



Zeist, Voorheuvel 37A, overzicht interieur
werkplaats firma Gadellaa

9.

Constructies en materialen

Gerard van Holsteijn en Ben Kooij



Geldrop, kasteel Geldrop, foto van de achterzijde van de tabletkas (1885), foto J.P. de Koning 2001, no. 338.821 Collectie RCE. In de kas zit op enkele plekken nog groen oud glas.

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk staan het materiaalgebruik en de draagconstructies van kassen centraal. Omdat glas het belangrijkste bouw materiaal voor kassen is, is extra aandacht besteed aan de verschillende soorten glas en de productiewijzen die elkaar vanaf 1900 snel opvolgden. Ook de meest toegepaste kunststofmaterialen, die als glasvervangers worden ingezet, komen aan bod. De veel toegepaste enkel- en dubbelwandige kanaalplaten die speciaal voor de glastuinbouw zijn ontwikkeld, kunnen toch qua lichtdoorlatendheid glas niet evenaren. Wel kunnen met dergelijke platen aanzienlijke besparingen op de stookkosten bereikt worden. Dubbelglas als isolerende beglazing komt vrijwel niet voor bij kassen en zeker niet bij oude kassen. Buiten het bestek van deze publicatie vallen de kunststoffen die bij moderne kassen worden toegepast. De belangrijkste bouwmaterialen voor de constructie van historische kassen zijn hout en baksteen. Later komt ijzer daarbij en nog weer later beton en vervolgens aluminium. De diverse materialen worden afzonderlijk besproken. Verder komen enkele hulpmaterialen die bij historische kassen zijn aangetroffen aan bod, waaronder stopverf, lood, zink en verf. Vervolgens worden zowel het historisch als het technische aspect van draagconstructies behandeld. De draagconstructies van Nederlandse historische kassen zijn vergeleken bij die uit het buitenland niet spectaculair

te noemen. Dit komt niet omdat het technisch niet mogelijk was constructies met grote overspanningen te vervaardigen, maar omdat alle kassen in Nederland van relatief bescheiden omvang zijn gebleven. Het enige gebouw, dat het hele arsenaal van oude kassen is overstegen, is het voormalige Paleis voor Volksvlijt in Amsterdam, dat helaas door brand is verwoest. Tot slot worden verschillende typen aangetroffen draagconstructies, voornamelijk in ijzer, nader besproken.

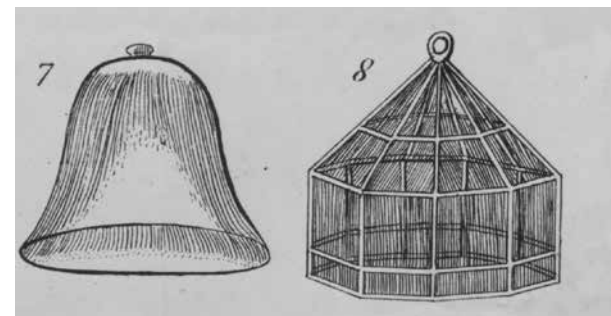
9.2 GLAS ALS BOUWMATERIAAL IN DE KASSENBOUW

Gerard van Holsteijn

9.2.1 Inleiding

Het belangrijkste, maar tegelijkertijd minst opvallende bouw materiaal voor een kas is het glas. De laatste dertig jaar worden in Nederland weliswaar ook kassen gebouwd met kunststof, zoals PMMA en polycarbonaat, maar dat is tot heden niet veel meer dan één procent van de jaarlijks nieuw gebouwde kassen. In de

extensieve tuinbouw in Nederland en in subtropische gebieden over de hele wereld heeft na 1950 polyetheen folie het glas echter bijna volledig verdrongen.¹ Vroeger toen glas soms te duur werd gevonden, zelfs nog tot begin twintigste eeuw, werd er op zeer beperkte schaal geolied papier gebruikt. Hoewel glas zeer goede eigenschappen heeft, zijn er ook in de loop van de twintigste eeuw regelmatig nieuwe materialen als vervanger van glas uitgetoetst. Direct na de Tweede Wereldoorlog, toen er een ernstig tekort was aan glas, zijn daarmee uitgebreide proeven genomen.² Tijdens de energiecrisis rond 1980 kwamen verschillende dubbellagige kunststoffen op de markt. Geen van deze producten heeft het glas in de kassenbouw kunnen verdringen. De uitzonderlijke eigenschappen van glas zijn nog steeds door geen enkele kunststof geëvenaard. Het heeft een zeer grote lichtdoorlaat, is vormvast bij hoge en lage temperaturen, is krasvast, verouderd niet en vraagt als enig onderhoud regelmatig wassen. Nadelen zijn de breekbaarheid en het grote gewicht. Een ruit van 1 m² groot en 4 mm dik weegt 10 kg. Het glas dat altijd voor kassen en bakken in de glastuinbouw werd en wordt gebruikt, werd/wordt in principe op dezelfde wijze geproduceerd als vlakglas voor huizen, andere gebouwen of voor transportmiddelen, auto's, treinen, boten of vliegtuigen. In tegenstelling tot alle andere toepassingen wordt aan een onbelemmerd doorzicht in de tuinbouw veel minder waarde gehecht. Vlakglas werd en wordt in de fabriek hierop gesorteerd, waarbij de zogenaamde B- en C-keuze voor de tuinbouw was en is bestemd. Omdat planten zo sterk afhankelijk zijn van de hoeveelheid licht, dient de lichtdoorlaat wel maximaal te zijn. Helaas wordt door telers omwille van de prijs vaak met minder genoegen genomen. De omvang van de kasconstructie krijgt over het algemeen bij nieuwbouw veel meer aandacht dan het te gebruiken glas, terwijl al in de negentiende eeuw door deskundigen



Vroege toepassing van glas in de tuinbouw: glasklok en lantaarn, uit: C. Soetens, *De bron... voor alle standen*, II, Amsterdam 1841, repro no. AA 138776 NOM. Glasklokken en lantaarn zijn zeker vanaf de zeventiende eeuw gebruikt in de tuinbouw.

herhaaldelijk werd gewezen op het belang van de kwaliteit van het te gebruiken glas.³ Glas dat voor huizen of vervoermiddelen zoals koetsen en auto's ongeschikt was omdat er verontreinigingen of luchtblaasjes of storende trekstrepen in zaten, was goed genoeg voor de tuinbouw. Bovendien was het goedkoper en daardoor extra aantrekkelijk. Voor glasfabrikanten was de afzet van genoemde kwaliteit in de tuinbouw ondanks de lagere verkoopprijs toch lucratief. Zonder de spectaculaire ontwikkeling van de glastuinbouw in de negentiende en twintigste eeuw had de glastuinbouw in Nederland nooit zo sterk kunnen groeien. Nederland, een van de eerste grote tuinbouwlanden in Europa, is pas laat begonnen met commerciële glastuinbouw. Dat is minder verwonderlijk dan op het eerste gezicht lijkt. Nederland is namelijk nooit een groot glasproducerend land geweest. Het ontbrak hier aan de nodige grondstoffen. Vooral de enorme hoeveelheid hout die als brandstof nodig was voor het smelten van zand en de productie van potas was hier niet beschikbaar. Het meeste glas, vooral vensterglas, is daarom geïmporteerd vanuit de ons omringende landen. Engeland, Frankrijk en Duitsland, maar vooral België waren in de negentiende eeuw de grote glasproducenten. Als een land iets te exporteren heeft zal dat altijd zoveel mogelijk haar beste kwaliteit daarvoor gebruiken en vaak is dat ook het enige wat toegestaan is. Zo is het waarschijnlijk ook bij het vensterglas geweest. Het voor huizen en bijvoorbeeld koetsen onbruikbare glas kon in de glasfabriek wel als scherven worden hergebruikt, maar het is duidelijk dat een alternatieve toepassing tegen gereduceerde prijs, bijvoorbeeld voor de tuinbouw in de omgeving, veel aantrekkelijker was. In kassen voor wetenschappelijke doeleinden, bijvoorbeeld in botanische tuinen en bij vermogende planteliefhebbers, gebruikte men halverwege de zeventiende eeuw al glas, maar daar speelde geld meestal een minder grote rol. Het gebruik van glas en de voordelen voor plantengroei waren waarschijnlijk ook bij de commerciële telers wel bekend. In de negentiende eeuw was in landen waar veel vensterglas werd geproduceerd de stap naar gebruik van glas in de reguliere tuinbouw dan ook maar klein. De eigenaren van de in 1832 opgerichte glasfabriek in Birmingham, gebroeders Chance, vonden voor glas dat niet voldeed aan de behoefte van de Engelse huizenbezitter een aantrekkelijke markt voor de grote liefhebberskassen met veel glas die toen in Engeland werden gebouwd. Zij waren de bouwers van deze kassen daarom ook wel ter wille door speciaal voor dit doel aanzienlijk grotere ruiten te produceren dan tot die tijd mogelijk werd geacht.⁴ Het is een schoolvoorbeeld van ideale samenwerking tussen twee partijen, producent en afnemer, die voor beiden grote voordelen oplevert.

9.2.2 Glas: van parfumfles tot spiegelruit

Wat glas precies is kan niet eenvoudig worden beantwoord. Hiervoor worden vele verschillende definities gegeven. Het kan onder andere worden omschreven als een smeltproduct, dat opgebouwd is uit minerale grondstoffen waarvan het belangrijkste siliciumoxide is, dat zonder kristalliseren afkoelt tot een vaste stof. Fysisch kan glas worden gezien als een vaste vloeistof. Hieraan ontleent het haar glans en doorschijnend vermogen.⁵ Het woord glas is afgeleid van het Latijnse woord 'glesum' wat verwijst naar bovengenoemde eigenschappen.

Glas wordt al minstens 5000 jaar door mensen gemaakt en is daarmee de eerste kunststof. De eerste paar duizend jaar vond de productie op zeer primitieve wijze plaats en was het glas verre van volmaakt. Pas de laatste veertig jaar verloopt de productie bijna volledig gemechaniseerd en geautomatiseerd. Dit gebeurt volgens het floatglasprocedé, met perfect vlak glas als resultaat. Overigens werd glas al door mensen gebruikt voor bijvoorbeeld speerpunten en eenvoudige gereedschappen voordat men in staat was het zelf te maken. Het komt namelijk op verschillende plaatsen in de natuur voor; bijvoorbeeld als lavaglas, obsidiaan, in de lava van vulkaanuitbarstingen. De oudst bekende glazen voorwerpen die door mensen werden gemaakt zijn sieraden zoals kralen en eenvoudige parfumflesjes. Holle glazen voorwerpen zoals

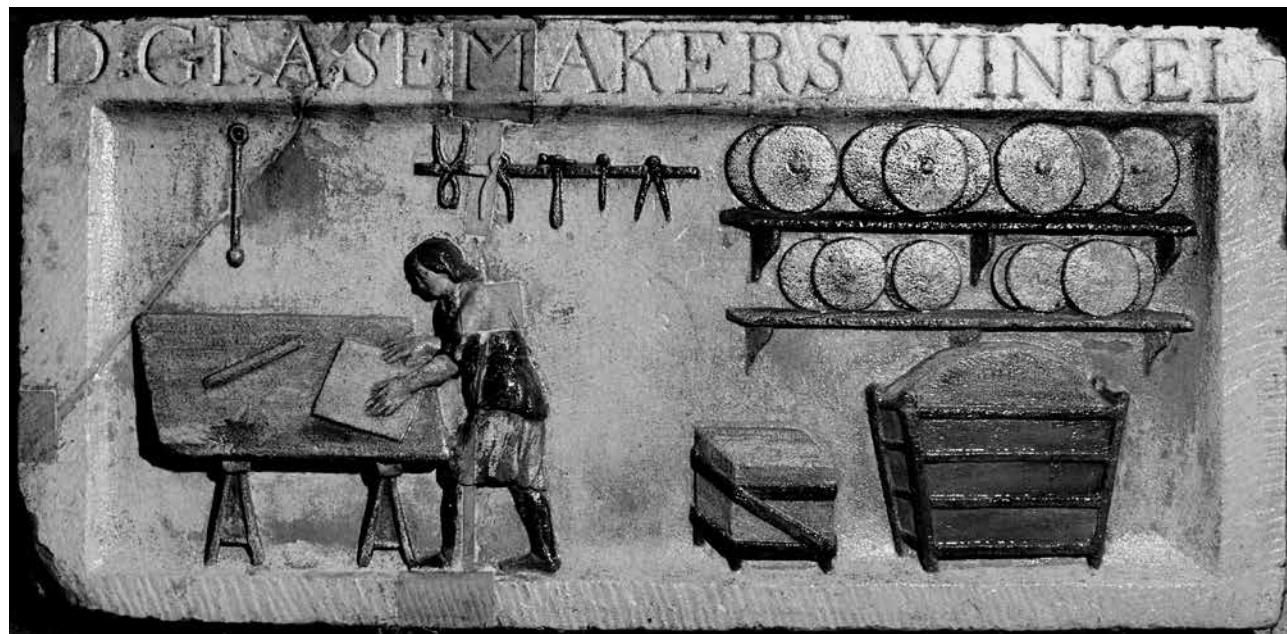
kleine flesjes of kruikjes verkreeg men door het hete, taai vloeibare glas om een vorm van kiezelhoudend klei te gieten. Een antieke glasoven was niet meer dan een eenvoudig afdakje met daarin een open vuur in een kuil waarboven een kleine smeltkroes van klei. Met de toen gebruikte brandstof, hout, dat tot aan het begin van de zeventiende eeuw is gebruikt, kon een niet voldoende hoge temperatuur worden bereikt om het glas in een keer voldoende vloeibaar te maken. Dat moest in etappes gedaan worden waarbij de eerste taai vloeibare smelt na afkoeling werd 'gefrut' (klein geslagen) en daarna opnieuw gesmolten. Het is duidelijk dat de op deze wijze verkregen voorwerpen zeer kostbaar waren en geen groot gewicht of omvang hadden. Om te komen tot de massaproducten van nu, het floatglas waar ook de tuinbouw vandaag de dag tegen geringe kosten over kan beschikken, moest nog een lange weg begaan worden.

9.2.3 Grondstoffen

De grondstoffen voor de glasbereiding zijn in de loop der eeuwen nauwelijks gewijzigd. Ze bestaan nog steeds hoofdzakelijk uit zand en een middel om het smeltpunt van zand te verlagen en kalk. Hieraan voegt men glasscherven toe om het smeltproces te bevorderen en energie te besparen.

Langdurig is kwarts gebruikt als basismateriaal. Dit werd als zwerfblokken of kiezelstenen verzameld waarna het werd uitgedroogd en tot zandkorrels vermalen. Pas sinds een paar eeuwen kan men beschikken over grote hoeveelheden in de natuur gevonden geschikt zand zoals het zilverzand in de Belgische Kempen. Om kwarts of zand te kunnen smelten moet het smeltpunt eerst aanzienlijk worden verlaagd wat zeer lang een lastig en duur probleem is geweest. Achtereenvolgens is daar natuursoda, potas, glauberzout en ten slotte chemisch bereide soda voor gebruikt. Potas verkreeg men door het verbranden van beuken- of eikenhout, door de as daarvan uit te logen en daarna in te dampen. De resterende bruine zoutmassa bevatte een hoog gehalte aan kaliumcarbonaat (K_2CO_3), de zogenaamde potas, maar ook vele verontreinigingen. Voor de bereiding van potas was onnoemelijk veel brandstof nodig. Om $0,43 \text{ m}^3$ potas te maken was ongeveer 1000 m^3 hout nodig wat ongeveer dubbel zoveel was als het benodigde hout om het mengsel te smelten. Tsaar Peter de Grote die door de ontbossing de scheepsbouw in Rusland in gevaar zag komen, verbood radicaal de productie van glas. In Engeland werd door Jacobus om dezelfde reden het gebruik van hout voor de glasproductie verboden.⁶ Hierdoor was men in Engeland na 1615 genoodzaakt over te schakelen op kolen. Halverwege de zeventiende eeuw volgde het continent, waaronder België, waar in de omgeving van Charleroi geschikte steenkool kon

worden gedolven. Voor de bereiding van potas werden andere planten verbrand, vaak varens of zeewier. Het gebruik van kolen bleek een groot voordeel door het bereiken van een hogere oventemperatuur en de continue aanvoer vanuit één plaats, waardoor de glashutten zich niet meer regelmatig hoefden te verplaatsen. Het was een belangrijke stap naar massaproductie. In het mengsel waarmee glas wordt gemaakt is ongeveer 20% smeltmiddel zoals potas nodig. Er werd voortdurend gezocht naar alternatieven. Een eerste vervanger voor potas kwam omstreeks 1650 in de vorm van glauberzout. Rudolf Glauber ontdekte een productiemethode voor het naar hem vernoemd zout (natriumsulfaat: Na_2SO_4). Dit was oorspronkelijk bedoeld voor medicinale toepassing en was duur om te maken. Toch werd het, zelfs tot in de negentiende eeuw, in een aantal glasfabrieken in Europa gebruikt. Er bleef echter behoefte aan een goedkope vervanger. Er werd in 1700 zelfs een beloning uitgelooft voor diegene die er als eerste in slaagde een chemische bereidingswijze voor soda te vinden. In 1790 ontwikkelde de Franse arts Le Blanc de eerste kunstsoda. Door politieke verwikkelingen tijdens de Franse Revolutie en de dure productiewijze is dit product nooit een groot succes geworden. Omdat er geen goedkopere bereidingswijze was en er met de Le Blanc-soda zuiver helder glas kon worden gemaakt, waren er in Europa toch enkele glasfabrieken die hun benodigde soda zelf maakten volgens deze methode.



Amsterdam, achttiende-eeuwse gevelsteen van D'GLASEMAKERS WINKEL, herplaatst naar Sint Antoniesbreestraat 140, foto Han van Gool 1980, Bureau Monumenten & Archeologie Gemeente Amsterdam. De glazenmaker is in zijn werkplaats aan het werk. Op de achtergrond zijn gereedschappen en materialen (glasschijven) weergegeven.

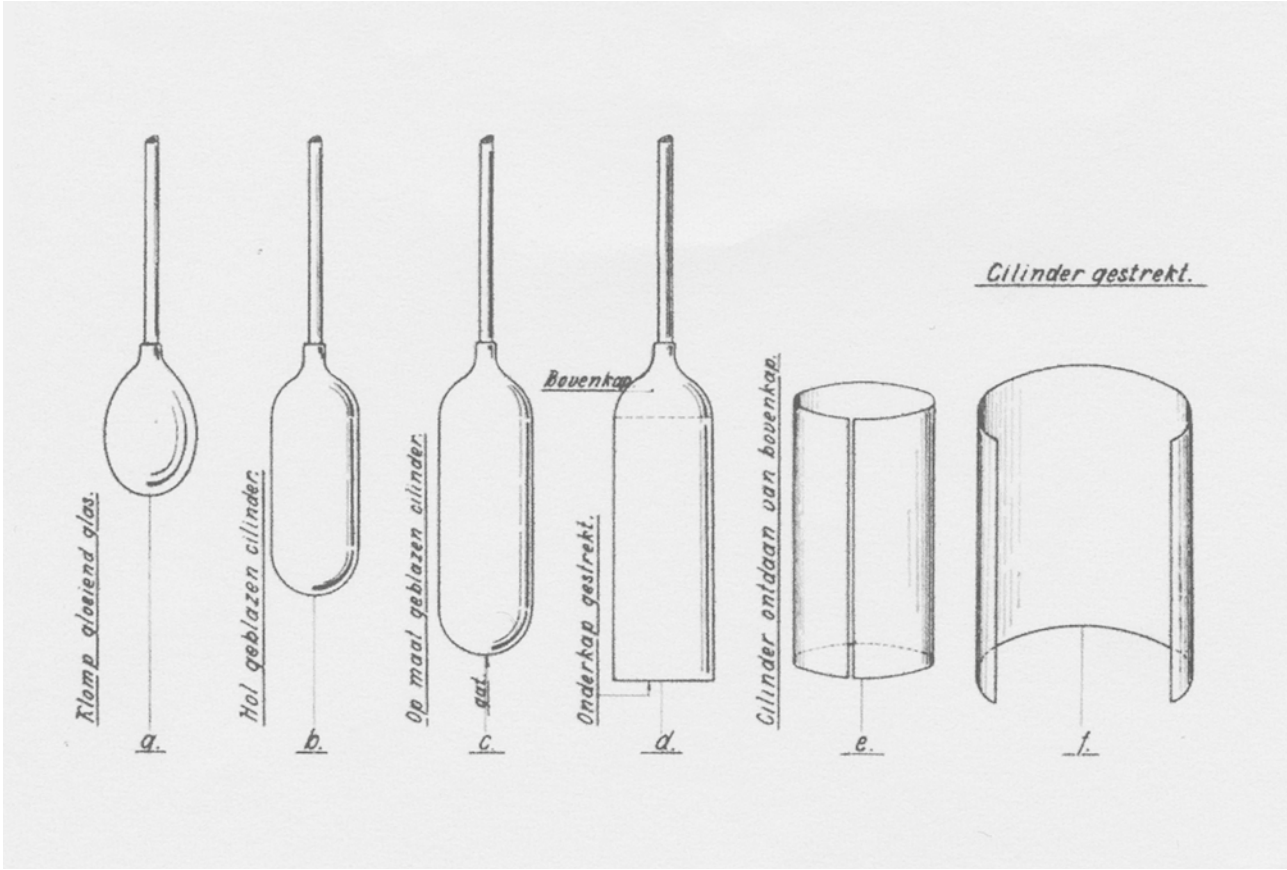


Maassluis, het aanbrengen van een lading grondstoffen in de glasoven van de Eerste Hollandsche Vensterglasfabriek Maassluis, Collectie Gemeente Museum Maassluis.

Zo ook de grote glasfabriek van Chance Brothers in Engeland.⁷ In 1885 ontwikkelde Ernest Solvay met succes een methode om goedkoop grote hoeveelheden soda te produceren. Deze productiewijze, die nog steeds wordt toegepast, was weer een grote stap naar goedkope massaproductie van glas. Om glas voldoende stabiel te maken wordt ongeveer 15% kalk toegevoegd, in Nederland in de vorm van dolomiet. Door het toevoegen van glasscherven aan het gemeng wordt het smeltproces gunstig beïnvloed. De scherven geleiden de warmte beter het gemeng in. Het is bovendien een onderdeel dat gemakkelijker smelt dan zand en zodoende een belangrijke energiebesparing oplevert.⁸ De scherven dienen schoon te zijn en het liefst uit dezelfde glasfabriek. In een moderne glasfabriek worden voor een m² glas van 4 mm dik en 10 kg ongeveer 8 kg gemeng en 3,6 kg scherven gebruikt. Het overgewicht van 1,6 kg verlaat tijdens het smeltproces als gas de oven. Aan bovenstaand mengsel van zand, soda, kalk en glasscherven worden nog kleine hoeveelheden andere stoffen toegevoegd om het glas bepaalde gewenste eigenschappen te geven. De mate van zuiverheid van alle gebruikte grondstoffen bepaalt voor een groot deel de kwaliteit van het geproduceerde glas.

