengen. Ook is de constructie zo gekozen, dat het op elkaar vallen van vruchten, een euvel van dit type afvoersysteem, wordt voorkomen.

Groottesorteerinstallaties in de Verenigde Staten kunnen als regel een scheiding maken in acht maatklassen. De hierboven besproken machine heeft zes maatklassen omdat bredere afvoerbanden dan normaal zijn toegepast (20 cm breed i.p.v. 15 cm).

Op de terugweg passeren de borstels een tank met een wasmiddel en een spoeltank. Na het wassen en na het spoelen wordt gecentrifugeerd.

Hieronder volgen nog enige gegevens met betrekking tot twee groottesorteerinstallaties:

F.M.C. weightsizer: 4" cup; 2, 4, 6 of 8 lanen
6" cup; 2, 4 of 6 lanen

Max. capaciteit: 250 cups per rij per minuut (ca. 1800 kg per rij per uur). Praktisch rekent men, omdat alle cups niet gevuld zullen zijn, met ca. 1000 kg per rij per uur.

Orde van grootte van de prijs in de Verenigde Staten: \$ 12000,- tot \$ 16000,-.

De grootste installatie (8 rijen breed, 52 uitgangen): ca. \$ 40000,-.

Northwest Equipment Company, Rapid Sizer.

6, 9, 12 en 18 lanen.

Max. capaciteit: 200 cups per rij per minuut (ca. 1500 kg per rij per uur). Prijs (18 rijen breed, 6 uitgangen): ca. \$ 9000,-.

3.5 Verpakken - Verpakkingsmateriaal

Op de pakstations wordt als regel met de hand verpakt in kartonnen dozen ($31 \times 51 \times 29 \text{ cm}^3$ is een veel voorkomende maat). Het fruit, afkomstig van de groottesorteereenheid, wordt opgevangen op draaitafels (afb. 43, 44) of op paktafels in de vorm van een transportband en een retourband, waarbij de vruchten de mogelijkheid hebben om rond te lopen. De laatstgenoemde paktafels bestaan veelal uit een lange transportband en een lange retourband welke combinatie in meerdere trajecten is verdeeld.

De lengte van de trajecten kan vaak aan de behoefte worden aangepast omdat de scheiding wordt verkregen m.b.v. schuiven, die de transportband aan de zijde van het ene traject en de retourband aan de zijde van het volgende traject een helling geven. Een roterende rol als afstrijder vergemakkelijkt de overgang van de ene band naar de in de tegenovergestelde richting lopende band aan de grens van een traject.

Vele pakafdelingen werken met pakwagentjes (afb. 44).

Lege dozen worden in plano in voorraad gehouden en naar behoefte met vouw- en lijmmachines in elkaar gezet (afb. 42). De telescoopdozen zijn vaak vervangen door dozen met elkaar rakende sluitkleppen, daar waar aan het einde van de verpakkingslijn van dozensluitmachines gebruik wordt gemaakt (afb. 50). Een transporteur voert de lege dozen langs alle pakafdelingen. Zie afb. 62 waar een complete sorteer- en verpakkingslijn is geschetst. Merk op de smalle transportband, die terug loopt van de pakafdeling naar de waterdumper om foutief gesorteerd produkt opnieuw in omloop te brengen.

Voor appels is gebruikelijk een verpakking van vruchten in wikkels op pakbladen (tray-pack, afb. 60). Deze verpakking is kostbaar. Het gebruik van wikkels bij pakbladen geeft echter een voordeel naast het feit, dat de vrucht beter beschermd is tegen beschadiging door beweging binnen de holte van de cup tijdens transport. De groottesortering kan minder nauwkeurig zijn. Een gewichtssortering, die anders voor het verpakken in pakbladen het probleem met zich mee kan brengen, dat aan één uitgang tegelijkertijd in meerdere dozen met verschillende pakbladnummers moet worden verpakt, ontmoet op deze wijze minder bezwaren.

Een gelijk gewicht (ca. 19 kg) van de inhoud van alle verpakkingseenheden kan beter worden gehandhaafd.

Diamond Fruit Growers in Oregon verpakt de peren in wikkels los in de doos. De wikkels zijn vaak geïmpregneerd met schimmelwerende middelen of middelen, die fysiologische bewaarziekten bestrijden (zie hfdst. 2, §2.2).

De sorteringen worden aangegeven met het aantal appels per doos. Ook de typen pakbladen (vaak systeem Kys van Keyes Fibre Company) worden op deze wijze aangeduid.

Voorkomende typen zijn: 216 (55-60), 198 (57-62), 175 (60-65), 163 (62-67), 150 (65-70), 138 (67-72), 125 (70-75), 113 (75-80), 100 (77-82), 88 (80-85), 72 (85-90).

Tussen haakjes zijn aangegeven de diametermaten in mm van de vruchten en niet de ook wel gebruikte hoogtematen.

Een probleem voor toepassing in Europa is de afmeting van de pakbladen ($51 \times 31 \text{ cm}^2$). Zij zijn ongeschikt voor de dozen met de aanbevolen standaardafmetingen ($50 \times 30 \text{ cm}^2$) die passen op het standaardpallet ($100 \times 120 \text{ cm}^2$).

Veel sorteerlijnen hebben de mogelijkheid om appels, die ongeschikt zijn voor voortgezette opslag of transport naar verder afgelegen consumptiegebieden te verpakken in polyethyleen zakken (geperforeerd met 29 tot 32 openingen, $\varnothing 5 \text{ mm}$) voor de locale markt. De inhoud van deze zakken varieert van 3, 4, 5, 8 tot 10 lbs. De zakken gaan in dozen bijv. zes zakken van 3 lbs. in twee lagen. Vaak zijn het appels in de maten 55-64 mm. Afb. 45 toont een zakkenvuller met de geringe breedte, die van belang is voor gebruik bij sorteerlijnen (Northwest Equipment Company, automatic weight auger bagger. Prijs \$ 985). Capaciteit volgens fabrieksopgave 900 zakken van 3 lbs. (1,35 kg) per uur.

Het afvullen kan ook op aantal geschieden. Brogdex Company brengt een zakkenvuller op de markt die afvult op aantal (1 tot 69 stuks) met een capaciteit volgens fabrieksopgave tot 1800 zakken (10 stuks inhoud) per uur.

In dit verband van consumentenverpakking toont afb. 61 een in Michigan aangetroffen verpakking van appels in manden bestemd voor verkoop in grootwinkelbedrijven.

Wanneer dozen met fruit (Golden Delicious, peren) opnieuw worden opgeslagen wordt in de doos een polyethyleen zak aangebracht (afb. 60). Het doel is in de eerste plaats het tegengaan van vochtverlies en het voorkomen van krimp [33].

Dit is van belang bij een voorsortering omdat anders na bewaring de maten niet meer juist zijn. In Nederland wordt om deze reden geadviseerd om bij sortering voor bewaring te compenseren door 1 à 1,5 mm groter te sorteren dan normaal. Dit is afhankelijk van de bewaarduur. De grootste krimp treedt echter op in de beginperiode van de bewaring.

De zakken kunnen worden dichtgelast of dichtgevouwen. In het eerste geval zijn de zakken geperforeerd met twee openingen ($\varnothing$ 6 mm) om tijdens opslag bij 0-1°C opeenhoping van CO₂ en tekort aan O₂ te voorkomen. In dit verband zijn de opslagtemperatuur, de dikte en de dichtheid van de toegepaste film van belang. De polyethyleen binnenzakken van de dozen worden dan bij uitslag (temperatuurverhoging) opengesneden.

Omdat het verpakken met de hand arbeidsintensief is en als gevolg van stijgende loonkosten ook kostbaar wordt, is gezocht naar methoden om het verpakken te mechaniseren met behoud van de transporteigenschappen van de verpakking waar het betreft de beschadiging van het fruit. Vooral in de Westkuststaten wordt deze ontwikkeling gestimuleerd.

Afb. 53 t/m 55 toont installaties voor verpakkingsonderzoek en transportsimulatie op de Universiteit van Californië te Davis en Riverside. Het accent bij het onderzoek ligt momenteel op het terrein van de beschadiging van vruchten in verpakking, die optreedt als gevolg van opgelegde trillingen door het rijdende transportmiddel [34,35].

Op de universiteit van Californië te Davis is een aantal jaren geleden ontwikkeld de "tight fill volume packing" methode [36]. Dit is het langs mechanische weg vullen van dozen met hulp van geautomatiseerde vullers. Door vibreren van de dozen wordt getracht dezelfde dichte pakking te verkrijgen als bij verpakken met de hand. Als vuistregel geldt, dat de doos voor het vibreren met een extra 10% van zijn volume wordt gevuld. De diepte van de doos moet ongeveer gelijk zijn aan 4 à 5 maal de vruchtdiameter. Tijdens het vibreren (10 tot 15 Hertz, amplitude 9 tot 6 mm, verticale beweging, duur ca. 10 sec. voor peren) wordt

een lichte druk uitgeoefend op het deksel, dat daarna wordt vastgezet. De capaciteit van de apparatuur voor dit type verpakking is praktisch 150 dozen van ca. 20 kg inhoud per uur. Fabrikaat FMC kost in de Verenigde Staten ca. \$ 4000. Toepassing voor peren, abrikozen, perziken, nectarines en pruimen.

Verpakkingen, waarbij wordt getracht de vruchten te immobiliseren door de inhoud onder druk te zetten zijn voordien reeds toegepast (pressure pack, afb. 51).

Voor het introduceren van de bovengenoemde verpakking, die zich leent voor een gemechaniseerde wijze van vullen moet in de Verenigde Staten een weerstand worden overwonnen van de zijde van de afnemers. Vruchten los in dozen (jumble pack), wordt gezien als de verpakking voor een produkt van inferieure kwaliteit.

"Pattern packer" (afb. 46)

Het "Research and Engineering Department" van Sunkist Growers ontwikkelt voor sinaasappelen een machine, die het verpakken met de hand volgens een speciaal pakpatroon moet vervangen. Omdat sinaasappelen vrij kwetsbaar zijn (beschadiging oliecellen) is gekozen voor een systeem met zuignappen. Dubbelwerkend, d.w.z. dat één grijparm een groep nieuwe vruchten opneemt terwijl de andere zijn groep in de doos deponeert en vice versa.

De machine is ontworpen voor een verwerkingscapaciteit van 300 dozen (4 lagen, 18 kg) per uur. Praktisch wordt bereikt 157 dozen (4 lagen) per uur en 127 dozen (6 lagen) per uur. Ter vergelijking: een ervaren verpakker verwerkt 30 tot 40 dozen per uur.

"Exakt pack" (afb. 47-50).

Door Brogdex Company te Pomona wordt een verpakkingssysteem voor citroenen op de markt gebracht op "lease"-basis onder de naam "Exakt pack". Dit systeem is nauw verwant aan de "tight fill volume packing" methode. Door middel van vibreren zowel in horizontale als in verticale richting wordt met deze regelmatig gevormde vruchten een pakpatroon verkregen, dat de verpakking met de hand (place pack, pattern pack) zeer nabij

komt. Een dozeinvulinstallatie telt laag voor laag af. Tussen het vullen van opvolgende lagen vindt gedurende 1 à 2 sec. een trilling plaats in horizontale richting. Wanneer telescoopdozen worden toegepast i.p.v. dozen met sluitkleppen worden de dozen in omgekeerde stand via de geopende bodem van de binnendoos gevuld. Het dekselen na het verpakken komt hiermee te vervallen. De dozen kunnen na sluiting weer worden neergezet in hun juiste stand door een "carton-turnover" (afb. 58).

Een vulunit verwerkt volgens fabrieksopgave zo nodig 270 dozen per uur. Om een beeld te geven van een verpakkingafdeling: 18 tellers in een blok op één lijn gegroepeerd + 4 personen (1 voor toezicht + 3 meisjes voor het opzetten van de dozen) verwerken 1500 dozen per uur. Met de hand verpakt zijn hiervoor nodig 50 verpakkers + 3 personen voor het opzetten van de dozen. De capaciteit van de afdeling is dan 25 ton/uur. Op de centrale afvoerlijn passeren de dozen een schudder, die gedurende ca. 5 sec. de dozen in verticale richting laat trillen. Daarna wordt een met bifenyl geïmpregneerd dekvel aangebracht en worden de dozen door een dozensluitmachine gevoerd (afb. 50).

Dozensluit-lijmmachines zijn er in twee typen nl. met waterlijm en smeltlijm. Het eerste type is relatief goedkoop maar de sluiting heeft een lange droogtijd nodig als gevolg waarvan een drukbaan moet worden toegepast. Men krijgt een lange machine of heeft te maken met een traag doorvoertempo. Het smeltlijmtype heeft een capaciteit die ligt in de orde van grootte van 1500 tot 2000 dozen/uur. Op een van de pakstations werd een combinatiemachine aangetroffen (fabrikant: General Corrugated Machinery Company Inc., Palisades Park, New Jersey). Smeltlijm wordt gebruikt om met waterlijm ingesmeerde delen van het deksel vast te houden gedurende de droogtijd.

De machine is goedkoper dan een smeltlijmmachine en de dozen kunnen direct in een opslagruimte worden geplaatst waar de droging dan kan plaatsvinden.

Een andere ontwikkeling is het transport van appels en peren in grotere eenheden. Vier stuks 5-bushelcontainers van karton ($1 \text{ bushel} = 2150,42 \text{ inch}^3 \approx 35,3 \text{ dm}^3$) op een eenmalig pallet. De afmeting van de gehele verpakking is $100 \times 120 \times 70 \text{ cm}^3$

(42x48x28 inch³). Ook hier wordt het vibreren van de vijf bushel-containers na het vullen toegepast, zoals dat bij de "tight fill volume" methode het geval is. De verpakking wordt met banden bij elkaar gehouden. Het is een ontwikkeling van de universiteit van Oregon te Corvallis.

Na het sluiten van de dozen leidt de centrale afvoertransporteur naar een soort rangeerstation (afb. 57, 62) voor het verzamelen van de palletladingen. Op een rollentransporteur worden 25 tot 30 dozen van dezelfde sortering bijeengebracht en deze lading wordt na completering doorgezonden naar de pallettiseerafdeling. Het rangeerstation wordt nog met de hand bediend. De volgende stap is volgens Sunkist Research and Engineering het merken van de dozen met een codering door middel van bijvoorbeeld luminescerende verf. Het aflezen van deze codering en het automatiseren van de bediening van het rangeerstation betekent, dat ook dit onderdeel van de verpakkinglijn volledig zal zijn gemechaniseerd. Een dergelijk systeem van coderen wordt in de Verenigde Staten geleverd door American Cyanamid Company. (Vertegenwoordiger in Nederland is de Nederlandse Cyanamid Mij. NV te Rotterdam).

Een goede beschrijving van de mogelijkheden, die een coderingssysteem van dit type biedt is te vinden in [37].

Verder wordt door de afdeling "Research and Engineering" van Sunkist o.m. gewerkt aan een bediening van de afstelling van de sorteermachines op afstand. Het doel is de afstelling te regelen bij de pakafdeling aan de hand van de vulgraad van de dozen.

3.6 Samenvatting

Als gevolg van een goed teeltklimaat en een zo efficiënt mogelijke behandeling van het produkt op sorteer- en pakstations en tijdens transport kan een gebied als de "Pacific Northwest" (Washington St., Oregon), dat op grote afstand is gelegen van de consumptiecentra in het midden en oosten van de Verenigde Staten, concurreren met Michigan en teeltgebieden in de "North-east". Californië heeft een grote locale markt (San Francisco, Los Angeles), maar ook een groot overschot, dat elders moet worden afgezet.

De mechanisering op sorteer- en pakstations is dan ook aan de

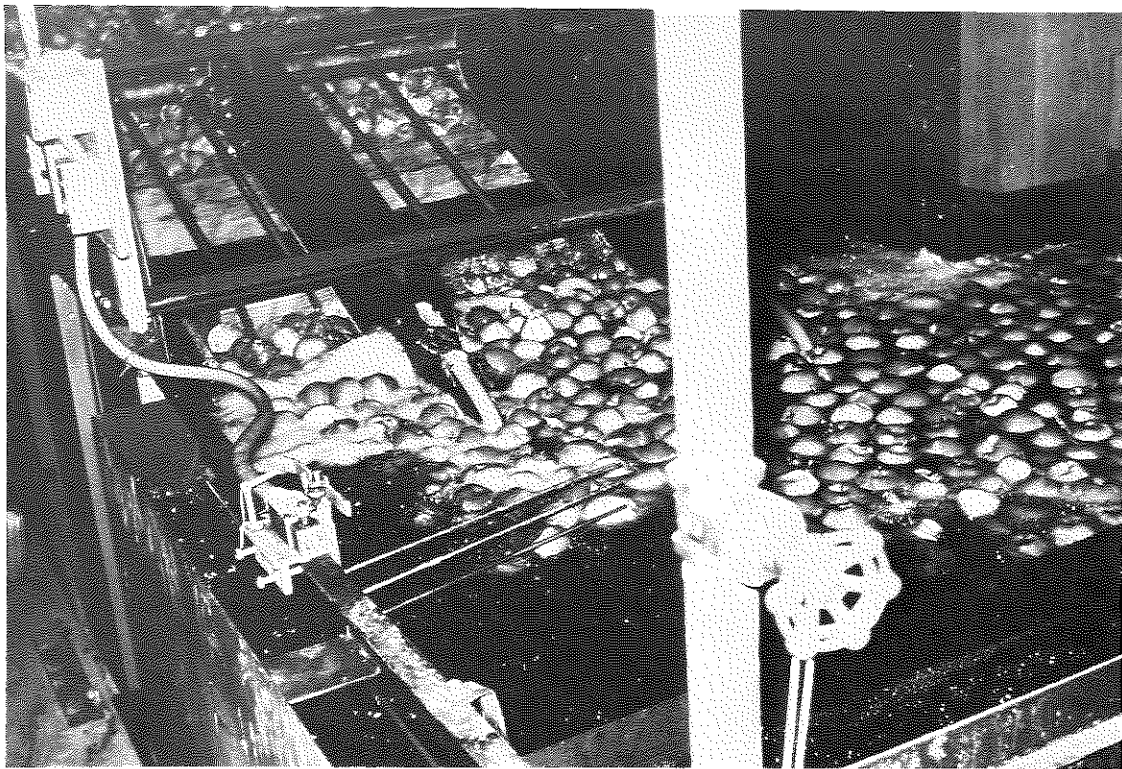
westkust van de Verenigde Staten het verst gevorderd. Recent is het invoeren van het "waxen" van appels en peren. Het verpakken van vruchten met de hand wordt in deze gebieden als gevolg van stijgende loonkosten en problemen met het voorradig zijn van de factor arbeid successievelijk vervangen door een gemechaniseerde wijze van verpakken.

3.7 Literatuur

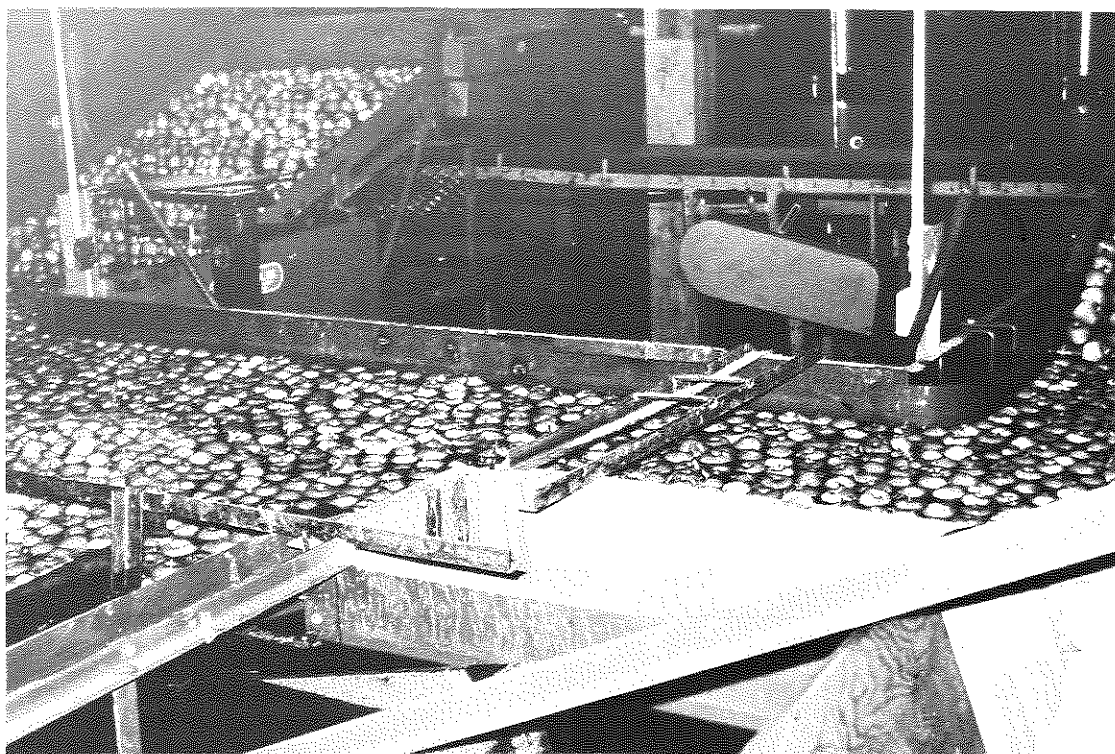
17. E. W. Carlsen, D. L. Hunter, R. S. Duerden, J. F. Herrick Jr. Apple handling methods and equipment in the Pacific Northwest, packing and storage houses.
USDA Marketing Research Report 49, 1953.
18. J. F. Herrick Jr., G. F. Sainsbury, E. W. Carlsen, D. Loyd Hunter. Apple packing and storage houses, layout and design.
USDA Marketing Research Report 602, Jan. 1964.
19. W. R. Forbus Jr. Layout guidelines for peach packing houses.
Agricultural Research Report 52-19, March 1967.
20. Fruit and vegetables, facts and pointers. Uitgave van de "United Fresh Fruit and Vegetables Association".
Washington 5 DC 20005, 777 14th Street NW.
Losbladig naslagwerk met jaarlijkse supplementen.
21. R. B. Fridley. Evaluating the feasibility of mechanizing crop harvest.
Transactions ASAE, Vol. 11, no. 3, 1968.
22. L. J. Edgerton. New materials to loosen fruit for mechanical harvesting.
Proceedings New York State Horticultural Society 113, 99-102, 1968.
23. L. Russo Jr., H. C. Dostal, A. C. Leopold. Chemical regulation of fruit ripening.
Bio Science 19, 109, 1968.
24. Proceedings Fruit and Vegetable perishables handling conference. University of California, Davis. March 1967.
25. J. W. Rudolphij, G. van Belle, W. C. Boer, M. Paardekooper. Verslag van bezoeken aan Franse pakstations.
Sprenger Instituut rapport no. 1549, 1967.