9.2.4 Vlakglasproductie vóór de achttiende eeuw

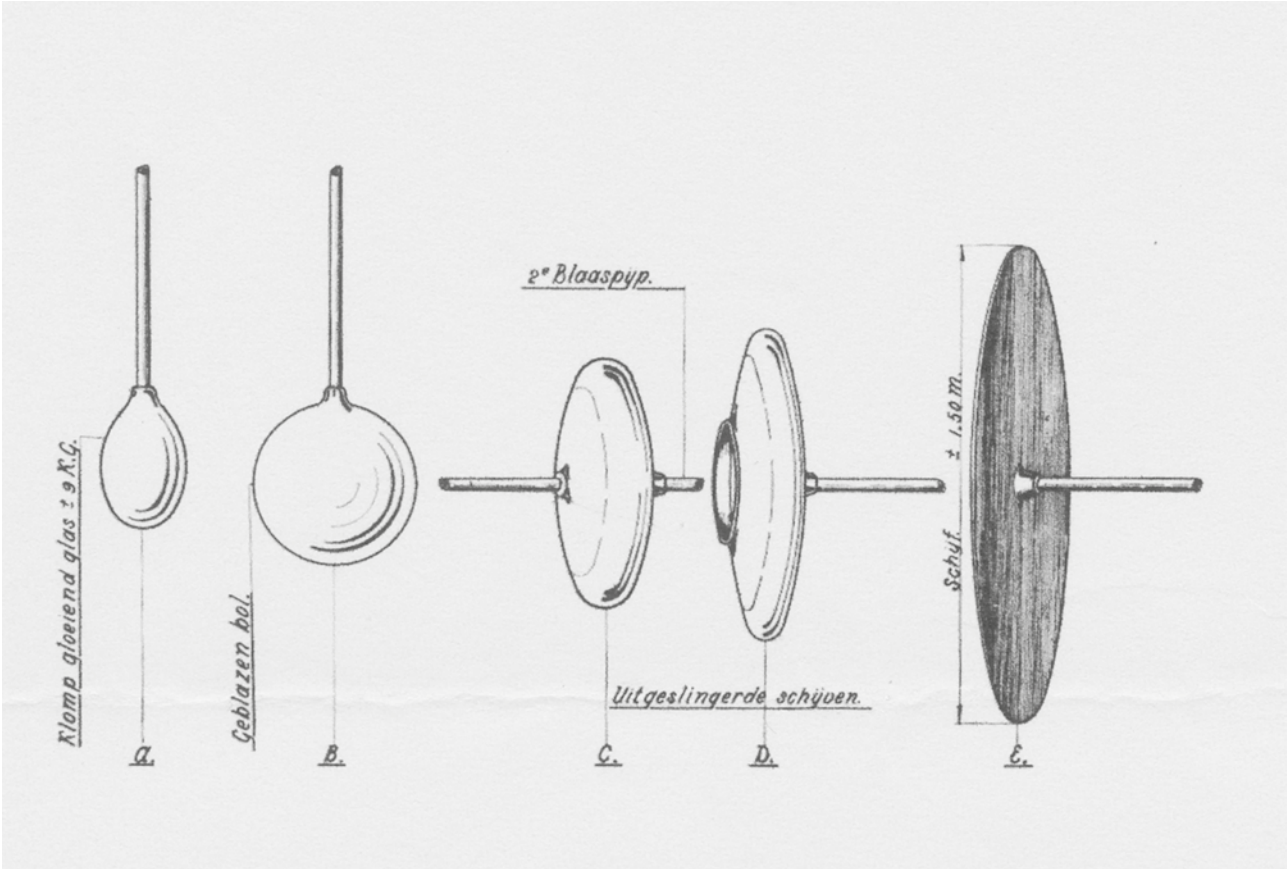
De vroegste productie van vlakglas, zowel voor afsluiting van ramen in woonhuizen als voor spiegels, vond plaats rond het begin van onze jaartelling. De Romeinen waren de eersten die glas als beglazing gebruikten in hun paleizen, villa's en badhuizen. Het gebruik van kleine ronde glazen spiegels was waarschijnlijk van nog vroegere datum. In Pompeï, maar ook in Noord-Europa zijn fragmenten van glasramen gevonden. Dat glas was groenachtig en had een ruw oppervlak. Het was daardoor wel doorschijnend maar niet doorzichtig.⁹ Waarschijnlijk was het verkregen door taai vloeibaar glas te gieten op een vlakke ondergrond van hout of steen bestrooid met zand en daarna met tangen verder uitgetrokken, wat kan worden afgeleid uit verschillende sporen op het gevonden glas. Met deze methode was het mogelijk om vrij grote ruiten te maken. Het gebruik van vensterglas in woningen is in de eerste paar eeuwen van onze jaartelling zeker, maar na de vierde eeuw slechts hypothetisch. Tijdens de woelige periode van de grote volksverhuizing ging veel van de kennis en vaardigheden verloren; gelukkig bleef zij voor een deel in Benedictijner kloosters bewaard. Pas rond de twaalfde eeuw werd de productie van glas weer op



Vervaardiging van kroon- of schijfenglas met de cilindermethode, uit: H.L. Trossèl, Glas en Marmer, Utrecht 1950.

grotere schaal door burgers ter hand genomen. De productie van vlak glas, dat tot in de twintigste eeuw handwerk bleef, kende in de loop van tijd vier technieken: de schijven-, de maan of kroonglas-, de cylinder- en de gietmethode. De eenvoudigste, maar ook de minst efficiënte methode om vlakglas te maken was de schijvenmethode. Met een ijzeren stang werd een klomp gesmolten glas uit de smeltkom genomen en zeer snel om de lengteas van de stang rondgedraaid. Door de middelpuntvliedende kracht werd het glas uitgeslingerd tot een min of meer vlak glasplaatje. De diameter van de glasschijf was variabel, maar bedroeg meestal niet meer dan 15 cm. In 1330 wordt in Frankrijk een blaasmethode ontwikkeld om grotere vlakke schijven te maken, het zogenaamde maan- of kroonglas. Bij deze techniek, die ook wel uitslingermethode wordt genoemd, werd met een blaaspijp uit de smeltpot een hoeveelheid hete en stroperige glasmassa genomen van soms wel 8 tot 9 kg. Door snel draaien en regelmatig blazen werd de glasbol enigszins afgeplat tot een holle schijf. Vervolgens werd aan de andere zijde een staaf, het zogenaamde pontilijzer, bevestigd, waarna men de blaaspijp liet afspringen. Door snel ronddraaien van het pontilijzer en tegelijkertijd met een houten spatel de opening te bewerken

werd een min of meer vlakke glasschijf verkregen. Het hiermee verkregen glas was aan het uiteinde aanzienlijk dunner dan in het midden. Op deze wijze kon men ten slotte glasschijven maken met een middellijn van wel 90 cm. Tot eind achttiende eeuw is dit in Europa de belangrijkste manier voor het maken van vensterglas gebleven. In Engeland zelfs nog langer omdat hiermee zeer dun en dus licht glas kon worden gemaakt dat goedkoper was voor de belasting. Bovendien had dit glas een glanzend, door vuur gepolijst oppervlak, waardoor het extra gewild was. Uit de verkregen glasschijf werden rechthoekige of ruitvormige glasplaatjes gesneden. De ruitvorm was het meest efficiënt voor gebruik van het beschikbare glas en daarom meest gebruikelijk, zozeer zelfs dat de naam van deze vorm synoniem geworden is voor een glasplaat. Met deze relatief kleine plaatjes werd met behulp van lood een grote vensterruit gemaakt. Afgezien van het dikke midden, het bull-eye of Butzen, dat hooguit in kelders en boerenschuren kon worden gebruikt, viel er ook aan de randen van de schijf veel onbruikbaar glas af dat opnieuw werd gebruikt in de smeltpotten. Het op deze wijze geproduceerde glas, dat tot begin negentiende eeuw in oranje- en rood was maar ook met behulp van lood voor glasklokken en glasramen is gebruikt, kan



Vervaardiging van vensterglas met behulp van de uitslingermethode, uit: H.L. Trossèl, Glas en Marmer, Utrecht 1950.

Glasblazers bezig met het blazen van glascilinders in de Eerste Hollandse Vensterglasfabriek te Maassluis, pastel van Johan Coenraad Herman Heijenbrock, foto PR.19425 Nederlands Openluchtmuseum, Arnhem. De pastel is hoogst waarschijnlijk tijdens de Eerste Wereldoorlog gemaakt.



men herkennen door de heldere glans en de ongelijke dikte. Bovendien hebben de afzonderlijke ruiten meestal een afmeting van niet meer dan 20 cm. De Duitse Benedictijner monnik Theophilus gaf in zijn uit de elfde en twaalfde eeuw daterend handschrift 'Diversarum Artium Schedula' reeds een beschrijving van een methode om vlakglas te maken door met een blaaspijp holle glazen cilinders te blazen. Sommige auteurs beweren zelfs dat de Romeinen deze zogenaamde cilindermethode al gebruikten. Laatstgenoemde methode werd in Venetië in de vijftiende eeuw gebruikt voor het maken van spiegels. In de zestiende eeuw werd die vanuit Venetië in Frankrijk geïmporteerd en daar verder ontwikkeld. In Lotharingen en de Vogezen was tot eind zeventiende eeuw de productie van vensterglas volgens deze methode geconcentreerd. Ondanks dat hiermee aanzienlijk grotere ruiten konden worden gemaakt dan met de uitslingermethode werd dit voor het eind van de achttiende eeuw in Europa maar op weinig plaatsen toegepast. De productiewijze was namelijk moeilijk en daarom werk voor specialisten. Het eiste bovendien veel aanpassingen in de fabriek, waarbij vooral de kostbare ovenaanpassingen een struikelblok vormden. Ook bij de cilindermethode werd met de blaaspijp een klomp gloeiend glas uit de smeltpot genomen. Boven de hete glasmasa waren openingen in de ovenwand waar doorheen de 'aanvanger' met een lange blaaspijp een grote klomp heet glas uit de stroperige massa haalde. Hiervoor moest hij de blaaspijp meerdere malen indopen voordat hij exact de benodigde hoeveelheid glas had, waarbij hij er voor moest zorgen

zo weinig mogelijk verontreinigingen mee te nemen. De aanvanger was verantwoordelijk voor een zo klein mogelijk percentage C-keuze, dat alleen geschikt was voor kassen.¹⁰ Daarna werd de pijp doorgegeven aan de 'steller' die er een gelijkmatige bol van maakte. Ten slotte maakte de glasblazer door slingeren en blazen inclusief regelmatig opwarmen in ongeveer vijf minuten een lange cilinder van 1,5 m lang en een omtrek van 1,2 m met een glasdikte van ongeveer 3 mm. Na afkoeling werden de onder- en bovenzijden eraf gehaald en werd de cilinder in de lengte open gesneden. Na opnieuw opwarmen werd de cilinder in een speciale oven tot een vlakke plaat uitgestrekt en langzaam afgekoeld.

9.2.5 Vlakglasproductie in de achttiende eeuw

In de tweede helft van de achttiende eeuw werd laatstgenoemde productiemethode aanzienlijk verbeterd door de introductie van een eenvoudig uitgeholde houten vorm. Men kon daarmee langere cilinders maken met een kleinere doorsnede waardoor bij verwijdering van de uiteinden minder verlies optrad.¹¹ De zo verkregen langere glasschijven vonden gretig aftrek in de huizenbouw. Aan het eind van de achttiende eeuw werd deze methode overal, behalve in Engeland, ingevoerd voor de productie van vensterglas. Vanaf het begin van de negentiende eeuw tot ongeveer 1920 is dit in Europa de enige methode gebleven om vensterglas te maken. Deze manier van glas produceren is van zeer grote betekenis geweest, niet alleen voor de



Maassluis, foto een groep glasblazers in de Eerste Hollandse Vensterglasfabriek Maassluis die bezig zijn om de afgekoelde glascilinders open te snijden met een aan een lange stok bevestigde diamant, foto ca. 1920, maker onbekend, Collectie Gemeente Museum Maassluis.

architectuur van gebouwen die door het beschikbaar komen van grotere ruiten voor nieuwe uitdagingen kwam te staan maar ook voor de glastuinbouw omdat grotere ruiten minder constructie behoeften en daardoor goedkoper konden worden toegepast. In 1832 heeft Robert Lucas Chance deze methode vanuit Frankrijk in Engeland geïmporteerd. Hij heeft daarbij tegelijkertijd een aantal spectaculaire veranderingen bij de productie doorgevoerd die grote gevolgen zouden hebben voor de latere massaproductie en voor de toepassing van glas in de tuinbouw. Hij was de eerste die gas als brandstof gebruikte en zelf een grote fabriek stichtte voor sodaproductie volgens de methode Le Blanc.¹² Hij maakte de smeltpotten aanzienlijk groter dan tot dan gebruikelijk was en gebruikte voor het noodzakelijk opwarmen van de cilinders tijdens het blaasproces afzonderlijke gasgestookte ovens. Door het gebruik van gas en grotere smeltpotten bij Chance Brothers was een belangrijke stap gezet op de weg naar de nog grotere gasgestookte bassinovens die noodzakelijk waren voordat continue massaproductie mogelijk was. Naast nog een aantal andere eenvoudige technische aanpassingen vond een strakke arbeidsverdeling plaats en als eerste glasfabriek zelfs een continue 24-uursproductie. Allemaal zeer revolutionaire veranderingen in de glasindustrie die al direct leidden tot aanzienlijk goedkoper vensterglas. Zonder genoemde aanpassingen had de fabriek van Chance Brothers in 1850 nooit de ongelooflijke prestatie kunnen verrichten om in ongeveer 6 maanden 90.000 m² glas, een derde van de totale jaarproductie van vensterglas in Engeland, extra te produceren voor Crystal Palace buiten hun normale glasproductie. Alleen voor

het dak waren al 270.000 uniforme ruiten nodig van exact 124 x 24,5 cm. Ongeveer 6 cm langer dan ooit daarvoor waren gemaakt. En...allemaal met de mond geblazen! Mede door dit opvallende succes zijn vele van de genoemde aanpassingen in de glasproductie spoedig overgenomen door andere glasfabrieken op het continent. Ondanks de vele aanpassingen die het werk van de glasblazer verlichtten bleef het blazen van steeds grotere glascilinders buitensporig zwaar werk. Door de vraag naar steeds grotere ruiten werden namelijk ook de glasklomp en de cilinder steeds groter en zwaarder. Alleen de blaaspijp woog al 10 kg en de glashoeveelheid nog eens 10 tot 12 kg. Om het blazen te vergemakkelijken en grotere cilinders te verkrijgen heeft men wel geprobeerd de blaaspijpen te voorzien van samengeperste lucht, maar dat is nooit een succes geworden. Het is bijna onvoorstelbaar dat tot en met de Eerste Wereldoorlog bijna alle vensterglas, ook de vele miljoenen m² tuindersglas, inclusief de zogenaamde éénruiters, op deze wijze met de mond geblazen is. Het met de mond geblazen cilinderglas is te herkennen aan de bolle en holle kant als residu van de uitgevlakte cilinder. Ook de glasdikte is meestal niet uniform. Het zogenaamde tuindersglas of C-keus bevatte bovendien vaak meerdere ingesloten luchtbelletjes. Pas aan het eind van negentiende eeuw vonden de eerste ontwikkelingen plaats naar fabrieksmatige productie. In 1903 lukte het de Amerikaan John H. Lubbers een machine te construeren waarmee geblazen cilinders konden worden getrokken van 10-12 m lengte en een diameter van 50 cm.¹³ Het was echter nog steeds geen

continu proces. Het glas was ook verre van volmaakt. Het had veel trekgolven en bovendien moest de cilinder in hanteerbare stukken worden gesneden en verder op dezelfde wijze worden verwerkt als handmatig gemaakte cilinders. In 1905 leek deze methode toch een serieuze concurrent voor de handgeblazen cilindermethode. Er waren weliswaar meer, maar minder geschoolde arbeiders nodig. In Amerika werden op verschillende plaatsen trekmachines volgen Lubbers geïnstalleerd. In 1920 waren daar nog 329 van deze machines in gebruik. In 1910 werd ook in Engeland bij Pilkington Brothers een dergelijke machine geïnstalleerd die zelfs in 1933 nog in bedrijf was. In 1867 slaagde Frederick Siemens er als eerste in om met een vol continu werkende gasgestookte bassinoven glas te smelten. Deze bassinovens hadden een veel grotere capaciteit dan de losse smeltpotten en gingen veel efficiënter met energie om, waardoor zij geschikt waren voor goedkope continue productie van glas. Ze waren echter veel duurder. Was het tot die tijd mogelijk om met ongeveer f 1500 een glashut op te zetten, een moderne glasfabriek met bassinoven vroeg aan het eind van de negentiende eeuw vele tienduizenden guldens. Hierdoor waren de glasfabrieken genoodzaakt de krachten te bundelen en verdwenen in korte tijd vele kleine glasproducenten.

Afgezien van de paar trekmachines volgens Lubbers bleef het maken van vensterglas nog steeds puur handwerk. Het direct uit de oven vlak vensterglas trekken werd uitputtend onderzocht. De meeste experimenten mislukten omdat bij het omhoog trekken het glaslint al snel vervormde tot een driehoek om daarna te eindigen als één dikke glasdraad. Uiteindelijk werden in het begin van de twintigste eeuw drie bruikbare methoden ontwikkeld die ongeveer 60 jaar naast elkaar zijn gebruikt voordat ze allen vervangen werden door het zogenaamde floatglasproces.

9.2.6 Machinale productie

In 1901 slaagde de Belg Emile Gobbe er als eerste in vervorming van het vlakke glaslint te voorkomen. Met de Belgische glasfabrikant Emile Fourcalt werkte hij deze techniek verder uit. Hierdoor kon in 1914 in België de eerste fabriek ter wereld in bedrijf worden gesteld waar machinaal vlak glas werd getrokken. Het uitgangspunt bij het Fourcalt-systeem berustte op het werken met een vuurvaste stenen balk, de zogenoemde debiteuse, die op het vloeibare glas dreef. Het glaslint behield zijn constante breedte doordat de zijanten van de debiteuse koeler waren dan het midden waardoor het glas aan de randen sneller stijf werd. Vlak boven de debiteuse bevonden zich twee koelers die zorgden dat het hele glaslint verstijfde.

Tussen met asbest beklede rollen werd het glaslint in een 7 m hoge schacht omhoog getrokken en geleidelijk afgekoeld. Het op deze wijze geproduceerde glas was aanzienlijk goedkoper dan het tot dan geblazen glas maar het bevatte veel hinderlijke trekstrepen. Veel op deze manier geproduceerd glas was daarom ongeschikt voor de huizenbouw, maar in de glastuinbouw goed te gebruiken.

In opdracht van de autofabrikant Henry Ford ontwikkelden ingenieurs van Pittsburg Plate Glass Society een aangepaste trekmethode. Ook hierbij werd gebruik gemaakt van een debiteuse, die echter niet op, maar ongeveer 10 cm onder het glasoppervlak was bevestigd. Er werden als het ware twee dunne glasvellen langs de debiteuse omhoog getrokken die zich daarboven tot een glaslint verenigden. De constante breedte werd verkregen door twee gekoelde boordwalsjes aan beide randen die zorgden dat het glas daar snel verstijfde. Door 35 paar met asbest beklede rollen werd het glaslint in een 18 m hoge koelschacht omhoog getrokken en langzaam afgekoeld. Het hierbij geproduceerde glas was daardoor vrij van interne spanningen. Doordat het glaslint bij deze methode niet in aanraking kwam met de debiteuse werd het daardoor niet beschadigd. De trekgolven waren aldus minder ernstig, maar geheel te voorkomen waren ze ook hierbij niet. Het Pittsburg-systeem werd na 1930 de meest gangbare methode om vensterglas te produceren en wordt nu nog in enkele landen onder andere in Oost-Europa toegepast. De vlakglasfabriek van Glaverbel in Tiel, destijds 'Machinale Glasfabriek De Maas N.V.', produceerde van 1963 tot 1981 volgens dit systeem.

In dezelfde tijd dat in België de eerste fabriek werd gebouwd om mechanisch vlak glas te produceren volgens het systeem van Fourcalt ontwikkelde de Amerikaan Colburn een horizontale trekmethode. Deze techniek werd door de partners Libbey en Owens geperfectioneerd en in productie genomen. Ook hierbij werd het glas omhoog uit het glasbad getrokken. Evenals bij het Pittsburg-systeem werden de boorden gekoeld door rolletjes, die tevens de breedte van de glasband bepalen. Na ongeveer 75 cm werd de glasband omgebogen over een gekoelde stalen rol en dan in horizontale richting over met asbest beklede rollen in een koeloven van 60 m langzaam afgekoeld. Deze lange oven gaf het glas de gelegenheid langzaam af te koelen, zodat het geproduceerde glas absoluut vrij van interne spanningen was.

In de VS werd in 1915 de eerste fabriek geopend die volgens dit procedé glas produceerde, gevolgd door België in 1923. Het hier onder de naam Libbey-Owens-België (LOB) geproduceerde tuindersglas had bij kwekers een bijzonder goede naam vanwege de uitstekende kwaliteit zoals uniforme dikte en grote sterkte. Hoewel meestal niet erg storend, was ook dit glas niet geheel vrij van trekgolven.¹⁴

9.2.7 Gegoten glas

Tot in de twintigste eeuw werd vensterglas ambachtelijk gemaakt waardoor onvolmaaktheden niet waren te voorkomen en bovendien waren ruiten tot de negentiende eeuw relatief klein. Voor spiegels en ramen van koetsen was dit glas door het verstorende doorzicht ongeschikt. Omstreeks 1688 ontwikkelde de Fransman Nehou een methode om vlak glas met perfecte lichtdoorlaat, zonder vertekening, zogenaamd spiegelglas, te maken. Daarvoor werd vloeibaar glas uitgegoten op een metalen plaat, met een rol vlak gemaakt en daarna langzaam afgekoeld. Dit glas was in dat stadium onbruikbaar als vensterglas. Daar was het echter ook niet voor bedoeld. Het was erg dik en door ongelijke afkoeling aan een zijde bedekt met vele kleine scheurtjes. Na aan weerszijde enkele mm af te slijpen kreeg men perfect maar zeer duur spiegelglas. Vanaf dat moment had men dus naast elkaar helder vensterglas met meerdere zichtbare onvolkomenheden en zeer helder spiegelglas met volkomen onbelemmerd doorzicht. Deze situatie is blijven bestaan tot de tweede helft van de twintigste eeuw toen floatglas werd geïntroduceerd.

In 1847 lukte het de Engelsman Hartley om door glas uit te gieten op een ongelijke metalen ondergrond goedkoop en goed vensterglas te gieten zonder scheurtjes met een dikte van slechts 4 à 5 mm. Dat glas was weliswaar ondoorzichtig, maar wel goed lichtdoorlatend en daardoor uitstekend geschikt voor kassen. De ruiten op deze wijze geproduceerd waren aanzienlijk groter dan van geblazen glas en vroegen daarom minder glasroeden. Robert Chance, de innovatieve glasfabrikant, heeft in 1890 ook het procedé van Hartley aanzienlijk verbeterd door het glas te vormen tussen gegraveerde walsen. Deze manier, weliswaar op onderdelen verbeterd, wordt heden ten dage nog toegepast.

Wanneer nu nog over gegoten glas wordt gesproken, bedoelt men een van de vele soorten figuurglas die niet doorzichtig zijn doordat minstens een van de oppervlakten niet glad is. Bepaalde patronen noemt men in de tuinbouw ook wel gehamerd glas. Andere patronen hebben door fabriek of handelaar gegeven fantasievolle merknamen. De naam gegoten glas is eigenlijk verouderd, want de fabricage verloopt nu volledig gemechaniseerd en geautomatiseerd en is vol continu.

De huidige productie van figuurglas gebeurt met dezelfde type ovens als waar andere soorten glas mee worden gemaakt, zij het meestal kleiner. Het hete glas wordt bij ongeveer 1500°C vanuit de oven tussen twee met water gekoelde rollen gevoerd. Een van de rollen (soms beide) is voorzien van een decoratief patroon dat in het glas wordt gedrukt. Tussen de walsen koelt het glas af tot ongeveer 700°C. In een lange tunnel



Utrecht, De oude Hortus Botanicus, figuurglas in de Collectiekas, foto B.H.J.N. Kooij 2006, Collectie RCE.

koelt het daarna verder langzaam af zodat er geen interne spanningen in het glas kunnen ontstaan. Door wisseling van de rollen kan elk gewenst patroon aan het glas worden gegeven. De lichtdoorlaat van dit glas is diffuus wat vaak als een voordeel wordt gezien.

9.2.8 Floatglas

De laatste revolutionaire ontwikkeling die de hele vlakglasindustrie radicaal zou veranderen is het door de firma Pilkington in Engeland ontwikkelde en in 1959 voor het eerst in productie genomen zogenaamde floatproces. De ontwikkeling daarvan was bedoeld om het omslachtige en dure proces om spiegelglas te maken door het aan twee zijden slijpen van ruw glas te vervangen. Dat bleek zo effectief en relatief goedkoop dat het ook alle methoden om vensterglas te maken, zelfs voor gebruik in de tuinbouw, in korte tijd ouderwets heeft gemaakt. Ombouw van een vlakglasfabriek naar de productie van floatglas vroeg echter een zeer hoge investering door de licentierechten, de uitgebreidere en geavanceerdere techniek die nodig was, het hogere vereiste kennisniveau van de medewerkers en de grote hoeveelheid benodigd tin. Investeringskosten die niet door alle glasfabrieken konden worden opgebracht. Oude fabrieken, vooral in ontwikkelingslanden en Oost-Europa, bleven daarom noodgedwongen getrokken glas produceren dat sterk concurrerend op de Nederlandse markt werd gebracht. Dit glas had vaak een tot twee procent hogere lichtdoorlaat dan floatglas en was daardoor extra aantrekkelijk voor de glastuinbouw. Hierdoor zijn nog tot ongeveer het jaar 2000 getrokken- en floatglas naast elkaar bij de bouw van kassen gebruikt.