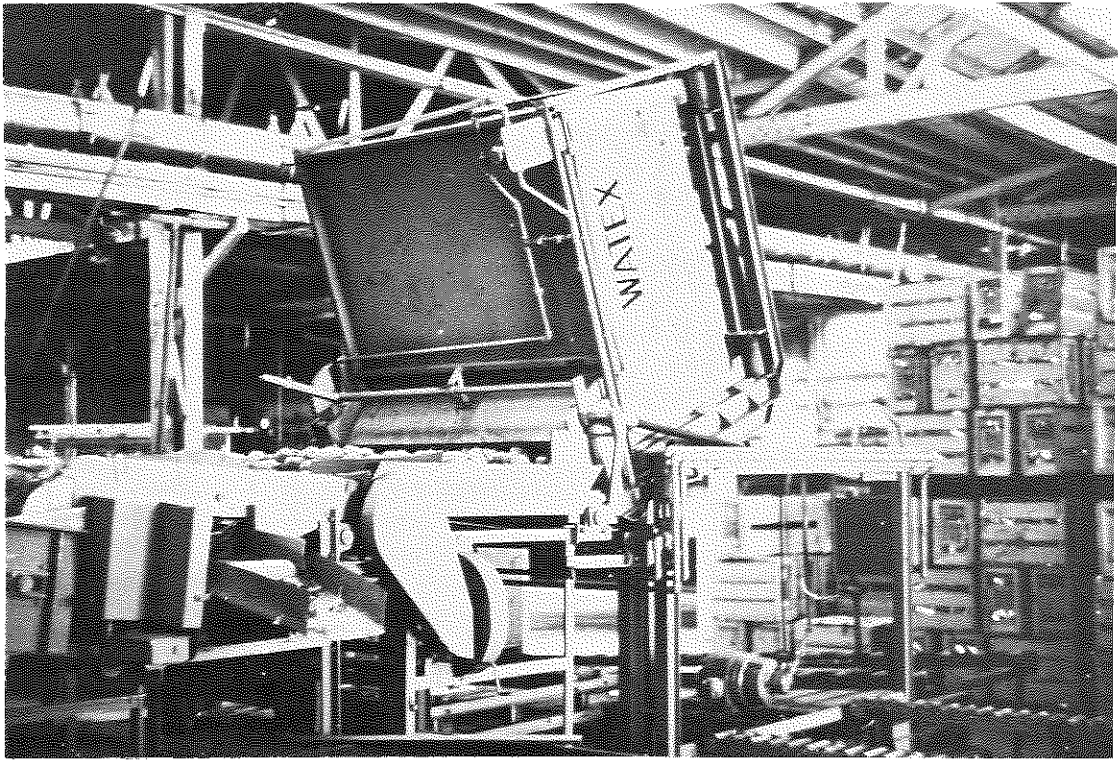
26. Sorting apples before storage. Research or reality?
American Fruit Grower 88. 11-12 (1968) 7.
27. D. H. Dewey, B. A. Stout, R. H. Matthews, F. W. Bakker-Arkema, J. F. Herrick Jr. Development of a hydrohandling system for sorting and sizing apples for storage in palletboxes.
USDA Marketing Research Report no. 743. June 1966.
28. B. A. Stout, D. H. Dewey, E. G. Vis, J. F. Herrick Jr. A prototype hydrohandling system for sorting and sizing apples before storage.
USDA Agricultural Research Report 52-14. August 1966.
29. Shipping and retaillevel apple waxing report.
The Packer. Nov. 9, 4, 1968.
30. H. A. Schomer, C. F. Pierson. The use of wax on apples and pears.
Washington State Horticultural Association Proceedings (198, 199, 200) 1967.
31. D. G. Malcolm, E. P. Degarow. Visual inspection of products for surface characteristics in grading operations.
USDA Marketing Research Report no. 45. June 1953.
32. S. W. Burt, G. O. Patchen. Grading and sizing apples with brushes.
Agricultural Research Report 52-18. Dec. 1966.
33. R. E. Hardenburg, H. A. Schomer, M. Uota. Polyethylene film for fruit.
Modern Packaging, Vol. 31, No. 6, p. 135, Febr. 1958.
34. M. O. Brien, J. P. Gentry, R. C. Gibson. Vibrating characteristics of fruits as related to in-transit injury.
Transactions ASAE. Vol. 8, no. 2, (241 t/m 243). 1965.
35. M. O. Brien, R. Guillou. An in-transit vibration simulator for fruit handling studies.
Paper no. 68-119 for the annual meeting of the ASAE.
Utah State University, Logan June 1968.
36. R. Guillou. Settling packed fruit by vibration.
Transactions ASAE. Vol. 6, no. 3 (190-191), 1963.
37. E. Boll. Luminescentie en automatisering.
Transport Management No. 10 (okt.) (814-818) 4, 1969.

afb. 14

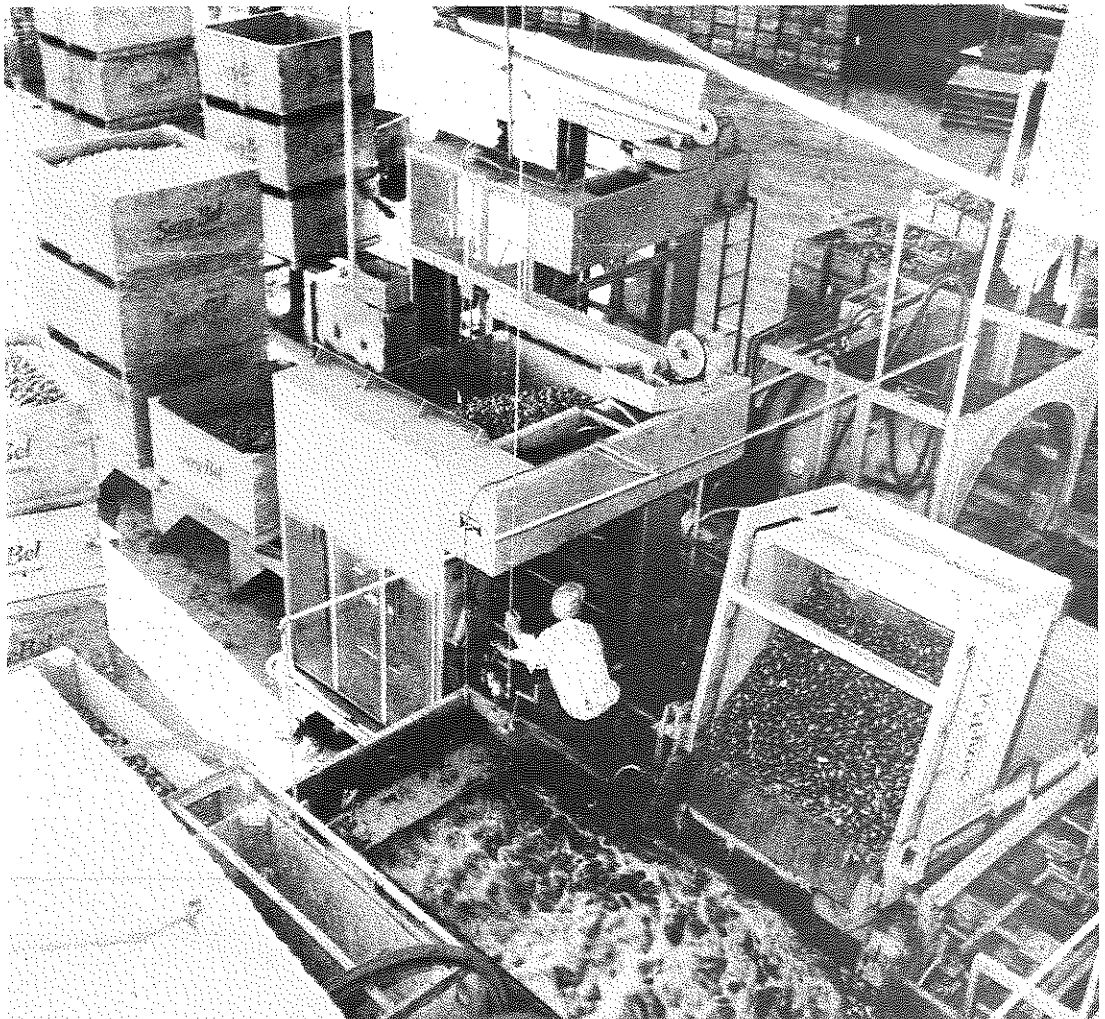


afb. 15

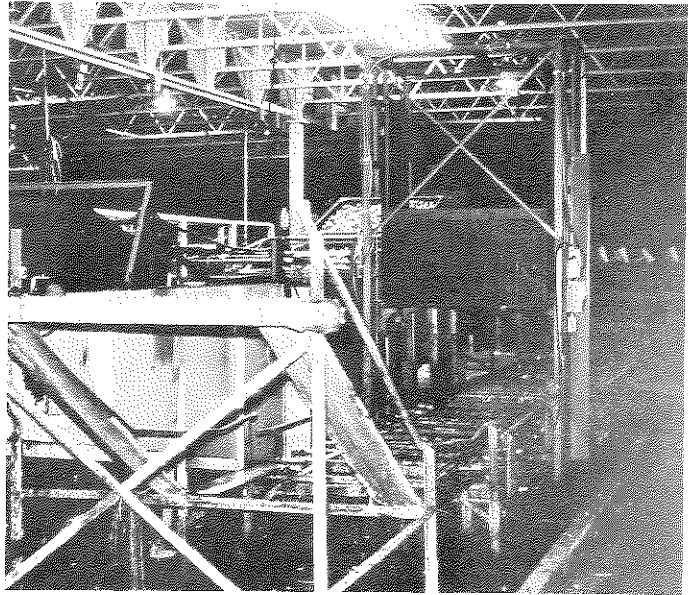




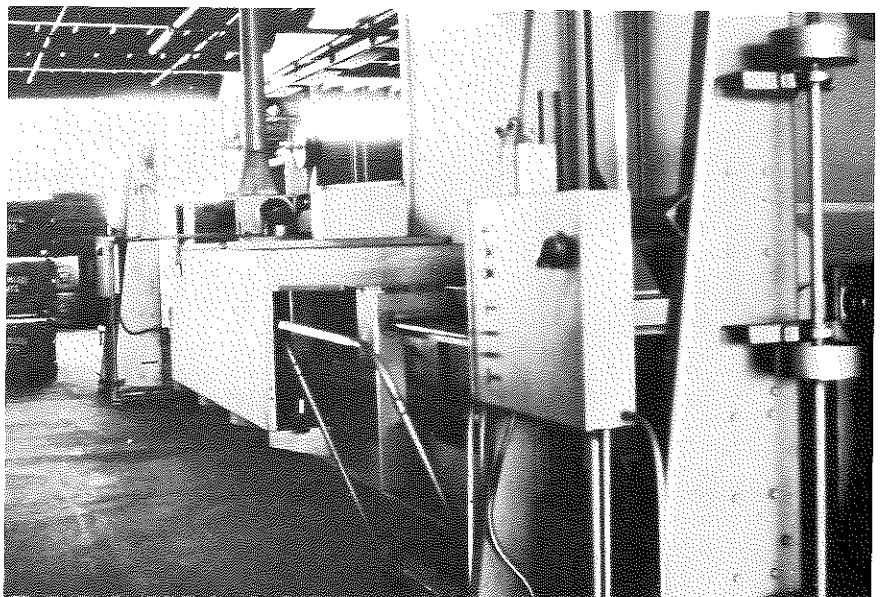
afb. 16



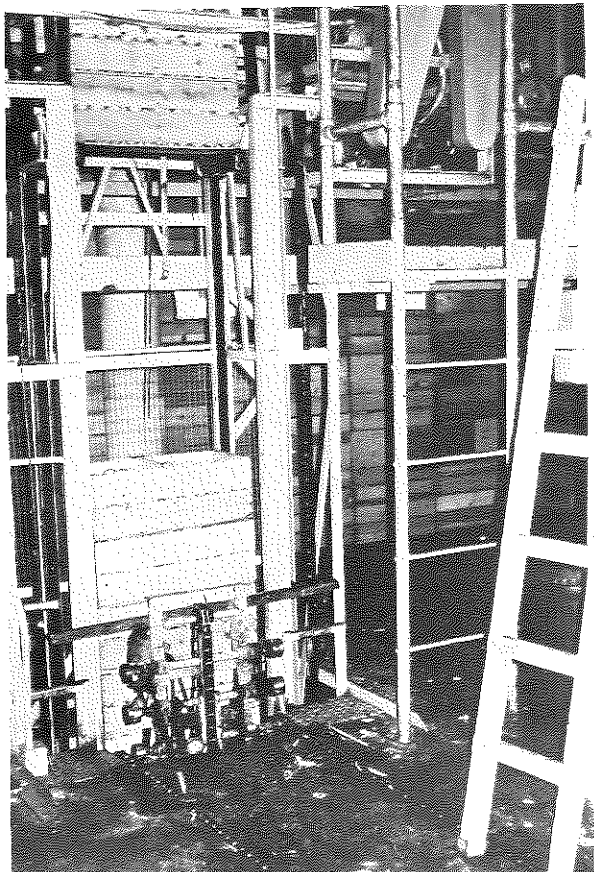
afb. 17



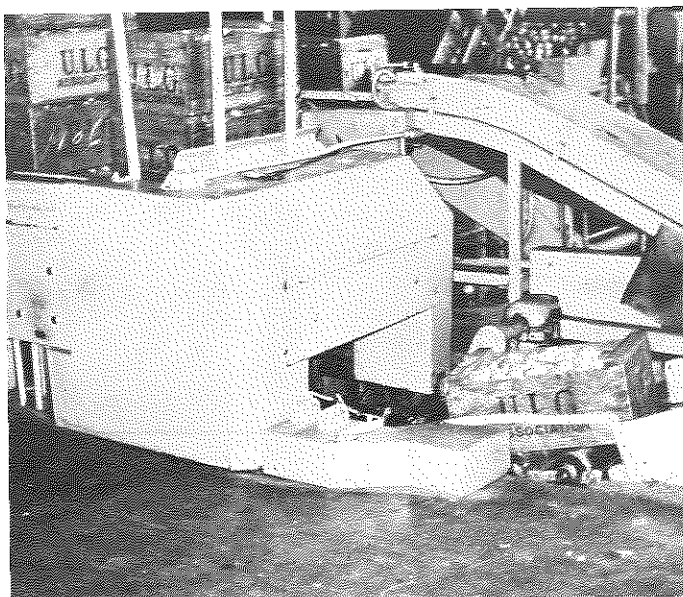
afb. 18



afb. 19

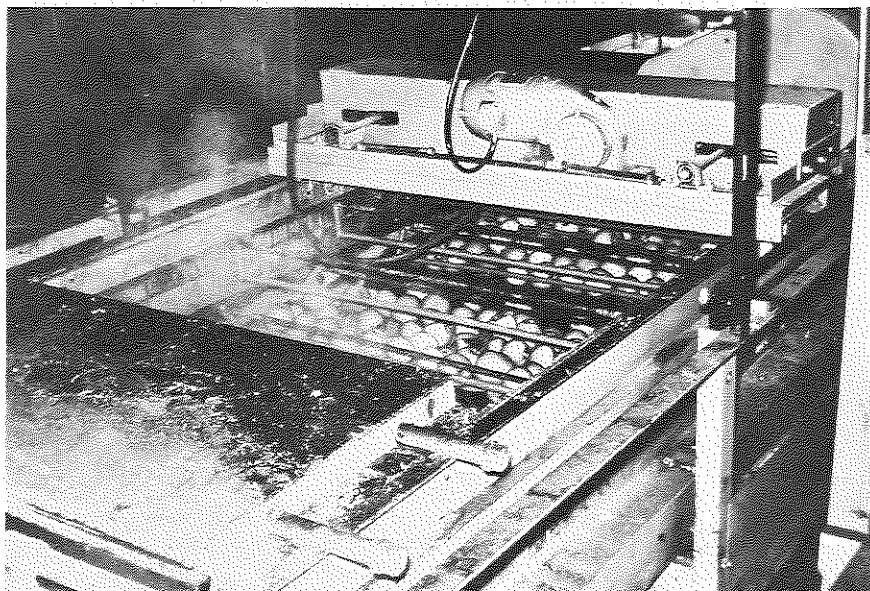


afb. 20

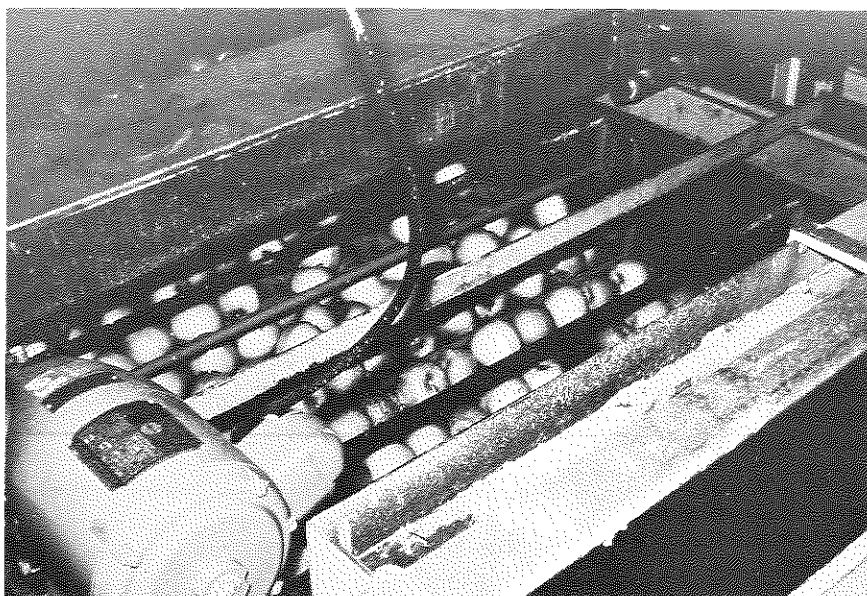


afb. 21

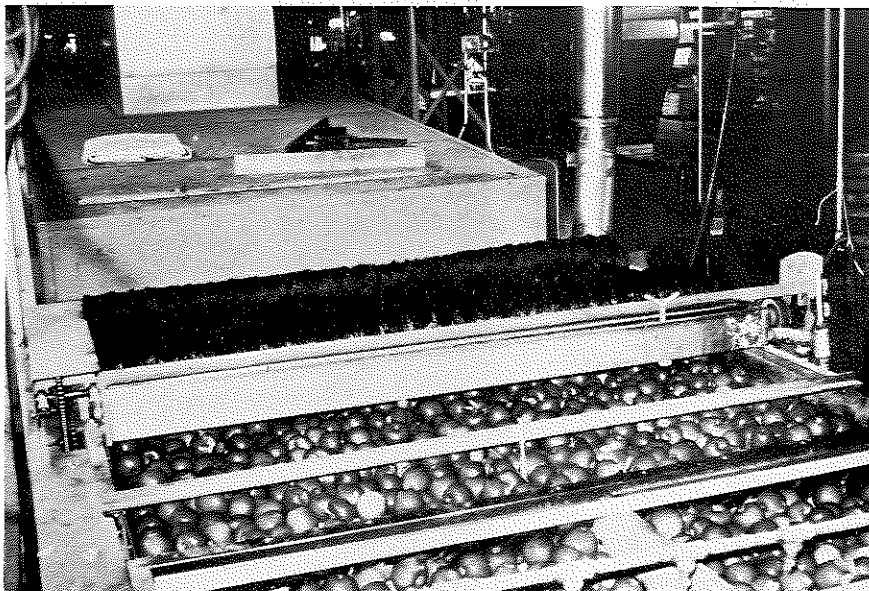
afb. 22



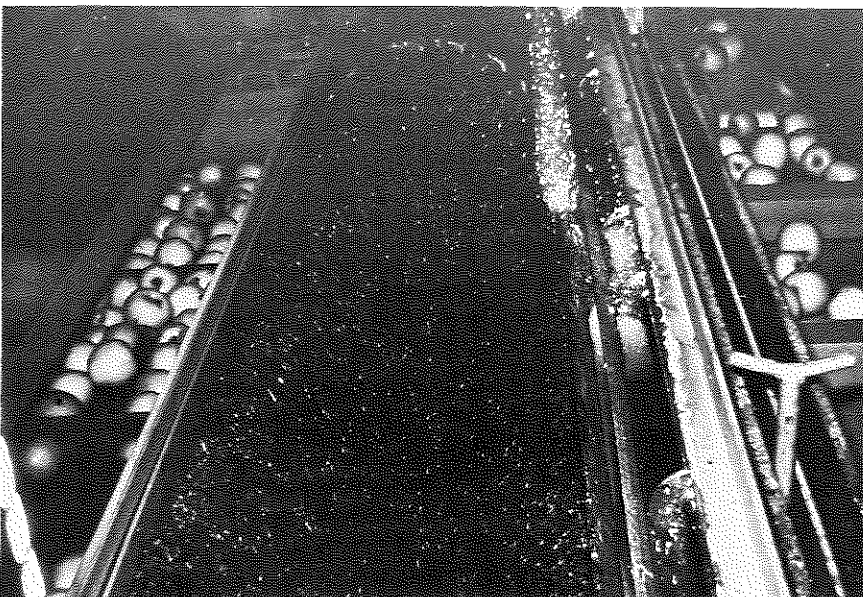
afb. 23



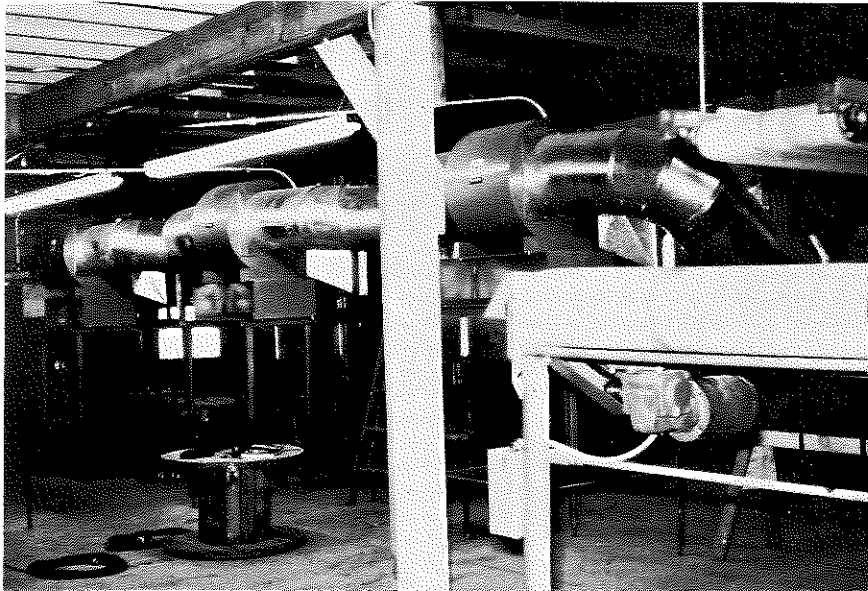
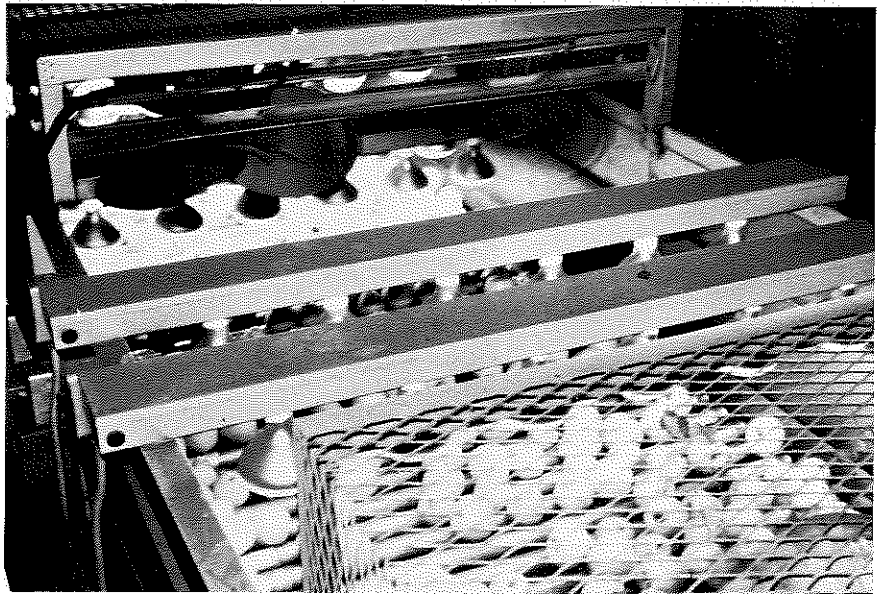
afb. 24a