Getrokken glas was door ongelijke dikte en onnauwkeurige maatvoering echter soms breukgevoeliger dan floatglas, zodat kassenbeglazers en verzekeringsmaatschappij een sterke voorkeur hadden voor floatglas.

9.2.9 Glasfabrieken

Nederland is vanwege het gebrek aan grond- en brandstof nooit een geschikt land geweest om glas te produceren. Daarom werd het grootste deel van de glasbehoefte uit de omringende landen betrokken. Al vanaf de middeleeuwen was Nederland een houtimporterend land. Er was hier namelijk enorm veel hout nodig om een handelsvloot op te bouwen en te onderhouden. Indien nodig konden er wel houtas en glasscherven worden gekocht voor de glasproductie, en eventueel zelfs uit de ons omringende landen worden geïmporteerd, maar die producten waren duur en niet in grote hoeveelheden verkrijgbaar. Deze materialen werden op veel plaatsen door arme bevolking bij woonhuizen verzameld.¹⁵

In Nederland is in 1581 in Middelburg de eerste glashut gebouwd. In 's-Hertogenbosch schijnt men ook al in 1614 de productie van 'venster ende huysglas' begonnen te zijn. Sindsdien hebben ruim veertig plaatsen een of meer glashutten in of direct buiten de bebouwde kom gehad. Van de vijftig glasmakerijen die in de loop van tijd in die plaatsen waren gesticht waren er in 1800 nog slechts vijf in bedrijf. In de oude glashutten werd meestal dat glaswerk gemaakt waaraan ter plaatse grote behoefte was. Het was tot in de negentiende eeuw heel gewoon om ergens tijdelijk een glasoventje te bouwen en dan verder te trekken als in de plaatselijke behoefte was voorzien. Meestal maakte men alle soorten glaswerk waaronder ook vensterglas. De glasblazers die het vak al jong geleerd hadden, waren behendig genoeg om naast flessen ook vensterglas te blazen volgens de maan- of kroonmethode. De glashut hoefde daar niet voor te worden aangepast. Speciale vensterglasfabrieken ontstonden pas nadat men begonnen was om met de cilindermethode vensterglas te maken waarvoor speciale ovens moesten worden gebouwd en glasblazers nodig waren met ervaring in deze methode. De productie van perfect spiegelglas gebeurde zoals gezegd vanaf 1688 in gespecialiseerde fabrieken door glas te gieten en daarna te polijsten, maar is voor de negentiende eeuw in Nederland nooit toegepast.

Aangetrokken door de welhaast onuitputtelijke hoeveelheid aanwezige turf als brandstof, zijn omstreeks 1840 in Nieuw Buinen twee glasfabrieken gesticht. Geen van beiden hebben echter ooit vensterglas gemaakt. De fabriek van A.J. Bakker, voorheen Thönes glasfabriek, is voor de tuinbouw nog wel van enige



Advertentie voor trekklokken van de Glasfabriek A.J. Bakker te Nieuw-Buinen, uit: *Floralia*, no. 1 (5 januari 1912).

betekenis geweest omdat daar rond 1912 de bekende glasklokken werden gemaakt. Van 1722 tot 1800 heeft er in Dordrecht een venster- en spiegelglasfabriek gestaan. Het is onwaarschijnlijk dat daar glas voor de tuinbouw is gemaakt. In 1838 werd er in Zwijndrecht een heuse vensterglasfabriek gesticht waarvoor in België vakbekwame glasblazers werden geronseld. In 1841 kwam de productie op gang, maar in 1850 moest die al weer worden gestaakt. Hieronder worden fabrieken, gesticht in de twintigste eeuw, besproken die zeer belangrijk zijn geweest voor de Nederlandse tuinbouw.

9.2.10 Maassluis

In 1911 is in Maassluis de 'Eerste Hollandsche Vensterglasfabriek' gestart die ruim tien jaar heeft bestaan, maar toen ook door de concurrentie met België heeft moeten sluiten.¹⁶ Deze fabriek is voor de Nederlandse glastuinbouw, vooral in het Westland, van bijzonder grote betekenis geweest. Zonder deze fabriek had de tuinbouw er waarschijnlijk nu heel anders uitgezien. Er werd zeer veel glas, vooral de eenruit, later éénruiter genoemd, gemaakt; het heeft ervoor gezorgd dat de glastuinbouw, speciaal de groenteteelt onder glas, tijdens de Eerste Wereldoorlog sterk kon uitbreiden. De fabriek werd gebouwd op een terrein vlak naast het station van Maassluis in de directe nabijheid van de Nieuwe Waterweg. Aanvoer van grondstoffen en eventuele afvoer van glas waren daardoor erg gemakkelijk. In Maassluis waren geen vaklieden aanwezig en daarom moesten glasarbeiders, vooral glasblazers, uit België worden aangetrokken. Het hart van het bedrijf bestond uit een reusachtige



Maassluis, foto van het exterieur van de Eerste Hollandsche Vensterglasfabriek Maassluis, foto ca. 1920, maker onbekend, Collectie Gemeente Museum Maassluis. Rechts op de foto staat nog een oude watertoren.



Maassluis, glasblazers aan het werk, foto ca. 1920, maker onbekend, Collectie Gemeente Museum Maassluis.

oven van 25 m lang, 5 m breed en 1,25 m hoog met een inhoud van 400.000 kg vloeibaar glas. De oven was gemaakt van vuurvaste stenen die eenvoudig, los, op elkaar gestapeld waren. Het glas werd hier geproduceerd volgens de cilindermethode. In de eerste jaren van haar bestaan verdiende de fabriek veel geld aan de explosieve groei van de Westlandse glastuinbouw. Een groot voordeel voor de glasfabriek was het wegvallen van de concurrentie uit België tijdens de Eerste Wereldoorlog. Gunstig

gestemd door de goede resultaten wilde de directie een nieuwe fabriek bouwen waar volgens de laatste inzichten glas machinaal getrokken zou worden. Dit streven werd gestimuleerd door een grote brand in 1916 die de fabriek bijna volledig verwoestte. Kort na de Eerste Wereldoorlog werd de productie in de nieuwe fabriek gestart met twaalf trek machines volgens het Fourcault-principe. Door veel kinderziektes slaagde men er echter niet in goed vensterglas te produceren. Met leedvermaak veegden de Belgen met goed glas de

Nederlanders van de markt. In 1921 moest de fabriek daarom haar poorten sluiten. In 1926 werd samen met een Belgische partner de fabriek opnieuw opgestart. De Fourcault-machines trokken nu wel glas van prima kwaliteit en succes leek verzekerd. Nog geen maand in bedrijf volgde echter de volgende, nu definitieve klap. De Belgische frank devalueerde van f 12,85 naar f 7,00 voor 100 francs en omdat het glas in België met francs kon worden gekocht betekende dat een prijsdaling van 40%. Er werd weinig meer verkocht en in 1927 werd de productie daarom definitief gestaakt. In 1929 is de lege fabriek opgekocht daar de Belgische vlakglasfabrikanten om te voorkomen dat daar ooit nog eens glas zou worden gemaakt. In Maassluis bleef uiteindelijk een lege NV: 'de Machinale Glasfabriek De Maas' over, opgericht op 21 december 1937. Deze NV zou opnieuw tot leven komen in 1956 met de voorbereidingen van de bouw van de glasfabriek in Tiel.

De ondergang in Maassluis betekende bovendien het einde van een glasfabriek in Leerdam nog voordat die was gestart. De directeur van de glasfabriek in Leerdam, de heer P.M. Cochijs was tevens commissaris in Maassluis. Hij wilde als aanvulling op Maassluis een aantal andere soorten vensterglas produceren. Daarvoor liet hij in 1921 in Leerdam de 'Eerste Hollandsche Draad- Ornament- en Brutglasfabriek De Hoop' bouwen. Na gereed komen in 1924, is de fabriek echter nooit opgestart. In 1936 zijn de ooit fonkelnieuwe machines als oud roest in Hongarije verkocht; de fabriek zelf is in 1940 gesloopt.

9.2.11 NV Nemaglas in Schiedam

Na het definitieve einde van Maassluis was Nederland, ook de tuinbouw, voor vensterglas volledig afhankelijk van het buitenland, vooral van België. Tijdens de Tweede Wereldoorlog kwam de import bijna volledig stil te liggen. Er ontstonden grote tekorten en het glas ging zelfs op 1 april 1943 op de bon. Door oorlogsschade en achterstallig onderhoud was er in 1945 een ontstellend tekort aan vensterglas. Ongeveer 450.000 huizen, 20% van alle huizen in Nederland, waren verwoest of hadden ernstige schade. De glastuinbouw was in de oorlogsjaren met 4 miljoen m² gekrompen. Ongeveer 2 miljoen m² glas was als gevolg van de oorlog verloren gegaan, en ongeveer zo'n zelfde oppervlakte als gevolg van slecht onderhoud, stormschade en gebruik voor reparatie van oorlogsschade aan huizen en kerken. Op 8 november 1945 werd door de Nederlandse regering met de Belgische vlakglasfabrikanten een contract afgesloten voor de levering van 3 miljoen m² vensterglas, af te leveren met 250.000 m² per maand. De machtige Belgische vlakglasfabrikanten wilden in Nederland een voorkeursbehandeling en kregen die

ook in de vorm van een verlaagd invoertarief op vlakglas. Belgische regeringsvertegenwoordigers hadden meermalen laten blijken dat een opnieuw opstarten van een vensterglasfabriek hoog zou worden opgenomen. De plannen voor de oprichting van de Benelux zouden eventueel zelfs naar de prullenbak worden verwezen. Mede door het enorme glastekort zat Nederland in een knelpositie. In 1945 en 1946 was het een steeds weer terugkerend onderwerp in de Tweede Kamer. De forse kritiek van volksvertegenwoordigers en pers deed de Nederlandse regering besluiten stiekem mee te werken aan de oprichting van een Nederlandse glasfabriek. De Haagse industrieel J.M.J.A. Münninghof zou met subsidie van de regering onder strenge voorwaarden een nieuwe fabriek bouwen. Zonder het Schiedamse gemeentebestuur in te lichten richtte hij niet alleen de Nederlandse Machinale Glasfabriek 'Nema' op, maar begon ook met de verbouw van de al jaren stil liggende flessenfabriek van Hasenkamp. Nadat de gemeente Schiedam lucht had gekregen van de plannen eiste ze, zelfs met inschakeling van de politie, dat de verbouw van de fabriek werd stilgelegd. Dat had een storm van protest en publiciteit tot gevolg, die ook de Belgen bereikte.

De Belgen zetten de regering onder druk door de overeengekomen levering van vensterglas aanzienlijk te verminderen. Als gevolg daarvan trok de Nederlandse regering haar handen af van het Nema-project. Münninghof voelde zich in de steek gelaten, maar besloot op eigen kracht verder te gaan. In mei 1947 werd het eerste glas geproduceerd volgens het Fourcault-principe. Er traden veel kinderziektes op en het geproduceerde glas was van slechte kwaliteit. Glasimporteurs werd verboden het Nederlandse glas te verkopen. Officieel werd zelfs ontkend dat er in Nederland vensterglas werd geproduceerd. Ondanks groot gebrek aan glas hoopten de voorraden zich op. Reeds in januari 1948, nog voordat in Nederland de distributie van glas werd opgeheven, werd daarom de productie gestopt en de fabriek voor 1,9 miljoen gulden aan de Belgische fabrikanten verkocht.

Ter voorkoming van een volgende poging dwongen de Belgen de Nederlandse regering tot een akkoord om de eerste tien jaar niet opnieuw een vlakglasindustrie te beginnen. Nederland wilde echter om niet meer afhankelijk te zijn van de Belgen zelf een vlakglasproductie. Ver voor de einddatum van het Belgisch-Nederlands vlakglasakkoord maakte ze haar plannen bekend aan de Belgische regering. In Nederland moest en zou na 1 mei 1958 een vlakglasfabriek komen, met of zonder Belgische hulp. De Belgische vlakglasondernemers verzetten zich weliswaar hevig, maar besloten uiteindelijk toch de vestiging van zo'n fabriek te onderzoeken en eventueel aan de bouw mee te werken. De toekomstige vestigingsplaats zou een centrale ligging moeten hebben en goede



Tiel, overzicht op de trekglasfabriek, midden jaren zestig van de twintigste eeuw, Historisch Beeldarchief Glaverbel Nederland B.V. (nu: AGC Glass Europe).

verbindingen met binnen- en buitenland. Het industrieterrein in Tiel aan het Amsterdam-Rijnkanaal leek na onderzoek een geschikt terrein. Uiteraard was het gemeentebestuur erg enthousiast en wilde graag alle medewerking verlenen. Met veel vertragingen werd uiteindelijk op 19 november 1963 het vuur in de oven van de vlakglasfabriek 'De Maas' in Tiel ontstoken.

9.2.12 Trekglasfabriek in Tiel

Op 21 december 1963 werd in Tiel het eerste glas geproduceerd. Vanaf die dag rolde er dagelijks een onafzienbare hoeveelheid prima kwaliteit vensterglas uit de fabriek. De oven had een capaciteit van 300 ton glas (dat is 30.000 m² van 4 mm dikte) per dag. Er werd gewerkt met acht trekmachines volgens het Pittsburgh-procedé dat door het in 1961 uit een fusie van Belgische vlakglasfabrikanten ontstane Glaverbel-concern volledig gemoderniseerd was. Het was op dat moment de modernste vlakglasfabriek ter wereld. Het zilversand werd per boot uit de Belgische Kempen aangevoerd. Soda en dolomiet per spoor. Samen met de andere ingrediënten werden die opgeslagen in grote silo's. Onder elke silo bevond zich een automatische weeginstallatie. Na afweging werden de grondstoffen uit de afzonderlijke silo's gemengd. In hoeveelheden van 3,5 ton werd het gemeng naar de oven gebracht en samen met gruisglas in de ovens gestort. Dat alles gebeurde met grote nauwkeurigheid. De oven in Tiel was in 1963 de grootste van de wereld en bevatte 2.500 ton vloeibaar glas. Hij bestond uit twee kuipen. In de eerste die een lengte had van 28,75 m en een breedte van 11,20 m, werden de grondstoffen gesmolten. Het tweede gedeelte was kleiner, namelijk 19,25 m bij 10,70 m, en diende voor aanvoer van het



Tiel, het getrokken glas komt omhoog waarna het verder wordt verwerkt, foto jaren zestig van de twintigste eeuw, Historisch Beeldarchief Glaverbel Nederland B.V. (nu: AGC Glass Europe).

vloeibare glas naar de trekmachines. De temperatuur van het glas in het tweede deel van de oven was 975°C waarbij het taai vloeibaar was en geschikt om naar boven te trekken. In een elf meter hoge koelschacht werd het glaslint langzaam afgekoeld tot 70°C. Door openingen in de vloer van de 11 m boven de oven gelegen verdieping, de recette genaamd, kwam het glaslint naar boven. Hier was het glas voldoende verhard om te worden afgesneden. Daarna werd het glas gesorteerd en met snijmachines op standaardafmetingen afgesneden en in kisten met papier en stro voor verzending naar de afnemer verpakt. Gedurende de eerste campagne die tot 1970 duurde ging het de fabriek zeer voor de wind. De huizenbouw vroeg steeds meer en grotere ruiten, maar ook de geweldige groei van de glastuinbouw in die jaren vroeg om veel tuindersglas waaraan de fabriek gretig voldeed voor een voor hen aantrekkelijke prijs. De fabrikanten in Tiel konden gemakkelijk met buitenlandse producenten concurreren omdat zij niet alleen bij de start een moderne fabriek hadden, maar die ook behielden door voortdurende vernieuwing. Ter illustratie: in 1965 waren om dagelijks 300 ton glas te produceren 900 werknemers nodig en in 1975 nog slechts 550. Door de hoge temperatuur verslijt het hart van elke glasfabriek, de oven, destijds na 6 tot 9 jaar. Dit was in Tiel het geval in 1970. Op 27 juni werd de productie onderbroken om de oven geheel te vernieuwen en het nodige onderhoud aan de installaties te plegen. Voor de nieuwe oven gebruikte men dikkere stenen, zodat de tweede campagne langer kon duren. Op 8 december was de nieuwe oven gereed en hervatte men vol goede moed de volgende productieperiode. Die verliep echter minder gunstig dan gehoopt. De energiecrisis en de economische recessie van de jaren zeventig hadden grote invloed op de winstgevendheid

van de fabriek. Bovendien werden in West-Europa diverse fabrieken omgebouwd naar het nieuwe float-glasprocedé, waardoor men met aanzienlijk minder arbeid en energie goedkoper en kwalitatief beter glas kon produceren. Nadat de fabriek verschillende malen in andere handen was overgegaan, waardoor de toekomst zeer onzeker was, werd de fabriek op 30 maart 1981 aan Asahi Glass uit Tokio verkocht. De Japanners wilden een positie op de Europese markt veroveren. Zij besloten in 1983 om de fabriek in Tiel om te bouwen tot een floatglasfabriek.

9.2.13 Floatglas in Tiel

Op 3 augustus 1984 werd het vuur in de oven ontstoken, een dag later werd het eerste floatglas geproduceerd. Ter gelegenheid hiervan werd de naam van het bedrijf gewijzigd van 'De Maas' in 'Maasglas'. Meer dan 20 jaar later werd er, na een korte onderbreking in 1997 voor vernieuwing van de oven en de installaties, nog steeds floatglas geproduceerd, vanaf 1999 onder de naam Glaverbel. Tegelijkertijd met de omschakeling naar het floatprocedé heeft de fabriek alle mogelijke technische en elektronische vernieuwingen aangebracht, waardoor niet alleen nog efficiënter kan worden gewerkt, maar ook kwalitatief beter en vooral meer uniform glas kan worden geproduceerd. De aanvoer, opslag en menging van de grondstoffen zijn grotendeels hetzelfde als vroeger bij het trekken van het glas. Aan het begin van het proces worden de geanalyseerde grondstoffen exact gewogen en gemengd. De nieuwe oven is kleiner en heeft een inhoud van 1500 ton. Vanuit de oven, waar het hele smeltproces nauwkeurig met behulp van vergaande automatisering wordt geregeld, vloeit de hete glas-massa via een overflow (werkbad) over een bed van vloeibaar tin ('to float' = drijven/vloeien). Het tinbad zorgt ervoor dat de onder- en bovenzijde volkomen glad en evenwijdig (planparallel) worden. Door het glaslint harder of zachter over het tinbad te laten lopen kan de dikte nauwkeurig worden aangepast. Door de zwaartekracht en de viscositeit van het vloeibare glas bij die temperatuur zou de dikte van nature 6 mm zijn, maar er worden diktes geproduceerd van 3 tot en met 10 mm. De temperatuur van het tinbad wordt elektronisch zeer nauwkeurig geregeld. Aan het begin heeft het glas een temperatuur van 1100°C en het stijve glas verlaat het tinbad met 600°C. Het tinbad had in 1984 een waarde van 6 miljoen gulden.¹⁷ Oxidatie van het tin zou daarom een ramp zijn. Om dat te voorkomen is de lucht erboven vervangen door een mengsel van stikstof en waterstof. Het glas wordt, nadat dit het tinbad heeft verlaten, in een lange horizontale koeltunnel, langzaam afgekoeld



Tiel, deel van de oven van de huidige glasfabriek, Historisch Beeldarchief Glaverbel Nederland B.V. (nu: AGC Glass Europe).

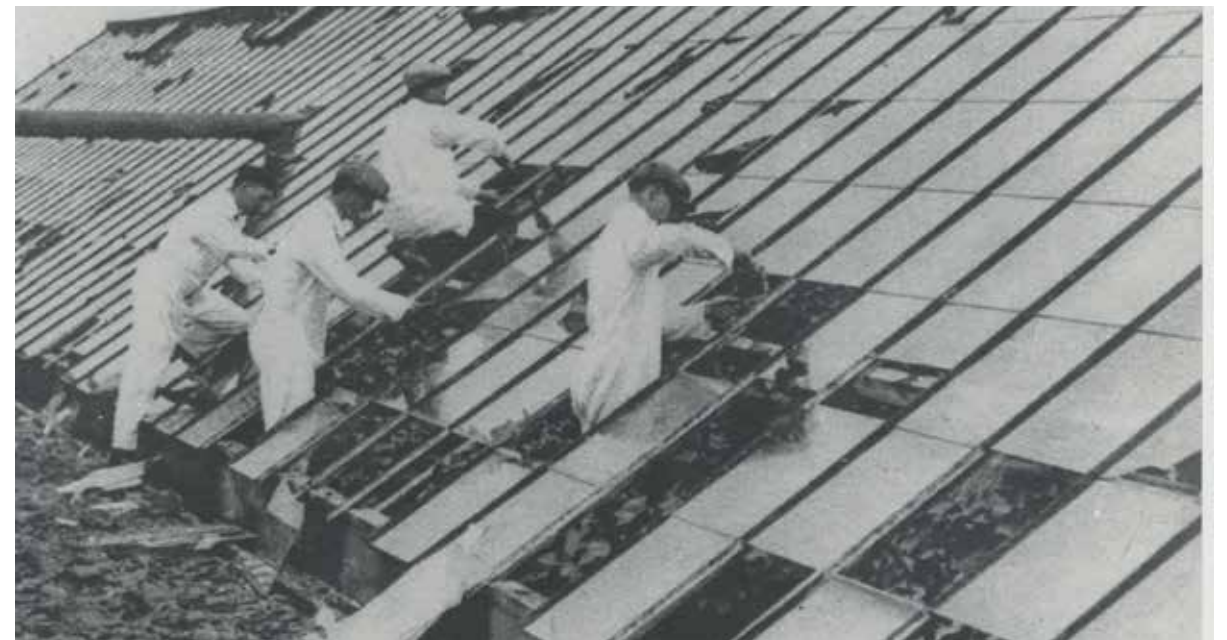
zodat het glas volkomen spanningsloos wordt. Hier vinden een aantal automatische kwaliteitscontroles plaats zodat alleen glas in perfecte staat de fabriek verlaat. Tot slot wordt het glaslint met elektronisch gestuurde glassnijders precies op maat in platen van maximaal 3,21 x 6,00 m gesneden. Het op deze wijze geproduceerde glas kan, eventueel na harding, het aanbrengen van een coating, of assemblage tot bijvoorbeeld gelaagd glas of dubbele beglazing, worden toegepast in bijvoorbeeld de bouw, de tuinbouw of in auto's. De fabriek had een capaciteit van 550 ton of 55.000 m² van 4 mm dik glas van zeer hoge kwaliteit per dag, met aanzienlijk minder energieverbruik dan vroeger. Bij de trekglasfabriek werd 300 ton glas per dag geproduceerd met 90 ton olie en rond 2000 werd met diezelfde hoeveelheid olie (of het equivalent aan aardgas, want de oven draait op een combinatie van olie en gas) ruim 500 ton glas gemaakt. Bijna al het glas was van spiegelglas- of uitstekende bouwglaskwaliteit. Voor gebruik in de tuinbouw zijn kleine onvolkomenheden toegestaan, zodat dit glas tegen lagere prijs kan worden geleverd.¹⁸ De fabriek sloot in 2012.

9.2.14 Toepassing van glas in de tuinbouw

Waarschijnlijk waren de Romeinen de eersten die glas gebruikten voor bescherming van planten tegen lage temperatuur of groeibevordering van uitheemse gewassen. Zij waren in ieder geval in staat om vensterglas te maken voor gebruik in huizen en het is bekend dat keizer Tiberius, die een groot liefhebber van augurken was, deze liet telen in een ruimte die als het nodig was kon worden afgedekt met een lichtdoorlatend materiaal, mogelijk glas.¹⁹ In de puinhopen van Pompeï zijn restanten gevonden van een van glas

voorzien plantenkasje. Gedurende de volgende vijftien eeuwen zijn geen toepassing als bescherming van planten met glas bekend. Ongeveer in 1590 zou op de botanische tuin in Padua reeds een kasje zijn gebouwd en in Leiden in 1599.²⁰ De geschiedenis van kassen wordt hieronder in vogelvlucht besproken; ze komt elders in deze publicatie uitgebreider aan bod. Uit het begin van de zeventiende eeuw zijn diverse afbeeldingen bekend van broeibakken bedekt met glas en glazen stolpen met een diameter van ongeveer 30 cm. Men gebruikte voor deze constructies kleine glazen plaatjes van ongeveer 15 cm die met metaal, waarschijnlijk lood, tot een compleet raam of stomp werden samengevoegd. Uit circa 1670 zijn afbeeldingen bekend van klokvormige glazen stolpen uit één stuk met een diameter van ongeveer 30 cm met bovenop een knop.²¹ Deze moeten zeer kostbaar zijn geweest gezien de stand van de techniek van glasblazen in die tijd. Beschrijvingen daarvan zijn niet bekend, wel tekeningen, doch daar moet men erg voorzichtig mee zijn want de planten onder die stolpen kunnen gemakkelijk door de fantasie van de tekenaar daar zijn aangebracht. Het kunnen dus ook stolpen van een ander, zelfs ondoorzichtig materiaal zijn geweest. Door het gebruik van kolen, goedkopere sodabereiding en grotere smeltpotten is aan het eind van de zeventiende eeuw het glas minder kostbaar geworden waardoor welgestelde particulieren zich in hun tuinen bouwwerken met glas konden veroorloven. De Hollanders waren in die tijd de grootste tuin-specialisten en bezaten soms veel geld. De machti-

ge handelsmaatschappijen VOC en WOC brachten bovendien uit vele tropische landen een groot aantal nieuwe gewassen naar Nederland. Aan het eind van de zeventiende eeuw kwamen dan ook in Nederland de eerste bouwwerken met glas tot stand om tropische planten te kunnen telen of tegen het winterse weer te beschermen. In eerste instantie werden de oranjerieën gebouwd die uitsluitend tot doel hadden gewassen tegen het gure weer in de winter te beschermen. Het waren vaak luxe gebouwen die meer tot doel hadden bezoekers te imponeren dan een geschikt klimaat voor de gewassen te scheppen. Bijvoorbeeld koning-stadhouder Willen III liet in 1680 onder bouwmeester Johan van Swieten voor het in die tijd geweldige bedrag van 30.000 gulden in Honselersdijk een grote oranjerie bouwen.²² Vijf jaar later in 1685 bouwde Lodewijk de XIV in Versailles een nog grotere en duurder oranjerie waar wel 1200 sinaasappel-boompjes en 300 andere tere gewassen in konden worden ondergebracht. In dezelfde tijd ontstond in Nederland de behoefte tropische gewassen het hele jaar door onder beschutte omstandigheden zo goed mogelijk te laten groeien om ze in bloei te krijgen en er zo mogelijk vruchten aan te laten rijpen. Daarvoor waren kassen nodig met veel glas die indien nodig ook verwarmd konden worden. Diverse ontwikkelingen bij de glasfabricage, waaronder het overschakelen van de schijvenmethode op de cilindermethode, maakten de glasproductie aanzienlijk goedkoper en door de grotere ruiten die bij deze laatste productiemethode gemaakt werden werd ook



Een groep glazeniers is bijna klaar met het dichten van een nieuwe kas, datum en maker onbekend (ca. 1925), no. 555-2-4 Westlands Museum in Honselersdijk.

de verwerking van glas, zowel voor losse ramen als bij de kassenbouw, minder kostbaar. Daardoor werd het technisch en financieel mogelijk de eerste geheel glazen kassen te bouwen waardoor het natuurlijke licht van alle kanten de kas in kon komen. In 1835 werd op initiatief van Joseph Paxton in Chatsworth de eerste kas gebouwd met een zadeldak (ridge and forrow) gevolgd door een soortgelijke kas voor de Victoria Regia in 1845 in dezelfde plaats en in 1851 het Crystal Palace in Londen. Dit kastype werd mogelijk door de voor die tijd bijzonder lange ruiten geblazen volgens de cilindermethode in de fabriek van Chance Brothers in Birmingham waardoor geen overlap van het glas meer nodig was. Deze drie genoemde kassen waarbij ook voor het eerst in grote mate standaardisering van de diverse onderdelen werd toegepast zijn verre voorlopers van de huidige Venlokas. Door afschaffing van de zware belasting op glas en het opheffen van de importheffing in 1848 zakte de prijs van het glas in Engeland met meer dan 80%. Dit gecombineerd met een verdere perfectionering van de glasproductie maakte de weg vrij voor de bouw van de grote Victoriaanse palmenkassen en wintertuinen, eerst in Engeland maar al spoedig ook op het continent. Paxton ontwikkelde in 1870 een goedkope standaardkas die als bouwpakket compleet met glas per trein en boot kon worden verzonden en door iedereen zonder enige bouwkundige kennis kon worden gebouwd. Hij noemde deze kas in advertenties 'Hothouses for the million'.²³ Deze door Paxton ontwikkelde goedkope kassen hebben ongetwijfeld meegewerkt tot het gebruik van glas door de gewone man met weinig financiële middelen en zijn waarschijnlijk ook gebruikt door Engelse komkommertelers. Loosduinse kwekers hebben namelijk een vergelijkbaar kastype voor de teelt van komkommers in 1903 vanuit Engeland hier geïmporteerd.

De Nederlandse commerciële tuinbouw heeft al vroeg in de achttiende eeuw plat glas gebruikt om eenjarige gewassen te zaaien en het vervroegen van diverse subtropische gewassen. Hiervoor werden allerlei typen ramen gebruikt tot zelfs sloopramen uit woningen die huismossen werden genoemd. Tot 1860 werden houten ramen met kleine ruitjes gebruikt.²⁴ In de tweede helft van de negentiende eeuw, toen het glas aanzienlijk goedkoper werd en de vraag naar exclusieve tuinbouwproducten toenam, nam ook het gebruik van losse ramen voor de teelt van komkommers, het vervroegen van diverse eenjarige gewassen en het vervroegen en beschermen van fruit tegen muren aanzienlijk toe. In 1880 waren er in Loosduinen 33.500 m² en in Naaldwijk 1600 m² in gebruik voor de teelt van komkommers, meloenen, bloemkool en sla.²⁵ In het hele Westland stond toen 178.242 m druivenmuur waarvan 22.400 m werd beschermd door glas.²⁶ Tegen deze muren stonden waarschijnlijk

bijna alleen schietramen, daar volgens Wiersma er toen in het Westland nog geen 10 muurkassen stonden.²⁷

In Nederland werden kassen in de commerciële tuinbouw veel later gebruikt dan in Engeland, Frankrijk, België maar ook Amerika. In Aalsmeer werd het eerste eenvoudige kasje voor de teelt van geraniums (zonale) gebouwd in 1872. In het Westland werd de eerste kas met aan alle zijden glas in 1888 in Poeldijk gebouwd door de fa. Grimbergen. De eerste rozenkas werd in 1896 bij de fa. V.A.Vreeken aan de Uiterweg in Aalsmeer gebouwd. Deze kas was breed en zeer laag. Het dak had een geringe helling en was voorzien van losse ramen die in de zomer verwijderd konden worden.²⁸ Het trekken van seringen vond plaats in eenvoudige bouwsels gemaakt van oude huisramen en planken uit de stad die spottend Barnums werden genoemd naar het in 1901 in Nederland optredende circus Barnum en Baily.²⁹ Toen reeds op vele plaatsen in Nederland diverse ruime kassen werden gebruikt, gebeurde de teelt van zonale in Aalsmeer nog onder platglas en in uiterst primitieve lage kasjes die kruipinnen werden genoemd.³⁰ In het Westland werden in het begin van de twintigste eeuw met oude schietramen ook zeer eenvoudige kasjes gebouwd voor de teelt van tomaten.³¹

In de Nederlandse glastuinbouw heeft het platte glas heel lang overheerst. Bij de tuinbouwtelling in 1912 was de oppervlakte kassen en warenhuizen 224 ha en de oppervlakte platglas 477 ha. Pas in de jaren 20 van de vorige eeuw werd de oppervlakte kassen groter dan het platglas. In 1927 was dat respectievelijk 1000 en 800 ha. Een bijzondere wijze van vervroegen van eenjarige gewassen met glas gebeurde met glazen klokken. In de Nederlandse beroepstuinbouw zijn ze echter slechts korte tijd gebruikt, en bovendien bijna uitsluitend in de provincie Groningen. In 1911 werden in Hoogezand 7.522 glazen klokken geteld en in Sappemeer 13.222.³² Deze klokken werden vervaardigd in de glasfabriek van A.J. Bakker in Nieuw Buinen of geïmporteerd uit Frankrijk. Het glas uit Nieuw Buinen was helder blank en uit Frankrijk lichtgroen gekleurd.

9.2.15 Eigenschappen glas

Een kasdek bestaat voor meer dan 90% uit glas. Voor maximale teeltresultaten is het dan ook uitermate belangrijk bij de bouw van een kas het juiste glas te kiezen. Belangrijke eigenschappen van glas voor de commerciële glastuinbouw zijn de lichtdoorlaat, de afmetingen, de sterkte en de prijs, waarbij de prijs bij telers vaak de hoogste prioriteit kreeg. Vooral de invloed van het glas op de lichtdoorlatendheid in de kas en de gevolgen daarvan op de teeltresultaten is

door telers vaak onderschat. Een belangrijke oorzaak is het feit dat met het blote oog niet kan worden waargenomen of glas een paar procent meer of minder licht doorlaat. Daardoor krijgt de veel beter waar te nemen omvang van de kasconstructie meestal aanzienlijk meer aandacht.

Het feit dat glas de zonnestralen voor ongeveer 90% doorlaat en minder dan 10% van de langgolelige warmtestralen afkomstig van grond, kasconstructie en planten tegenhoudt wordt het broeikaseffect of muizenvaltheorie genoemd. Aanvankelijk en nu ook nog wordt dit effect verantwoordelijk gehouden voor de temperatuursverhoging van kaslucht bij zonnig weer. In 1910 is echter door twee onderzoekers onafhankelijk van elkaar al door proeven aangetoond dat de temperatuursverhogingen bijna volledig moet worden toegeschreven aan de belemmering van de luchtstroming door het kasdek.³³ Alleen door openen van de luchtramen kan de luchttemperatuur efficiënt worden verlaagd.

Glas laat niet alleen de zonnestralen door die de plant nodig heeft voor de assimilatie, maar ook de kortgolelige warmtestralen. De grote hoeveelheid zonne-energie die daarmee de kas binnenkomt geeft in de zomer bij veel gewassen problemen door te grote verdamping of te hoge gewastemperatuur waardoor verbranding optreedt en men genoodzaakt is een deel van het zonlicht weg te schermen. Bij de gewassen die behoefte hebben aan een zonnescherm gaat de regel dat meer licht altijd een hogere productie tot gevolg heeft uiteraard niet op, zeker niet in de zomer. Bij een goede beheersing van luchttemperatuur en vochthuishouding, door op tijd in voldoende mate te luchten, kan meestal meer zonlicht in de kas worden toegelaten, wat dan ook de laatste vijftig jaar steeds beter gebeurt. Daardoor wordt ook voor laatstgenoemde gewassen de waarde van goed glas met een zo groot mogelijke lichtdoorlaat steeds meer gewaardeerd. Tot aan de productie van floatglas was het niet te voorkomen dat er onregelmatigheden in het geproduceerde glas voorkwamen. Bij het blazen van glas tot ongeveer 1920 werden gemakkelijk verontreinigingen en luchtbellens ingesloten en bij het mechanisch trekken van glas tussen 1920 en 1990 traden vaak storende trekgolven op. Het glas werd in de fabriek altijd door speciale keurmeesters op onvolkomenheden streng gekeurd zoals omschreven in normblad NEN 3265 waarbij het glas met zogenaamde C-keuze, dat aanzienlijk goedkoper was dan A- en B-keuze, voor de tuinbouw werd gereserveerd.³⁴ Sinds Hartley in 1847 er in slaagde glas te gieten, is er een voortdurend aanbod geweest van figuurglas dat aan een zijde een ongelijk oppervlak bezat waardoor het ondoorzichtig was, maar wel een vergelijkbare totale lichtdoorlaat had als helder vlak glas. Het kon in bijna iedere gewenste grootte worden geleverd en was

bovendien vaak goedkoper dan het aan beide zijden vlakke tuindersglas. Het is daarom als zogenaamd gehamerd glas veel toegepast in kassen. Regelmatig werd verondersteld dat, doordat het doorgelaten licht diffuus was, dit glas beter zou zijn voor de groei en er bij zeer zonnig weer minder gevaar voor verbranding van de gewassen bestond. Praktijkervaringen en metingen hebben echter aangetoond dat geen betere teeltresultaten met dit type glas worden verkregen en theoretisch ook niet hoeven te worden verwacht.³⁵ Een grotere kans op breuk en een snellere vervuiling zijn er de oorzaak van dat dit glas de laatste jaren bij nieuwbouw van kassen in het kasdek nauwelijks nog wordt toegepast. Slechts in de gevels vindt het nog veelvuldig toepassing om ongewenst doorzicht tegen te gaan.

Zeer lange tijd is er voor kassen en losse ramen groen gekleurd glas gebruikt. Tot begin negentiende eeuw was het namelijk onmogelijk helder, ongekleurd vensterglas te produceren. Door het ijzerhoudende zand werd het geproduceerde glas groen gekleurd. Neumann schreef in 1852: 'In Engeland en België wordt uitzonderlijk wit glas gemaakt'.³⁶ Hieruit kan worden geconcludeerd dat dit toen in Duitsland en Frankrijk nog niet het geval was. De meest gewenste kleur van het glas heeft de negentiende en begin twintigste eeuw vaak ter discussie gestaan. Na de introductie van blank, helder glas door de fabriek van Chance Brothers in Engeland en gebruik daarvan in kassen traden bij de in die kassen geteelde gewassen bij zonnig weer ernstige verbrandingsverschijnselen op. Voor de bouw van de grote palmenkas in Kew (Londen) in 1848 werd door Mr. R. Hunt, deskundige op het gebied van licht en fotografie, de absorptiecurve van palmenbladeren bepaald om na te gaan welke zonnestralen verantwoordelijk waren voor de bladverbranding. Op zijn advies werd voor genoemde kas door Chance Brothers lichtgroen glas gemaakt. Dit glas voldeed aanvankelijk zo goed dat andere botanische tuinen in Europa dit ook gingen gebruiken.³⁷ Zeer lange tijd, zelfs nog in het begin van de twintigste eeuw, werd dit glas zo gunstig voor de groei geacht dat men er de naam broeiglas aan heeft gegeven. Ook andere kleuren glas hebben vaak in de belangstelling gestaan omdat verondersteld werd dat bepaalde kleuren lichtstralen een gunstige werking zouden hebben op de plantengroei. Rond 1850 wordt melding gemaakt van proeven in Amerika waarbij zou zijn aangetoond dat blauw glas gunstig was voor de plantengroei en de gezondheid van mensen.³⁸ Ervaringen in Kew en latere onderzoeken en praktijkervaringen hebben aangetoond dat voor een gedrongen ongestoorde groei van planten helder ongekleurd glas het beste is.³⁹ Doordat de invloed van het licht op de plantengroei vaak is onderschat, is er in het verleden te weinig gedaan om het glas het gehele jaar goed schoon te

houden. Glasmonsters van kassen en warenhuizen in 1941 verzameld in geheel Nederland hadden gemiddeld een zodanige vervuiling dat 10,2% van het loodrechte licht werd onderschept . Hierbij bleek ook dat door de vervuiling de onderschepping van licht-stralen die onder een kleinere hoek op het glas vallen aanzienlijk groter is dan van loodrecht invallende stralen. Bij lichtinval onder een hoek van 10° bijvoorbeeld zelfs gemiddeld 25,7%. Er bestonden overigens zeer grote regionale verschillen tussen de mate van vervuiling.⁴⁰ Onderzoek in 1965 op het proefstation in Naaldwijk heeft aangetoond dat het lichtverlies als gevolg van vervuiling van het glas op kassen varieerde van enkele procenten tot meer dan 20%.⁴¹ Toen men zich meer bewust werd van de waarde van maximaal licht in de kas, zijn er diverse chemische middelen en technische methoden ontwikkeld om het glas regelmatig schoon te maken. De laatste tien jaar worden kassen periodiek, soms wel vier maal per jaar, gewassen met glaswasmachines. Het glas dat met de cilindermethode was gemaakt (tot ongeveer 1920) had altijd een holle en bolle kant. Hier moest rekening mee worden gehouden bij het verwerken van het glas. Bij het beglazen van kassen moest de bolle zijde naar onderen worden gelegd om het water in het midden te laten afvloeien. Bij éénruiters daarentegen moest er voor worden gezorgd dat de bolle zijde boven kwam te liggen om glasbreuk te voorkomen. Bij het op maat snijden moest er op worden gelet de bolle zijde onder te houden om te voorkomen dat het glas brak. Het breken van glas op kassen is altijd een groot probleem geweest. Bij storm of hagel was de schade aan het gewas soms nog aanzienlijk groter dan aan het glas zelf. Tijdens het bouwen van kassen traden soms ernstige ongelukken op. Omdat thermisch gehard glas aanzienlijk sterker is dan gewoon glas is enkele malen overwogen dit glas voor kassen verplicht te stellen. Verzekeringsmaatschappijen voor kassen en gewassen hebben dit ook tijdelijk voorgeschreven, maar hebben daar uiteindelijk voor de meeste toepassingen weer van afgezien mits tijdens de bouw van een kas strenge veiligheidsmaatregelen worden getroffen.⁴² In veel landen zoals bijvoorbeeld in Amerika is het gebruik van gehard glas in kassen verplicht.

9.2.16 Lichtdoorlaat

Als gevolg van meerdere factoren zoals de zuiverheid van de grondstoffen, maar ook de conditie in de smelt-oven, is de lichtdoorlaat van het geproduceerde glas vaak minder dan maximaal mogelijk zou zijn. Voor veel toepassingen van vensterglas is dat niet bezwaarlijk, maar voor de tuinbouw wel. De hoogte van de

assimilatie van groene planten is namelijk direct afhankelijk van de hoeveelheid licht. De lichtdoorlaat van het gebruikte tuindersglas is de laatste vijftig jaar, vooral na 1983, sterk verbeterd, zoals uit bijgevoegde tabel blijkt. Bij een groot onderzoek in 1943 van TNO waarbij evenredig verdeeld over de Nederlandse glastuinbouw 221 monsters glas werden verzameld was de loodrechte lichtdoorlaat van het beste glas 92% en het slechtste 68%. Het gemiddelde van alle monsters was 86,6%.⁴³ Bij dat onderzoek bleek dat er een duidelijk verband bestond tussen de kleur van de glassnede en de lichtdoorlaat. Om de teler behulpzaam te zijn bij zijn keuze van het glas heeft TNO met de glasmonsters uit de praktijk zogenaamde lichtverliesmeters geconstrueerd voor de consulenten waarmee door vergelijking van de kleur van de glassnede kon worden bepaald hoeveel minder licht doorgelaten werd dan het ideale glas met een loodrechte lichtdoorlaat van 92%. Vanaf 1960 is Nederlandse telers geadviseerd bij nieuwbouw van een kas de loodrechte lichtdoorlaat van het te gebruiken glas op het proefstation in Naaldwijk of in Wageningen nauwkeurig door te laten meten. Daar is vooral na 1980 massaal gebruik van gemaakt. Uit de metingen in Naaldwijk blijkt dat het percentage monsters met een lichtdoorlaat van meer dan 90% tussen 1943 en 1980 nauwelijks is toegenomen, maar uit de hierbij weergegeven tabel blijkt ook dat het tuindersglas tussen 1990 en 1993 gemiddeld belangrijk is verbeterd. Het was in 1963 de toenmalige hoofdassistent bij de Rijksvoorlichting J. Groenewegen die als eerste de even beroemde als verguisde en ontkende 1% regel voor tomaten heeft geformuleerd. Hij had bij de grootscheepse omschakeling van Westlandse warenhuizen met losse ramen naar venlowarenhuizen met vast glas en bij een onderzoek naar de invloed van verschillende kastypen in Wageningen waargenomen wat de gevolgen daarvan waren op de lichtdoorlaat en de opbrengsten over het gehele jaar van stooktomaten.⁴⁴ Bij vergelijkende proeven later waarbij alleen het licht varieerde is de regel: 1% meer licht geeft over het hele jaar 1% meer opbrengst, bij tomaten onomstotelijk vastgesteld.⁴⁵ Waarnemingen in de praktijk hebben het vermoeden versterkt dat deze regel ook opgaat bij vele hoog opgroeiende gewassen zoals komkommers en paprika's. Hierdoor kan een teler van dat soort gewassen redelijk nauwkeurig bepalen wat glas met een hogere lichtdoorlaat mag kosten. Dr. L.A. Ginsel becijferde in 1943 dat goed glas met een hoge lichtdoorlaat, zoals toen incidenteel in de tuinbouw werd gebruikt, wel 70% meer zou mogen kosten dan het slechte glas met lage lichtdoorlaat.⁴⁶ G.J. van Dijk berekende in 1991 dat voor glas met 1% hogere lichtdoorlaat voor de teelt van tomaten maxi-



Foto uit 1966 van het interieur van een kas met duidelijk zicht op de glasruiten die aan de bovenzijde rond en aan de onderzijde puntig zijn afgesneden, foto no. 497E uit het archief van het voormalig Proefstation te Naaldwijk.

maal f 5,50 per m² meer zou mogen worden geïnvesteerd.⁴⁷ Technische voorlichters adviseren nu vaak dat een teler voor elk procent meer licht ongeveer 1 euro meer mag betalen.⁴⁸ Telers zijn zich altijd wel bewust geweest van het belang van meer licht in de kas, zij het dat meestal sterk de nadruk is gelegd op de donkere winterperiode. Loosduinse komkommertuinders waren waarschijnlijk de eersten die de grote invloed van meer licht op de totale teeltresultaten ontdekten. Kort na de introductie van de eenruit in 1880 gingen zij onder andere vanwege de hogere opbrengst massaal over tot de aanschaf daarvan voor de teelt van komkommers onder plat glas. Zij experimenteerden ook met allerlei kleuren glas, maar kwamen tot de conclusie dat blank glas de beste resultaten gaf.⁴⁹ Bij de teelt van komkommers in kasjes ontdekten zij dat de opbrengst in nieuwe kasjes duidelijk hoger was dan in de wat oudere, ondanks het feit dat de grond voor komkommers jaarlijks werd vernieuwd. Het glas werd dan ook terecht als de oorzaak gezien. Nieuw glas ‘trekt’ beter was een geveugelde uitdrukking. Minstens één grote komkommersweker ging er in de dertiger jaren toe over de kasjes na ongeveer 5 jaar te voorzien van nieuw glas en het oude glas aan andere kwekers die minder lichtbewust waren te verkopen.⁵⁰

Loodrechte lichtdoorlaat tuindersglas (metingen gedaan op het proefstation in Naaldwijk)

Jaar	Aantal monsters	Laagste waarde (%)	Hoogste waarde (%)	Percentage ≥ 90 %
1943*	221	68,0	92,0	18
1980	114	80,6	91,6	22
1990	557	85,8	92,9	58
1991	562	87,6	93,3	72
1992	755	86,2	94,0	72
1993	488	87,5	93,6	81

* Metingen gedaan door TNO

9.2.17 Afmetingen

In twee eeuwen is de maximale grootte van de afzonderlijke ruiten voor gebruik in de tuinbouw van ongeveer 15 x 20 cm toegenomen tot maar liefst 257 x 150 cm.⁵¹ Daar zijn geweldige veranderingen in de glasindustrie voor nodig geweest. Vanaf 1800 is er een continue ontwikkeling geweest naar grotere en goedkopere ruiten, die vooral na 1900 spectaculaire vormen heeft aangenomen.