afb. 24b

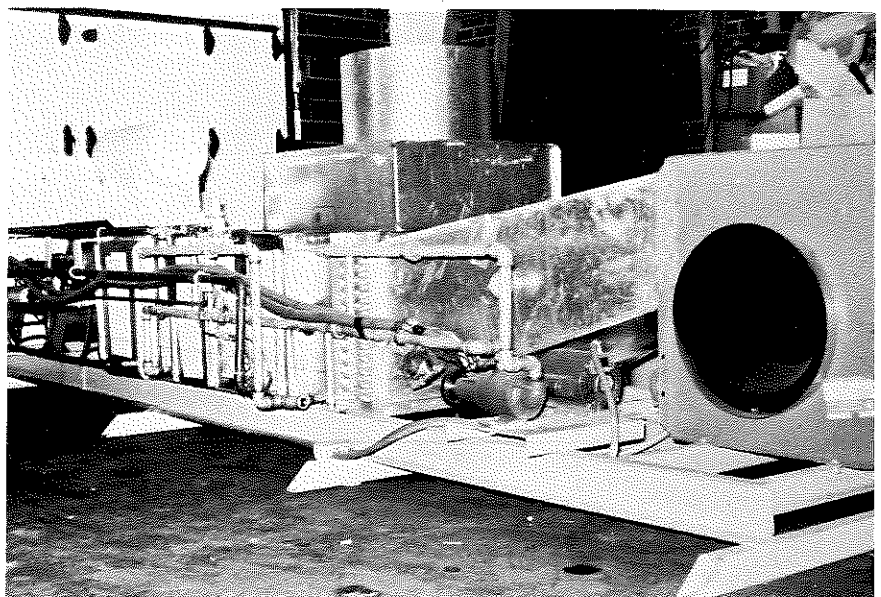


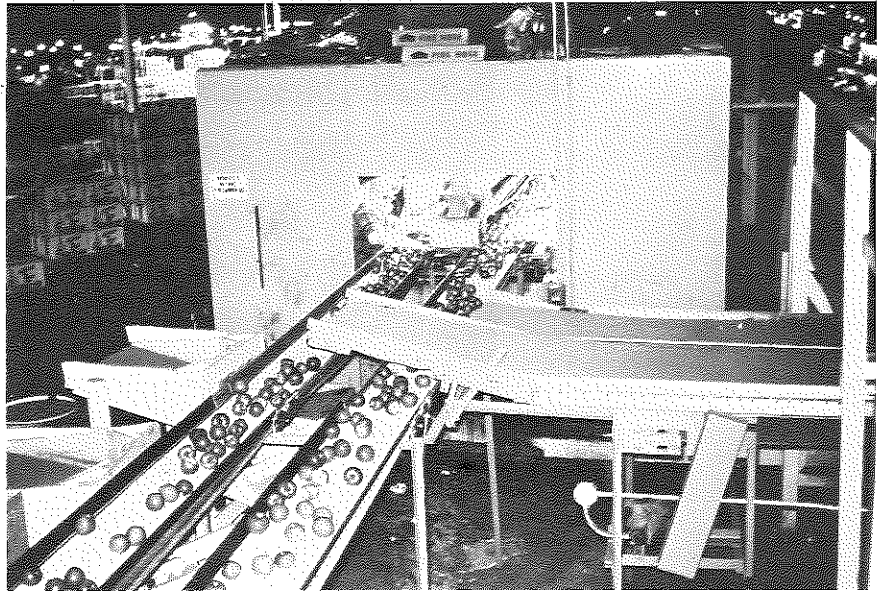
afb. 25



afb. 26

afb. 27

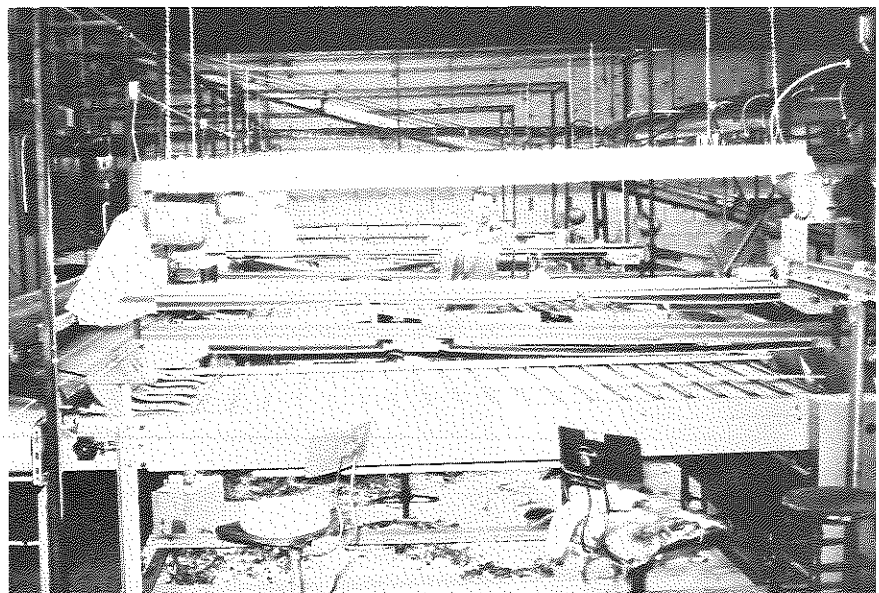




afb. 28

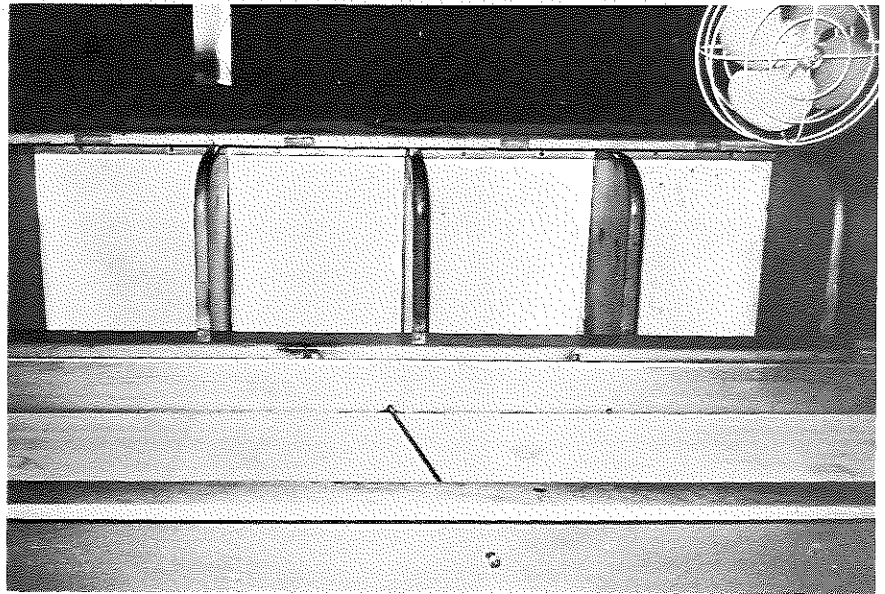


afb. 29



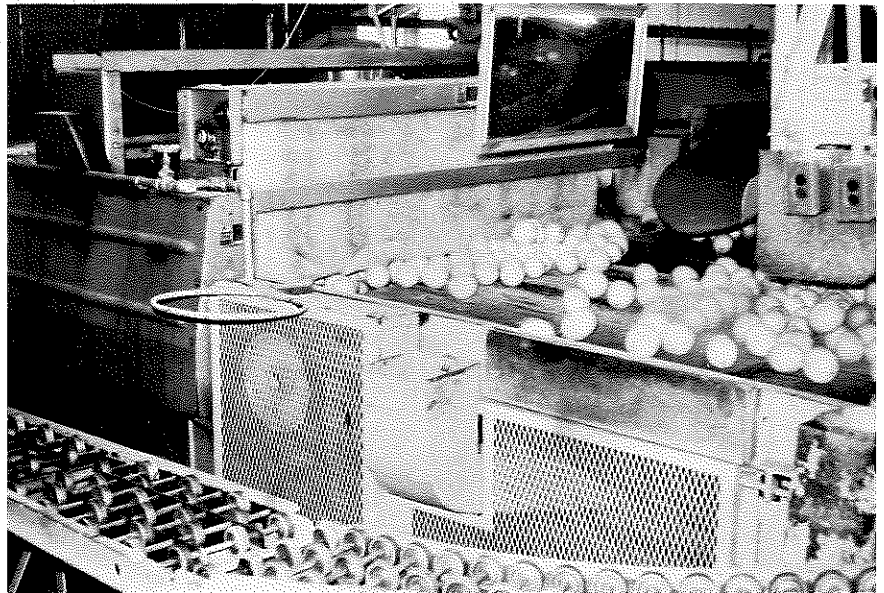
afb. 30

afb. 31a

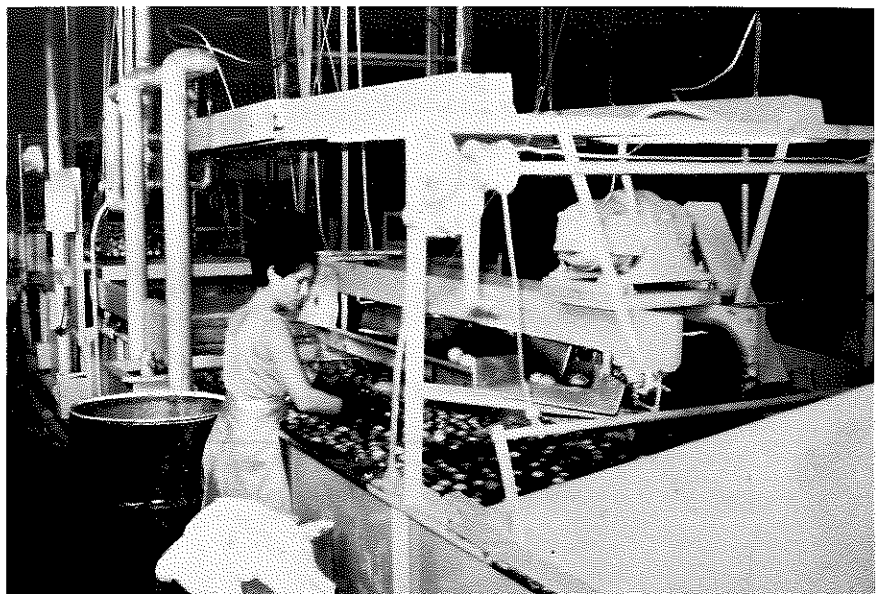


afb. 31b



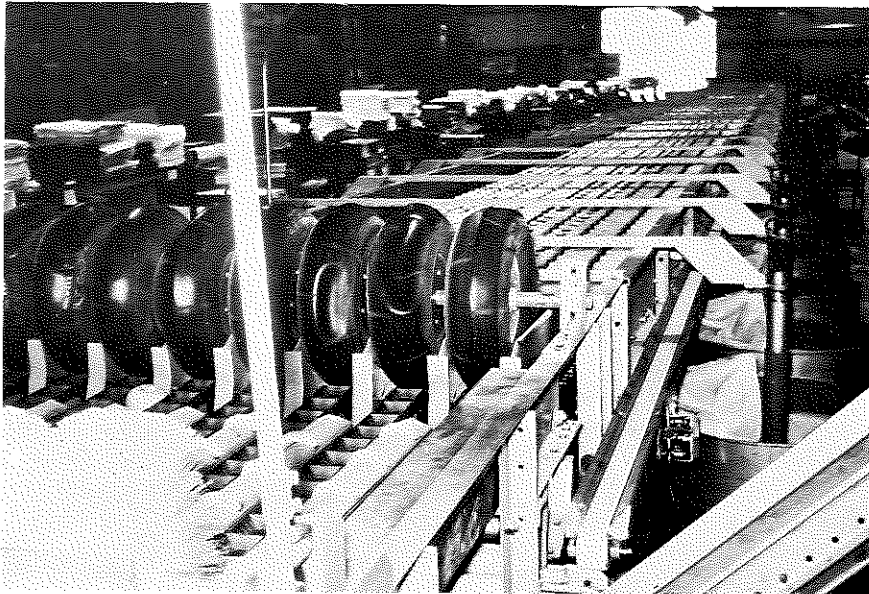
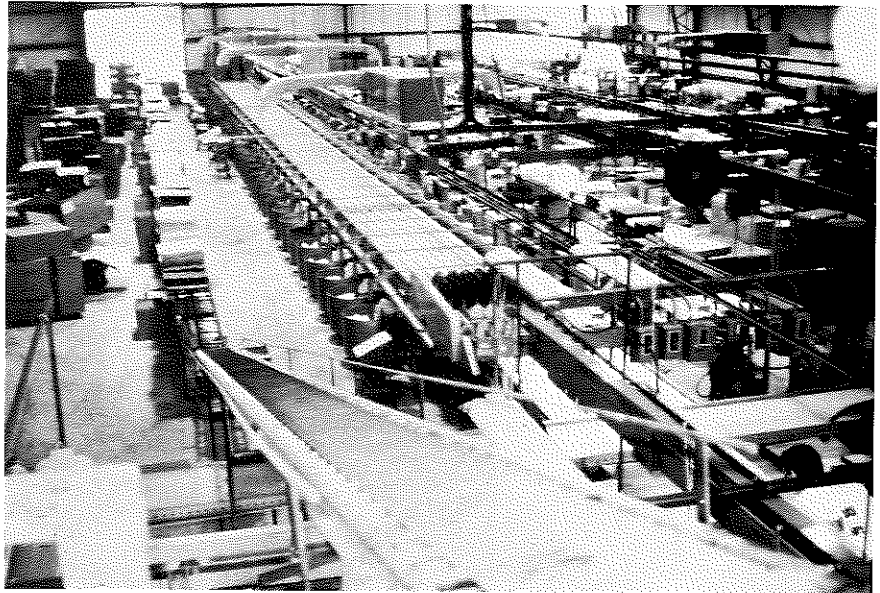


afb. 32

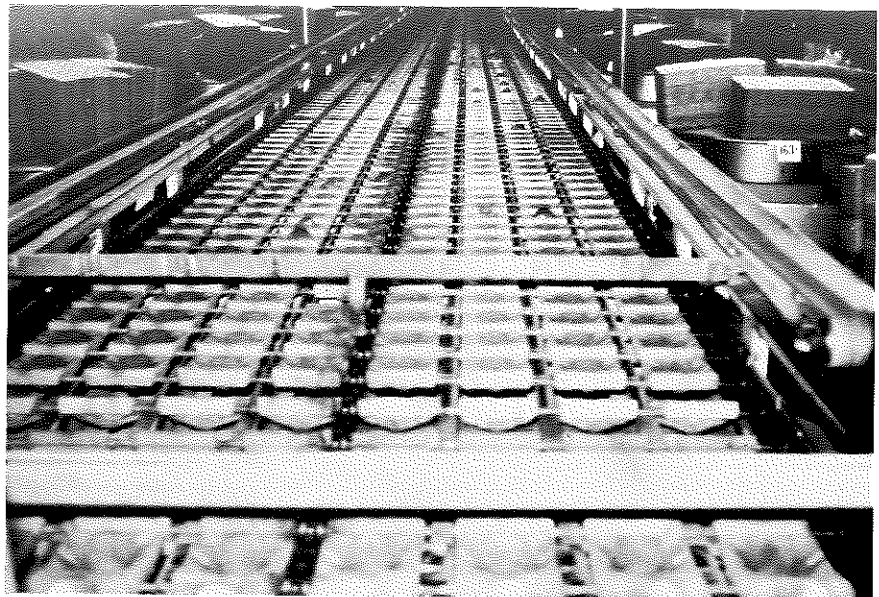


afb. 33

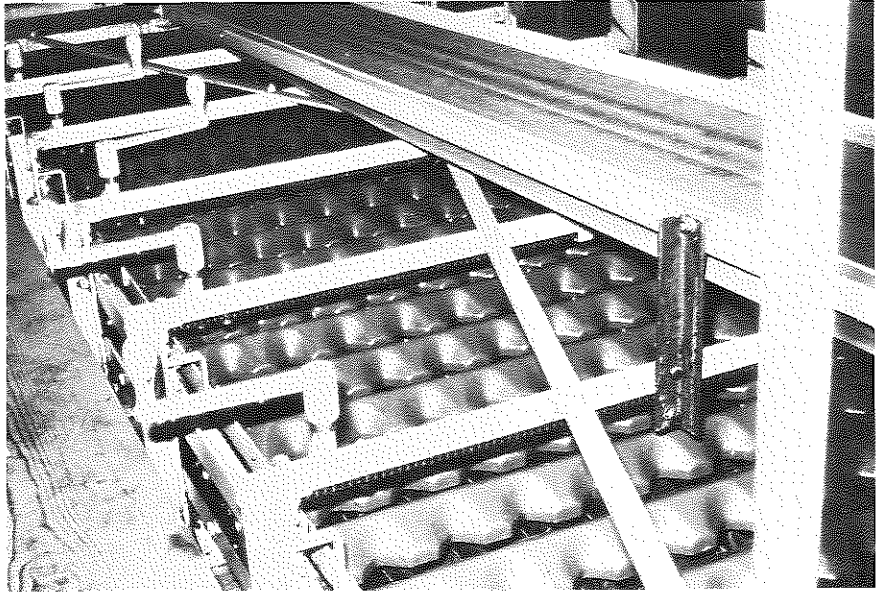
afb. 34



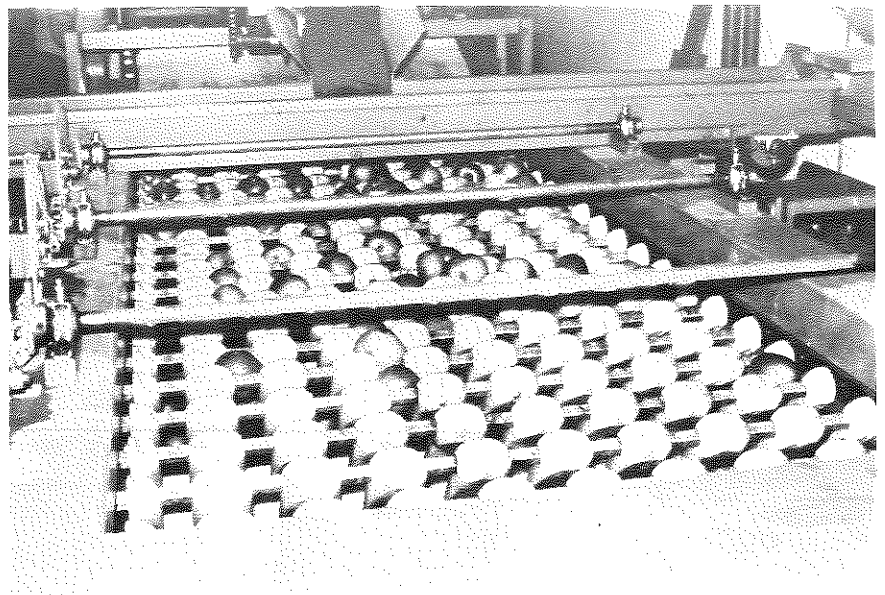
afb. 35



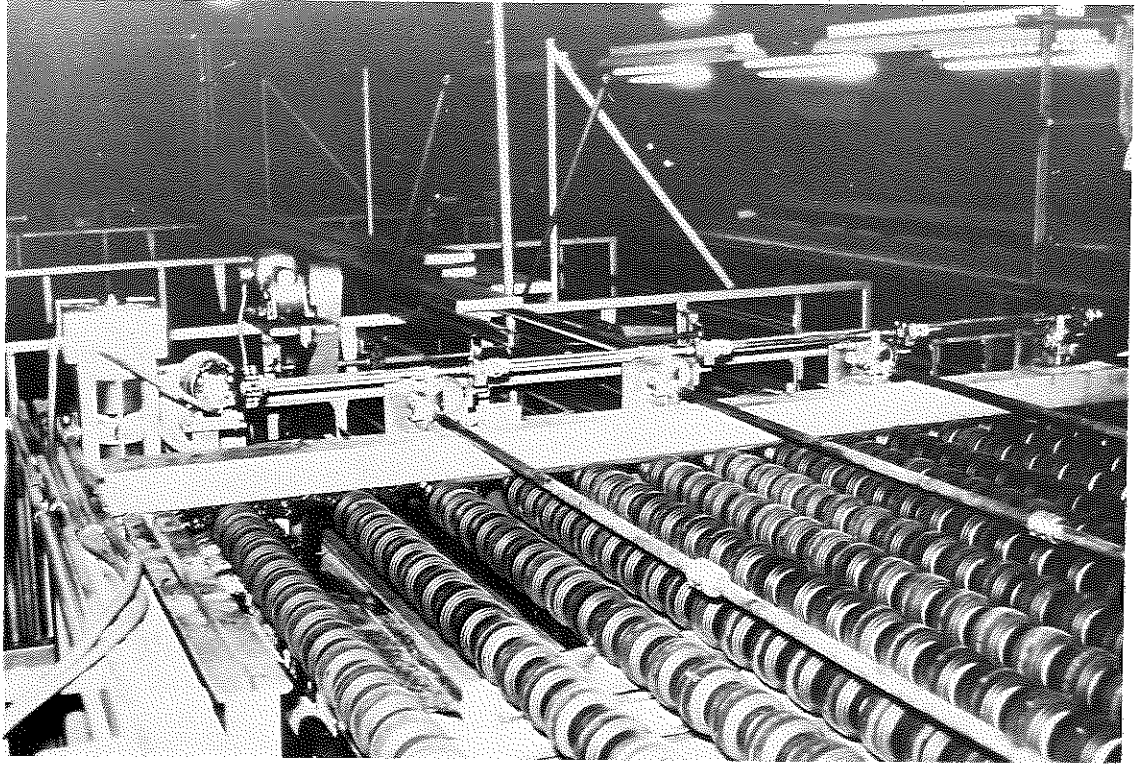
afb. 36



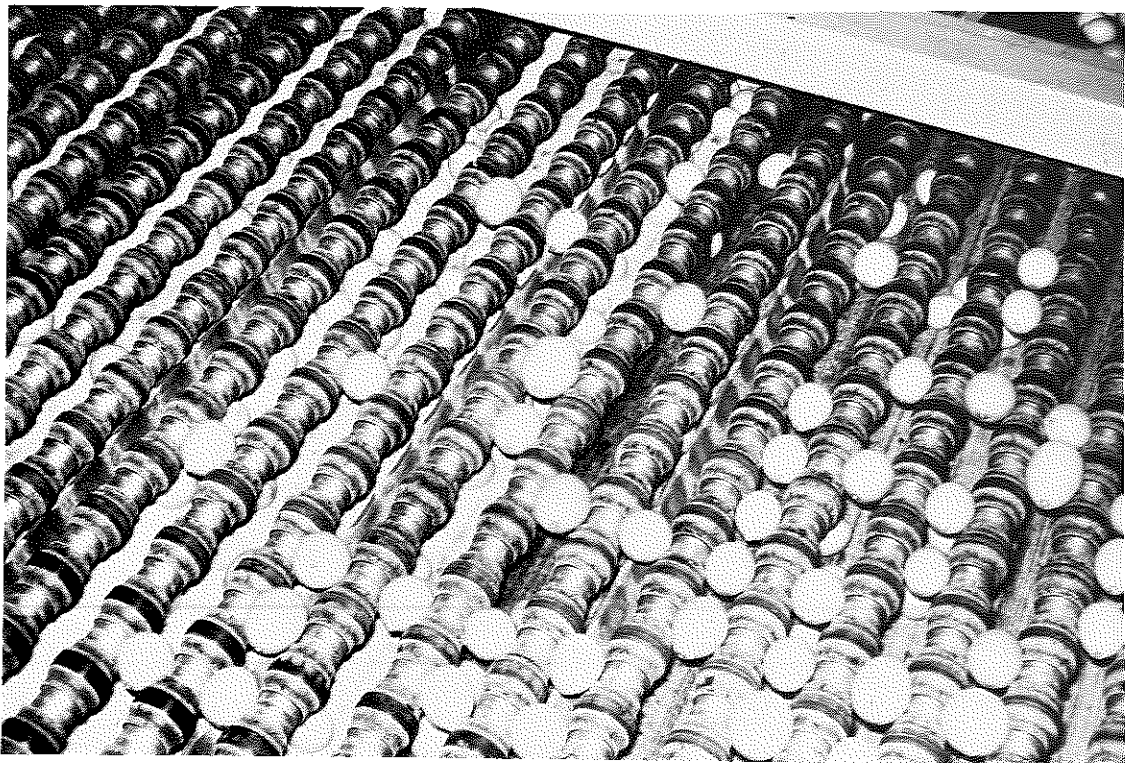
afb. 37



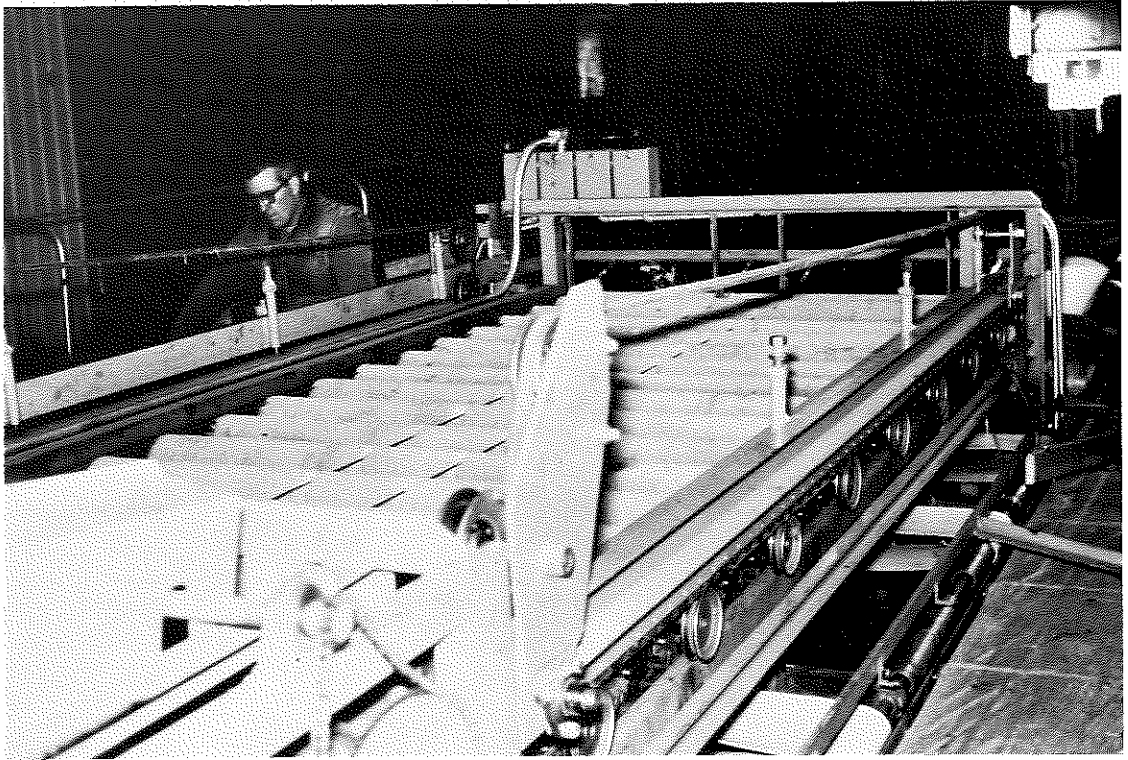
afb. 38



afb. 39

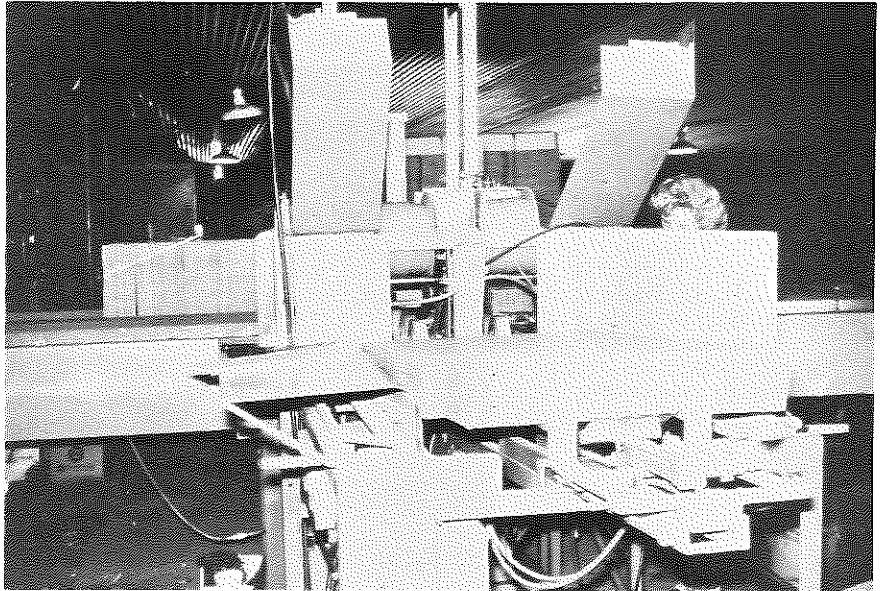


afb. 40

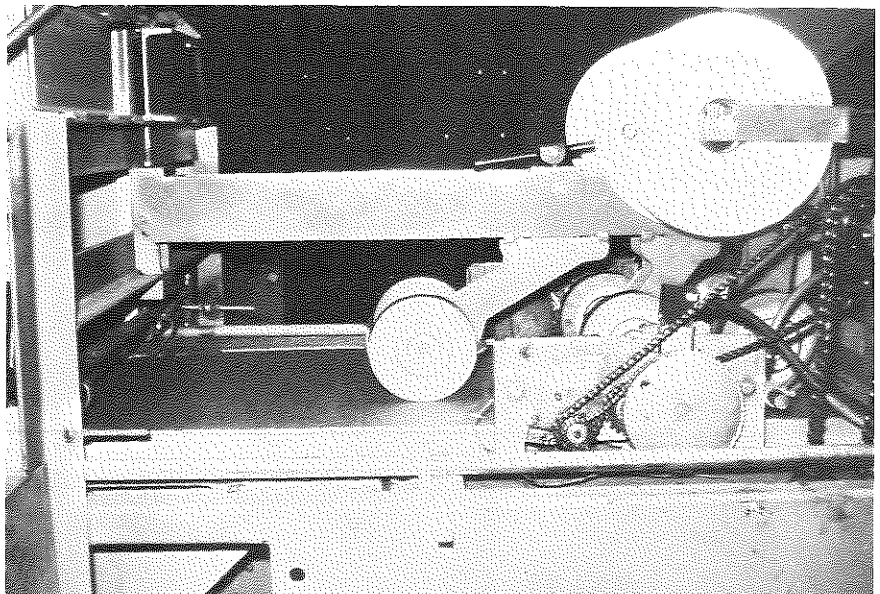


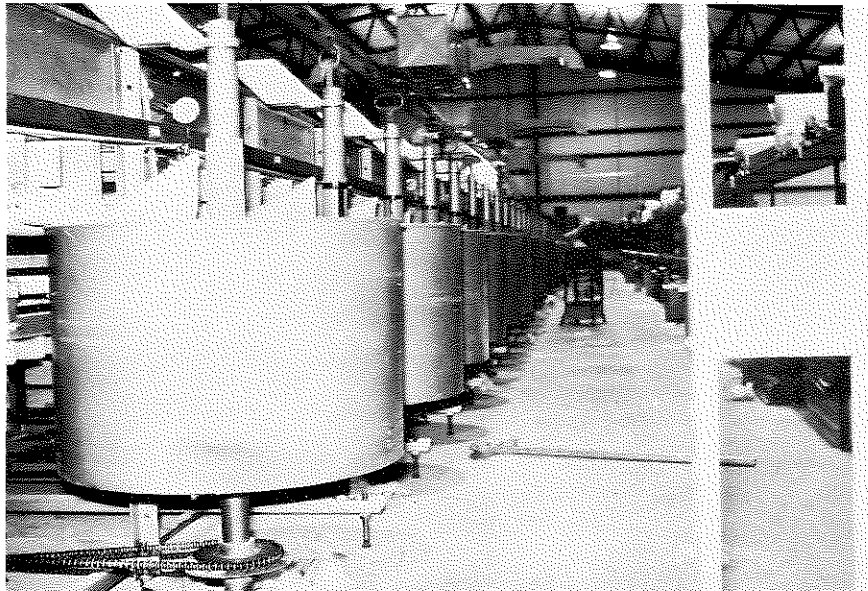
afb. 41

afb. 42a

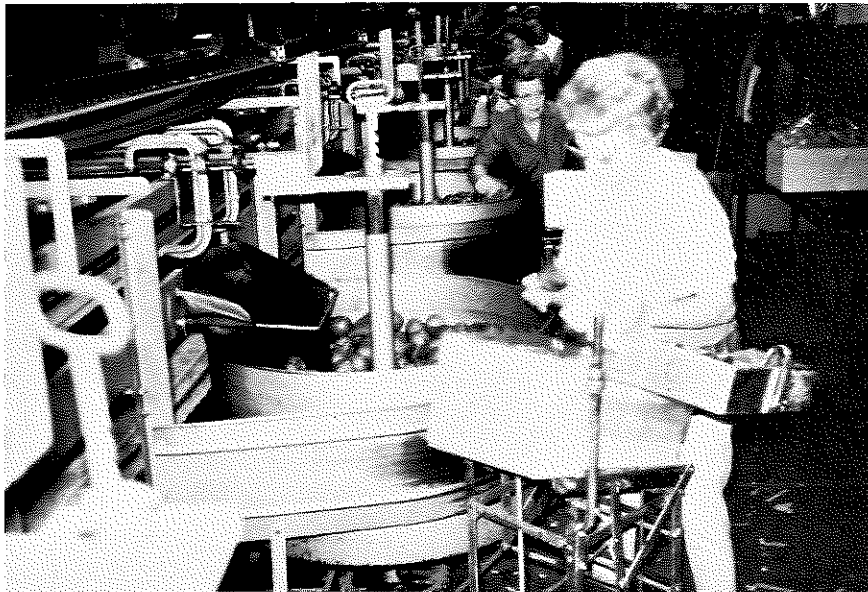


afb. 42b

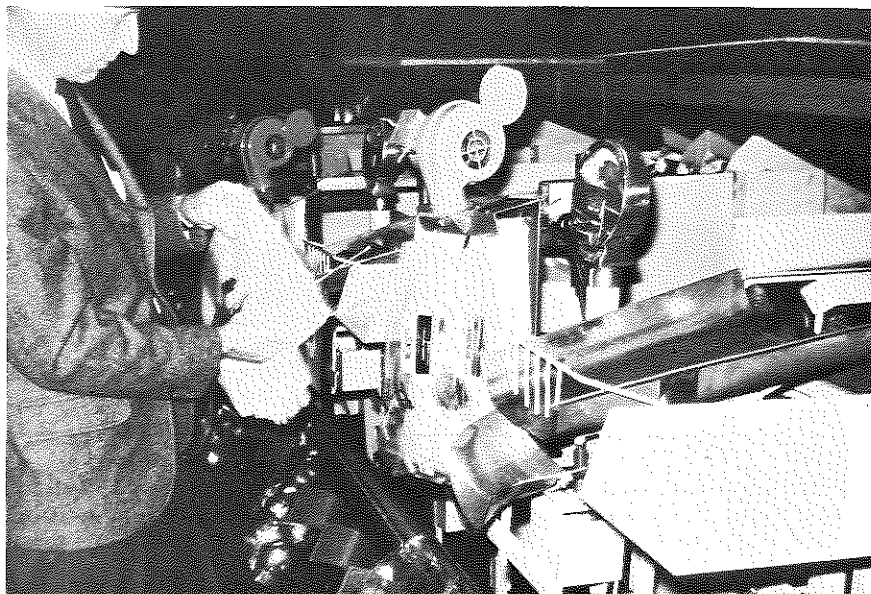




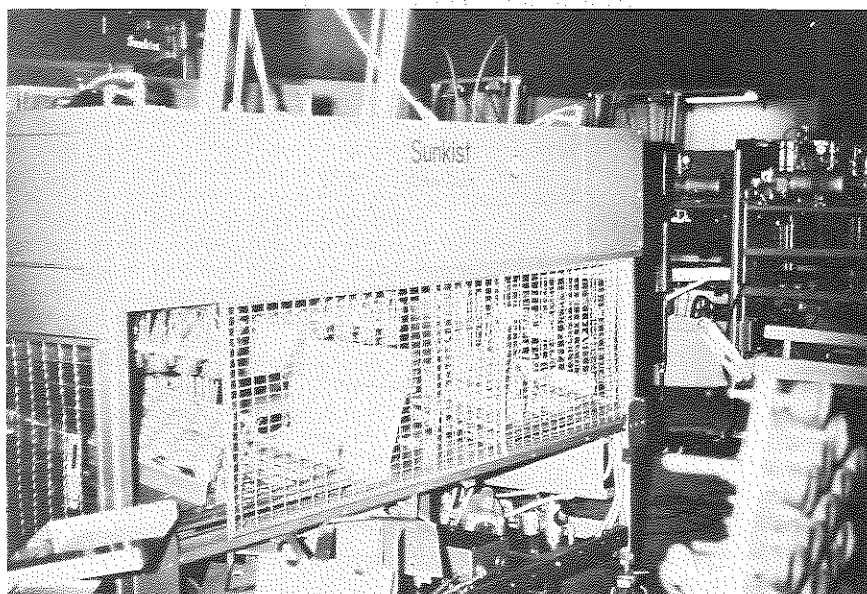
afb. 43



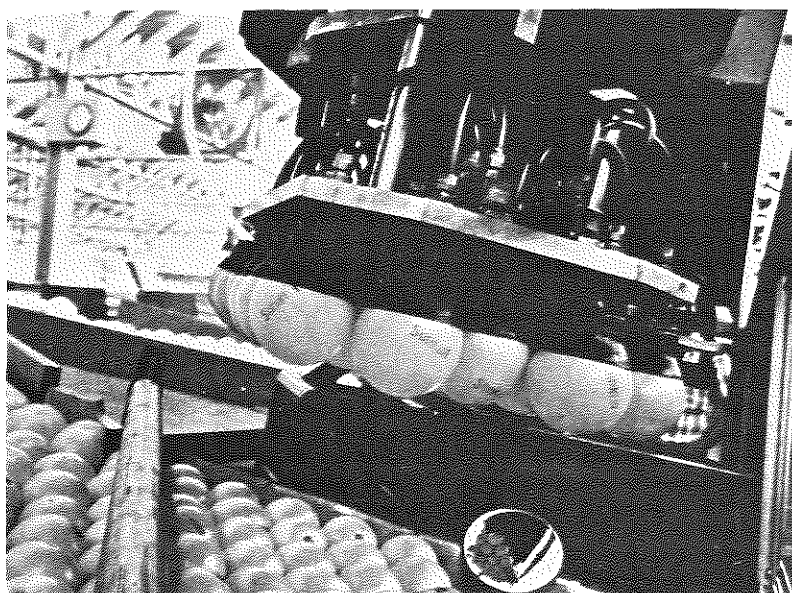
afb. 44



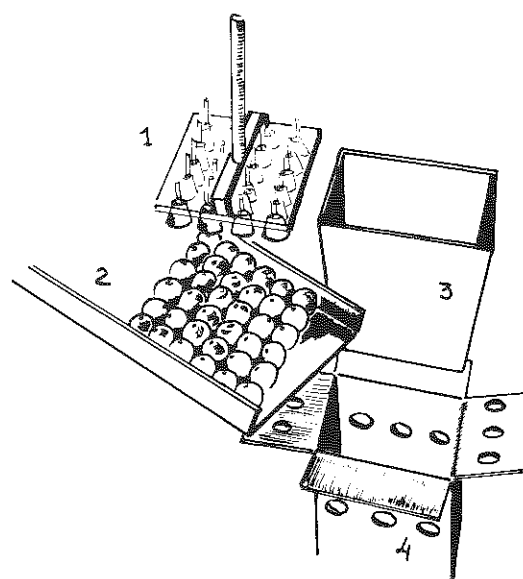
afb. 45



afb. 46a

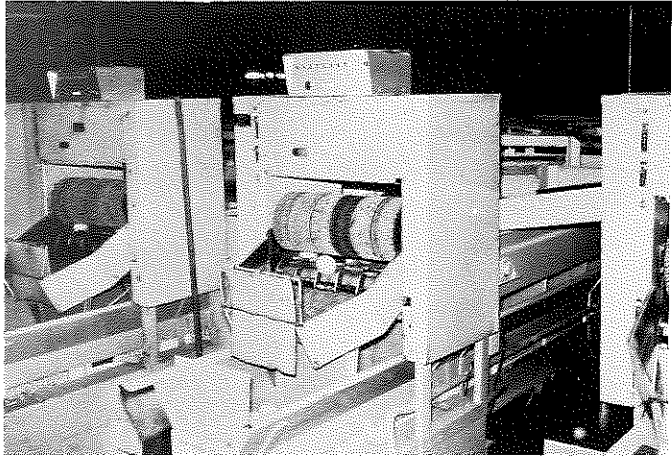


afb. 46b

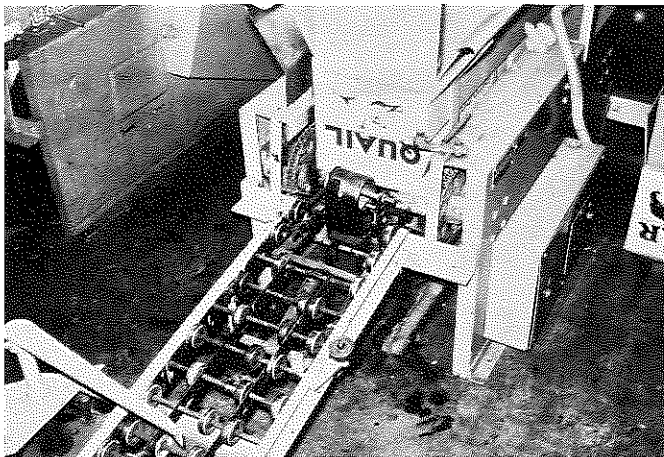


afb. 46c

- 1 Grijparm met zuignappen
- 2 Patroonvormer
- 3 Vulhulpstuk
- 4 Doos



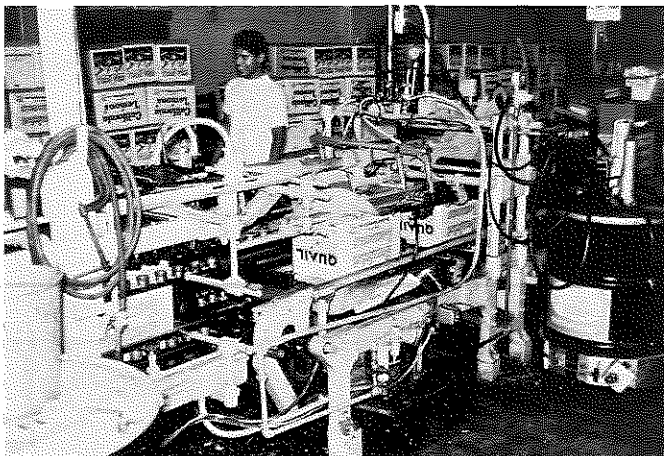
afb. 47



afb. 48

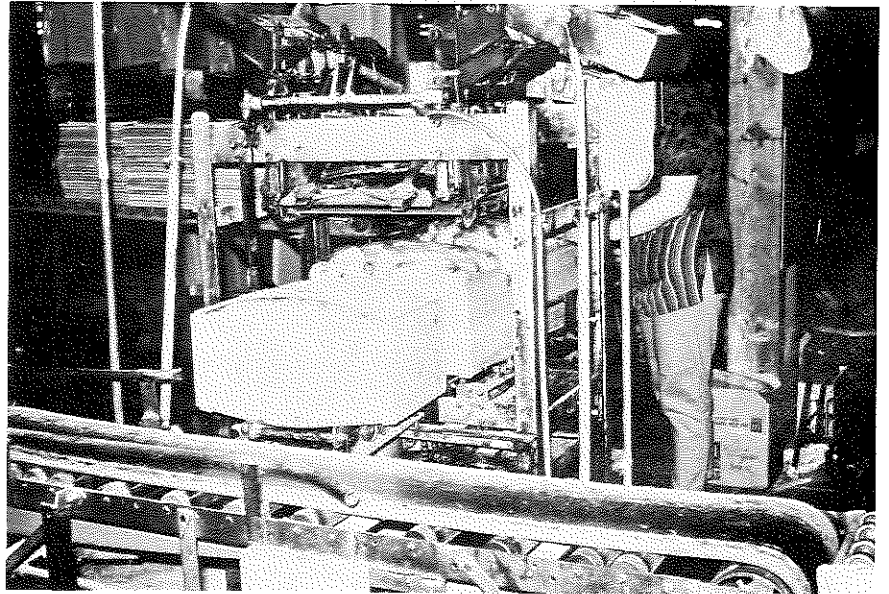


afb. 49

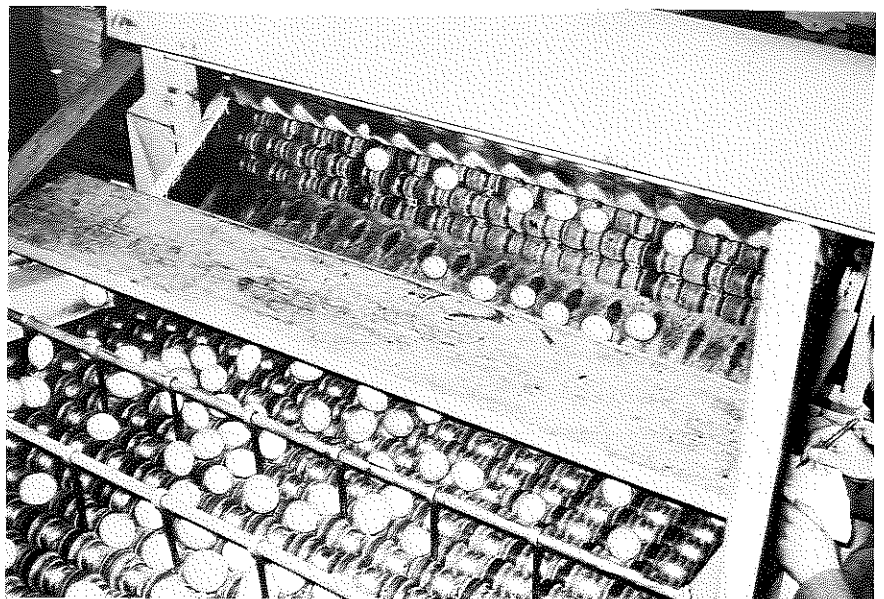


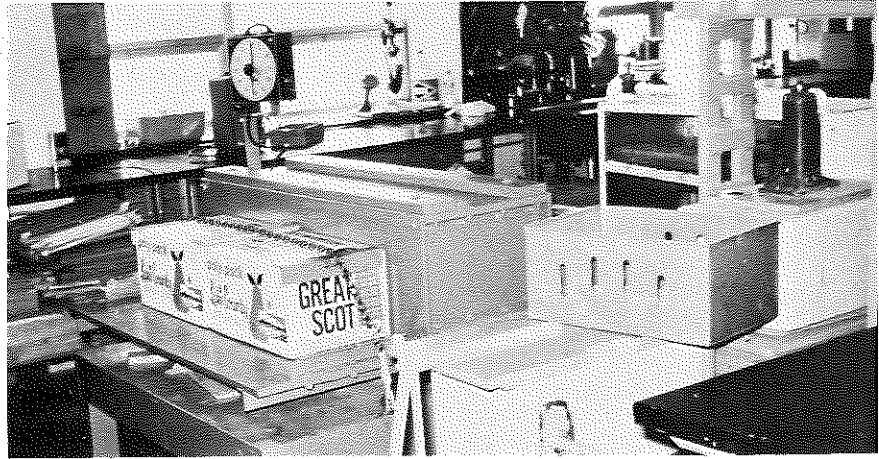
afb. 50

afb. 51

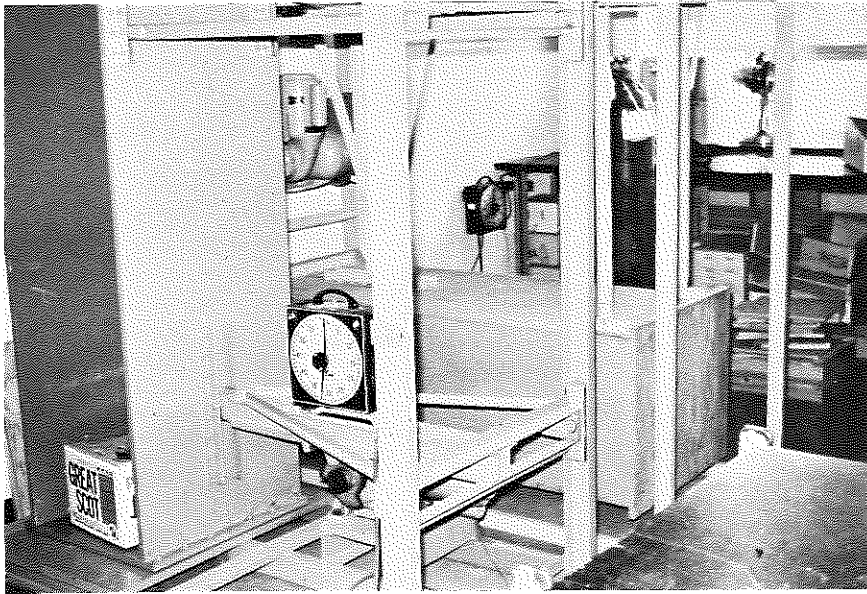


afb. 52

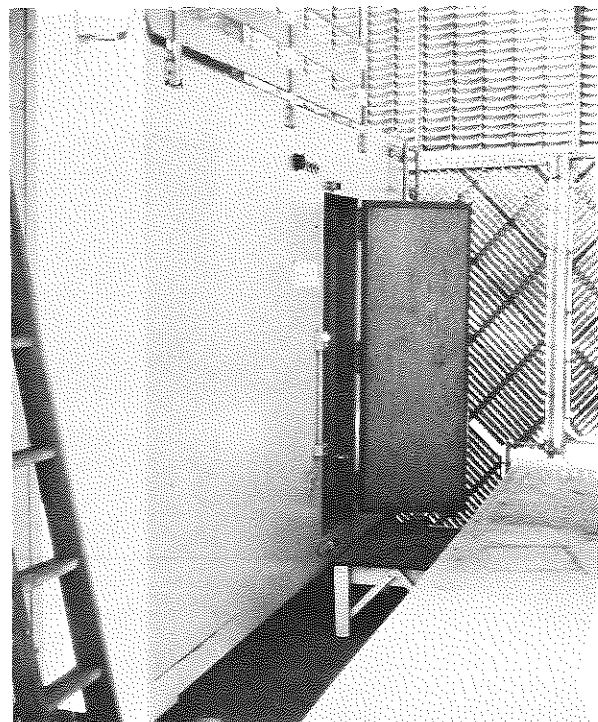




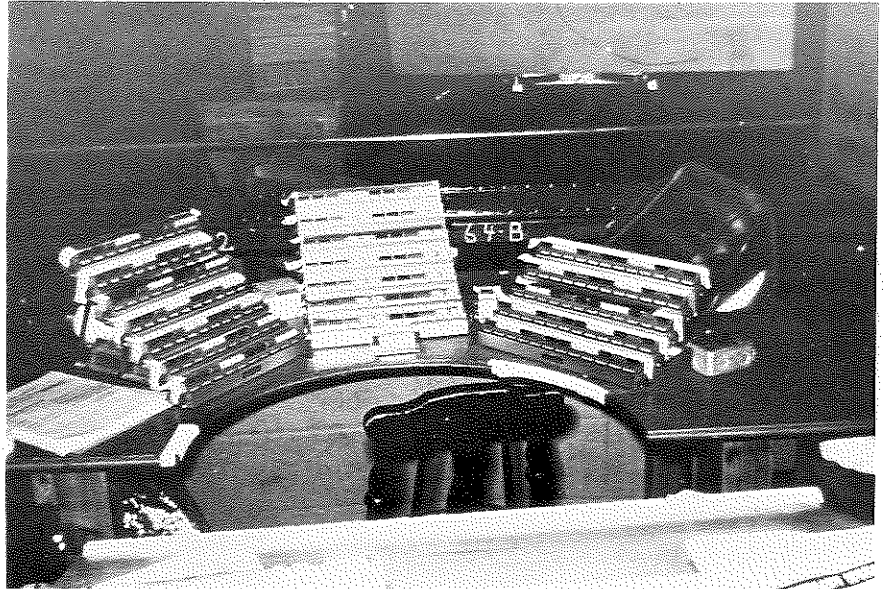
afb. 53



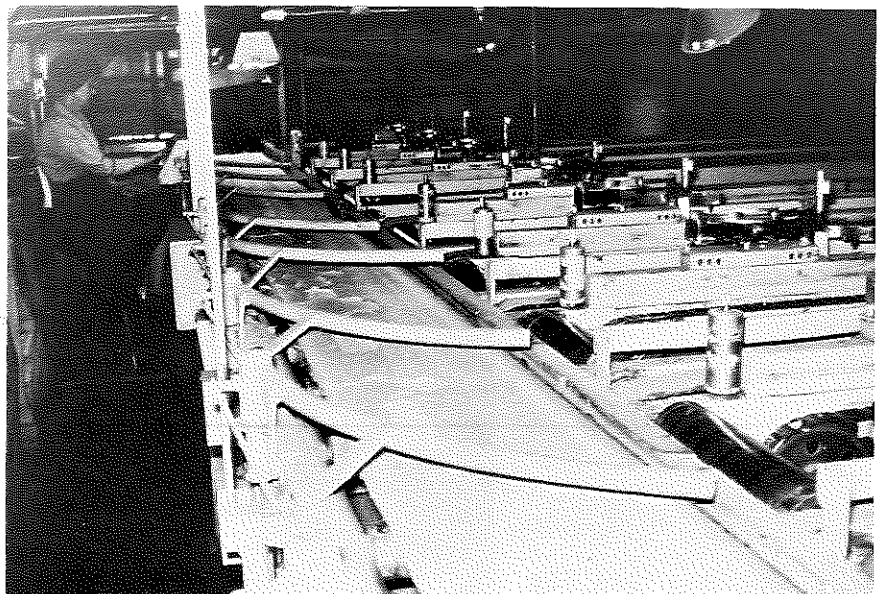
afb. 54



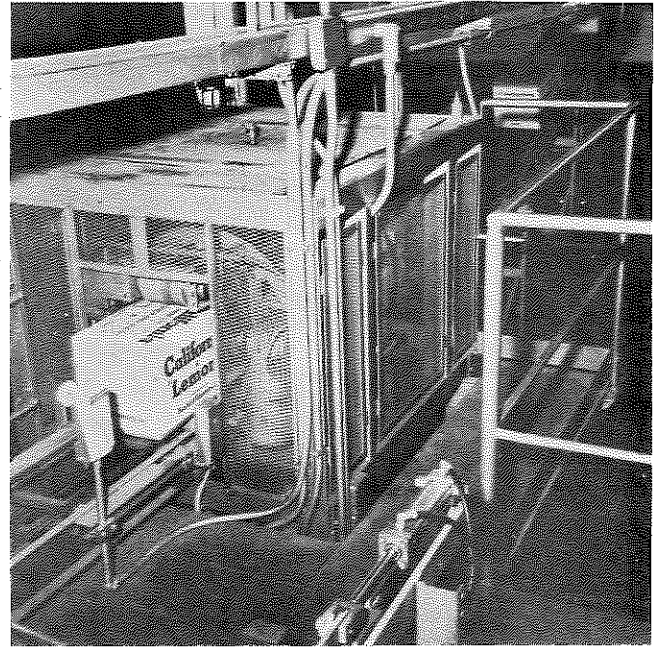
afb. 55



afb. 56



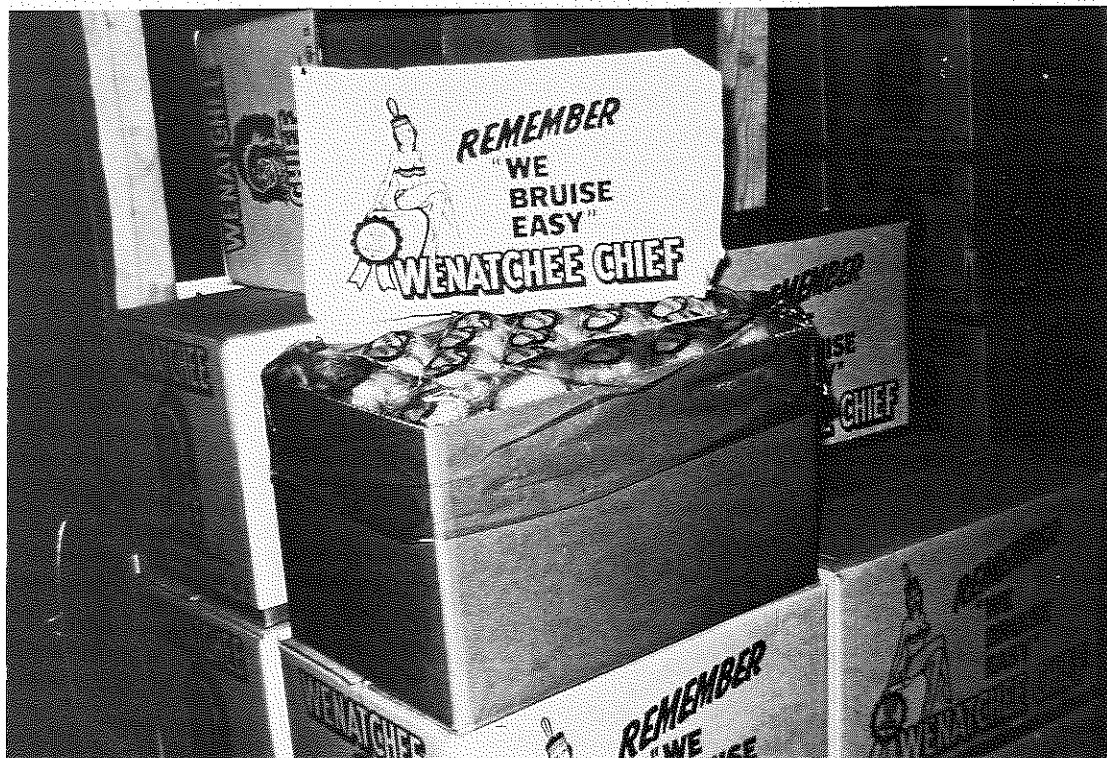
afb. 57



afb. 58



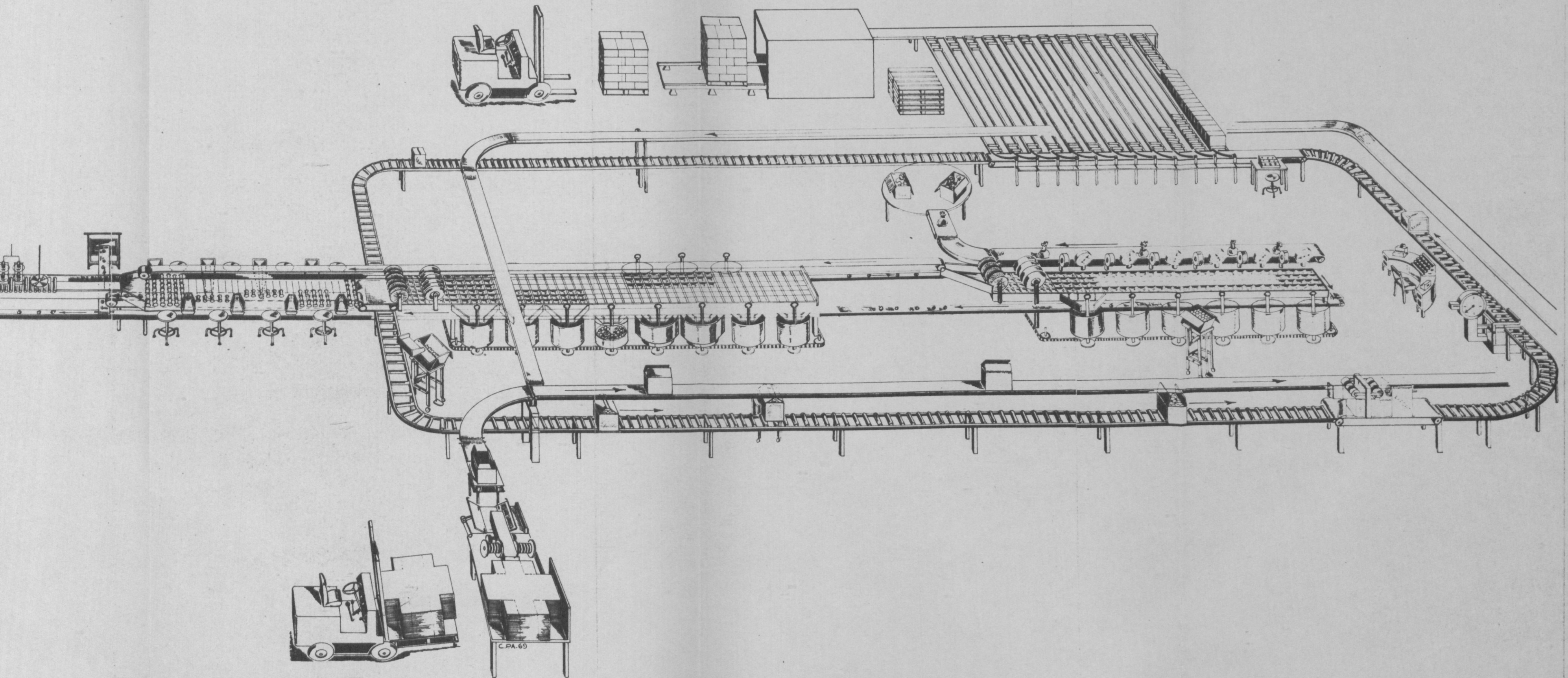
afb. 59

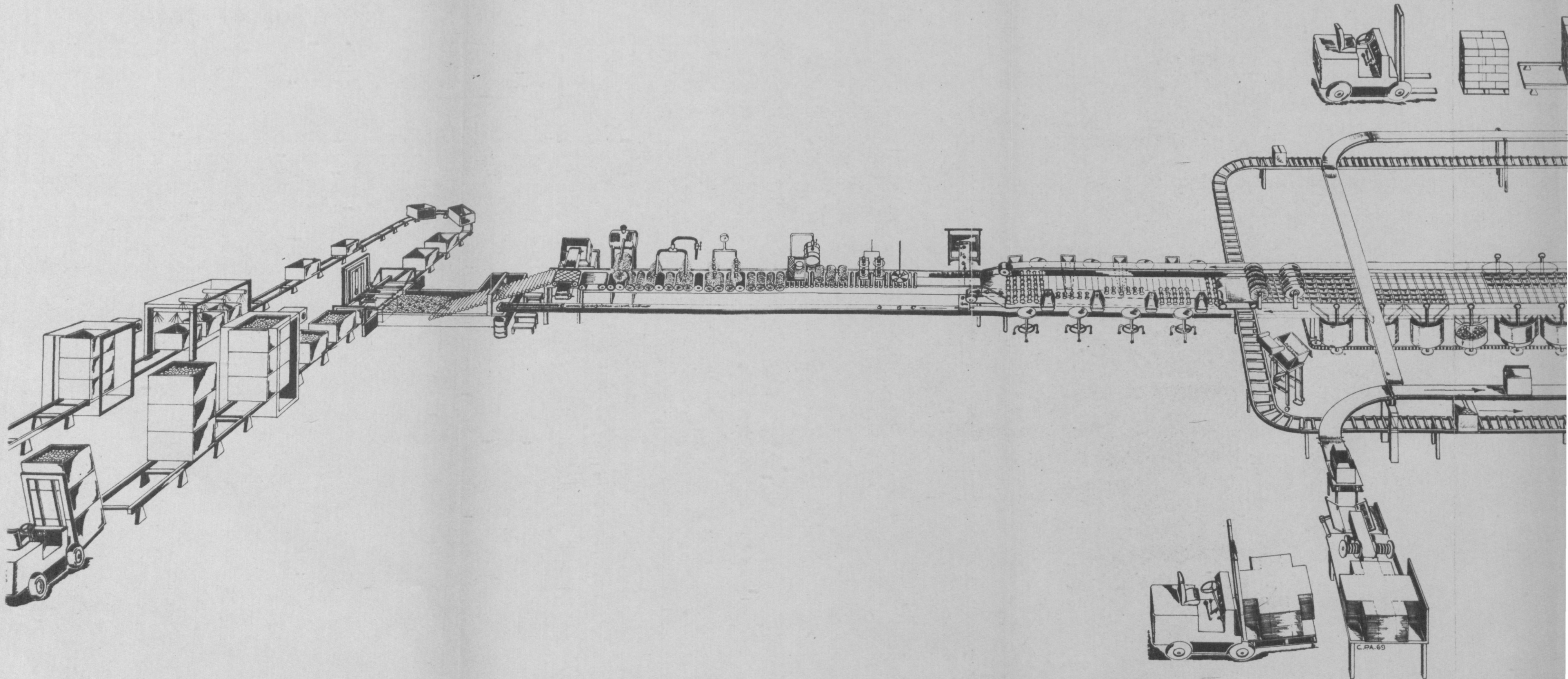


afb. 60



afb. 61





Hoofdstuk 4

PAKSTATIONS VOOR GROENTEN

§1. Sorteren en verpakken

1.1 Sla

De slaproduktie van de Verenigde Staten in 1965 is geschat op 75 miljoen dozen van 24 kroppen sla per doos (gewicht per verpakkingseenheid ca. 21 kg). Bijna alles, 95%, wordt geteeld in de staten Californië en Arizona en driekwart van deze produktie in de omgeving van Salinas en Watsonville.

De Amerikaanse slarassen zijn steviger dan de Hollandse en lenen zich beter voor mechanisering van de oogst. Hoewel er sla-oogsters zijn gefabriceerd (zie deel I van dit verslag) geschiedt de oogst in de praktijk nog met de hand. De reden is, dat met de hand selectief kan worden geoogst. Een selectieve sla-oogster, die snel genoeg is en die de beschadiging van de kroppen binnen aanvaardbare grenzen weet te houden is er nog niet. Het sorteren met de hand op een rijdende "once-over harvester" vereist een grote personeelsbezetting.

Vaak wordt direkt op het veld verpakt met behulp van een soort rijdend pakstation (afb. 63, deel I afb. 93 t/m 98).

Groottesortering met de hand d.m.v. schatten in 2 klassen. De verpakkingseenheid is 24 kroppen per doos, zodat iedere groottesortering een eigen doosformaat heeft.

Wanneer op het veld in folie wordt verpakt (origin - wrapped lettuce) en de krop wordt tijdens transport beschermd door de folie i.p.v. door de buitenbladeren kunnen bij het trimmen meer bladeren worden verwijderd. Het gewicht per verpakkingseenheid kan op deze manier worden teruggebracht tot ca. 15 kg. De transportkosten worden op deze manier gereduceerd.

Volgens [38] is het kwaliteitsvoordeel van de verpakking gering t.o.v. die, waarbij de kroppen zonder wikkels worden verzonden (naked-packed lettuce). Kostenbepalende factoren moeten dus de doorslag geven [39].

Het rijdende pakstation heeft aan weerszijden een uitstekende

transportband. De mannen die oogsten (6 of 8 personen) lopen achter de band en leggen de afgesneden slakroppen hierop. Schonen en trimmen geschiedt op de wagen evenals het wikkelen in folie, lassen aan de onderzijde en krimpen in een krimptunnel (6 personen). Een overeenkomst met de behandeling van sla in Nederland, waar de kroppen in kunststof zakjes worden verpakt. De krimptunnel op de wagen wordt gestookt met propaangas. De kroppen verlaten de machine op een transportband. Van deze band wordt gesorteerd en verpakt door 2 personen. De bestuurder van de machine, nauwelijks bezet door zijn primaire taak, zet ook de dozen op en niet de onderzijden dicht. De kleppen van de gevulde dozen worden als laatste door een man gesloten en dichtgelijmd. Deze zet de dozen in stapels van 2 hoog op de akker, de bovenste doos omgekeerd op de onderste, met de gelijkde kleppen in het midden om de lijm onder druk te laten drogen (afb. 63, 64).

De capaciteit van een dergelijke combinatie met 16 personen is ca. 150 dozen per uur.