De maximale afmeting van een ruit was afhankelijk van de productiemethode. Met de schijvenmethode die tot ongeveer 1800 algemeen werd gebruikt waren de afzonderlijke ruitjes meestal niet groter dan 10 x 15 cm. Voor praktische toepassing dienden die dan ook met lood tot een groter geheel te worden samen-gevoegd. Na 1800 konden met de cilindermethode aanzienlijk grotere ruiten worden geproduceerd. Op verzoek van Paxton maakte de fabriek van Chance Brothers voor de Great Conservatory in Chatsworth ruiten in serie met de voor die tijd uitzonderlijke grootte van 48 x 10 inch (120 x 25 cm).⁵² In België vanaf ongeveer 1850 en in de glasfabriek in Maassluis vanaf 1911 werden massaal cilinders geblazen met een lengte van 150 cm en een omtrek van 120 cm die onder andere verwerkt werden tot de bekende éénruiters. Bij het trekken van glas vanaf ongeveer 1920 kon men weliswaar aanzienlijk grotere ruiten maken, maar door de economisch noodzakelijke sortering van delen daarvan op kwaliteit was ook hierbij de maximale grootte voor het tuindersglas beperkt tot de maat van de éénruiters. Bij het floatprocedé, onder andere in Tiel, wordt het glas standaard gesneden tot glasplaten van 3,21 x 6,00 m die vanwege de goede en uniforme kwaliteit daarna voor elke toepassing op de gewenste maat worden gesneden.⁵³ Daar komen dan ook de zeer grote ruiten voor de Nederlandse kassen van nu vandaag.

Voor de eerste kassen met gebogen dak in het begin van de negentiende eeuw was het gebruikte glas relatief klein en werd het dakpansgewijs, als schietglas, op het dek verwerkt. Door de geringe lengte van ongeveer 15 cm kon het glas de kromming van het dek volgen. De onderzijde werd soms rond afgesneden om het water in het midden af te voeren met het doel rotting of corrosie van de roeden tegen te gaan.⁵⁴ Op later gebouwde kassen met gebogen dek zoals het palmenhuis in Kew werd cilinderglas gebruikt met aanzienlijk grotere afmetingen, 95 cm lengte en 24 cm breedte, die in de fabriek in de lengte werden gebogen.⁵⁵

De 'looden' ramen met kleine ruitjes gezet in lood, die incidenteel in Nederland nog tot ongeveer 1900 zijn gebruikt, bestonden uit een lijst met een lengte van 1,56 m en een breedte van 1,24 m. De ruimte daartussen werd opgevuld met afzonderlijke ruitjes van 26 x 23 cm. De zogenaamde schietramen die na 1860 veelvuldig werden toegepast hadden meestal eenzelfde afmeting. In de lengterichting waren drie glasroeden gemonteerd waar tussen ruitjes van 27 x 32,5 cm dakpansgewijze (als schietglas) waren bevestigd. In 1872 werd op een tentoonstelling in Den Haag de zogenaamde tweeruit geïntroduceerd. Dat was een raamwerk met daartussen een roede die opgevuld werd door twee lange ruiten. Dit raam is slechts kort gebruikt, omdat hij al in 1878 werd opgevolgd door de eenruit welk raam slechts uit een ruit van ongeveer 140 cm lang en 73 cm breed bestond. Voor de eenruit die vanaf 1880 zeer veel

is gebruikt is oorspronkelijk met verschillende maten en modellen geëxperimenteerd voor de standaard van 140,5 x 73 cm was gevonden.⁵⁶ De breedte van deze ruit was een standaard in de glasblazerijen van België en Maassluis. Overschrijding van die maat zou de prijs per m² glas aanzienlijk verhogen.⁵⁷

Oorspronkelijk werden voor kassen verschillende maten glas gebruikt, al naar gelang het inzicht van de teler of kassenbouwer. Na 1920 trad er enige standaardisatie op. Op kassen met ijzeren roeden werden ruiten van 38,0 x 51,5 cm (19 x 14 Franse duim) gebruikt en op kassen met betonnen of houten roeden 48,5 x 59,5 cm (22 x 18 Franse duim).

Bij dakpansgewijze beglazing met geblazen glas, in het bijzonder wanneer dat afkomstig was van de schijvenmethode, trad veel lekkage en tocht op en dat gaf op den duur veel vervuiling tussen de overlappingsen. Kasontwerpers zoals Paxton wilden daarom graag lange glasschijven om deze problemen te voorkomen of te verminderen. Glasfabrikanten uit de negentiende eeuw zoals bijvoorbeeld Robert Lucas Chance die graag glas voor kassen wilden leveren hebben enorm geïnvesteerd om de gewenste langere glasschijven te kunnen maken.⁵⁸ Beide genoemde personen hebben dan ook een belangrijke stempel gedrukt op de verdere ontwikkeling van de glastuinbouw en de glasindustrie.

Door de ruiten zo breed mogelijk te nemen waren minder glasroeden nodig waardoor minder licht werd onderschept. Er zijn echter altijd praktische beperkingen geweest. Tot voor kort nam de prijs aanzienlijk toe naarmate de ruiten groter werden en wat nog belangrijker was, de kans op glasbreuk en daarmee gepaard gaande directe en indirecte (gewas) schade werd ook duidelijk groter met de ruitomvang.⁵⁹ Om de kans op breuk van grote ruiten te verkleinen dienden bredere glasroeden te worden geïnstalleerd, wat weer een deel van de lichtwinst teniet deed.

Glasbreuk in verband met de ruitgrootte is altijd een probleem geweest waarover veel is geschreven. Omstreeks 1845 werd in Engeland geadviseerd om met het oog op breukschade bij hagel geen grotere ruiten op kassen te gebruiken dan 13 x 23 cm.⁶⁰ Nu, 150 jaar later, waarschuwt TNO tegen gebruik van de aanzienlijk grotere glasmaat van 2,57 x 1,50 m in verband met de kans op glasbreuk.⁶¹

Tot 1960 was glasbreuk in kassen een serieus probleem, dat soms als een klein voordeel werd gezien bij de verbetering van het licht in een bestaande kas. Drs. G.J.H. Ebbinge Wubben schreef in 1946: 'Een aanmerkelijke verbetering kan worden verkregen, indien bij de normale vervanging van gebroken ruiten het slechte materiaal stelselmatig wordt vervangen door goed glas.'⁶²

De kans op breuk hangt niet alleen af van de grootte van de glasruit, maar ook van de samenstelling van



Maassluis, transport van glas in kisten in de Eerste Hollandsche Vensterglasfabriek Maassluis via smalspoor, foto ca. 1910, maker onbekend, Collectie Gemeente Museum Maassluis.

het glas, de dikte en niet te vergeten het al of niet ontbreken van interne spanning door de snelheid van afkoeling bij de productie. Het was vroeger onmogelijk bij het blazen glas van uniforme en vooraf nauwkeurig bepaalde dikte te maken. Bij de cilindermethode was dat al aanzienlijk beter dan bij de schijvenmethode. Omdat de dikte van het glas moeilijk was te garanderen werd op de kisten waarin 100 Franse voet (= 10,5 m²) glas was verpakt het gewicht weergegeven waaruit de gemiddelde dikte van het glas kon worden afgeleid. Een vierkante meter glas van twee millimeter dikte weegt namelijk 5 kg. Bij de productie van getrokken glas is de dikte aanzienlijk uniformer en vooraf redelijk nauwkeurig te bepalen, maar verreweg het nauwkeurigst is de dikte van floatglas.

De dikte van het gebruikte glas was oorspronkelijk slechts gemiddeld 2 mm (zogenaamd enkel dik). Hierbij trad soms grote schade op door hagel, daarom gebruikte men liever het duurdere anderhalf dik glas (gemiddeld 2,5 mm) en nog weer later, omstreeks 1920, dubbeldik (3mm).⁶³ Tuindersglas met een dikte van 4 mm wordt pas voor het eerst genoemd in de Tuinbouwgid van 1963.

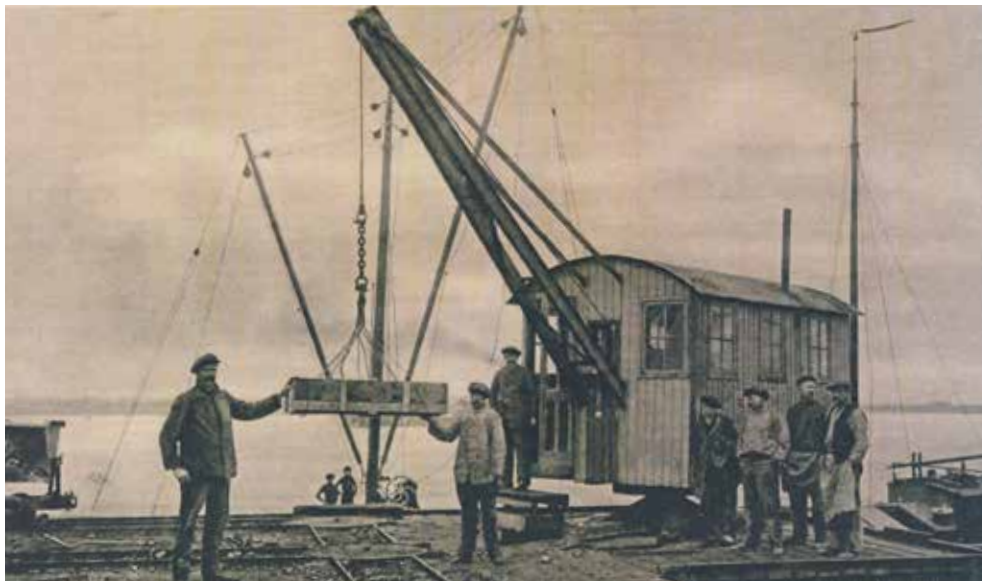
De in de loop van tijd gerealiseerde uniformere dikte, vooral van floatglas, samen met de grotere dikte van 4 mm en de relatief lagere prijs voor grote ruiten zijn de belangrijkste redenen geweest dat ruiten zonder extra gevaar voor breuk zo groot konden worden als ze nu zijn (2,57 x 1,50 m). Vanwege een grotere kans op glasbreuk door onnauwkeurige dikte van gehamerd en getrokken glas tijdens en na de bouw van de kas hebben verzekeringsmaatschappijen in 2000 besloten kassen met dit glas in combinatie met zeer grote ruiten niet langer te verzekeren. Sindsdien wordt bijna uitsluitend nog floatglas op nieuwe kassen gebruikt.

9.2.18 Prijs

Glas is tot de tweede helft van de negentiende eeuw veel te kostbaar geweest voor grootschalig gebruik in de commerciële tuinbouw. Een deel van de grondstoffen was weliswaar altijd goedkoop, maar de grote hoeveelheid brandstof, soda en gespecialiseerde arbeid maakte glas tot een luxe product. Verandering van de productiemethode die steeds weer efficiënter gebruik maakte van genoemde productiemiddelen heeft er voor gezorgd dat glas de laatste 150 jaar steeds goedkoper werd en voor de tuinbouw dan ook steeds aantrekkelijker. Glas zelf was in het verleden al erg duur, maar door de geringe omvang van de afzonderlijke ruiten kostte de verwerking tot bruikbare middelen voor de teelt vaak nog veel meer. Volgens J. Barendse kostte omstreeks 1890 een schietraam van 5,5 voet lang en 4 voet breed f 6.- tot f 7,50 per stuk, afhankelijk van het soort hout. Éénruiters waren door hun eenvoud aanzienlijk goedkoper. In 1897 betaalde de proeftuin in Venlo voor complete éénruiters met houten lijst f 1,54.

Een klein formaat ruit is altijd goedkoper geweest dan grote. Zo betaalde een teler in 1935 voor enige kistjes klein glas (48,5 x 59,5 cm) van 100 voet inhoud f 5,50 per kist of f 0,53 per m². Voor enige kisten met éénruiters van 200 voet betaalde hij toen f 13,25 per kist of f 0,63 per m².⁶⁴ In 1953 kostte een kist met éénruiters van 200 voet f 110,-. Voor een kratje met klein kasglas met de helft van de inhoud betaalde men toen f 35,-.⁶⁵ Na de introductie op grote schaal van floatglas waren grote ruiten goedkoper dan kleine, ook van het getrokken glas. Er was geen behoefte meer aan A- en B-keus glas.

Maassluis, transport van glas in kisten van de Eerste Hollandsche Vensterglasfabriek in Maassluis naar de plaats van bestemming per boot, foto ca. 1910, maker onbekend, Collectie Gemeente Museum Maassluis.



Getrokken glas waar trekstrepen in konden worden verwacht, was na 1970 goedkoper, soms wel f 2,- per m², dan floatglas. Dit gekoppeld met de vaak 1 à 2% hogere lichtdoorlaat maakte dit glas voor tuinders zeer aantrekkelijk.

Schaarste of overvloed heeft altijd een grote invloed gehad op de glasprijs. Toen tijdens de Eerste Wereldoorlog de import van glas uit België stil kwam te liggen, kon de glasfabriek in Maassluis daar enorm van profiteren. Door devaluatie van de Belgische frank in 1926 zakte de glasprijs aanzienlijk en stagneerde de

afzet van glas uit de fabriek van Maassluis waardoor daar grote voorraden ontstonden. Daardoor waren de glashandelaren tot aan het begin van de dertiger jaren in staat een kratje glas met een inhoud van 100 voet op de tuin in het Westland te leveren voor f 3,25.⁶⁶ Van april 1943 tot oktober 1948 is glas op de bon geweest en was de waarde nauwelijks in geld uit te drukken. In 1939 koste een éénruiter ongeveer f 0,70 per raam. Door de schaarste was in 1947 de prijs, met bon, gestegen tot f 3,- per ruit. Rond 2004 was prijs van floatglas met een dikte van 4 mm ongeveer € 8,- per m². Omstreeks 1912 kostten de bekende glasklokken met groen glas uit Frankrijk bij een afname van minstens 330 stuks f 0,54 per stuk. De kwalitatief veel betere klokken met blank glas uit de fabriek van Bakker uit Nieuw Buinen kostten bij een gelijke hoeveelheid f 0,65 per stuk.⁶⁷ In tegenstelling met bijvoorbeeld Engeland of Frankrijk is er in Nederland nooit belasting geheven op glas. Wel heeft er tussen 1811 en 1896 een belasting op deuren en vensters bestaan. In de volksmond belasting op licht en lucht genoemd.⁶⁸ Een bijzondere, indirecte belasting op glas bestond er in dat de hoogte van de personele belasting afhankelijk was of er op de tuin wel of geen glas aanwezig was. Voor tuinknechts op een tuin of buitengoed met broeikas-ten of platglas was f 5,- per persoon verschuldigd. Als dat niet aanwezig was moest f 3,- per persoon worden betaald.⁶⁹

Ter bescherming van de eigen glasproductie, maar ook om de staatskas te spekken, bestonden er in het verleden invoerrechten op glas. Toen die in 1850 werden verlaagd kon de vensterglasfabriek in Zwijndrecht de concurrentie met België niet meer aan en moest daardoor sluiten.⁷⁰



Advertentie van groothandel in tuindersglas J.E. Kouwenhoven & Zoon (sinds 1840) uit Delft, uit: *Loosduinen*, uitgeven door de Vereniging ter bevordering van het Vreemdelingen Verkeer, 1913, p. 34.



Zuid-Limburg, plastictunnels zijn en worden veel toegepast in de tuinbouw, foto B.H.J.N. Kooij 2000, Collectie RCE.

9.2.19 Glasvervangers

Glas is zeer breukgevoelig en heeft bovendien een groot soortelijk gewicht waardoor een stevige en daardoor dure kasconstructie nodig is. Bovendien is het tot aan het begin van de twintigste eeuw relatief duur geweest. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er steeds gezocht is naar een vervangend materiaal. Door de uitzonderlijke eigenschappen van glas is het echter niet eenvoudig gebleken een goede vervanger te vinden.

In de loop van tijd zijn sporadisch andere lichtdoorlatende materialen gebruikt dan glas. In de Romeinse tijd zou volgens Van den Muijzenberg Maria-glas zijn gebruikt voor de teelt van komkommers, door anderen wordt mica genoemd.⁷¹ Aan het eind van de negentiende en begin twintigste eeuw is op beperkte schaal geolied papier als kasbedekking toegepast.⁷² Hoewel de levensduur van dit materiaal slechts kort was, soms slechts een seizoen, was het voor sommige kwekers toch aantrekkelijk omdat door het geringe gewicht een eenvoudige, goedkope, kasconstructie voldoende was. Teeltresultaten onder dit materiaal waren meestal duidelijk minder, maar rode rozen bijvoorbeeld zouden beter op kleur blijven.⁷³ Toen glas na de Tweede Wereldoorlog zeer schaars was en er inmiddels transparante kunststoffen ontwikkeld waren is er met extra belangstelling naar mogelijke vervangers gezocht.⁷⁴

In 1950 is E.M. Emmert aan de universiteit van Kentucky een uitgebreid onderzoek gestart naar de bruikbaarheid van goedkope transparante kunststoffen voor kassen.⁷⁵ Naar aanleiding daarvan zijn er over de hele wereld op grote schaal eenvoudige kassen gebouwd bedekt met goedkoop polyetheen (p.e) of

polyvinylchloride (p.v.c)-folie. Voor de jaarrondteelt in de intensieve glastuinbouw zijn deze echter niet bruikbaar gebleken vanwege de beperkte levensduur van die folies en een slechter microklimaat daaronder dan onder glas, bijvoorbeeld minder licht, een hogere luchtvochtigheid en minder luchtbeweging.

In 1960 achtte Van den Muijzenberg de tijd gekomen dat kunststoffen definitief het glas zouden verdringen.⁷⁶ Op het proefstation voor de bloemisterij in Aalsmeer werd in 1963 een vergelijkende proef opgezet met fresia's in zes kassen met verschillende kasbedekking.⁷⁷ Dit experiment heeft niet geleid tot een doorbraak van kunststof als kasbedekking.

Mede op aandringen van kunststoffabrikanten zijn vanaf 1970 op wetenschappelijke instituten in vele landen waaronder Nederland diverse onderzoeken gedaan naar mogelijk gunstige eigenschappen voor kasbedekking van kunststoffen waarbij vooral de lichtdoorlaat en levensduur veel aandacht hebben gekregen.⁷⁸ Toen omstreeks 1980 fossiele brandstoffen schaars en duur dreigden te worden leek de toepassing van dubbele en zelfs driedubbele lagen kunststof van folie of harde platen het juiste antwoord daarop. Er is toen een groot aanbod gekomen van diverse soorten folie en hard plastic die als kassenbedekking dienst zouden kunnen doen. Om telers behulpzaam te zijn is er op enkele onderzoeksinstituten in Nederland een groot onderzoek opgezet naar de belangrijke eigenschappen van mogelijk geschikte kasbedekkingsmaterialen.⁷⁹

Er is daarna in Nederland een enkele kas gebouwd met dubbele polyetheen folie en meerdere kassen met zogenaamde stegdoppelplatte, dubbele kunststof platen met op regelmatige afstand dwarsschotjes, van PMMA (polymethylmethacrylaat) en PC (polycarbo-



Éénruiters werden vanaf circa 1870 toegepast in de tuinbouw, maker en datum onbekend, no. 126-2-7 foto Westlands Museum te Honselersdijk.

naat). Hoewel teeltresultaten op praktijkbedrijven en op onderzoekinstituten goed bleken, soms zelfs beter dan onder glas, is de echte doorbraak voor deze materialen toch niet gekomen.⁸⁰ De belangrijkste reden hiervoor is dat de lichtdoorlaat aanzienlijk kleiner bleek dan van glas, vaak zelfs aanzienlijk kleiner dan vooraf berekend. Als oorzaak voor dat laatste kan worden aangemerkt de vervuiling als gevolg van statische geladenheid bij droog weer waardoor stof wordt aangetrokken en de vorming van condensdruppels aan de binnenzijde tegen het kunststof materiaal. De lichtdoorlaat van PC die van nature al aanzienlijk lager is dan van glas, bleek in korte tijd door veroudering nog verder terug te lopen. Om veroudering tegen te gaan worden PC-platen de laatste jaren voorzien van een UV-absorberende coating. Tegen condensdruppels worden de stegdoppelplaten tegenwoordig in de fabriek behandeld met een zogenaamde anticondenschlaag. PMMA is zeer brandbaar waardoor enkele grote kassen met dit materiaal zijn afgebrand. Het is duidelijk dat dit de toepassing van kunststoffen als kasbedekking niet heeft bevorderd.⁸¹ Naast de goedkope p.e.- en p.v.c.-folies, die slechts een korte levensduur hebben, zijn er ook duurzamer folies ontwikkeld zoals bijvoorbeeld fluorpolymere met

merknamen als Teflon, Hostafloen en F-Clean die niet alleen een lange levensduur hebben, maar bovendien nog een aantal aantrekkelijke eigenschappen die ze zeer geschikt maken als kasbedekking. Bijvoorbeeld een hoge lichtdoorlaat en grote sterkte waardoor ze in hoge mate hagelbestendig zijn. Weliswaar zijn met deze folies enkele grote aansprekende kassen gebouwd in Arnhem en Zuid-Engeland, maar voor commerciële toepassingen zijn deze folies vooralsnog veel te duur gebleken. Beide genoemde kassen zijn opgebouwd uit zogenaamde Texlon elementen, die bestaan uit losse ramen met meerdere aan elkaar gesealde transparante folies die op afstand worden gehouden met luchtdruk. De in Arnhem in 1987 gebouwde oerwoudhal in Burgers dierenpark is opgebouwd uit rechthoekige elementen van 3 x 6 m met drie lagen Hostafloen van Hoechst AG.⁸² In het jaar 2000 is in Cornwall (Zuid-Engeland) een enorme kunststof kas gebouwd van 2,2 ha bestaande uit twee rijen van vier in elkaar geschoven koepels met een doorsnede van 37 tot 124 m en ongeveer 40 m hoog. Die kas is opgebouwd uit enorme zeshoekige ramen met zijden van ongeveer 5 m met daarin een luchtkussen bestaande uit drie lagen folie van een fluorpolymer.⁸³



Loosduinen, tuinderij van Jos Klinkenberg in opbouw aan het begin van de twintigste eeuw, Collectie Stichting Oud Loosduinen. Vooraan op de foto staat Jos Klinkenberg.

9.3 BOUWMATERIALEN

Ben Kooij

9.3.1 Baksteen

Voor de bouw van oude kassen is baksteen een van de meest traditionele bouwmaterialen. Ten tijde van de bouw van de eerste kassen was er in Nederland al een eeuwenlange baksteencultuur aanwezig. De meeste gebouwen werden in dit bouw materiaal opgetrokken. Het is daarom niet verwonderlijk dat men het ook bij kassen toepaste. Zowel de aanleg van de fundering als de onderbouw metselde men in baksteen. Bij muurkassen werden ook de korte zijgevels en de hoge achtermuur in baksteen opgetrokken. Voor zover wij tijdens onderzoek en restauratie hebben kunnen vaststellen, zijn de kassen en bakken gewoon op staal gefundeerd. Meestal treft men enkele versnijdingen tot het opgaande werk aan. Vrijwel al het metselwerk werd door lokale aannemers of metselaars uitgevoerd. Kruis- en halfsteensverband, en in mindere mate staandverband, zijn de meest toegepaste metselverbanden. Bij hogere en dus zwaardere die geplaatst moesten worden op grond met slechte draagkracht, werd houten palenfundering toegepast. Een voorbeeld is de palmenkas in de Hortus van Amsterdam, een ontwerp uit 1911 van 'Aesthetisch adviseur van Publieke Werken' Johan Melchior van der Mey (1878-1949).⁸⁴ Voor dergelijke en iets geavanceerde bouwklussen en voor de bouw van schoorstenen werden gespecialiseerde bedrijven of onderaannemers uitgenodigd. Tot ca. 1875 is vrijwel uitsluitend rode handvormsteen gebruikt die betrokken werden van de vele

lokale steenbakkerijen. Gele handvormsteen komt -net als bij moestuin- en fruitmuren- sporadisch voor. Niet de klinkerkwaliteit maar de iets zachtere kwaliteiten worden het meest aangetroffen. Na ca. 1850 wordt de fabrieksmatig geperste baksteen toegepast voor de bouw van kassen of bijbehorende onderdelen. De hardere kwaliteiten baksteen werden steeds vaker toegepast. Bij renovaties van kassen en bakken is dit nieuwe materiaal ook gebruikt. Men herkent de steen aan de hardere en strakke structuur. Baksteen in de vorm van gele klinkertjes is gebruikt als bestrating van de looppaden in de luxe kassen. Een dergelijke bestrating verhoogt het representatieve karakter van een kas. Een mooi voorbeeld zijn de kassen van Paleis Het Loo.

Als constructiewijze troffen wij meestal steens- of anderhalfsteens muren aan zonder spouw. Voor scheidingswanden voor de compartimentering zijn meestal halfsteens wanden gemetseld. In kassen is een spouw vaak niet direct waarneembaar. Bij een enkel geval, zoals bij de voormalige anjerkas op de buitenplaats Vollenhoven in de Bilt, is later een muur in de kasruimte geplaatst om een spouwmuur te verkrijgen. Meestal is de spouwmuur tijdens de bouw gerealiseerd, zoals bij de Beukenhorst in Brummen. Tot het einde van de negentiende eeuw werd kalkmortel, al of niet in combinatie met tras, nog veel toegepast. Daarna komt het gebruik van cementmortels in zwang. Bij bakken zijn spouwmuren hier en daar ook toegepast. De spouw voorkomt dat er te veel warmte door geleiding uit de binnenruimte verdwijnt. Voor zover bekend werden deze spouwmuren niet geïsoleerd, iets wat bij oranjerieën wel gebruikelijk was. Muurkassen zijn meer dan eens later tegen een fruitmuur gebouwd. Bij dergelijke gevallen zijn duidelijke verschillen te constateren tussen het oude werk en het nieuwe werk. Een markant voorbeeld is de muurkas op de buitenplaats Schaep en Burgh in 's-Graveland die later aangebouwd is tegen de achttiende-eeuwse slangenmuur.

Radiaalstenen voor ronde schoorstenen.

Met de Industriële Revolutie verzeen overal in het land ronde bakstenen schoorstenen voor het afvoeren van rookgassen die vrij kwamen bij de productieprocessen en de verwarmingsinstallaties.⁸⁵ In de begintijd waren dat de verbrandingsgassen van de stoommachines, later kwamen daar steeds meer andere kwalijke gassen bij. Een schoorsteen zorgt ook voor een bepaalde trek die nodig was om processen gaande te houden. De schoorstenen symboliseerden vroeger vooruitgang, later sloeg dat om en werden ze beschouwd als symbool voor milieuvervuiling en slechte werkomstandigheden. Tegenwoordig worden stenen schoorstenen weer hoger gewaardeerd.

Utrecht, de Oude Hortus Botanicus, deel van de broeibak uit 1907 terzijde van de Collectiekas, foto B.H.J.N. Kooij 2005, Collectie RCE. Het is uitzonderlijk als een bak geheel is afgewerkt met natuursteen. Hier is harde Belgische kalksteen toegepast.



9.3.2 Natuursteen

Het gebruik van natuursteen bij de bouw van historische kassen is beperkt. Dit heeft als oorzaak dat het materiaal relatief duur was omdat het geïmporteerd moest worden en bewerkt tot de gewenste vorm. Qua natuursteen werd vooral Belgische hardsteen gebruikt bij de afdekking van baksteen muurwerk. Soms is de toepassing beperkt gebleven tot een enkel hoekblok zoals bij gemetselde bakken. Bij de meer representatieve kassen, bijvoorbeeld in de horti en dierentuinen, werd natuursteen vaker gebruikt. De bovenzijde van de bakken naast de samengestelde kas in de Oude Hortus in Utrecht is vrijwel geheel in natuursteen uitgevoerd, maar dat is een uitzondering. Voor onderdorpels van toegangsdeuren is in verband met slijtage dikwijls ook gebruik gemaakt van hardsteen of Naamse (Namense) steen. In het bestek voor de bouw van een bloemenkas in de Hortus van Leiden in 1877 wordt de Belgische natuursteen aangeduid als ‘escauzijnsche steen’.⁹⁴ De eenheidsprijs, genoemd in het bestek, voor een m³ van deze steen was f 150,- ; de prijs van de steenhouwer, ‘gedurende een uur werken’ f 0,22. Uit bestekken voor de bouw van kassen -hoewel er nog weinig zijn gevonden- zijn bijzondere gegevens over de bouwmaterialen te halen. Hoewel van een enkele verdwenen kas het bestek bewaard is gebleven, is het onderzoeken van de toegepaste materialen hier niet meer mogelijk. Wel kunnen deze bestekken ons inzicht geven over de vroegere bouwpraktijk.⁹⁵

Zandsteen

De steensoort is aangetroffen bij twee locaties in het oosten van het land waar het duurzame materiaal relatief goedkoop is. Traditioneel is zandsteen in dit gebied voor veel belangrijke gebouwen toegepast. Bij

de buitenplaatsen Twickel in Ambt Delden en Weldam in Markelo is Bentheimer zandsteen bij verschillende koude bakken aangetroffen. Bij deze bakken horen tamelijk grote broeiramen. Enkele natuurstenen bakken bij Twickel zijn naderhand verbouwd tot een kleine kas. De bakken zijn opgebouwd uit losse onderdelen die met behulp van ankers aan elkaar zijn verbonden.

Mergel

Limburg vormt wat betreft bouwmaterialen voor kassen een uitzondering. Bij verschillende historische kassen is de Limburgse kalksteensoort mergel aangetroffen, waar elders baksteen gangbaar was. De toepassing in Limburg is niet verwonderlijk. Omdat het dicht bij huis werd gewonnen, was het een goedkoop bouw materiaal. De Romeinen maakten er al gebruik van en vanaf de tiende eeuw werd de steen bij de bouw van kerken gebruikt. Buiten Limburg vindt het materiaal pas in de zestiende en zeventiende eeuw enige toepassing. Bij oude achttiende- en negentiende-eeuwse huizen, boerderijen en tuilmuren kan men de kalksteensoort aantreffen. In Zuid-Limburg worden drie kalksteensoorten gebruikt: 1. de Maastrichtse kalksteen, bekend als Mergel, 2. de Kunrader kalksteen en 3. de Gulpense kalksteen.⁹⁶ De laatste twee zijn, voor zover bekend, niet bij kassen gebruikt.⁹⁷ Mergel wordt vaak aangeduid met de plaats van herkomst. Bekend is de Sibbesteen, de Valkenburger, de Sichemer en de Geulhemer steen. De zachte lichtgele steen bestaat hoofdzakelijk uit koolzure kalk. Zij is met eenvoudig gereedschap met de hand te bewerken (zagen en schaven). Mergel wordt doorgaans in blokken verwerkt. Na verwerking ontstaat er een calciethuid aan de buitenzijde die de steen naar binnen



Markelo, kasteel Weldam, zandstenen bak verbouwd tot dubbele bak met éénruiters in moestuin, foto B.H.J.N. Kooij 2003, Collectie RCE.

toe beschermd. Tegenwoordig wordt mergel niet veel meer gebruikt.

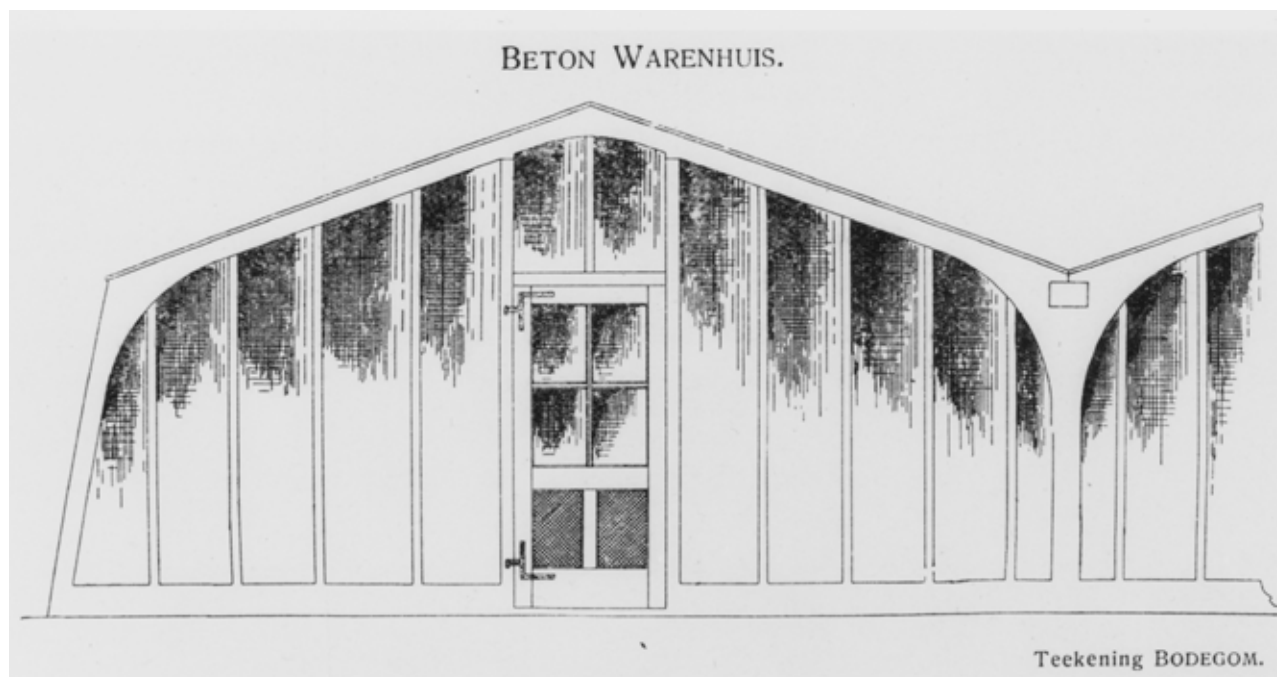
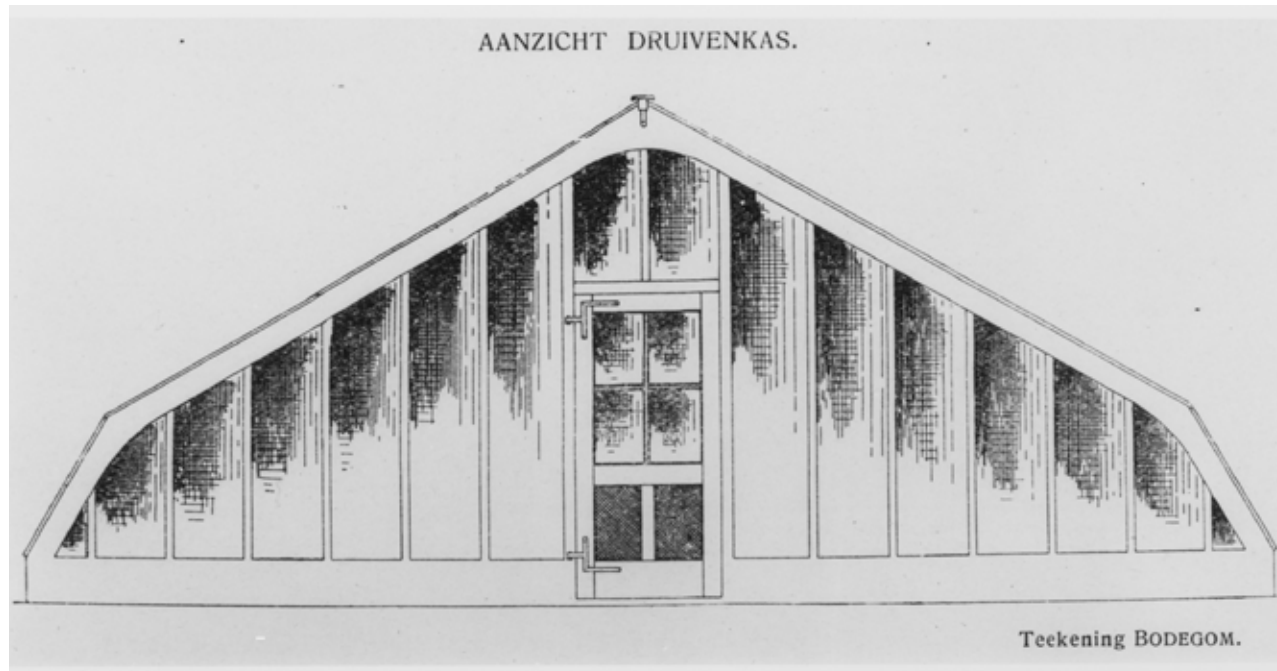
9.3.3 Beton

Beton werd vanaf circa 1900 in de glastuinbouw gebruikt, zowel ter plaatse bereide en gestorte beton als prefab onderdelen. Beton was goedkoper dan baksteen en had als voordeel dat het gewapend kon worden. Bij de traditionele en veel toegepaste Westlandse druivenkassen bestaat de fundering doorgaans uit een ter plaatse gestorte balk, al of niet voorzien van een houten palenfundering met betonopzetters. Op de randbalk werd direct de kas geplaatst. In het hoofdstuk over de betonnen kassen is de geschiedenis nader beschreven. Bij buitenplaatskassen is weinig beton toegepast. Prefab beton is niet alleen terug te vinden in onderdelen van betonnen kassen zoals spanten, gordingen, kozijnen, fundering en roeden, maar ook in onderdelen die van oudsher in natuursteen werken uitgevoerd. Bakken zijn ook in prefab beton uitgevoerd, zowel enkele als dubbele bakken, vooral in de glastuinbouw. Daarbij kunnen wij nog onderscheid maken tussen bakken bestemd voor éénruiters en die waarop traditionele broeiramen met kleine glasruiten behoren. De laatste behoren meestal tot de wat oudere bakken. Tot ver in de jaren zeventig van de twintigste eeuw zijn dubbele bakken met grote ramen toegepast in de glastuinbouw, bijvoorbeeld in de bloemeteelt in Lent. Men teelde er onder andere cyclamen in. Enkele betonnen bakken zijn ook in moestuinen op buitenplaatsen aangetroffen. Vaak betreft het hier vervanging of uitbreiding van oudere bakken.

Van Leeuwen weet te melden: ‘Door een toeval ontdekte een in de buurt van Parijs wonende tuinman, Monier genaamd, de deugdelijkheid van cement-ijzerconstructies. Hij kwam namelijk op het idee om houten broeibakken, welke hij in zijn bedrijf nodig had, door bakken van portlandcement te vervangen. Deze bakken bleken niet sterk genoeg te zijn, doch toen hij nieuwe bakken maakte en in het portlandcement een vlechtwerk van ijzerdraad legde, waren de bakken belangrijk sterker. Na vele proefnemingen nam hij in 1868 patent op zijne uitvinding, welke berust op de idee om zoodanig in ijzer versterkt portlandcement of beton te construeeren, dat, althans in hoofdzaak, het ijzer de trekspanningen en het portlandcement of beton de drukspanningen opneemt. Monierwerk, hier te lande meer bekend onder den naam gewapend beton, is het beste te vergelijken met een beenderengestel van ijzer, met vleesch van beton.’⁹⁸ Monierwerk, Monierbouw, Hennebique-constructie en cement-ijzer zijn oudere aanduidingen voor een en hetzelfde begrip: gewapend beton. Na het verschijnen van de Gewapend Beton Voorschriften (GBV) in 1912 werd vrijwel alleen het begrip ‘gewapend beton’ gebruikt. Joseph Monier (1823-1906) wordt beschouwd als de vader van de cement-ijzerconstructies. In 1867 kreeg hij het brevet d’invention. Het begon met het vervaardigen van bloembakken ‘en fer en ciment’ en eindigde bij de bouw van bruggen. De Franse aannemer Francois Hennebique (1842-1921) wordt beschouwd als de grondlegger van de moderne betonskeletbouw. In 1892 kreeg hij octrooi op zijn vinding om kolommen, hoofdbalken en dwarsbalken als geheel in gewapend beton uit te voeren. Ofschoon de kassenbouw in Nederland gebruik

maakt van gewapend beton, hebben de grote betonconstructiebedrijven geen bemoeienis gehad met de kassenbouwers. Omdat de betontoepassingen bij kassen kleinschalig waren, hebben moderne ontwikkelingen zoals van het voorgespannen beton, ontwikkeld vanaf circa 1930, geen toepassing gevonden. Op de 'Nationale Tentoonstelling van Nederlandsche

en Koloniale Nijverheid' te 's-Gravenhage in 1888 figureert de firma F.J. Moerkoert uit Utrecht voor het eerst met natuurlijke en kunstmatige grotwerken en daarvan vervaardigde voorwerpen van cementmortel.⁹⁹ In diverse kassen en wintertuinen moeten er werken zijn uitgevoerd, al of niet voorzien van een eenvoudige wapening. De firma is opgericht door

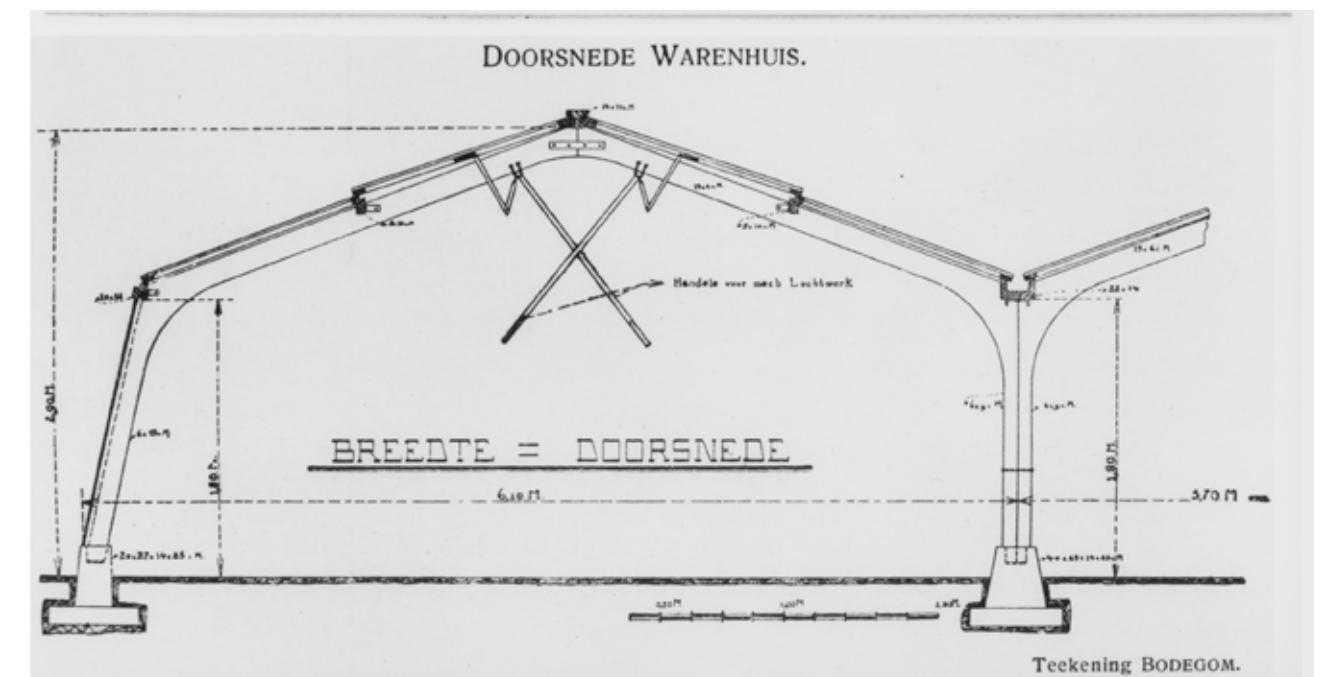
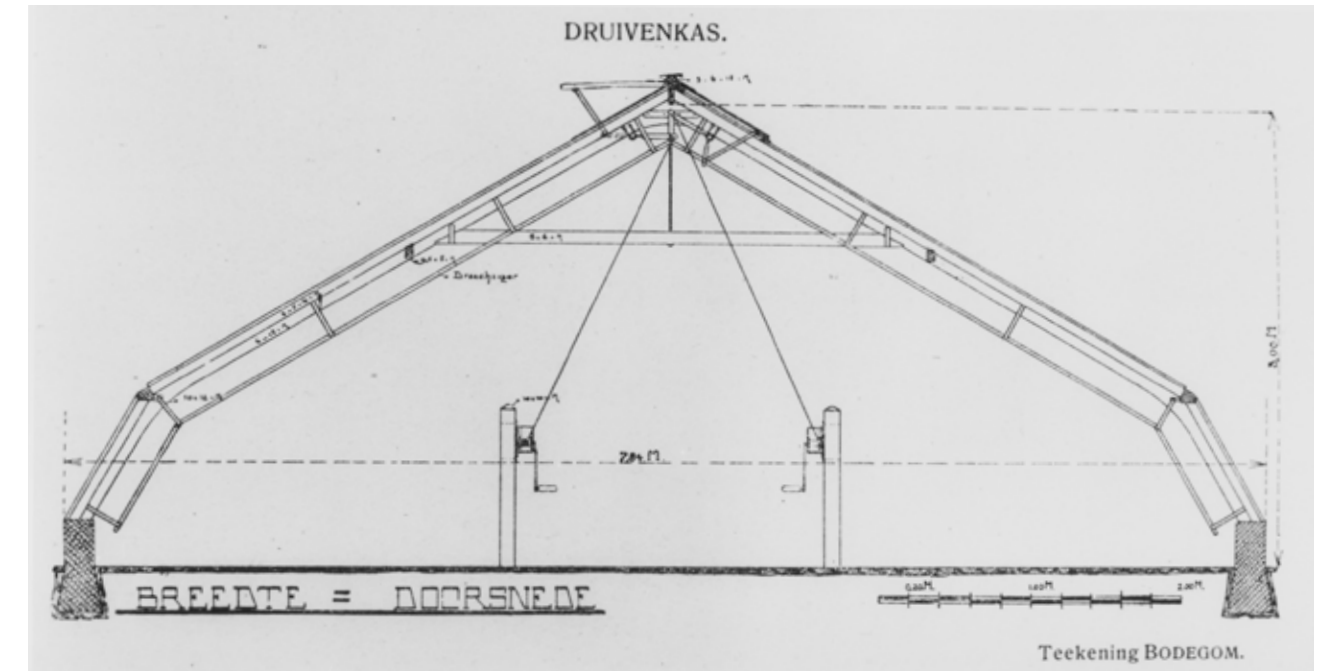


Vier tekeningen van vóór 1918 van de firma Van Bodegom uit Spijkenisse: aanzicht en doorsnede van een betonnen druivenkas en een warenhuis, repro IJ.Th. Heins 2000, Collectie RCE, uit: K. Wiersma, *Kassen en Kassenbouw*, 's-Gravenhage [1918].

Franciscus Johannes Moerkoert (1840 – 1914) en later door zijn gelijknamige zoon voortgezet in De Bilt. De firma kreeg veel opdrachten van tuinarchitect Henri Copijn (1842-1923). Een eerste catalogus van werk verscheen rond 1881.¹⁰⁰ De firma moet daarom een aantal jaren ervoor zijn opgericht. Het bedrijf is rond de crisistijd opgeheven.

9.3.4 Pannen

Bij bepaalde typen kassen, in het bijzonder de muurkassen, treft men pannen aan op het achterdakvlak en op de achtermuur. Men komt ze ook tegen bij aangebouwde stookhokken, pottenloodsen of opslagplaatsen voor boeiramen en zonweringen. Het meest aange-





Betonnen bakken laten zich uitstekend demonteren en opslaan, zoals hier in Enschede op de buitenplaats Zonnebeek, foto B.H.J.N. Kooij 2003, Collectie RCE.



Wateringen, tuinderij van Frans van den Berg aan de Sweeruslaan, betonnen warenhuizen in aanbouw in 1922, fotograaf onbekend, no. 353-3-10 Collectie Westlands Museum Honselersdijk.

troffen zijn de rode of de gesmoorde Oud-Hollandse pannen. De aangetroffen pannen zijn alle van klei gebakken, meestal ongeglazuurd. Pannen vervaardigd uit bepaalde cementmortels zijn niet aangetroffen.