Twee soorten films zijn in gebruik. Ten eerste een harde polystyreen film (Trycite). Daarnaast een zachte polyetheen of polyvinylchloride film, die door veel "shippers" wordt geprefereerd ondanks het feit, dat de verpakkingsoperatie meer tijd kost. De reden van de voorkeur is niet zozeer een invloed op de kwaliteit als wel het knisperen van de harde film bij het in de hand nemen van de kroppen.

Men streeft er naar het produkt binnen 1 hoogstens 2 uur na de oogst te koelen op een centraal pakstation.

Afb. 65 toont het transport naar het pakstation en het afladen van de wagens met een vorkheftruck, die een speciale vork bezit, waarmee de lading, bestemd voor een vacuümkoeler, in één maal kan worden afgenomen (240 dozen). De truck wordt in 2 maal rijden met de vorkheftruck geledigd. Afb. 66 toont het transport van de ladingen rond de vacuümkoeler op platte wagens getrokken door een kleine lorrie.

Het pakstation, dat door ons is bezocht, bezit 4 vacuümkoelketels van een rechthoekige vorm met één vacuümpompinstallatie per 2 ketels.

Terwijl de ene lading wordt gekoeld, wordt in de andere ketel de gekoelde lading vervangen door één, waarin de veldwarmte nog aanwezig is.

1.2 Bleekselderie

Nog veelvuldig wordt bij de oogst van bleekselderie dezelfde methode gevolgd als bij sla, d.w.z. er wordt reeds op het veld verpakt in met een vochtwerend middel geïmpregneerde kartonnen dozen (afb. 67, 68).

De oogst is eenmalig. Ondermaats produkt wordt verpakt in kratten en verkocht onder de naam "cellery hearts".

Een andere methode maakt gebruik van een oogsttransportband, waarop de afgesneden selderie wordt geplaatst en afgevoerd naar een metalen bulkcontainer met losse bodem (zie deel I van dit verslag afb. 116, 117). De bodem, die wordt ondersteund door veren, zakt dieper naarmate de container zich vult en op deze manier wordt de vulhoogte beperkt.

In het eerste geval wordt op een centraal pakstation het produkt gevacuümkoeld (afb. 69, selderie verpakt in kratten met polyethyleen binnenbekleding na vacuümkoelen). In het laatste geval vindt op het pakstation het schonen, trimmen en verpakken plaats en kan koelen d.m.v. water (hfdst. 2, §2.1) de plaats innemen van vacuümkoelen. Het nadeel is dat het produkt met deze vorm van koelen binnen een redelijke tijdsduur meestal slechts wordt gekoeld tot ca. 5°C i.p.v. tot de gewenste opslagtemperatuur van 0-1°C.

Om deze reden heeft voor transporten over lange-afstand vacuümkoeling de voorkeur.

1.3 Bloemkool - broccoli

Voor zover er sprake is van mechanisatie van de oogst van deze gewassen betreft het een zelfrijdende transportband met opvoerband en vulmechanisme voor containers zoals afgebeeld in figuur 71. Een beschrijving van de machine is gegeven in deel I, hfdst. 3, §2.4, afb. 118, 119. De kolen worden geoogst met blad, dat als bescherming moet dienen tijdens het transport naar een centraal pakstation.

De afb. 70 t/m 74 tonen de behandeling op het pakstation.

Een lediger voor de containers, een gaastransportband waar het trimmen plaatsvindt, een sproeiinrichting voor het schonen en een serie tafels aan de transportband voor het wikkelen van de kolen in geperforeerde rekfolies en het dichtlassen

op verwarmde plaatjes. Het produkt wordt aan het einde van de lijn verpakt in geïmpregneerde kartonnen dozen (9 kolen, één laag, afb. 74) en gepallettiseerd. Tenslotte wordt gekoeld in een vacuümkoeler. De kolen worden voor dit doel niet opnieuw nat gemaakt, maar zijn nog vochtig als gevolg van het schonen in de sproeitunnel.

1.4 Samenvatting

De behandeling van groenten op pakstations heeft zich in de laatste jaren slechts weinig gewijzigd. Het vraagstuk centraal verpakken of verpakken op het veld heeft voor de meeste produkten nog geen uitgesproken richting, die minimale kosten garandeert.

De werkwijze voor sla geeft een goed beeld van een efficiënte organisatie rond het vacuümkoelen.

Het sorteren naar maat en kwaliteit heeft bij groenten nog geen grote betekenis en geschiedt subjectief tegelijkertijd met een andere handelingen zoals oogsten of verpakken.

Van belang is het verpakken van sla en bloemkool in folies. Het kwaliteitsvoordeel is betrekkelijk gering genoemd.

Het feit, dat deze folies het produkt beschermen, waardoor meer buitenblad kan worden verwijderd, hetgeen een besparing geeft van het gewicht per verpakkingseenheid en daarmee een gunstige beïnvloeding van de transportkosten moet wel de belangrijkste stimulans zijn voor het toepassen van deze verpakking.

1.5 Literatuur

38. J. K. Stewart, M. J. Ceponis, C. M. Harris. Market quality of film-wrapped and naked-packed lettuce.
Agricultural Research Report 51-11, 1967.
39. P. G. Chapogas, D. R. Stokes. Prepackaging lettuce at shipping point.
USDA Marketing Research Report 670, 1964.



afb. 63a



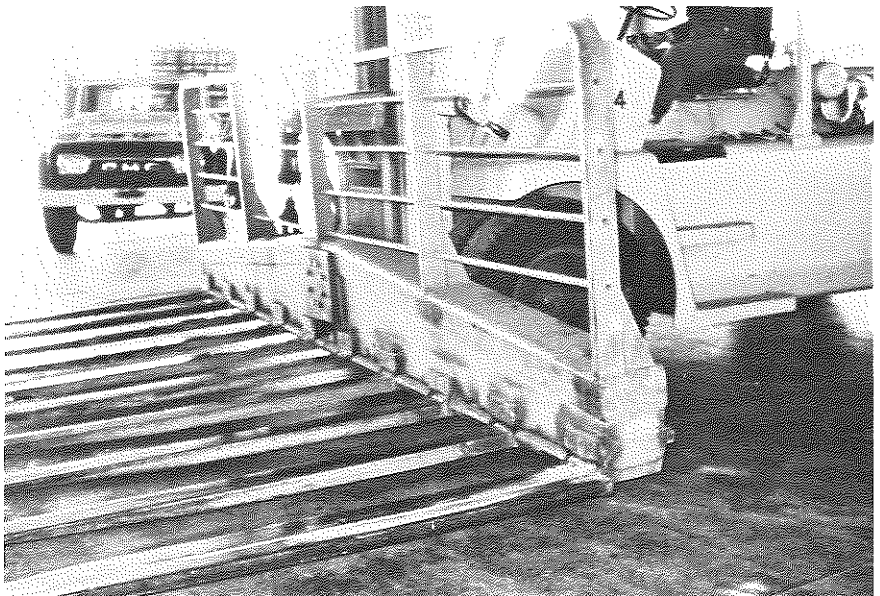
afb. 63b



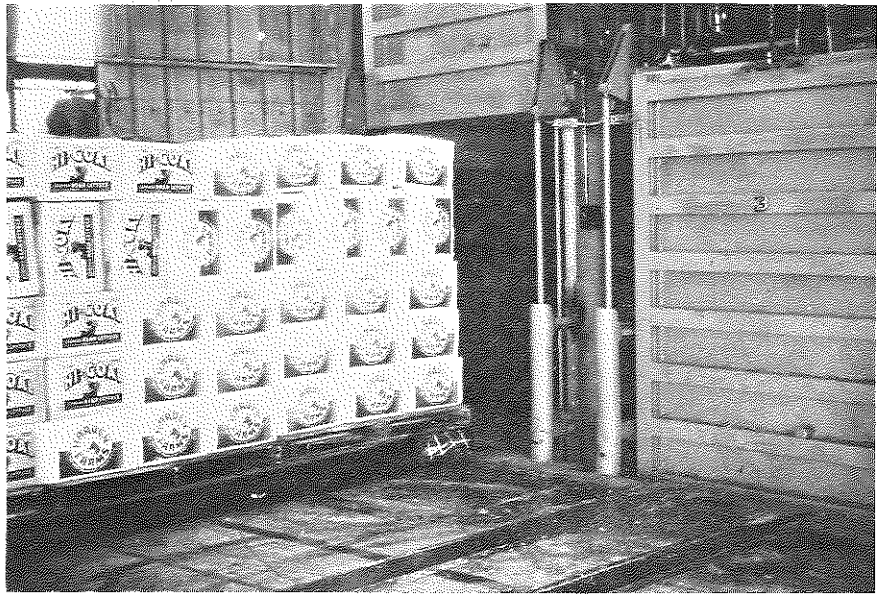
afb. 64



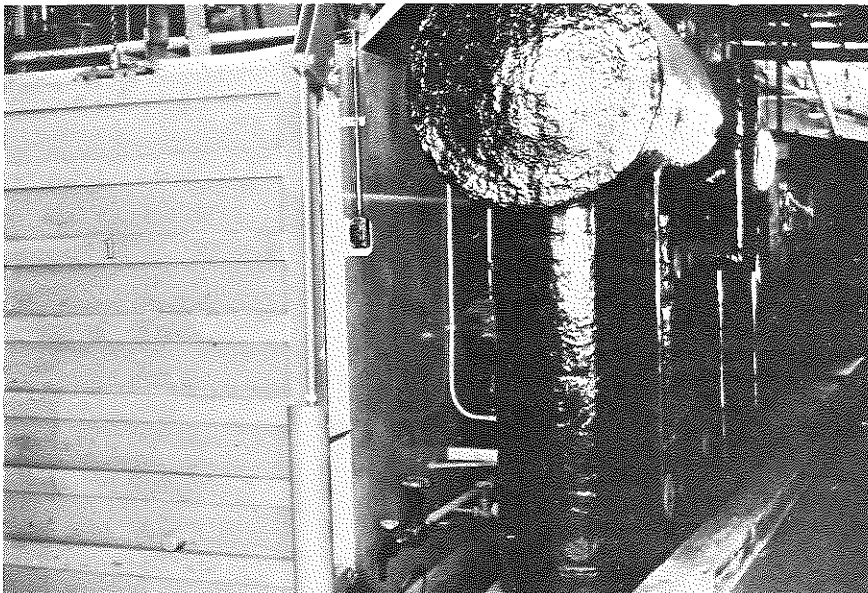
afb. 65a



afb. 65b



afb. 66a



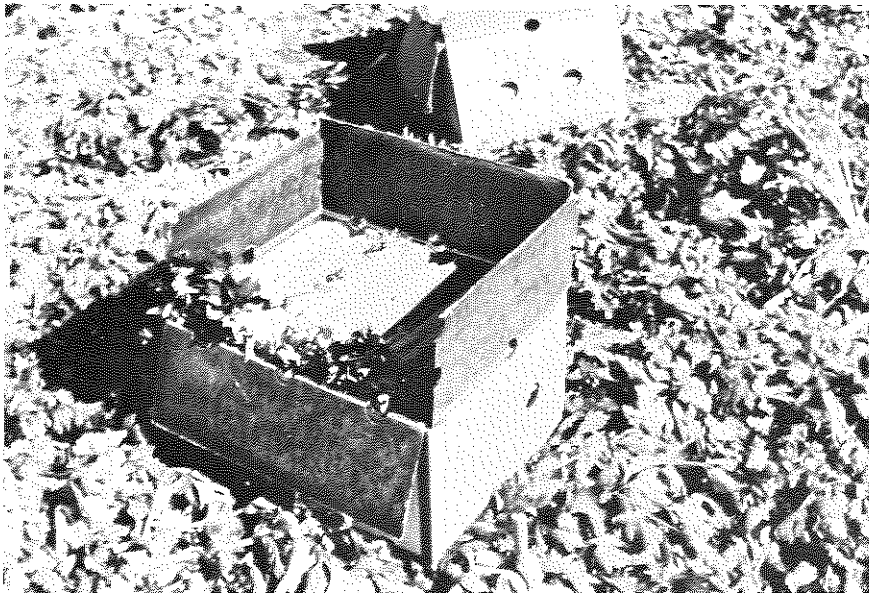
afb. 66b



afb. 66c



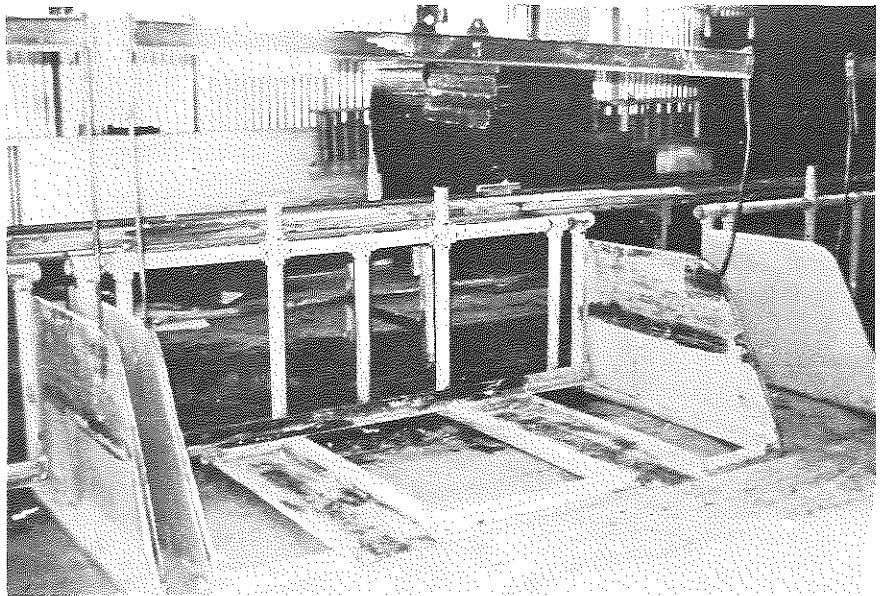
afb. 67



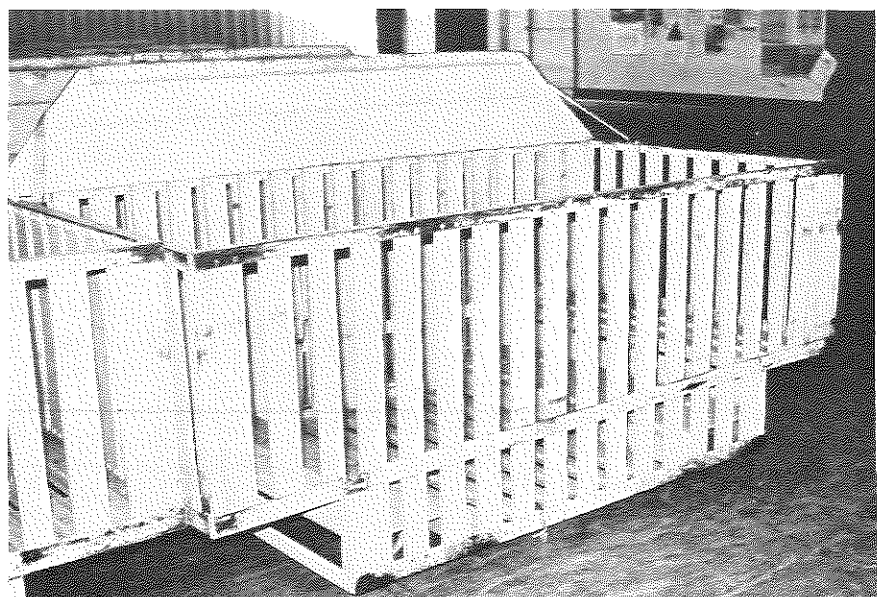
afb. 68



afb. 69

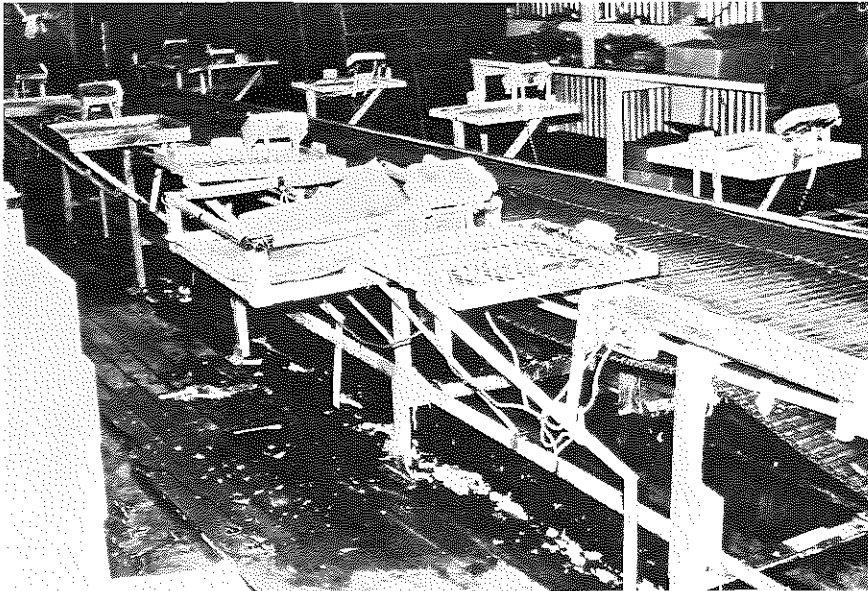
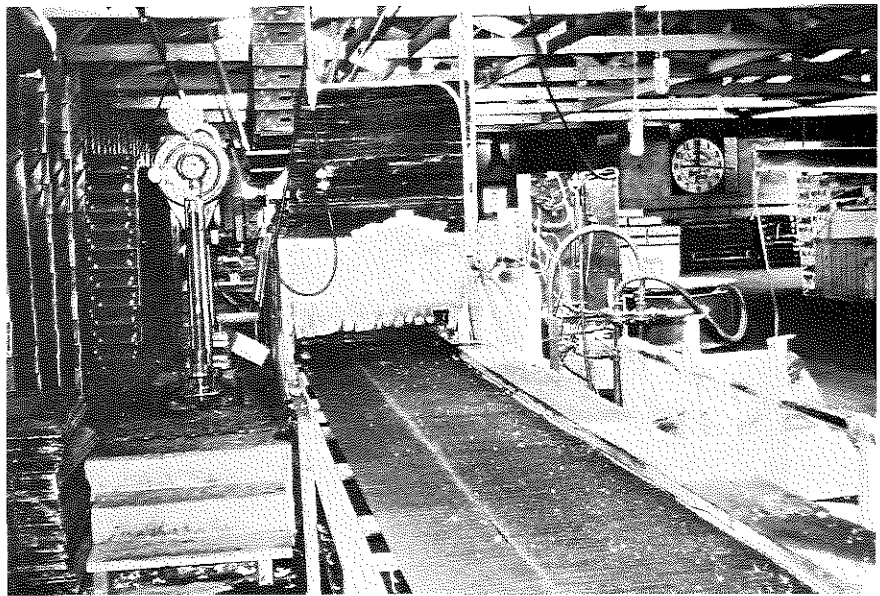


afb. 70



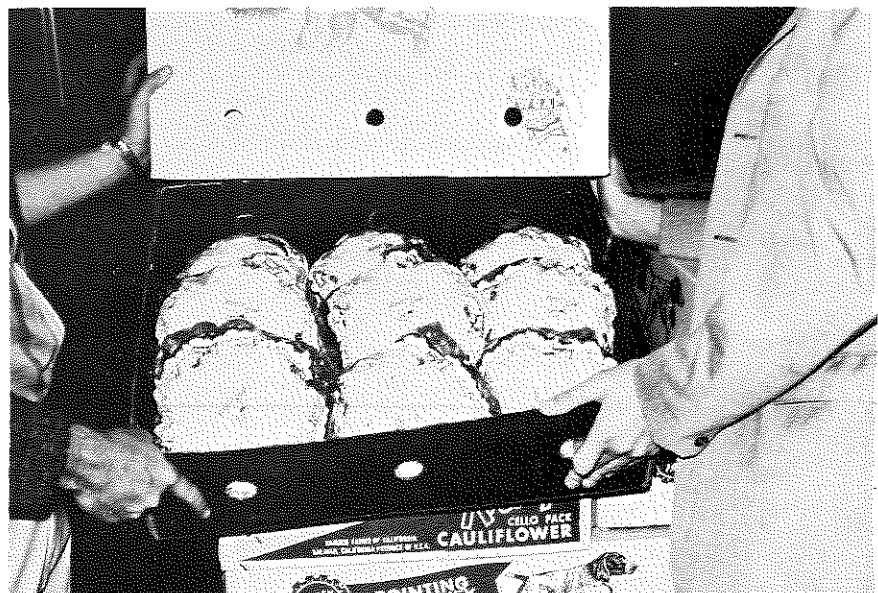
afb. 71

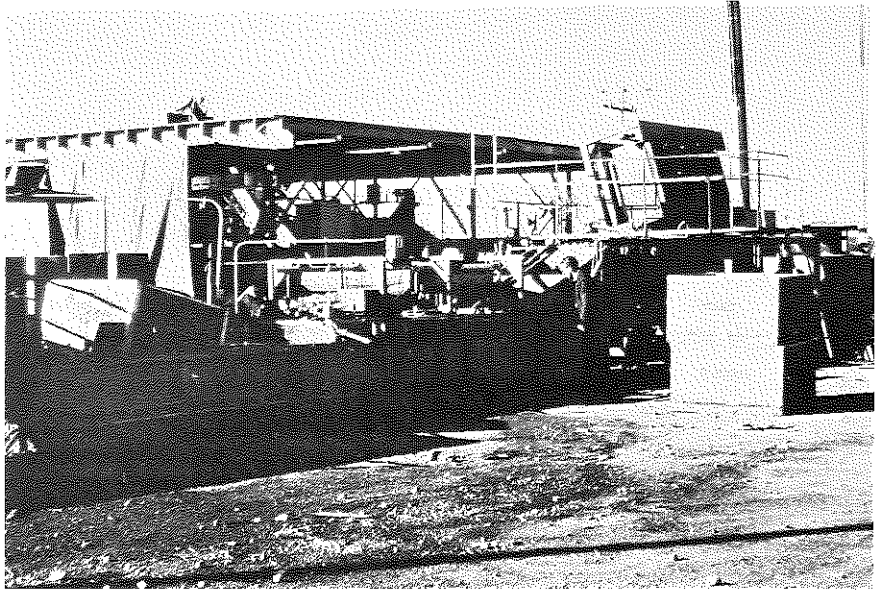
afb. 72



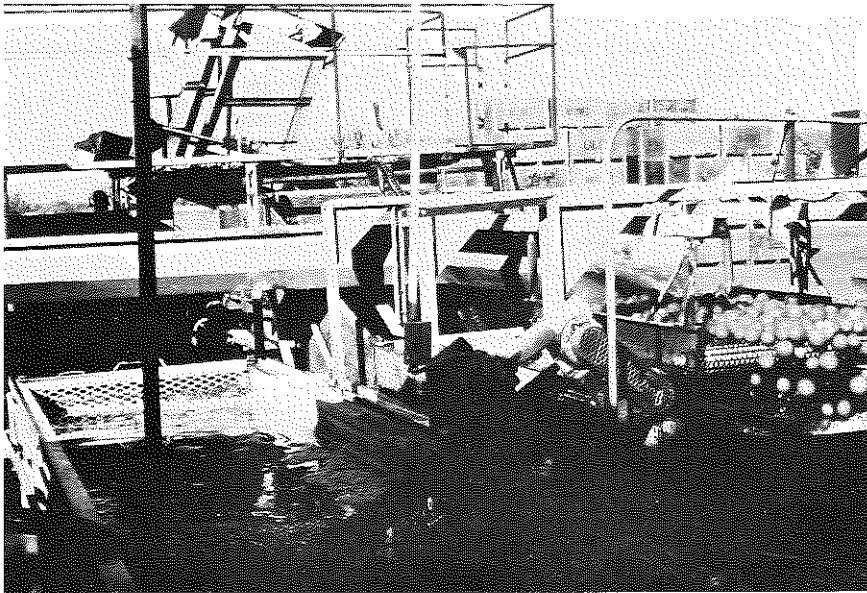
afb. 73

afb. 74





afb. 75a



afb. 75b



afb. 75c

Hoofdstuk 5

MECHANISATIE VAN DE KWALITEITSSORTERING

§1. Inleiding

Op een aantal onderzoekinstellingen in de Verenigde Staten (USDA Research Laboratory te Beltsville; "Agricultural engineering departments" van de universiteiten van Michigan - East Lansing, Californië - Davis, Florida - Gainesville) wordt gewerkt aan methoden om het arbeidsintensieve en tempobeheersende onderdeel van een sorteer- en verpakkinglijn, de leestafel voor de kwaliteitssortering, geheel of gedeeltelijk te vervangen.

Met mechanisering van dit onderdeel van de produktbehandeling kan worden bereikt:

1. Dat de hoeveelheid te verwerken produkt per tijdseenheid niet meer afhankelijk is van de samenstelling van de partij met name van de hoeveelheid uit te rapen produkt, zoals bij een leestafel het geval is.
2. Dat de wijze van beoordeling constant is en uniform gemaakt kan worden voor meerdere pakstations.
3. Dat de kwaliteit van de sortering dezelfde blijft. Vermoeidheid speelt geen rol, zodat de hoeveelheden fout in goed en goed in fout produkt voorspelbaar zijn.

Een goedkopere oplossing van het onder 1 genoemde wordt nagestreefd door middel van het mechaniseren van de uitraaphandeling (zie hfdst. 3, §3.3).

Om de verschillende ontwikkelingen te kunnen plaatsen is het noodzakelijk vooraf kort in te gaan op de inhoud van het begrip kwaliteit, zoals dat voor een aantal produkten in de praktijk van het handelsklaar maken bij de oogst of op het pakstation wordt gehanteerd. Het betreft op de eerste plaats voorschriften omtrent uiterlijk van de individuele produkten, waarbij de volgende factoren als kwaliteitskenmerk een rol spelen:

- De kleur van het produkt betrokken op het gehele oppervlak als indicatie, dat de vrucht een zeker ontwikkelingsstadium

heeft bereikt. De indicatie is op zichzelf veelal niet voldoende (geringe koppeling tussen kleurontwikkeling en ontwikkeling van smaakbepalende en consistentiebepalende stoffen), maar wordt zeker door de consument als zodanig gehanteerd [40,41].

- . Plaatselijke miskleuringen als aanduiding van schimmelvorming, ziekteverschijnselen en weefselbeschadiging onder de schil.
- . De oppervlakte-beschadiging, hetzij als schoonheidsfout, hetzij als mogelijke toegangspoort voor micro-organismen, die tijdens de transportperiode of opslagperiode rotting of snelle afleving veroorzaken.

Andere kwaliteitskenmerken als stevigheid, smaak en aroma worden globaal per partij gecontroleerd. Voor groenten echter is de grootte en de stevigheid van de krop, beter gezegd de dichtheid van de krop een kwaliteitskenmerk, dat produktsgevijs wordt gecontroleerd. Inwendige gebreken als bruinverkleuring van het vruchtvlees mogen niet voorkomen. Produktsgevijs controle hierop ontbreekt.

In de praktijk immers is de kwaliteitssortering van groenten vruchten op pakstations nog volledig handwerk. Inwendige gebreken kunnen echter met meetinstrumenten wel worden aangetoond en in de gemechaniseerde kwaliteitssortering als uiterwerpcriterium worden opgenomen.

De commercieel verkrijgbare installaties richten zich hoofdzakelijk op het meten van de kleur van het produkt betrokken op het gehele oppervlak. Voor produkten met een omvang die groter is dan die van de korrelprodukten (erwten, bonen enz.) en kleine vruchten (kersen) is dan een nacontrole op beschadigingen en miskleuringen noodzakelijk.

Van dit type zullen in de volgende paragrafen worden besproken de Colorscan (Food Machinery Corporation; afb. 76, 77, 78) en de kleursortering van citroenen (Electric Sorting Machine Corporation, Houston, Texas; afb. 78, 80, 81, 82).

Deze installaties sorteren in 5 kleurklassen. In dat geval wordt gemeten de hoeveelheid gereflecteerd licht (eenheid: Watt) afkomstig van het grootste deel van het oppervlak van een vrucht in twee of meer golflengte gebieden. De grootte

van bijv. de verhouding van beide gemeten waarden levert het sorteercriterium d.w.z. valt in een getalswaardetraject, dat toegevoegd is aan een bepaalde kleurklasse. De verhouding is belangrijk om de omvang van de vrucht en daarmee de invloed van de grootte van het oppervlak van de vrucht op de uitkomst te elimineren.

Kleine produkten worden vaak gesorteerd in 2 of 3 klassen, die te onderscheiden zijn door middel van een verschil in golflengtegebied van het gereflecteerde licht (bichromaat), of een verschil in hoeveelheid gereflecteerd licht binnen één golflengtegebied (monochromaat). Kenmerkend voor dit type kleursorteerinstallaties is, dat het produkt wordt geschoven voor een achtergrond, een gekleurd plaatje, en dat al of niet een verschil ten opzichte van het gereflecteerde licht afkomstig van de zuivere achtergrond wordt geconstateerd. Een voorbeeld is de kleursorteerinstallatie voor kersen (Electric Sorting Machine Corporation; afb. 87). De grootte van de vrucht speelt hier geen rol in zoverre, dat geen te kleine afwijkende vruchten mogen voorkomen.

De afbeeldingen 83, 84, 85 en 86 tonen een kleursorteerinstallatie op een tomatenoogster, die ontwikkeld wordt door Prof. K. Q. Stephenson van "Pennsylvania State University".

De kleursorteerinstallatie valt in het genre van de hierboven genoemde installaties voor kleine produkten. Een afwijking is, dat geen achtergrond wordt toegepast.

De lichtopnemer (Cadmium-sulfide cel), is geplaatst achter een groen glasfilter (golflengte piekdoorlaat 500 nm.). De lichtgevoelige cel zet de hoeveelheid ontvangen lichtenergie per tijdseenheid om in een elektrische stroom. Wanneer de sterkte daarvan een ingestelde waarde te boven gaat wordt uitgeworpen. Deze installatie, die met vooropgezette bedoeling eenvoudig is gehouden (goedkoop; toepassing van een hoogspanningsvoeding niet mogelijk op een oogstmachine; onderhoud door teler; bedrijfszekerheid) heeft wel last van de vruchtgrootte. Kleine rode tomaten worden gezien als groen en uitgeworpen.

De installaties, die meerdere kleurklassen moeten kunnen onderscheiden eisen gevoelige opnemers, die gradaties in de ontvangen lichthoeveelheid moeten kunnen waarnemen. Ook al als gevolg van de verminderde lichtopbrengst door toepassing

van één of twee filters met smalle doorlaat karakteristiek in de lichtweg van bron (vaak 100 Watt halogeen-gloeilampen of 35 Watt-lampen van hetzelfde type met parabolische spiegel) via vrucht tot opnemer.

Het voorgaande geldt wanneer in één vlak wordt gemeten. Een andere oplossing, die nog niet praktisch wordt toegepast is een aaneenschakeling van meetplaatsen, waarbij wordt gemeten volgens de methode van de sorteermachines van het tweede type (een juist - niet juist beslissing op iedere meetplaats). Bij de eerste vorm moeten photomultiplicatorbuizen worden toegepast met een hoogspanningsvoeding. Bij de tweede vorm kan wellicht met de in omvang veel kleinere en goedkopere phototransistoren, photodiodes, fotospanningscellen of photoweerstanden worden volstaan. Bovendien kan een laagspanningsvoeding worden toegepast.

De ontwikkeling van apparaten, die geschikt zijn om oppervlaktesbeschadigingen te detecteren, is juist op gang gekomen.

Sortex Company, Lowell, Michigan (Gunson's Sortex Ltd, Londen) brengt een machine op de markt, de Sortex 711, die volgens fabrieksopgave in staat is om produkten (met name kleine geschildte aardappelen), die één enkel afwijkend plekje bezitten van 2,5 mm doorsnede, uit te werpen. De sorteersnelheid is 20 tot 25 vruchten per sec. [42].

Het "agricultural engineering department" van de universiteit van Florida houdt zich bezig met een dergelijk systeem voor citrusvruchten. Dit systeem is in staat om gebreken met een doorsnede van 6 mm waar te nemen. Getracht wordt een sorteersnelheid te bereiken van 10 à 20 vruchten per sec.

In Californië wordt onderzoek verricht met betrekking tot het sorteren van pruimen op beschadiging [43] in opdracht van de "California Prune Advisory Board". Ook hier wordt getracht een sorteersnelheid te bereiken van 20 à 25 vruchten per sec. Het kenmerk van de laatstgenoemde systemen is, dat het oppervlak van de vrucht in kleine elementen verdeeld, wordt bekeken en dat een telling wordt bijgehouden van de goede en de afwijkende elementen. Een ingestelde verhouding bepaalt het uitsluitingscriterium. Wanneer de elementen groter worden gekozen is

de aanwezigheid van één afwijkend element voldoende.

Het USDA Research Laboratory te Beltsville heeft rond 1955 de licht-transmissietechniek geïntroduceerd, waarbij ook inwendige gebreken kunnen worden aangetoond [44]. Hierbij wordt het door een vrucht vallend licht gemeten in twee of meer golflengtegebieden. Afb. 88 toont een proto-type. Deze techniek heeft volgens de heer Lloyd Ryall, chief horticultural crops research USDA, in de grond al een aantal bruikbare principes opgeleverd. Er is slechts één commercieel nl. het ontdekken van het zg. "green rot" in eieren. Onder contract staat een ontwikkeling van een commerciële sorteerapparatuur voor appels, die moeten worden gescheiden in vier categorieën nl. niet-rijp, rijp, overrijp en zg. "water core" (doorschijnende verwaterde gebieden in het vruchtvlees) [45,46]. Het eerste ontwikkelingscontract, gesloten met een bedrijf, is mislukt. De reden is het probleem van het behalen van voldoende sorteercapaciteit en tegelijkertijd voldoen aan een aantal eisen, die bij deze methode van belang zijn:

- a) De vrucht moet lichtdicht worden opgesloten tussen twee vensters resp. van lichtbron en opnemer. Dit is een mechanische handeling, die het sorteertempo ongunstig beïnvloedt.
- b. Om een goed sorteeresultaat te verkrijgen moeten de vruchten worden gericht. De laatste eis is technisch moeilijk te verwezenlijken.

Eén en ander heeft tot gevolg gehad, dat slechts een tempo van 1 vrucht per 6 sec. is bereikt. Een 2½-jarig contract is nu gesloten met een andere maatschappij (Neotec Corporation te Rockville). Het probleem van het op enen brengen en richten van vruchten is uitbesteed aan de universiteit van Michigan [47].

Op basis van transmissiemetingen wordt door de onderzoekers J. T. Worthington en J. N. Yeatman, verbonden aan het laboratorium te Beltsville, momenteel een sortering gezocht voor tomaten, die zich nog in het groene stadium bevinden. Het doel is een scheiding te maken tussen tomaten, die wel en niet goed zullen afrijpen. Het probleem is van belang, in die gebieden waar in verband met een lange transportweg en kans op transport-

schade, vollegronds tomaten in een groen stadium worden verzonden. Het maken van transportkosten voor tomaten, die te vroeg zijn geoogst en om die reden niet zullen afrijpen wordt hiermee vermeden.

Om reden, dat vruchten in een kwaliteitssorteerinstallatie stuk voor stuk moeten worden bekeken is het transport- en scheidingsmechanisme qua ontwerp een belangrijk gedeelte van het systeem. Dit mechanische onderdeel is de beperkende factor waar het betreft het aantal vruchten, dat per sec. kan worden verwerkt. Het electronische gedeelte kan vaak een veelvoud aan van dit aantal. Om de gedachte te bepalen, een kwaliteitssortering in een sorteer- en verpakkinglijn voor appels met een capaciteit van 10 ton per uur moet met één of meerdere meetkoppen ca. 25 vruchten per sec. onbeschadigd kunnen verwerken.

In dit verband is het interessant te wijzen op een transportsysteem, dat wordt toegepast bij een sorteerinstallatie voor geschildte aardappelen. Het produkt wordt verpompt door een leidingnet, dat ter plaatse van het meetgedeelte bestaat uit een doorzichtige kunststof buis. Gescheiden wordt in 2 klassen d.m.v. het wijzigen van de transportrichting van het afwijkende produkt met luchtinjecties in een spruitstuk met 2 uitgangen [48].

De installatie wordt op de markt gebracht door Electric Sorting Machine Co. Het systeem moet volgens opgave tot ca. 50 vruchten per sec. kunnen verwerken.

In de volgende paragrafen worden naast de in het begin genoemde kleursorteerinstallaties nog een tweetal andere vormen van kwaliteitssortering besproken. Met name de sortering van tomaten op basis van de soortelijke massa en de sortering van sla met behulp van zachte gammastralen.

Laatstgenoemde meetwijze houdt verband met de ontwikkeling van een selectieve sla oogster, maar het systeem kan ook los hiervan als een meting van de kwaliteit van sla worden toegepast.

§2. Bepaling van de rijpheid van tomaten op basis van de soortelijke massa

De soortelijke massa neemt tijdens de rijpingsperiode af als gevolg van celstrekking, waarbij de intercellulaire holten worden vergroot en de vrucht in omvang toeneemt. Dit is de reden, dat een meting van de soortelijke massa een indicatie zou kunnen geven van het rijpheidsstadium waarin de vrucht verkeert. De toepassing beperkt zich tot een periode direkt na de pluk. Krimp als gevolg van verdampen van vocht kan de basis, waarop de meting berust, aantasten. De methode leent zich voor het sorteren van de grote hoeveelheden, die worden aangevoerd na mechanisch oogsten.

Professor A. Kramer van de universiteit van Maryland heeft tezamen met een bedrijf (Allo Company te Rockville) een prototype uitgewerkt met een capaciteit van 15 ton per uur. De machine zal in het seizoen worden beproefd door Dr. A. A. Kattan van het "Agricultural Experiment Station" van de universiteit van Arkansas te Fayetteville.

De vruchten worden onder in een vloeistoftank geïnjecteerd. De vloeistof in de tank (8,5 m lang) is in een horizontale stroming. De soortelijke massa van de vloeistof wordt door voortdurend beluchten gehouden op ca. $0,8 \text{ gr/cm}^3$. Een dichtheid, waarbij de groene tomaten nog juist drijven. De onrijpe tomaten zijn zwaarder dan de rijpe en deze vruchten zweven dus trager omhoog. Gedurende deze periode worden ze verplaatst in horizontale richting. Een soort massaspectrograaf. Horizontale scheidingen zijn aangebracht op 3 hoogten, waardoor 3 of 4 sorteringen worden gemaakt. De scheidingen eindigen bij schuingeplaatste opvoerelevators, die de vruchten uit het water nemen. Aan de constructie van de opvoerelevators heeft men in verband met de te verwerken hoeveelheid, veel aandacht moeten besteden.

§3. Meting van de kwaliteit van sla

Na het geringe succes, dat het selecteren van slakroppen op oogstrijpheid door middel van het meten van de samendrukbaarheid van de kroppen bij de selectieve slaogster van de universiteit van Californië te Davis heeft gehad om reden van beschadiging, is naar een andere oplossing gezocht [49,50].