9.3.5 Hout

In de bouw paste men in de Late-Middeleeuwen hoofdzakelijk eikenhout toe afkomstig uit de omringende landen. In de loop van de zeventiende eeuw ging men steeds meer over op naaldhout uit Scandinavië en later uit Amerika, omdat het eiken op raakte. Vanaf het midden van de zeventiende eeuw ging men bijna uitsluitend over op grenen. Omdat de eerste kassen pas na het midden van die eeuw bekend zijn, is het niet aannemelijk dat de eerste kassen in eiken waren uitgevoerd. Onderdelen van kassen of bakken zijn, zelfs tot in de negentiende eeuw, wel in eiken uitgevoerd. In schriftelijke bronnen kan men tegenkomen 'Wezeper Eicken-hout' als onderdeel van een kas. Omdat eikenhout kan kromtrekken is men altijd kritisch geweest bij de toepassing bij kassen omdat glasbreuk het gevolg zou kunnen zijn. Hout was tot begin negentiende eeuw samen met glas het belangrijkste constructiemateriaal voor kassen.

Hout voor kassen had verschillende voordelen, waaronder de prijs, het relatief lage gewicht, het slechte warmtegeleidingsvermogen en de vertrouwde van het materiaal dat men al eeuwenlang toepaste voor uiteenlopende doeleinden. Daarbij komt dat reparaties in hetzelfde materiaal eenvoudig zelf door de tuinbaas of tuinder zijn uit te voeren. Tot de nadelen kan men rekenen de beperkte levensduur, de vrij grote afmetingen van de constructiedelen met als gevolg meer schaduwwerking, plantaardige en dierlijke



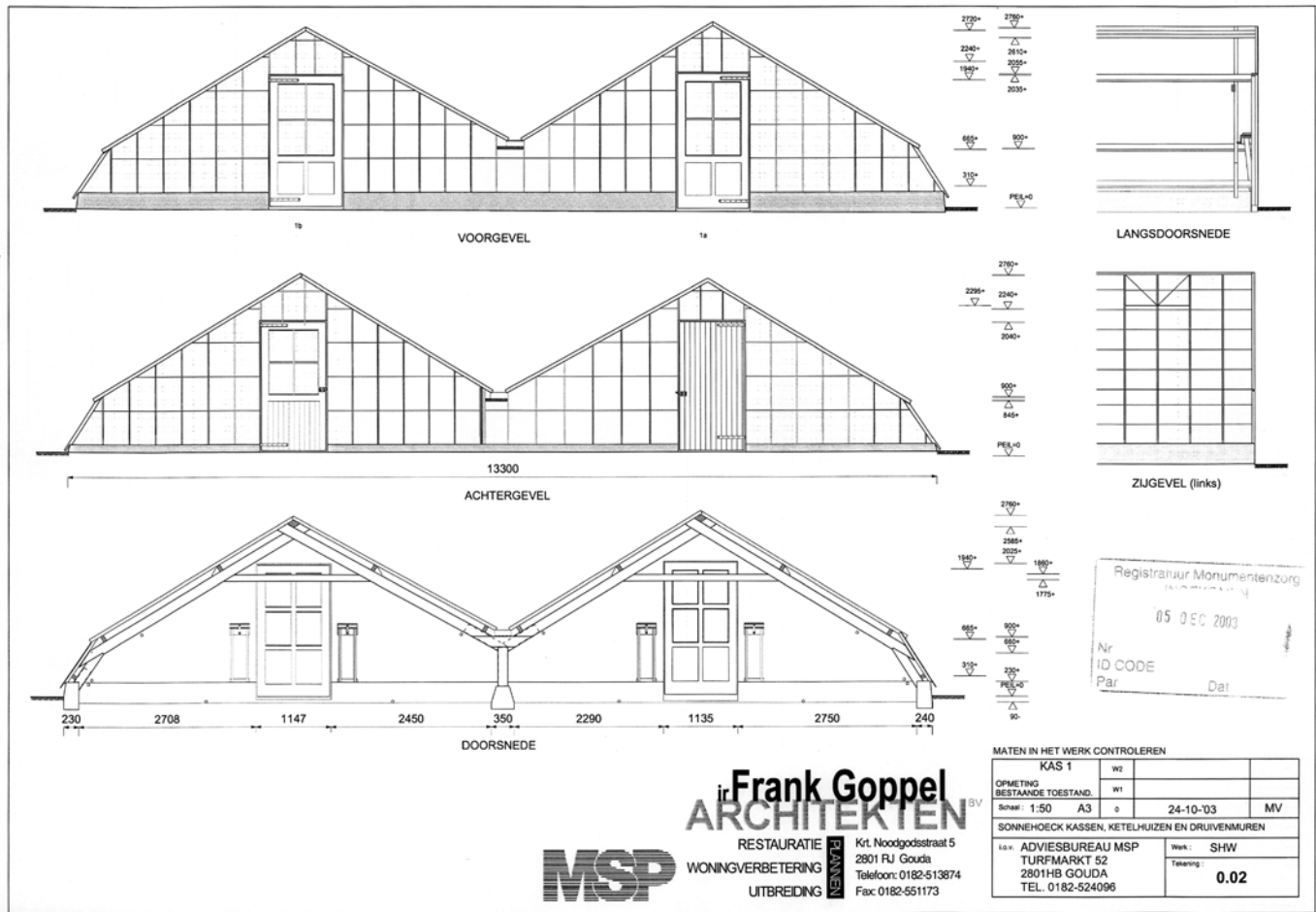
Loosduinen, ansichtkaart van de betonnen komkommerkas van P.A. Flinterman, Collectie Stichting Oud Loosduinen.



Advertentie Langhout beton, schoorstenen, Handelsblad voor den Tuinbouw 1931, Collectie Historische Tuin Aalsmeer.



Advertentie van de firma F.J. Moerkoert Jr. uit Utrecht, opgericht in 1836, uit: *Onze Tuinen*, jrg. 11 (6 april 1917), p. 515. Deze firma was gespecialiseerd in de bouw en aanleg van kleine werken in beton, zoals bruggetjes en rotswerken.



Kwintsheul, Holle Watering 26, tekening van de bestaande toestand van de houten blokkas op de tuinderij Sonnehoeck, tekening in: Frank Goppel Architecten BV, Gouda 2003. De blokkas, nog steeds gebruikt voor druiventeelt (Frankenthalers), is in 1930 gebouwd door timmerman Thoen uit Kwintsheul.

aantastingen en tot slot het werken en kromtrekken. De eerste kassen in de zeventiende en achttiende eeuw waren vrijwel geheel van hout in tegenstelling tot de negentiende -eeuwse kassen waar relatief wat meer baksteen wordt aangetroffen. De bouw van een houten kas vindt vrijwel altijd plaats op een steenachtige fundering en bij de bouw van een houten muurkas is de achtermuur ook van een steenachtig materiaal.

Grenen

Deze houtsoort, vroeger wel aangeduid als ‘Noords Grenen-hout’, is het meest toegepast voor de bouw van historische kassen. Het materiaal is gekwalificeerd in duurzaamheidsklasse III (matig duurzaam: 10-15 jaar). Naast het Scandinavisch grenen paste men ook het Amerikaanse grenen (Pitch pine en Oregon pine) toe.¹⁰¹ Volgens het bestek uit 1877 voor de bouw van een voormalige bloemenkas in de Hortus te Leiden moesten de deurkozijnen van ‘Amerikaansch greenen-hout’ worden vervaardigd. Het hout ‘zal zuiver en netjes zonder scheuren of groote kwasten blank worden opgeleverd en daarna geolied en gevernist worden.’ Indien goed onderhouden en van de beste kwaliteit, dit betekent onder andere dat er geen spinthout in mag voorkomen, kan het redelijk lang mee. Hout in het dek heeft als voordeel dat er minder condensvorming optreedt, vooral als de kas wordt gestookt, daarentegen houdt het materiaal meer licht tegen dan ijzeren glasroeden die een aanzienlijk smalle doorsnede. Vanwege de mindere condensvorming paste men als bloemenkas dikwijls houten kassen toe. In het algemeen kan men zeggen dat een houten kas stabielere klimaat is dan een ijzeren kas. Men vervaardigde van hout zowel de draagbalken, de gordingen, kozijnen, regelwerk, deuren, muurplaten en de eenvoudige spanten alsook de roeden. Bij de meeste historische kassen, niet alleen de houten kassen maar ook de ijzeren en betonnen kassen, zijn de deuren van hout. Betonnen deuren worden te zwaar en zijn te kwetsbaar; ijzeren deuren werken te veel met glasbreuk tot gevolg. Het dichtslaan van een houten deur is minder schadelijk dan bij deuren uit andere materialen. Om dezelfde redenen werden bij betonnen kassen de ventilatieramen in hout uitgevoerd.

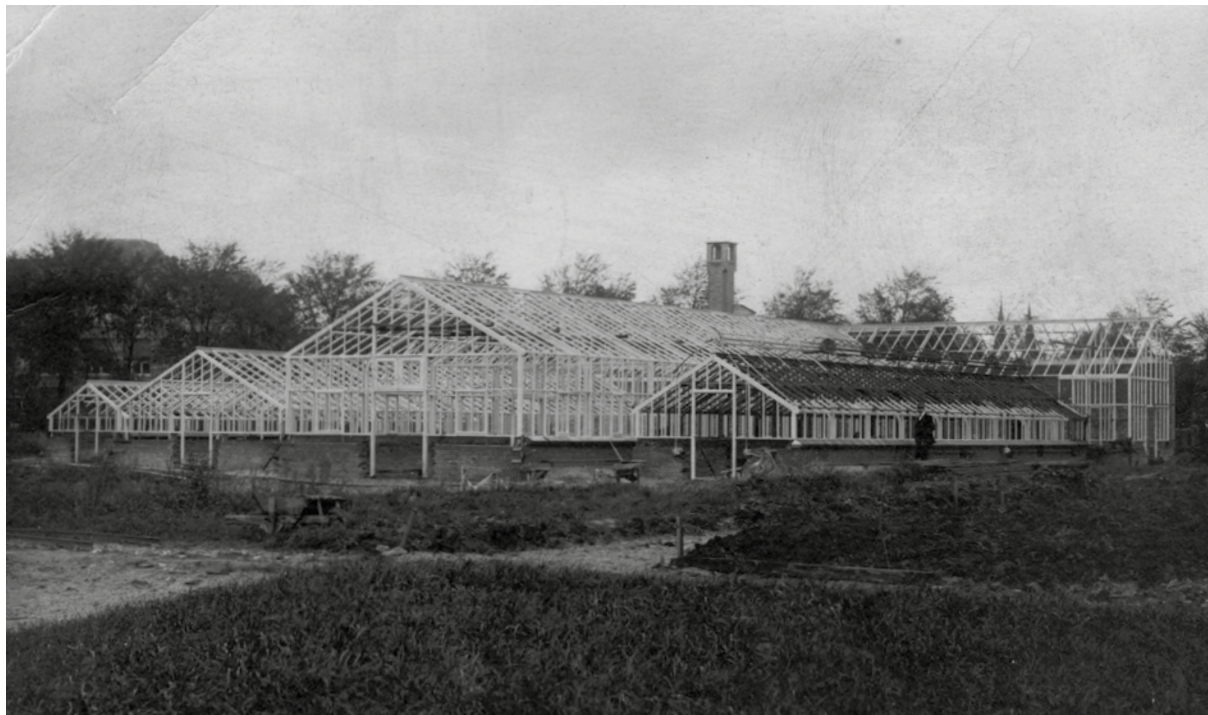
Grenenhout werd ook toegepast in broeiramen, in vaste en demontabele broeibakken. Voor dezelfde doeleinden paste men ook het goedkopere vurenhout (duurzaamheidsklasse IV, weinig duurzaam: 5-10 jaar) toe en het larikshout, ook bekend onder de naam lerke- of lorkehout, (duurzaamheidsklasse III). Zonder laboratoriumonderzoek zijn de verschillende oude naaldhoutsoorten moeilijk te onderscheiden. Duidelijk minder toegepast is het Amerikaanse Redwood (duurzaamheidsklasse II, duurzaam: 15-25 jaar). Als men het al tegenkomt is het in de glastuinbouw of bij hobbykassies, maar niet bij buitenplaatskassen.

Combinatiegebruik

In de loop van het tweede kwart van de negentiende eeuw komt langzaam ijzer als constructiemateriaal voor kassen op. Toch werden in die tijd nog volop houten kassen gebouwd. Niet op buitenplaatsen maar wel in de glastuinbouw kwam vóór de Tweede Wereldoorlog zowel de combinatie hout voor de draagconstructie en ijzeren roeden voor het dek, als de combinatie ijzer voor de draagconstructie en hout voor de roeden voor. Wij duiden dit fenomeen aan als het combinatiegebruik. Omdat de meeste oude kassen uit de glastuinbouw gesloopt zijn, zijn van het combinatiegebruik vrijwel geen voorbeelden meer over. Tijdens het onderzoek zijn in Monster nog voorbeelden bij druivenkassen aangetroffen, maar zij zijn tijdens het schrijven van deze publicatie gesloopt. Waar op buitenplaatsen het combinatiegebruik voorkomt, is zonder uitzondering sprake van een verbouwing waarbij meestal het houten glasdek is vervangen. Voorbeelden zijn ‘t Klaphek en Schaep en Burgh te ‘s-Graveland. Bij collectiekassen komt het combinatiegebruik ook voor. Een van de fraaiste voorbeelden is de collectiekas in de Oude Hortus te Utrecht uit 1907. Bij de grote negentiende-eeuwse Engelse ‘ijzeren’ kassen komt het combinatiegebruik ook veelvuldig voor. De grootste voorbeelden zijn de kas in Devonshire op het landgoed Chatsworth (1840) en Crystal Palace (1851) in Londen.

Andere houtsoorten

Het gebruik van Europees loofhout voor kassen en ramen is beperkt gebleven tot toepassing in onderdelen. Een enkel onderdeel zoals een onderdorpel, een roede, een nokbalk, een muurplaat en andere kwetsbare onderdelen, is soms in eiken aangetroffen. Bij kasteel Amerongen is tijdens de restauratie vastgesteld dat de nokbalk van de negentiende-eeuwse kopkassen in eiken was uitgevoerd. Waarschijnlijk omdat de doorsnede van de nokbalk een ongebruikelijke vorm had. Aan de voorkant van de balk moesten in een uitgehakte sponning de ramen aansluiten en aan de achterkant onder een andere hoek het schuine dak. De nokbalk is een belangrijk constructie-element dat relatief veel invloed heeft van vochtinwerking. Omdat de nokbalk vanwege de slechte staat niet te handhaven bleek, is hij tijdens de restauratie vervangen door een grenen exemplaar. Tropisch hardhout is bij kassen weinig toegepast. Enerzijds vanwege de hoge prijs en anderzijds omdat het materiaal bij huizenbouw ook niet veel werd gebruikt. Weliswaar kwam in de negentiende eeuw door de handel wel meer materiaal beschikbaar, maar dit leidde toch niet tot grootschalige toepassingen bij kassen en orangerieën. Er zijn enkele uitzonderingen waar juist wel tropisch hardhout is toegepast. Een bijzonder voorbeeld is de eerder genoemde Oude Hortus in Utrecht. Hier is hardhout voor het dek gebruikt. Architectenbureau Vlaardingebroek & Wevers uit Utrecht heeft vastge-



Delft, de Cultuurtuin, de bouw van de houten Collectiekas, foto uit archief van de Cultuurtuin van de TH Delft.



Markelo, kasteel Weldam, houten scherm-latten voor zonwering in de opslagschuur, foto IJ.Th. Heins 2005, no. 513.776 Collectie RCE.



Advertentie van timmerfabriek Wed. J.L. Jansen uit Loosduinen, Collectie Stichting Oud Loosduinen.



De Lier, Laan van Binnendijk, houten ramenwarenhuis tijdens de afbraak, foto B.H.J.N. Kooij 2000, Collectie RCE.

Schoonheeten, buitenplaats
Schoonheeten, interieur van
een bijzondere ijzeren kas: een
zogenoemde zadelkas, Collectie
D.M. Servaas, Gemeentearchief
Zeist, repro no. 505.843 Collectie
RCE. De kas is gebouwd door de
firma Gadellaa uit Zeist omstreeks
1920. Voor de bouw is profielijzer
toegepast.



steld dat het hier om teakhout gaat, zeer waarschijnlijk uit Java. Wiersma noemt in zijn boek in 1918 als nadeel van hardhout behalve de hoge prijs ook het feit dat de tweede keus van de allerbeste houtsoorten dikwijls sterk werkt met als gevolg dat er veel glasbreuk optreedt. Het nadeel bij toepassing bij éénruiters is dat het gewicht aanzienlijk toeneemt. Krijnen en Ruige melden dat in de glastuinbouw Yanghout (duurzaamheidsklasse III) veel voor roeden werd toegepast. Deze sterke bruine tot roodbruine loofhoutsoort is afkomstig uit Zuidoost-Azië.¹⁰² In de glastuinbouw is tijdens en na de Tweede Wereldoorlog allerlei hout hergebruikt, waaronder ook het nodige hardhout, in kassen en bij broeiramen. Van dit materiaal rest nagenoeg niets meer. De lijsten van éénruiters, die door verschillende timmerfabrieken op de markt werden gebracht, waren van grenen. Miljoenen zijn er gemaakt voor de tuinbouw ten behoeve van de platglascultuur en de kassenbouw, vooral bij de warenhuizen. De oude houten warenhuizen, nu praktisch geheel verdwenen, werden opgebouwd uit deze éénruiters. Op verzoek van opdrachtgevers, gebruikers of verkopers zijn éénruiters ook in hardhout uitgevoerd. Kasjes die wij kunnen rangschikken onder de hobbykasjes voor particulieren en uiteenlopende afmetingen en vormen hebben, zijn naar keus van de koper in hardhout uitgevoerd. Voorbeelden zijn bekend in onder andere mahonie, meranti en teak. Nog steeds worden op kleine schaal hobbykassen in hardhout uitgevoerd. Houten hobbykassen hebben veel terrein moeten afstaan aan aluminium kassen, die weinig onderhoud vergen en een grotere lichtopbrengst hebben.¹⁰³

9.3.6 IJzer

Tot even vóór 1850 bleef ijzergebruik beperkt tot gesmede ankers, pennen, haken, handvaten, sloten en dergelijke. De meeste onderdelen werden bij de lokale smid vervaardigd. In vrijwel alle dorpen en steden was wel een smid die de gewenste onderdelen kon leveren. In de negentiende eeuw werden veel van deze benodigde onderdelen gestandaardiseerd volgens catalogi geleverd. Gesmede ijzerproducten hadden over het algemeen een vrij lange levensduur in tegenstelling tot de vroeg twintigste-eeuwse producten. De voordelen van ijzeren onderdelen zijn: sterk materiaal, geringe afmetingen en dus weinig schaduwwerking en de grote diversiteit van verkrijgbare profielen. De corrosiegevoeligheid en de goede warmtegeleiding zijn echter minder gunstig voor de bouw van kassen.

Vanaf 1784 kwam het ijzer hoofdzakelijk uit puddelovens. Dit zogenoemde puddelijzer werd in Nederland als smeedijzer aangeduid. Vanaf 1890 kwam de benaming welijzer in gebruik ter onderscheiding van het op moderne wijze vervaardigde ijzer, dat men in Nederland vanaf 1930 staal ging noemen. Met de komst van het Bessemerproces in 1856 in Engeland, het Siemens-Martin-proces in 1864 en het Thomas-proces in 1879 in Duitsland kreeg ijzer eigenschappen die het mogelijk maakten om trekkrachten op te nemen. Het geïmporteerde ijzer dat diende voor de kassenbouw kon in de relatief kleine constructiewerkplaatsen en smederijen goed worden verwerkt. Rond

het begin van het tweede kwart van de negentiende eeuw konden al diverse walsprofielen in de ijzerproducerende landen worden vervaardigd, terwijl dat in Nederland pas ná 1924 goed kon. Vanaf rond 1880, toen Duitsland zijn walsproducten ging normaliseren, werden in toenemende mate gestandaardiseerde ijzerprofielen verwerkt. Tussen circa 1850 en circa 1920 werd gewalst ijzer ook wel als getrokken ijzer aangeduid. Pas rond 1924 kwam door de komst van de Hoogovens in IJmuiden de ijzerproductie in Nederland goed op gang en ontstond er een stimulans voor het gebruik van ijzer uit eigen land. Vóór die tijd moest het meeste ijzer geïmporteerd worden uit Duitsland, Engeland, Luxemburg en België. Op het gebied van het vervaardigen en gebruiken van machinerieën was het in Nederland in de negentiende eeuw mager gesteld. Wij kunnen dit onder andere aflezen aan het aantal stoommachines dat men ter beschikking had. In de metaalnijverheid was het aantal zeer beperkt.

Aantal stoommachines

Jaar	Nijverheid	Metaalnijverheid
1850	286	33
1860	819	76
1870	1887	126
1880	2737	171
1890	3925	204

Rond 1850 werden in ons land de eerste ijzeren kassen vervaardigd, hoewel men in Engeland in de vroege negentiende eeuw deze ijzertoepassing al kende. Kassen werden door een architect of bouwkundige ontworpen en door een lokale smid en later door meer gespecialiseerde bedrijven met een ijzerwerkplaats vervaardigd. De oudste kassen werden vervaardigd uit eenvoudig strip- of plaatijzer en eenvoudige T- en hoekprofielen die in het tweede kwart van de negentiende eeuw op de markt kwamen. De kniespanten van een tabletkas ziet men vaak volwandig uitgevoerd met een zeer smalle rechthoekige doorsnede met een hoog traagheidsmoment. Naarmate de tijd vorderde, maakte men in plaats van smeedijzer meer en meer gebruik van profielijzer. In de glastuinbouw is in de eerste helft van de twintigste eeuw relatief veel profielijzer toegepast, zowel voor spanten, gordingen als glasroeden. De spanten werden samengesteld uit diverse typen profielijzer; IPE-profielen behoren tot een van de meest gebruikte typen. Vrijwel al het ijzer en de daarvan vervaardigde profielen werden geïmporteerd. Vooral Duitsland was een grote leverancier. Een enkele keer treft men op één van de profielen een meegewalste

naam aan, zoals bij in de kas op de zeventiende-eeuwse buitenplaats Sperwershof in 's Graveland aan het Noordereinde 52.¹⁰⁴ In de achttiende-eeuwse moestuin, gelegen in de zuidwesthoek van de buitenplaats, is tegen de zuidzijde van de noordelijke fruitmuur een muurkas van het type lessenaar gebouwd. De bakstenen kas bestaat uit drie compartimenten. In de compartimenten waren in de lengterichting halfsteens muurtjes aangebracht zodat men aan de lage zijde een bak gevuld met aarde kon inrichten voor de kweek van planten. Het ijzeren glasdek is niet meer het originele dek, maar een vervanging van een houten glasdek met ramen. Dit glasdek is vermoedelijk omstreeks 1900 vervangen. Het is goed mogelijk dat kort ná 1888, toen de buitenplaats een parkaanleg in landschapsstijl kreeg naar ontwerp van H. Copijn, de moestuin gemoderniseerd werd. Op de spanten van het ijzeren dek stond: 'GUTEHOFFNUNGSHUTTE NO 8'. Dit moet Duits ijzer zijn van de Guttehofnungshutte Neueswalswerke te Oberhausen. De kas, hoewel niet tegelijkertijd met de achttiende-eeuwse fruitmuur gebouwd, dateert in oorsprong uit de vroege negentiende eeuw. Hij werd gebruikt als druivenkas; in het meest westelijke compartiment zijn nu nog druiven aanwezig. De kas bood ook de mogelijkheid door de aanwezigheid van de bakken om wat planten te kweken.¹⁰⁵ Een ander voorbeeld van GUTEHOFFNUNGSHUTTE NO 8 troffen wij aan in een verbouwde ijzeren kas in de moestuin van 't huis Empe te Brummen en in de vloerconstructie, gezien in het souterrain, van de wintertuin van Rams Woerthe te Steenwijk.¹⁰⁶ Mogelijk zijn er dergelijke aanduidingen ook van andere fabrieken bekend.