Onderzoek is verricht, waarbij gebruik is gemaakt van een bundel gammastralen afkomstig van een ^{133}Ba bron.

Een detector staat tegenover de bron. De krop passeert de verbindingslijn tussen beide elementen, zodat in transmissie wordt gemeten.

Aan de hand van een bewerking van het signaal, dat de detector afgeeft kan de dichtheid worden bepaald. De grootte van de krop binnen de buitenbladeren is dan ook bekend mits de transportsnelheid van de krop bekend is.

§4. Kleurmeting

4.1 Kleurmeting ten behoeve van de sortering.

F.M.C. Colorscan (afb. 76, 77, 78).

Afbeelding 77 toont het op enen leggen van de vruchten in cups. Omdat een vrije val door de meetkop voor appels niet kan worden toegestaan, wordt hier op de afgebeelde wijze gewerkt met als bezwaar, dat de vrucht slechts van twee zijden wordt gezien. Een schematische afbeelding van een meetkop is gegeven in figuur 77.

Gereflecteerd licht wordt via spiegels verenigd tot één bundel en door middel van een halfdoorlatende spiegel opnieuw gesplitst voor de twee photomultiplicatorbuizen, die in twee door filters bepaalde spectraalgebieden meten (golflengtegebieden rond 550 nm en 675 nm).

De verhouding van de waarden van de door de photomultiplicatorbuizen ieder afzonderlijk afgegeven elektrische stroom beslist ten opzichte van ingestelde referentiewaarden over de kleurklasse waar de gemeten vrucht bij wordt ingedeeld.

Iedere meetkop kan maximaal 6 vruchten per sec. verwerken.

Het pakstation, waar de afgebeelde machine staat opgesteld gebruikt de installatie niet (zie de "by-pass" op afb. 76), omdat deze de verpakkingscapaciteit van de lijn van 650 dozen per uur terugbrengt tot 540 dozen per uur.

De kleursorteerinstallatie heeft 6 lanen en 6 meetkoppen. Bij de genoemde verpakkingscapaciteit komt het er op neer dat praktisch per meetkop 4 vruchten per sec. worden gesorteerd.

In de sorteer- en verpakkingslijn vindt de kleursorteerinstallatie een plaats voor het uitleesgedeelte. Bijvoorbeeld wordt een splitsing gemaakt tussen appels, die niet voldoende zijn gekleurd (minder dan 35% van het oppervlak), fancy appels (35% t/m 65% van het oppervlak is gekleurd) en extra-fancy appels (meer dan 65% van het oppervlak is gekleurd). Het betreft hier Winesap appels met een kleuromslag van groen naar rood, die niet homogeen over het oppervlak verdeeld plaatsvindt. De fancy en extra-fancy appels krijgen ieder een nacontrole op beschadigingen aan een leestafel en worden verder verwerkt op gescheiden groottesorteerinstallaties. De niet voldoende gekleurde appels en de beschadigde appels van de beide andere sorteringen worden samengevoegd en leveren de kroet kwaliteit.

E.S.M. Kleursorteerinstallatie voor citroenen (afb. 79, 80, 81, 82).

De installatie is opgebouwd uit een aantal sorteereenheden parallel (afb. 79). Deze oplossing, waarbij gebruik kan worden gemaakt van betrekkelijk trage machines (1 à 2 vruchten per sec.) is gekozen, omdat citroenen tamelijk kwetsbaar zijn. Een eerste ontwerp op dit terrein van de universiteit van Californië in Berkeley (J. B. Powers patent 3.145.844, 1964) waarbij in een sorteertempo van 40 vruchten per sec. was voorzien, is wat het transportsysteem van de machine betreft nooit een succes geworden.

Afb. 80 toont het speciale aanvoersysteem van een sorteereenheid. Dit systeem heeft tot doel vruchten in één lijn en op regelmatige afstanden van elkaar te plaatsen op een transportband (afb. 82). De kleurbeoordeling wordt verricht tijdens een vrije val door een meetkop.

Hierbij wordt de afstand tussen de vruchten nog iets vergroot. Dit is van belang omdat de machine werkt met een mechanisch geheugen, dat enige tijd vraagt om in te stellen.

De vruchten worden opgevangen in vakken van een verdeelwiel (afb. 81, 82). Ieder vak bezit een geheugeneenheid, die de beslissing van de kleurklasse, genomen na de meting, bewaart. Op de losplaatsen wordt de geheugeneenheid afgetast en wordt

overeenkomstig de inhoud gereageerd met al of niet loslaten van de vrucht boven de desbetreffende afvoertransportband (zie als voorbeeld van een soortgelijk systeem afb. 88b). De wijze van kleurbepaling is, wanneer het Powers systeem is toegepast, gecompliceerder dan bij de in het voorgaande besproken installatie. Een beschrijving daarvan is te vinden in [51]. Gebruik wordt gemaakt van de golflengten 678 nm en 720 nm. Een sortering is mogelijk in 5 kleurklassen: dark green, light green, silver a, silver b, yellow. De afgebeelde installatie sorteert in 4 klassen: dark green, light green, silver en yellow.

Kleursorteerinstallatie op een tomatenoogster (afb. 83, 84, 85, 86).

Het doel van de eenvoudige installatie, die gebouwd is op de tomatenoogster van "Pennsylvania State university", is een scheiding te maken tussen groene en doorgeslagen tomaten. De groene tomaten (immature green) blijven op het veld achter.

Afb. 84 toont het transport- en uitwerpsysteem van de installatie. Geoogste tomaten verlaten de machine aan weerszijden en komen terecht op schroeftransporteurs, die de vruchten door een kleurmeetsectie voeren (afb. 86).

Er zijn 4 lanen aan weerszijden van de machine, ieder voorzien van een Tungsten projectielamp met ingebouwde spiegel en CdS-cellen achter 500 nm groenfilters als lichtopnemers. De installatie werkt met een door een generator opgewekte en gelijkgerichte spanning van 24 Volt. De lampen branden op onderspanning om de normale levensduur van 15 branduren te verlengen.

Overschrijding van een in te stellen referentiewaarde (scheiding groen-oranje of oranje-rood) door de waarde van de stroom afkomstig van de lichtopnemers dient als uitwerpcriterium.

E.S.M. Kleursorteerinstallatie voor kersen (afb. 87)

Deze machines staan opgesteld bij een verwerkingsindustrie. De aanvoer van de vruchten geschiedt via een trechter en een trilgoot naar een roterende schaal waarin een buffervoorraad wordt gevormd. In deze schaal wordt een niveauregeling toe-

gepast door middel van fotocellen, die door onbedekte openingen in de bodem van de schaal licht kunnen ontvangen. Hiermede wordt de aanvoer geregeld.

De kersen worden vanuit de buffervoorraad stuk voor stuk vastgezogen aan holle pennen, die bevestigd zijn aan een wiel. Het wiel heeft een draaisnelheid van 3 omw. per sec. en dient om de vruchten door een meetkop te voeren.

De beoordeling van de kleur met behulp van lichtopnemers geschiedt ten opzichte van het niveau van het gereflecteerde licht afkomstig van een ingezette achtergrond in de vorm van een gekleurd plaatje.

Het uitstoten geschiedt door het weg laten vallen van het vacuüm aan een pen op een bepaald punt. Aan de afwijkende vruchten wordt een bewegingsrichting gegeven in een van de tangentiële afwijkende richting d.m.v. een luchtstoot.

Het sorteerwiel bezit 36 pennen, dus ca. 100 vruchten kunnen de meetkop per sec. passeren. In dat geval mag het uitwerpprocentage slechts ca. 30% bedragen omdat de afsluiter van de afblaasinrichting max. 40 pulsen per sec. kan verwerken.

Het bezettingspercentage ligt echter rond de 50%.

Praktisch wordt door een dergelijke sorteereenheid ca. 1000 kg per uur (200.000 vruchten per uur) verwerkt.

USDA sorteerinstallatie op basis van transmissie (afb. 88).

De afgebeelde sorteerinstallatie is gebouwd voor het USDA Research Laboratory te Beltsville voor experimentele doeleinden. Een beschrijving is te vinden in [52].

Toegepast wordt een meting aan het door een vrucht doorge laten licht (transmissie). Het meetprincipe is gelijk aan dat van de in 4.2 te bespreken laboratoriumversie van het instrument, de IQ-meter (internal quality meter). De vruchten worden met de hand opgelegd in elk van de 12 compartimenten, die zich bevinden op een roterend blad. Het blad draait vrucht voor vrucht in een meetpositie en staat stil tijdens de meting. De vruchten worden na de meting uitgeworpen in opvangbakken (5 stuks).

Een scheiding vindt plaats in 5 klassen afhankelijk van de chlorophyllinhoud van de vruchten.

De lichtopnemer, een photomultiplicatorbuis (Dumont 6911 of

EMI 9684 B) is vast gemonteerd onder het roterende blad en afgeschermd met een roodfilter dat blauw en groen licht uitsluit. De lichtbron die afwisselend in twee golflengtegebieden licht uitzendt, bevindt zich boven de tafel en de vrucht wordt door middel van een bewegende harmonicakoker lichtdicht ingesloten tussen bron en opnemer.

Afb. 88b toont de mechanische geheugens, die de beslissing behorende bij iedere vrucht vasthouden tot de uitwerpplaats is bereikt. De sorteersnelheid kan van 1 vrucht per 6 sec. tot 1 vrucht per sec. bedragen.

Naast de chlorophylbepaling kan nog onderscheid worden gemaakt in vruchten met en zonder "watercore" [53,54].

Laboratoriumopstelling voor fosforescentie-metingen aan tomaten te Davis (afb. 91).

Chlorophyl vertoont fosforescentieverschijnselen. Vruchten kunnen worden belicht en wanneer ze daarna door een donkere tunnel worden gevoerd kan ter plaatse het nalichtverschijnsel worden gemeten [55].

Ca. 2 sec. na het verwijderen van het invallende licht is de lichtstroom, die wordt uitgezonden van de orde van 10^{-11} Watt per cm^2 . Het nalichtverschijnsel heeft plaats in het golflengtegebied van 650 tot 750 nm. Als lichtopnemer wordt toegepast een photomultiplicatorbuis RCA 16217 met topgevoeligheid bij 700 nm.

Omdat de excitatie-energie, die het verschijnsel teweeg brengt, afkomstig kan zijn van invallend licht met een breed spectraal gebied kan als lichtbron daglicht worden toegepast zonder gebruik van filters.

De duur en de intensiteit van het nalichtverschijnsel afkomstig van een oppervlakte-eenheid heeft een relatie met de aanwezige chlorophylconcentratie aan het oppervlak van vruchten. Op deze wijze kan een vorm van sortering op rijpheid worden verkregen.

Het doel van het onderzoek is geweest om te komen tot een eenvoudige uitvoering van een kleursorteerinstallatie bestemd voor mechanische oogsters.

Het principe heeft echter niet voldaan als gevolg van de storende invloed van de temperatuur van de produkten op de omvang van het verschijnsel.

4.2 Kleurmeting ten behoeve van de inspectie.

I.Q. (internal quality) meter (afb. 89, 90).

De IQ-meter is ontworpen voor laboratoriumgebruik om met behulp van spectrophotometers gevonden golflengten, die geschikt lijken om te worden toegepast voor het sorteren van te onderzoeken produkten volgens het ingebouwde sorteercriterium "de meting van het verschil in optische dichtheid van het vruchtmateriaal voor 2 golflengten" op hun waarde te toetsen [56]. Het is een transmissiemeting waarbij het verschil in reponsie wordt gemeten van één lichtopnemer op door een vrucht vallend licht afkomstig van een lichtbron, die alternerend licht uitzendt in twee door middel van filters gekozen golflengtegebieden.

Een principeschets is afgebeeld in fig. 90.

Voor het bepalen van de chlorophylconcentratie wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van de golflengten 690 nm en 740 nm.

Voor het ontdekken van "watercore" van de golflengten 760 nm en 815 nm.

Voor transmissiemetingen worden de volgende photomultiplierbuisen toegepast: EMI 6255 B (golflengtegebied kleiner dan 400 nm), EMI 9558 (golflengtegebied 400-700 nm), Dumont 6911 (golflengtegebied 650 - 1000 nm).

Er is geen compensatie voor het verschil in diameter tussen verschillende vruchten. Voor proefnemingen moet dus van op maat gesorteerd materiaal worden uitgegaan.

Draagbare "Watercore"-meter (afb. 92).

Om met een transmissiemeting de aanwezigheid van watercore te kunnen vaststellen wordt gemeten in een golflengtegebied rond ca. 730 nm. Als lichtopnemer wordt een Cadmium Sulfide cel toegepast (type Clairex Cl 503). De lichtbron is een flitslamp. Slechts één filter bevindt zich in de lichtweg en wel een kantfilter, dat licht van alle golflengten weert beneden 700 nm.

Nu slechts in één golflengtegebied wordt gemeten is een compensatie voor de vruchtgrootte nodig. Deze wordt verkregen langs mechanische weg door middel van de hoogtestand van de lichtopnemer boven een referentievlak.

De lichtopnemer is nl. opgenomen in een houder welke met behulp van een veersysteem de vrucht tegen de lichtbron klemt. Het geheel is omgeven door een lichtdichte kast.

De grootte van de responsie van de lichtopnemer op het flitslichtsignaal van de bron wordt langs elektronische weg gecorrigeerd voor de vruchtdikte met behulp van de eerder genoemde hoogtestand.

Een referentie-waarde, die de op deze wijze gecorrigeerde responsie niet mag overschrijden, dient om onderscheid te kunnen maken tussen appels met en zonder inwendige gebreken.

4.3 Samenvatting

De mechanisatie van de kwaliteitssortering op pakstations bevindt zich nog in de laboratoriumfase. Als enigste vorm van een gemechaniseerde kwaliteitssortering wordt op citruspakstations een kleursortering toegepast aan het slot van de eerste fase van de behandeling van deze vruchten. De sortering heeft daar tot doel de vruchten een aan hun ontwikkelingsstadium aangepaste bewaarbehandeling te geven.

De verwerkingsindustrieën maken gebruik van snelle sorteerdere om in kleur of helderheid afwijkend produkt te verwijderen.

Een start is gemaakt met de ontwikkeling van sorteerinstallaties welke in staat moeten zijn om vruchten met geringe oppervlaktebeschadigingen uit partijen te verwijderen.

Van installaties van dit type is er één commercieel verkrijgbaar nl. de Sortex P 711.

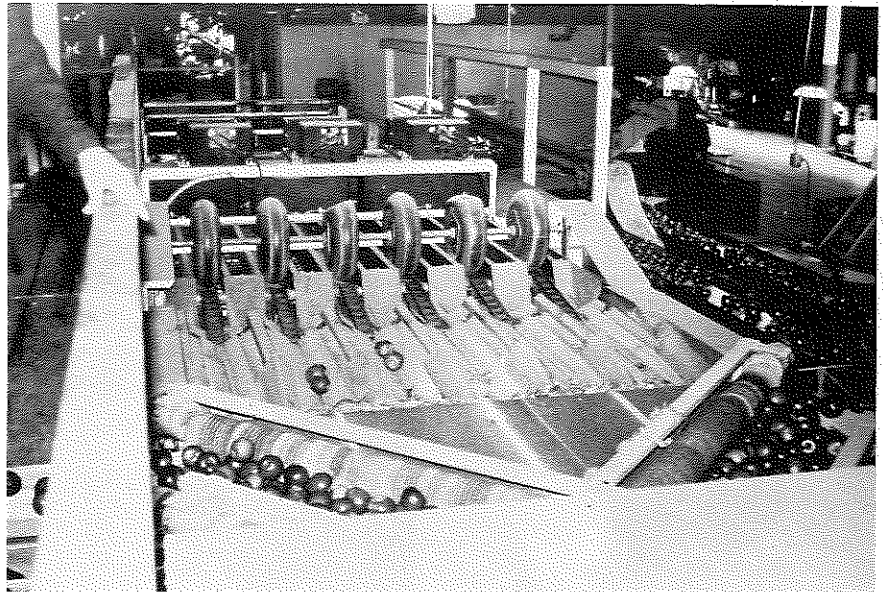
De toepassing van het door het USDA Research Laboratory te Beltsville ontwikkelde transmissieprincipe, waarmee ook vruchten met inwendige gebreken kunnen worden ontdekt, trachten te bevorderen door het sluiten van ontwikkelingscontracten met industrieën.

4.4 Literatuur

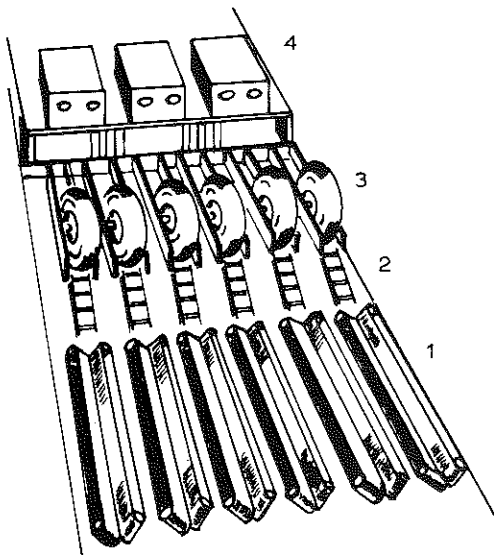
40. N. N. Mohsenin, H. E. Cooper, J. R. Hammerle, S. W. Fletcher, L. D. Tukey. "Readiness for Harvest" of apples as affected by physical and mechanical properties of the fruit. Bulletin 721, Penn. State University, August 1965.

41. D. R. Bittner, K. H. Norris. Optical properties of selected fruits vs. maturity.
Paper no. 67-335 for presentation at the 60th ASAE meeting, Saskatoon, Saskatchewan, June 27-30, 1967.
42. T. Chapman. New techniques in coloursorting.
Food Manufacture, Sept. 1967.
43. L. N. Wilder. Report on the feasibility of a prune defect sorter (Phase 1).
Report to the California Prune Advisory Board, Oct. 16, 1967.
44. K. H. Norris. Measuring and using light transmittance properties of plant materials.
Conference proceedings electromagnetic radiation in agriculture, St. Joseph, Michigan, (64, 65, 66), Oct. 1965.
45. K. L. Olsen, H. A. Schomer, G. S. Birth. Detection and evaluation of watercore in apples by light transmittance.
Wash. State Hort. Assoc. Proc. 58: 195-197, 1962.
46. J. N. Yeatman en K. H. Norris. Evaluating internal quality of apples with new automatic fruitsorter.
Food Technology, Vol. 19, no. 3 (123-125), 1965.
47. E. Vis a.o. Physical properties of apple fruit pertaining to orientation.
Paper no. 68-333 for presentation at the 61st annual meeting of the ASAE, Logan, Utah, June 19-21, 1968.
48. Electronic eyes look at potatoes.
Canner/Packer, Nov. 1968.
49. R. E. Garrett, M. Zahara, R. E. Griffin. Slector-component development for a head-lettuce harvester.
Transactions ASAE, 9, 56, 1966.
50. R. E. Garrett, W. K. Talley. Use of radioisotopes in selecting "crisphead" lettuce for harvesting.
Nuclear Applications, Vol. 3, Dec., (745-749), 1967.
51. J. B. Powers, J. T. Gunn, F. C. Jacob. Electronic color sorting of fruits and vegetables.
Agricultural Engineering, Vol. 34, no. 3, March 1953.
52. J. N. Yeatman, K. H. Norris. Evaluating internal quality of apples with new automatic fruit sorter.
Food Technology, Vol. 19, no. 3, (123-125), 1965.

53. K. L. Olsen, H. A. Schomer, G. S. Birth. Detection and evaluation of watercore in apples by light transmittance. Wash. State Hort. Assoc. Proc. 58: 195-197, 1962.
54. K. L. Olsen, H. A. Schomer, R. D. Bartram. Segregation of Golden Delicious apples for quality by lighttransmission.
Proceedings ASHS, Vol. 91, 1967.
55. F. C. Jacob, R. J. Romani, C. M. Sprock. Fruit sorting by delayed light emission.
Transactions ASAE (18, 19, 24), 1965.
56. G. S. Birth, K. H. Norris. The difference meter - An instrument for measuring interior quality of foods. Paper no. 63-330 for presentation at the 1963 annual meeting of the ASAE, Miami Beach, Florida, June 23-26, 1963.



afb. 76



afb. 77

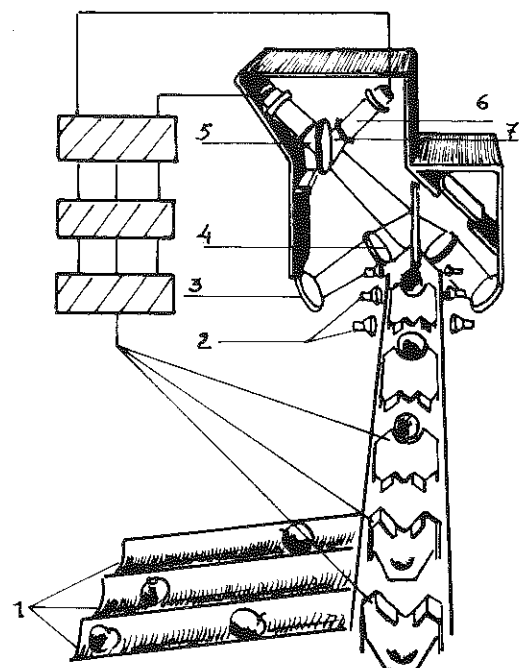
Legenda:

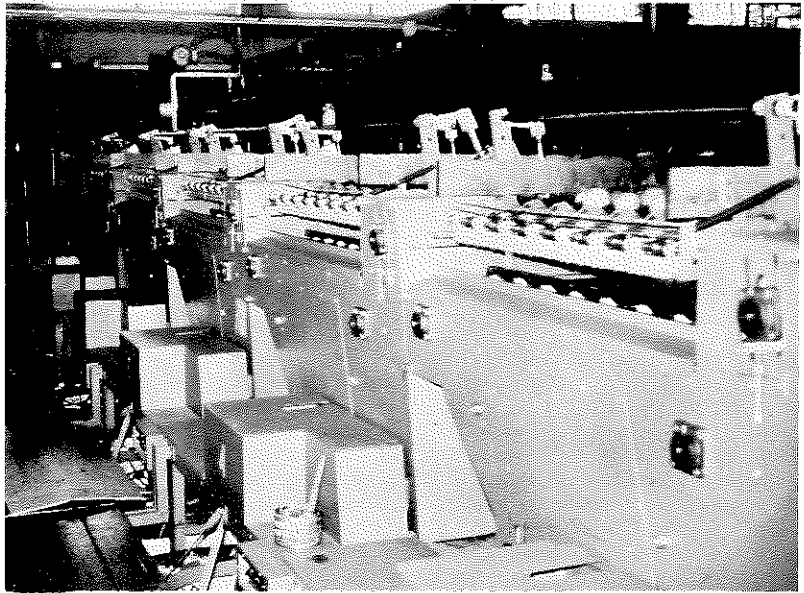
- 1 Invoerbanden
- 2 Transportbandjes met cups
- 3 Slappe binnenbanden
- 4 Meetsectie

afb. 78

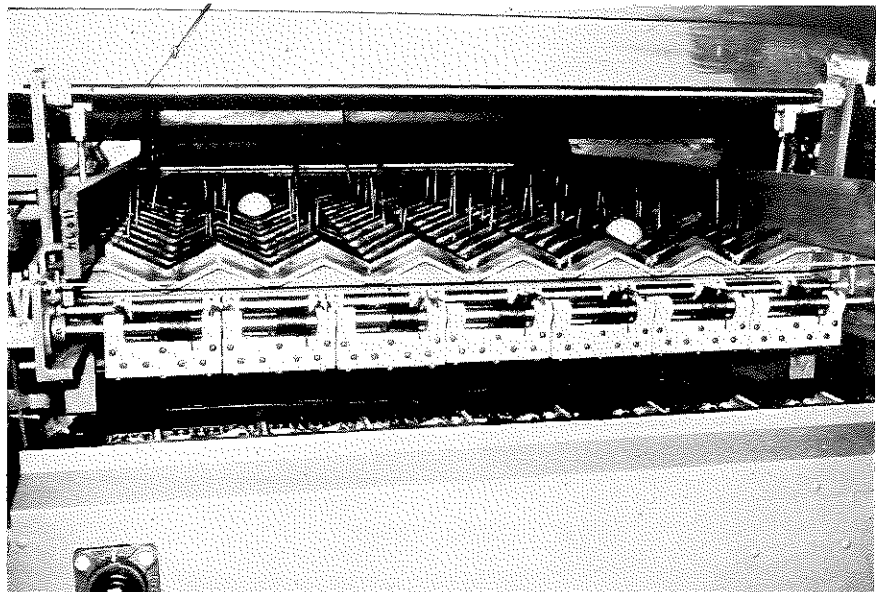
Legenda:

- 1 Afvoer
- 2 Verlichting
- 3 Spiegel
- 4 Lens
- 5 Filter
- 6 Lichtopnemer
- 7 Halfdoorlatende spiegel

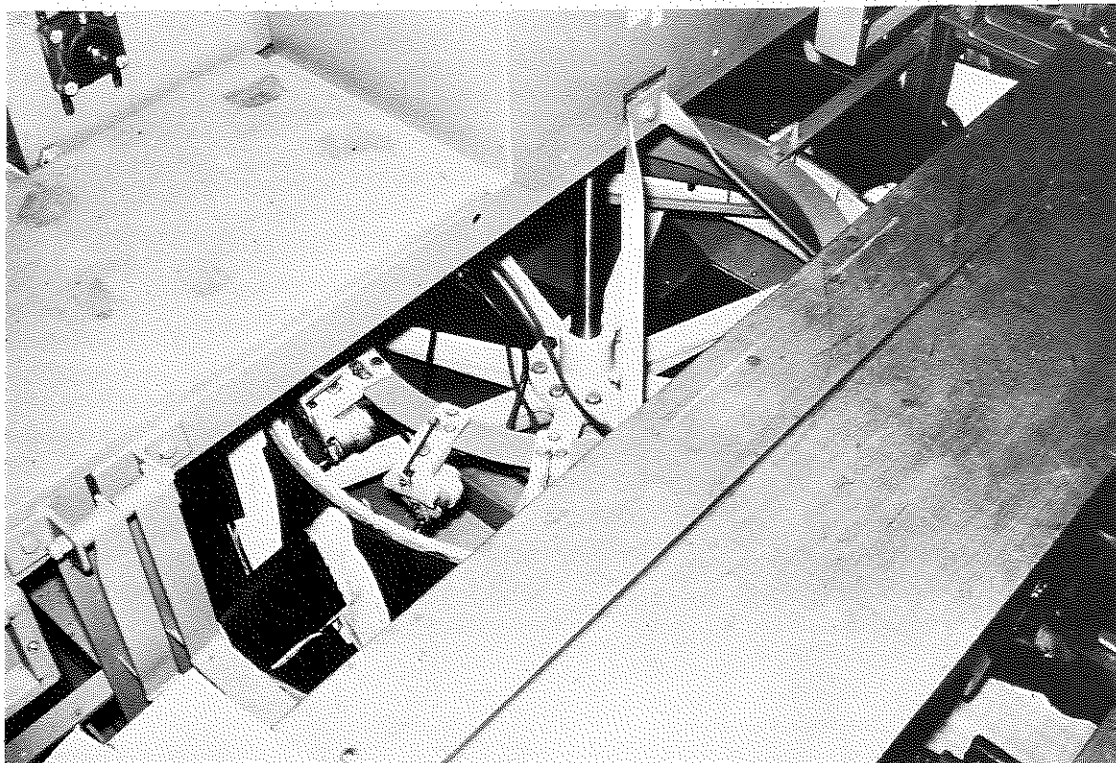




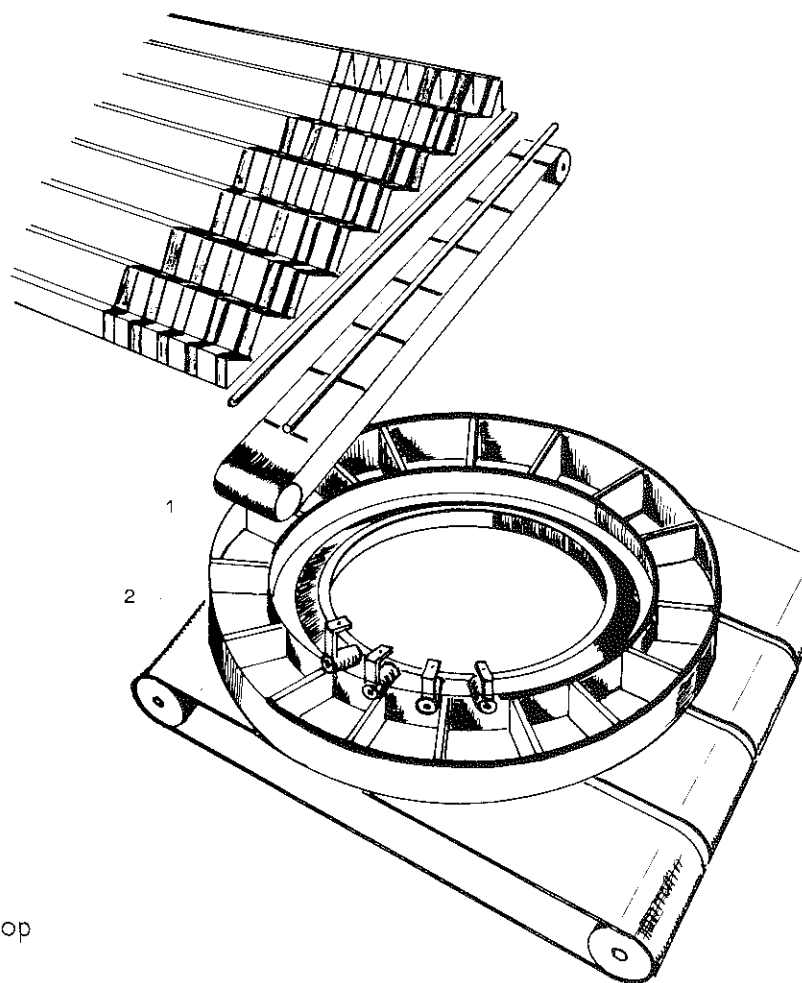
afb. 79



afb. 80



afb. 81

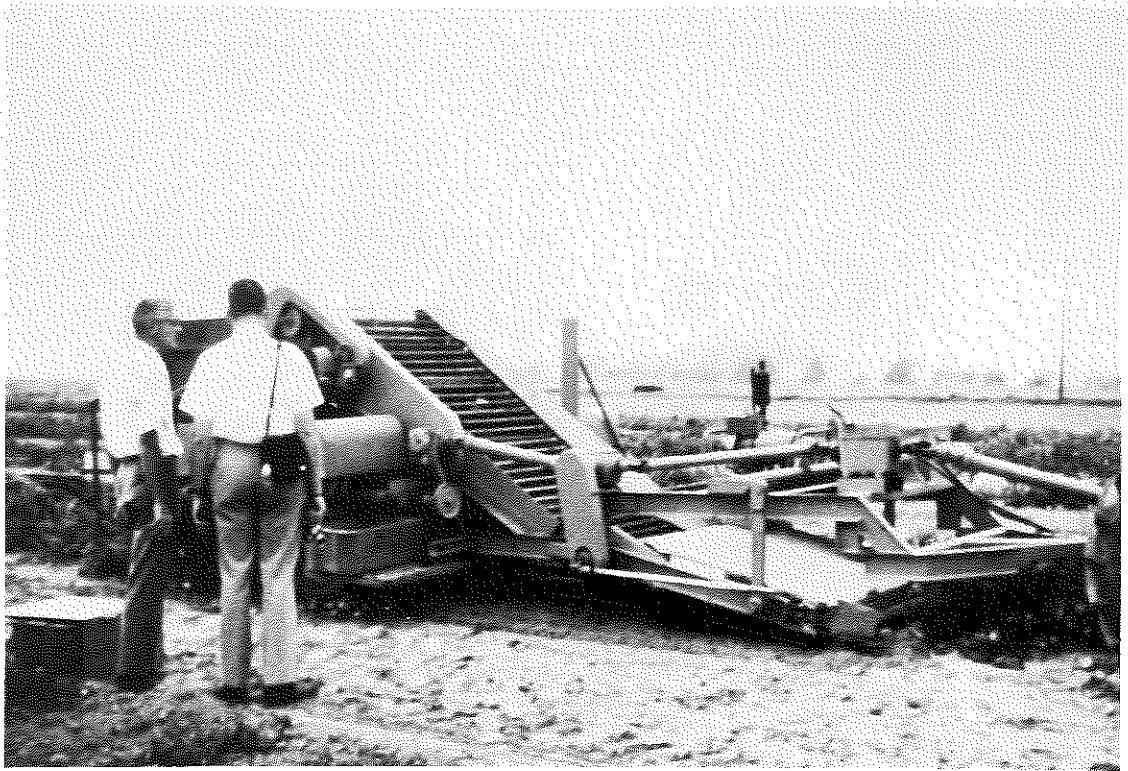


afb. 82

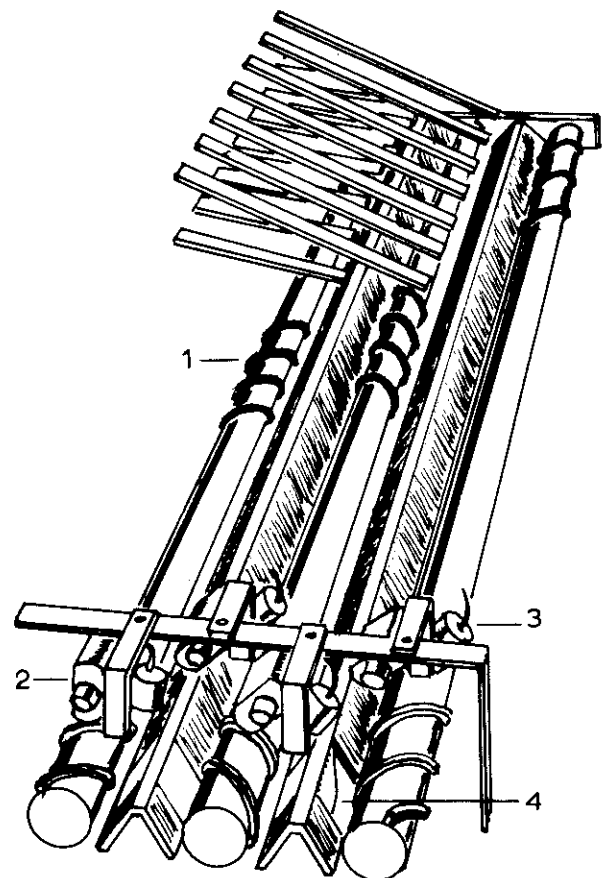
Legenda:

1 Plaats meetkop

2 Verdeelwiel



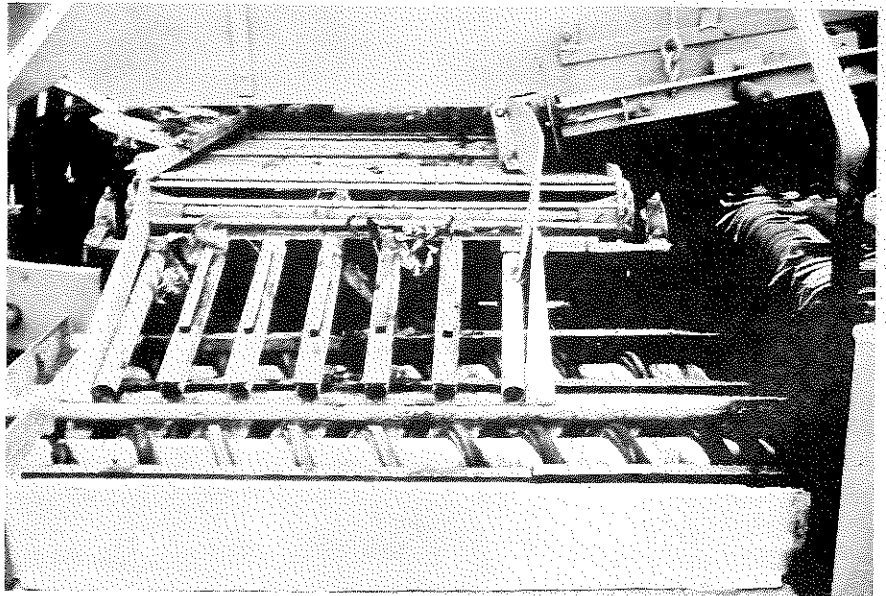
afb. 83



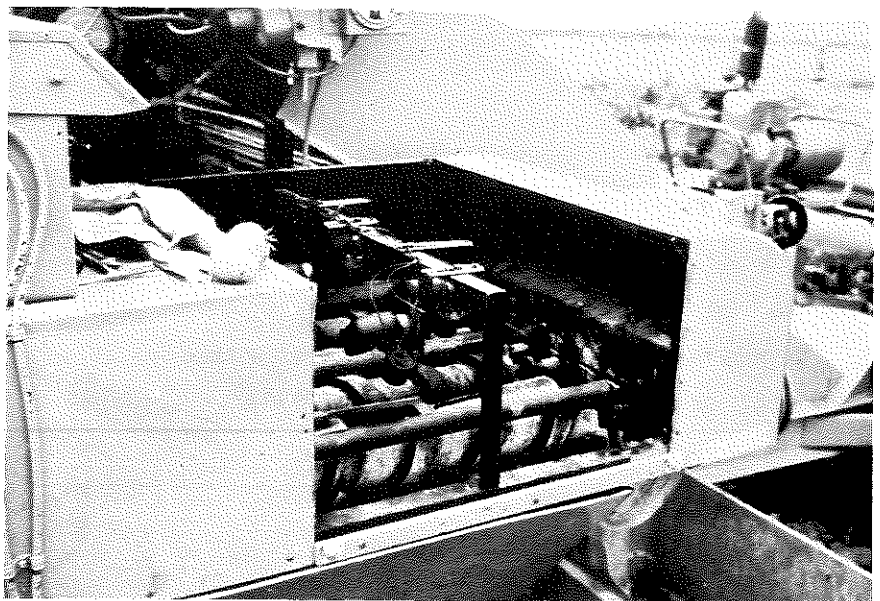
afb. 84

Legenda:

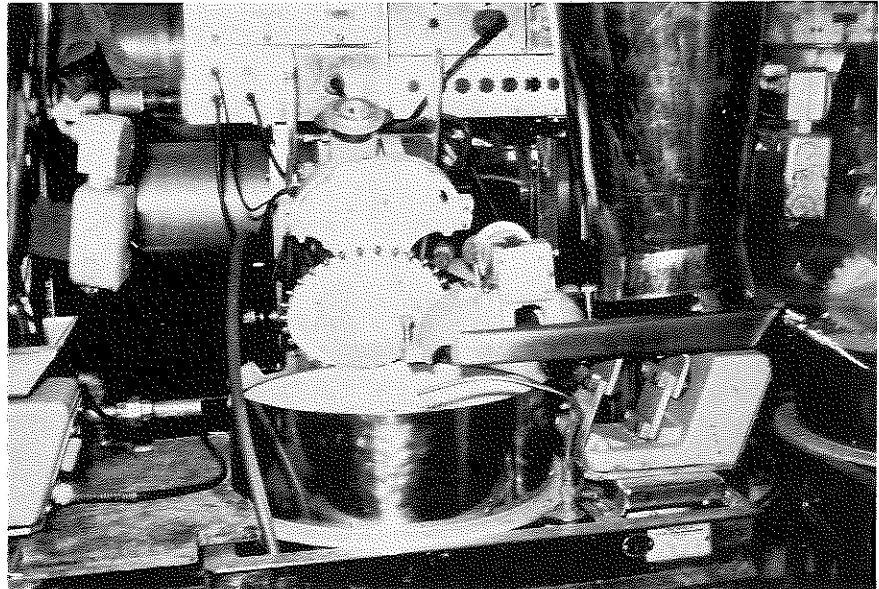
- 1 Schroeftransporteur
- 2 Lichtopnemer
- 3 Verlichting
- 4 Afvoeropening



afb. 85



afb. 86

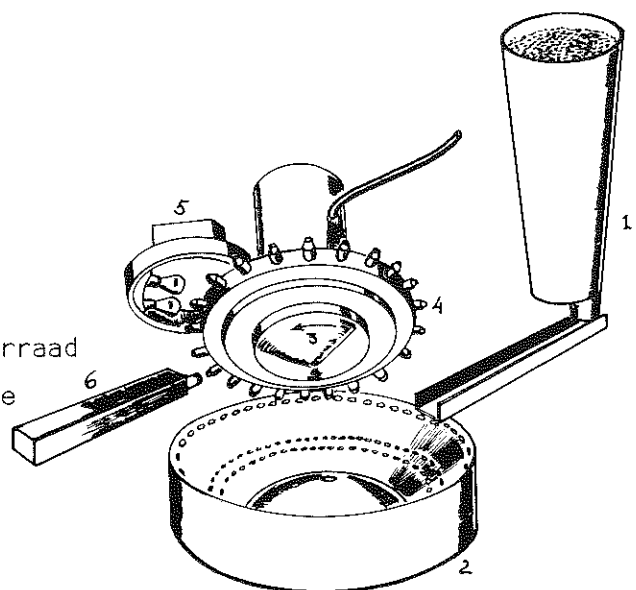


afb. 87a

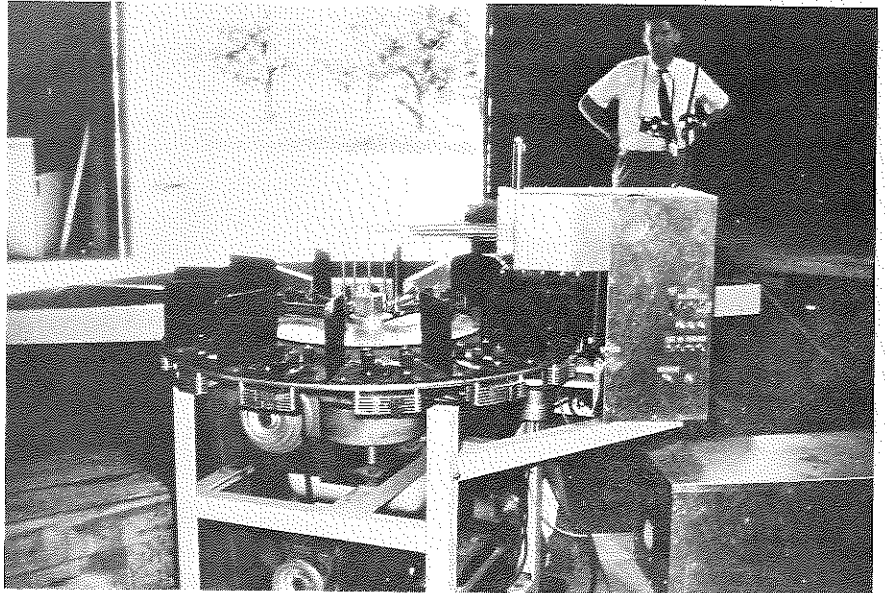
afb. 87b

Legenda:

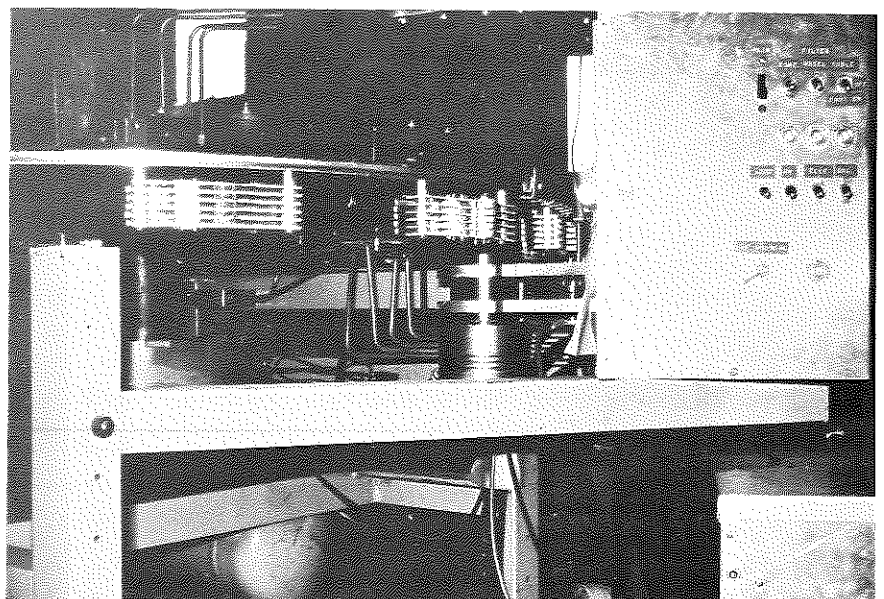
- 1 Aanvoertrechter + trilgoot
- 2 Ronddraaiende schaal met buffervoorraad
- 3 Wiel met een draaisnelheid van drie omwentelingen per seconde
- 4 Aanzuigopeningen
- 5 Verlichting + lichtopnemers
- 6 Afblaasinrichting

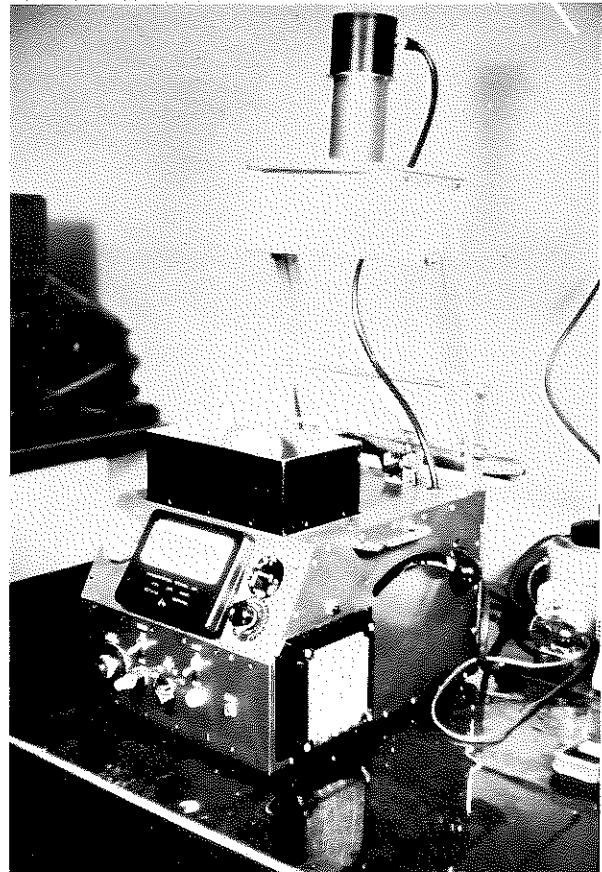


afb. 88a

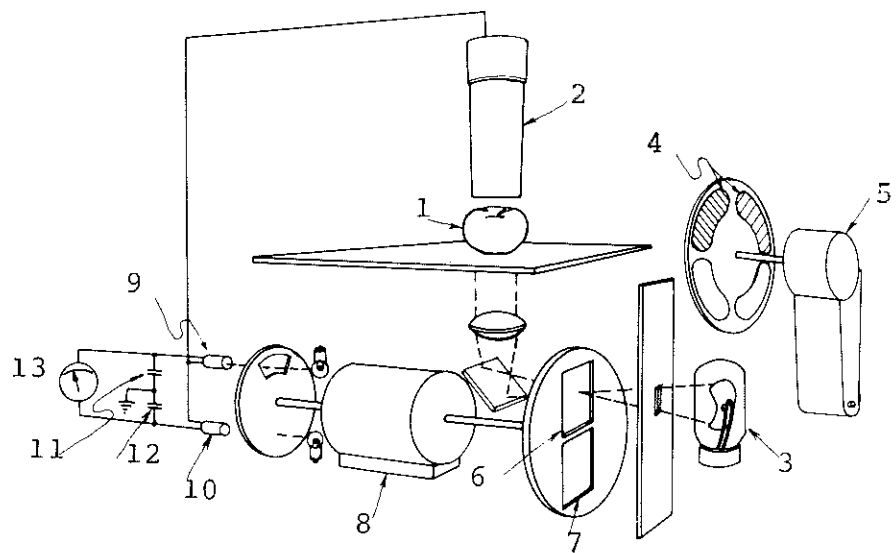


afb. 88b





afb. 89



afb. 90

Legenda:

1 Monster

2 Fotomultiplicatorbuis

3 Lichtbron

4 Calibratiefilter

5 Synchroommotor

6 Filter A

7 Filter B

8 Synchroommotor

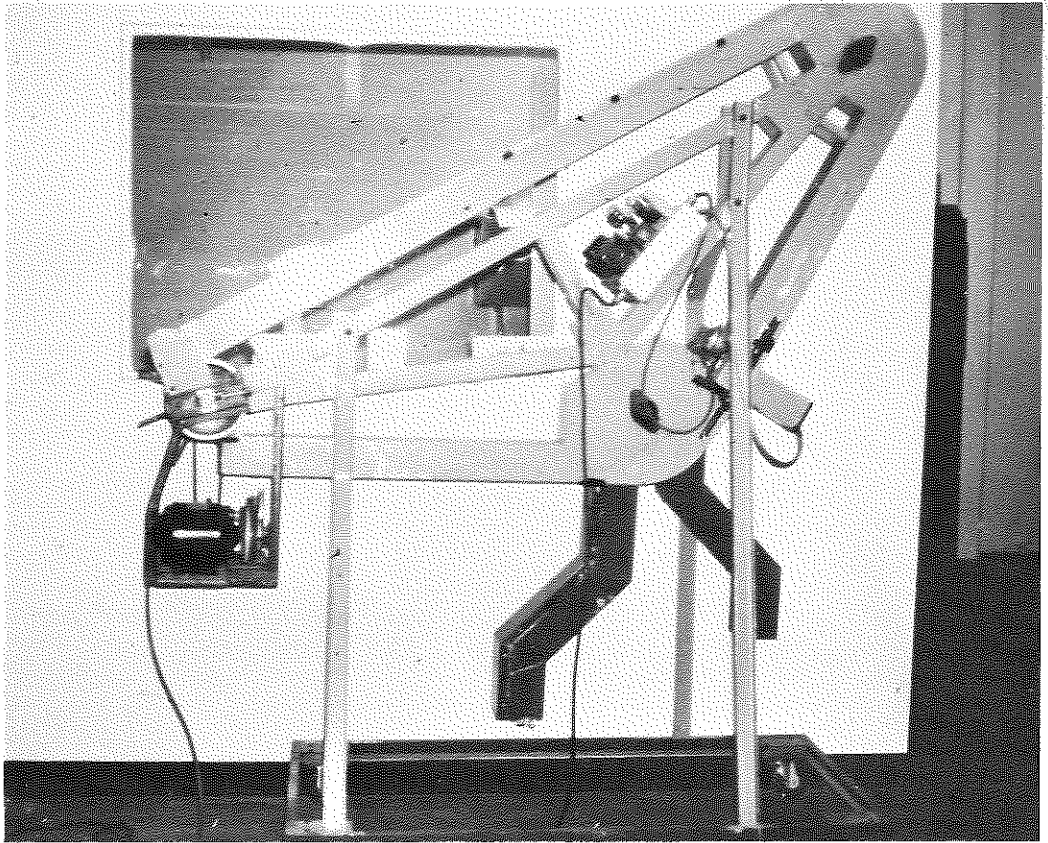
9 Schakelaar A

10 Schakelaar B

11 Geheugen A (capaciteit)

12 Geheugen B (capaciteit)

13 Voltmeter



afb. 91



afb. 92