In de kas op Oud-Groevenbeek is de Engelse naam 'SHERINGHAMS' aangetroffen. De geavanceerde constructie met onder andere draaiwielen van het beluchtingssysteem is nergens zo fijn en mooi uitgevoerd als bij deze kas. Het is een van de weinige ijzeren kassen die afkomstig is uit Engeland. Een tweede vergelijkbaar exemplaar is tijdens de inventarisatie niet gevonden, maar mogelijk waren er toch wel enkele meer op de buitenplaatsen. Naast Engels en Duits ijzer is er ook Belgisch ijzer in kassen toegepast. Het waren Belgische kassenbouwers en mogelijk ook kassenslopers en -herbouwers die hun 'eigen' ijzer verwerkten in hun kassen. De Brusselse firma L. Baetens & C^{ie} heeft diverse kassen in Nederland geplaatst. Deze kassen zijn vrijwel niet te achterhalen omdat de adressen niet bekend zijn, er veel onderzoek nodig en het merendeel is afgebroken. Slechts de in de catalogus van L. Baetens & C^{ie} genoemde kas op Zionsburg te Vught kon worden achterhaald en gedocumenteerd. De meeste ijzeren kassen, zowel op buitenplaatsen als in de glastuinbouw, hebben T-vormige gewalste glas-

profielen. Bij de negentiende-eeuwse luxe kassen zijn geprofileerde glasroeden aangetroffen. Het voordeel van de profilering is dat condenswater beter en sneller naar beneden wordt afgevoerd. Nadeel was de hoge prijs. Er waren deskundigen die meenden dat de geprofileerde roeden op de oudere ijzeren kassen van gietijzer waren. Wij hebben dit nader onderzocht door een deel uit te nemen. Uiteindelijk bleek het gewoon gewalst ijzer te zijn. Bij onder andere de kassen op volgende locaties zijn geprofileerde glasroeden aangetroffen: Beukenhorst (1858) in Brummen, Kasteel Neerijnen in Neerijnen, Vollenhoven in de Bilt, Paleis Het Loo in Apeldoorn en Kasteel Rechteren in Dalfsen.¹⁰⁷ Na de Eerste Wereldoorlog neemt de toepassing af en zien wij het T-profiel meer en meer terrein winnen. Tot slot willen wij de lezer wijzen op de ronde ijzeren stangen, vaak van smeedijzer, die dienen om de zonwering op afstand te houden van het glasdek. Waar dit wordt aangetroffen, past een zonwering van latten-schermen of eventueel van rietmatten.

9.3.7 Gietijzer

In de achttiende eeuw was er al een aanzienlijke productie van gietijzer, maar de prijs maakte toepassing niet aantrekkelijk. Door verbeterde productiemethoden werd het materiaal in het begin van de negentiende eeuw goedkoper. Pas na 1850 wordt in ons land gietijzer als bouw- en constructiemateriaal geaccepteerd, terwijl dat in de omringende landen veel eerder was.



De Wijk, interieur boogmuurkas, foto J.P. de Koning 2001, no. 338.663 Collectie RCE.

In vergelijking met de buitenlandse grote historische kassen waar veel onderdelen in gietijzer zijn uitgevoerd, zoals zuilen, trappen, opengewerkte verbindingstukken, is dit materiaal in Nederlandse kassen weinig gebruikt, doorgaans alleen in kleine prefabonderdelen zoals steunen voor een luifel, zuilen, onderdelen van het beluchtingssysteem, rozetten van ankers, pompen, deurbeslag en kleine zuiltjes voor onder de tabletten. Tot de grotere onderdelen in gietijzer in Nederlandse kassen kunnen gerekend worden prefabbrappen, maar deze komen niet veel voor. Nederland kent dus geen 'gietijzeren kassen'. De aanduiding ijzeren kas is wel een correcte aanduiding als de kas is opgebouwd uit een ijzeren constructie en dek.

Een heel andere toepassing van gietijzer is die voor goten, maar hier zijn weinig voorbeelden van aangetroffen. De grote kas op de buitenplaats De Matanze in Terwolde heeft gietijzeren goten die rusten op gootbeugels bestaan uit korte stukken met een vaste maat. Met behulp van verbindingstukjes kunnen zij tot elke gewenste lengte worden samengesteld. De goten hebben naast het nadeel van het hoge eigen gewicht dat zij zonder behoorlijke behandeling sterk roesten. In Terwolde waren sommige goten zelfs grotendeels doorgeroest met als gevolg dat verbindingstukjes loslaten, gootdelen afbreken en verdwijnen en dat water langs de muren gaat lopen. Tijdens de restauratie heeft een uiterst deskundige smid ontbrekende gootdelen en verbindingstukken en gootbeugels bijgemaakt, de bestaande gootdelen geheel gerestaureerd en alles goed geconserveerd. Vooraf waren sommige betrokkenen bij de restauratie van mening dat er nieuwe goten gemaakt moesten worden, wat kostbaar is. Achteraf bleek dit door de deskundige inzet van de betrokken smid niet nodig.

Een voorbeeld van een bouwwerk waar gietijzer is gebruikt voor meer dan alleen enkele onderdelen is de gietijzeren serre voor het huis Herengracht 528 in Amsterdam, die in 1882 geleverd was door de bekende firma Enthoven.¹⁰⁸ Van heel andere orde is het al eerder genoemde Paleis voor Volksvlijt uit 1858-1860. Voor de bouw is 2,7 miljoen pond ijzer verwerkt, waarvan een groot deel gietijzer was. De bouw werd aanbesteed aan Cycloop IJzerwerk te Amsterdam en kwam tot stand met de inzet van verschillende ijzerfabrieken. Stokroos schrijft hierover: 'Het ijzerwerk voor het schip werd geleverd door Paul van Vlissingen en Dudok van Heel, het latere Werkspoor uit Amsterdam. Op haar beurt besteedde de fabriek het werk uit aan de DRU te Ulft. Enthoven & Co uit Den Haag nam de gevels voor zijn rekening. De opdracht voor de grote koepel werd gegund aan Kruseman en van de Wall Bake te Utrecht..... D.A. Schretlen & Co uit Leiden



Amsterdam, het interieur van de verzinkerij van Johan Vis, destijds gevestigd bij de scheepswerven, schets van Dirk Kruizinga begin jaren dertig van de twintigste eeuw, archief NedCoat Amsterdam.

leverde de 8 kleine koepels voor de bijzalen. De wed. A. Sterkman en Zoon uit Den Haag tekende voor de balustraden.¹⁰⁹

In het begin van de twintigste eeuw waren in ons land zo'n 70 ijzergieterijen actief. De namen van een aantal bedrijven zijn al gepasseerd. Bedrijven die mogelijk ook gietijzeren onderdelen voor de bouw van kassen geleverd hebben zijn: G.J. Wispelwey uit Zwolle, De Prins van Oranje uit Den Haag, Nering Bögel uit Deventer, Becht en Dyserinck te Amsterdam en Gebr. Stork & Co. uit Hengelo.¹¹⁰ Op de producten die al deze firma's leverden stond vaak een meegegoten naam. Meestal werd de naam voluit aangegeven maar het is niet uitgesloten dat afkortingen ook werden toegepast. Het is in de praktijk niet altijd mogelijk de onderdelen goed te bestuderen. Dit gaat het best als kassen tijdens restauraties gedemonteerd worden. Een jaartal op kleinere gietijzeren onderdelen komt vrijwel niet voor, maar vaak weer wel op grote speciaal vervaardigde onderdelen zoals bruggen.

9.3.8 Thermisch verzinkt ijzer

Een van de beste en financieel-technisch interessantste vormen van corrosiebescherming voor ijzer van kassen is thermisch verzinken.¹¹¹ Andere vormen van zinkbescherming op ijzer, te weten galvaniseren of elektrolytisch verzinken, schoperen en zinkverven zijn vrijwel niet bij kassen toegepast. Thermisch verzinken kan tegenwoordig als duplexsysteem worden uitgevoerd. Alle Nederlandse gecertificeerde bedrijven bieden een zorgvuldige behandeling. Nadat de walshuid, roest, vet en andere verontreinigingen van het betref-



Amsterdam, verzinkerij van Johan Vis aan de Distelweg, foto zinkbad eind jaren vijftig - begin jaren zestig, maker onbekend, archief NedCoat Amsterdam.

fende onderdeel is verwijderd, wordt het betreffende onderdeel ondergedompeld in een bad van vloeibaar zink met een temperatuur van 450-465°C.¹¹² Het vloeibare zink en ijzer reageren met elkaar en er ontstaat een corrosiewerende laag, die afhankelijk van de duur 60 tot 200 micrometer dik is. De nieuwe laag bestaat uit een legeringslaag en een toplaag van zuiver zink. Bij het duplexsysteem worden bovenop de zinklaag nog extra bescherm lagen aangebracht die bestaan uit een hechtende verflaag en één of meerdere laklagen. Dit systeem biedt tevens de mogelijkheid kleur aan te brengen.

Thermisch verzinken heeft het voordeel dat het langdurige bescherming biedt en vrijwel geen onderhoud vergt. De zinklaag heeft een hoge slijt- en stootvastheid. Als de bescherm laag toch, zorgt de aanwezige kathodische bescherming dat de plek niet gaat roesten. Een ander voordeel van verzinken is dat de constructie ook daar op plekken beschermd is waar men na plaatsing niet of nauwelijks bij kan. De levensduur van de laag is 25-60 jaar, afhankelijk van de dikte, het milieu, beschadigingen en het gebruik. Kassen hebben veel te lijden van aantastingen, zowel binnen als buiten, door vocht, chemische invloeden en temperatuurverschillen. Zonder bescherming gaan ijzerconstructies snel roesten. Dit kwam veel voor bij kassen in de glastuinbouw van enkele decennia vóór en na de Tweede Wereldoorlog, door achterstallig onderhoud en mindere kwaliteit ijzer. In een vochtig klimaat kan thermisch verzinken grote besparingen opleveren in het onderhoud. Een bijkomend voordeel is dat zink in kleine hoeveelheden een positieve werking op planten hebben; voor een gezonde groei is immers een bepaalde hoeveelheid zink in de voedingsstoffen nodig. Als nadeel van het systeem is de

extra investering die opgebracht moet worden. Door de hoge temperatuur is het mogelijk dat lange voorwerpen, zoals grote kasspanen, kromtrekken.

Bablik vermeldt dat verzinken voor het eerst werd toegepast in Frankrijk en Engeland. Rond 1742 zou de Franse chemicus Malouin van de Academie des Sciences het proces al hebben beschreven. Stanislas Soral introduceerde in 1836 een bepaalde methode om de onderdelen te etsen.¹¹³ Een jaar later vroeg Crawford Brits patent aan voor dit proces. In 1840 vroeg Sorel octrooi aan voor het elektrolytisch verzinken. Hartkopf & Co. uit Solingen introduceerde het verzinken in 1847 in Duitsland en de Oostenrijkers Winiwarter & Gersheim uit Gumpoldskirchen nabij Wenen introduceerde in eigen land het proces in 1851.¹¹⁴ In Nederland is het proces geïntroduceerd door de in 1850 opgerichte en nog florierende firma Bammens uit Maarssen.¹¹⁵ Tot de oudere firma's moeten wij zeker ook de circa 120 jaar oude firma Vis uit Amsterdam rekenen. Uit deze periode is nauwelijks iets over het thermisch verzinken van kassen bekend. De in 1952 opgerichte Stichting Doelmatig Verzinken (SDV), heeft in 1979 een oud voorbeeld van een thermisch verzinkte kas weten te achterhalen en wijdde er een artikelje aan in hun blad.¹¹⁶ Het betrof de kas van de familie Hollenkamp uit Hilversum die door de Amsterdamse firma Koster in 1903 achter de villa werd geplaatst. In 1952 kocht tuinder Arie de Bruyn de kas en liet hem verplaatsen naar Schipluiden. Daar heeft de kas tot 1979 dienst gedaan als potplanten- en groentekas. Uit de foto's die SDV in 1979 maakte is op te maken dat het ging om een luxe tabletkas met gebogen glas op de borstwering. Op het dak boven de ingang stond een relatief breed kasornament van gesmede krullen. Na 76 jaar was dit thermisch verzinkte onderdeel nog vrij van roest. Ook de kasspanen en pijpbeugels waren grotendeels intact. Volgens SDV: 'Ook hier manifesteert zich de buitengewoon langdurige bescherming, die door het thermisch verzinken van stalen onderdelen en constructies wordt verkregen.' Het is aannemelijk dat de firma Vis de in Amsterdam vervaardigde kas verzinkte, maar elke aanwijzing ontbreekt tot nu toe.

Het zijn meestal nieuwe onderdelen die thermisch verzinkt worden, maar het is heel goed mogelijk om ook oude onderdelen, van smeedijzer, profielijzer of staal, thermisch te verzinken. Om een goed resultaat te verkrijgen dienen alle onderdelen zoveel mogelijk los aangeleverd te worden. Dit betekent dat samengestelde spanten van bijvoorbeeld een druivenkas uit de glastuinbouw losgeschroefd moet worden, schoon gemaakt en ontdaan van roest. Slechte delen dienen eerst gerepareerd te worden. Het is aan te raden om eerst een proefstuk te laten behandelen om te zien

hoe het onderdeel zich houdt. In de meeste gevallen verloopt het proces goed en ontstaat een uitstekende bescherm laag. Eventueel achtergebleven chemische stoffen van de voorbehandeling verdwijnen door het thermisch verzinken en blijven dus niet achter. In Duitsland zijn voorbeelden van thermisch verzinkte samengestelde spanten waarbij de onderdelen stuk voor stuk thermisch verzinkt zijn en opnieuw zijn samengesteld.¹¹⁷

De geschiedenis leert dat thermisch verzinken voor de bescherming van ijzeren kassen vanwege de prijs weinig werd toegepast. Het schilderen van kassen was de meest toegepaste wijze van corrosiebescherming, vooral in de glastuinbouw. In 1954 werd de Stichting Doelmatig Verzinken opgericht die veel aan voorlichting heeft gedaan en aansprekende projecten voor het voetlicht bracht. Het besef dat thermisch verzinken rendabel is voor kassen won steeds meer terrein. Toch duurde het nog enige tijd eer de normering van de bouw van kassen en het thermisch verzinken van de onderdelen was geregeld. De constructieve eisen van tuinbouwkassen werden geregeld in NEN 3859 en de Praktijk Richtlijn, Tuinbouw - kassen - aanbevelingen voor en voorbeelden van constructieve uitvoering, gebaseerd op NEN 3959, in NEN 3860 (uitgave 1985). In NEN 1275 zijn de eisen waaraan de verzinklaag moet voldoen vastgelegd.¹¹⁸ In de toekomst zullen de normen zijn aangepast op Europese standaard.

9.3.9 Aluminium

Hoewel bij historische kassen aluminium noch als bouw materiaal noch als hulpmateriaal voorkomt, wordt toch enige aandacht aan dit metaal besteed omdat het niet meer weg te denken is uit de moderne kassenbouw.

Aluminiumerts, bekend als bauxiet ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) komt op diverse plaatsen in de wereld voor. Er is vastgesteld dat er meer voorraad aluminiumerts is dan ijzererts. Het erts werd in het Perzische Rijk al verwerkt in pottenbakkersklei, maar als bouw materiaal is het relatief jong. Rond 1750 deden scheikundigen pogingen meer over aluminium te weten te komen. Scheikundig onderzoek zette zich in de vroege negentiende eeuw voort met als doel het metaal te zuiveren en de eigenschappen te ontdekken. Het onderzoek was in 1855 zover gevorderd dat men het metaal kon presenteren op de Wereldtentoonstelling in Parijs. Pas in 1886 was het technisch mogelijk aluminium te produceren.¹¹⁹ In dat jaar werd namelijk door Siemens de dynamo uitgevonden zodat elektrolyse mogelijk werd. Toch duurde het daarna nog zo'n vijftig jaar eer de winning



Utrecht, De oude Hortus Botanicus, detail van de aluminium glasroeden, foto B.H.J.N. Kooij, Collectie RCE.

goed opgang was. Elk jaar nam de wereldproductie toe en kreeg het materiaal meer toepassingen. Vóór de Tweede Wereldoorlog werd al bijna 1 miljoen ton aluminium verwerkt. Van de vele landen die aluminium produceerden was de Verenigde Staten de grootste. De eerste toepassingen van aluminium in de bouw zijn de dakbedekking van de St. Gioacchinokerk te Rome (1897) en de daklijsten van het Canada Life Building te Montreal (1896).¹²⁰

Om het metaal vrij te krijgen is veel energie nodig. Die kwam met de komst van grootschalige industrie beschikbaar. Vooraf is een chemisch proces nodig om uit het bauxiet aluminiumoxide, ook wel aluinaarde genoemd, te halen. Vervolgens wordt door middel van een elektrolytisch proces het zuivere aluminium gewonnen. Het bereidingsproces bestaat dus uit twee fasen: 1. bereiding van Al_2O_3 uit bauxiet en 2. de reductie van Al_2O_3 . Van een bepaalde hoeveelheid bauxiet houdt men na bewerking 50% aluminiumoxide over en na elektrolyse uiteindelijk 25% aluminium. Dit eerste halfproduct wordt daarna in de gewenste

verhouding gelegeerd omdat het in zuivere vorm te zwakke eigenschappen heeft. Er zijn verschillende soorten legeringen voor de vele uiteenlopende toepassingen. Voor kasprofielen legeert men het metaal met silicium en mangaan. De vele voordelen van aluminiumlegeringen zijn:

- Het lage gewicht; het metaal is drie maal zo licht als ijzer;
- Het metaal is onderhoudsarm en kent weinig aantastingen ook na beschadiging. Het metaal heeft een natuurlijke beschermingshuid (carbonaatlaag) die aantasting van het onderliggende metaal voorkomt;
- De legeringen hebben een hoge sterkte die met die van ijzer overeenkomt;
- De eenvoudige bewerkingsmogelijkheden zoals schroeven, felsen, klinken, lassen, solderen, zagen en lijmen;
- Vele ingenieuze profielen, zoals nokprofielen, zijn te produceren door de legering te extruderen bij circa 450 graden Celsius;
- Desgewenst kan aluminium extra beschermd worden door het te anodiseren of eloxeren, al of niet in een bepaalde kleur;
- Een bijkomend voordeel is dat het metaal niet magnetisch wordt.

Tot de nadelen kunnen worden gerekend:

- De verschillende legeringen laten zich niet eenvoudig repareren en lassen vergt extra voorzieningen;
- Ongewenste corrosiewerking ontstaat bij contact met andere metalen zoals ijzer, koper en zink, en ook bij beton.

Wiersma besteedde in 1918 nog geen aandacht aan aluminium als bouw materiaal voor kassen.¹²¹ Ploos van Amstel meldt dat aluminium pas tussen de twee wereldoorlogen als bouwstof naar voren komt nadat eerst vele prijsverlagingen hadden plaats gevonden.¹²² Het gebruik van aluminium in de glastuinbouw begint pas ná de Tweede Wereldoorlog. De eerste aluminium kas werd in 1960 in Aalsmeer gebouwd. Deze kas werd, als inzending van het proefstation in Aalsmeer, geplaatst op de Floriade in Rotterdam.¹²³ In de jaren daarna worden dergelijke nieuwe kassen nog niet op grote schaal gebouwd; wel worden aluminium roeden meer en meer toegepast.¹²⁴ Dit lag zowel aan de prijs als aan de afwachtende houding van de tuinders. Een aluminiumkas was destijds duurder dan een gangbare kas. Als de meerprijs niet uit de meeropbrengst bekostigd kon worden, was het voor een tuinder niet interessant. Door de start in 1966 van een aluminiumbedrijf in Delfzijl kwam er steeds meer aluminium op

INTERMEZZO

FIRMA K. VAN NES C.B² UIT BOSKOOP

Deze ‘Fabrikant van Plantenkassen, Bakken, Ramen, Kamerserres en aanverwante Bouwartikelen’ uit Boskoop, is in 1894 opgericht. Van Nes leverde niet alleen kassen aan particulieren, maar ook aan de beroepstuinders. Alles naar model en maat van de opdrachtgever. Volgens advertenties werden ook wintertuinen en orangerieën geleverd, hoewel die niet in de hierna beschreven prijscourant voorkomen. Men leverde ijzeren kassen maar ook houten kassen en aanverwante tuinzaken als hekwerken. Er was zelfs een kyaniseerinrichting aanwezig om het hout goed te conserveren. Men had dus veel in eigen hand, zodat men garant kon staan voor de geleverde producten. In de bibliotheek van het museum in Boskoop is een brochure bewaard gebleven. Op deze brochure staat: ‘De in deze Prijscourant voorkomende modellen van KASSEN en BAKKEN zijn door ervaring gebleken de beste te zijn. Sedert 14 jaren leg ik mij speciaal toe op de fabricatie van bovengenoemde artikelen. Het is duidelijk, dat in een plaats als Boskoop met ongeveer 700 kwekerijen, deze branche van architectuur speciaal tot haar volle recht kan komen.’¹ De brochure van Van Nes is opgedeeld in een aantal zogenaamde ‘Afdelingen’. De eerste vijf zijn voor ons hier van belang: ‘1^e Afdeling: KASSEN., 2^e: BAKKEN., 3^e: BROEIRAMEN., 4^e: SCHERM MATERIAAL VOOR KASSEN EN BAKKEN., 5^e: VERWARMING.,’. De brochure wordt verlevendigd met foto’s van gebouwde kassen. Enkele van deze foto’s zijn terug te vinden in het boekje over *Kassenbouw* van K. Wiersma uit 1918. Per rubriek worden hier de belangrijkste producten genoemd. **Kassen:** ‘1. Kasje om in kamer of warande te plaatsen [tafelkasje]; 2. Raamkasje; 3. Kleine, eenzijdige kas [= houten lessenaar]; 4. Tweezijdige, kleine bloemenkas [= tabletkasje]; 5. Idem zonder fundament; 6. Eenzijdige ijzeren of houten vruchtenkas [= gebroken kopkas]; 7. Groote, ijzeren eenzijdige druivenkas [= gebroken lessenaar]; 8. Vrijstaande groote kas, speciaal voor druiventeelt [= Westlandse druivenserre]; 9. Vrijstaande druiven- of perzikentas [= model groente kas]; 10. Bloemenkas met hoogstaandglas en lagen steenen muur [= brede tabletkas]; 11. Idem met hoge zijmuren en met zijlicht; 12. idem met gebogen glasvlakte; 13. Groote, zeer fraaie bloemenkas [= brede tabletkas met lantaarn]; 14. Eenzijdige, goedkope muurkas [= brede muurkas met tabletten]; 15. Kweekkas met middentafel; 16 Smalle, zeer practische kweekkas; 17. Beschutting van vruchtboomen aan muren [demontabele

muurkas]. **Bakken:** ‘1. Kleine, handige bloemenbak [= houten bak met éénruiter]; 2. Kweekbak voor bloemen en groenten [= houtenbak met grote broeiramen]; 3. Dubbele kweekbak van Amerikaansch greenen hout of gewapend beton; 4. Verplaatsbare bakken van hout om ’s winters gevoelige planten op te kassen en een ander type [geschakeld type] om ’s winters planten te bedekken; verplaatsbare ijzeren bakken in twee typen: eenzijdig – (0,85 x 150 cm) en tweezijdig schuin (0,84 x 150 cm).’ **Broeiramen:** Geleverd konden worden de bekende broeiramen met kleine ruitjes. De afmetingen waren breed 97 cm met een lengte van 135, 167 of 200 cm. De prijs was kaal resp. f 2,50, f 2,75 en f 3,40. Met ‘benodigd glas, gestopt en gevef’ f 5,00, f 5,50 en f 7,00. Als materiaal werd ‘Amerikaansch greenenhout’ gebruikt. De ramen werden elk voorzien van twee handvatten. Extra afstandhouders ten behoeve van het schermen, hier als schermijzers aangeduid, kostten f 0,80 per stuk. Ook éénruiters met de afmeting van 80 x 150 cm konden geleverd worden; zij kostten kaal f 1,35 en met glas f 2,40.’ **Schermmateriaal:** ‘1. Schermrekken voor zon- en vorstwering (100 x 170/195 cm); 2. Schermlatten (lang 170 x 26-38 cm breed); 3. Rolschermen (al of niet mechanisch oprolbaar).’ **Verwarming:** 1. “PREMIER” ronde ketels; 2. “IDEAL” sectieketels; 3. “FINSBURY” (in te metselen ketel); 4. “DOMKETEL”; 5. “STREBELS origineele Tegenstroom leden ketels”. Het bijzondere van de firma Van Nes is dat zij een groot assortiment van kasproducten aanbood, in verschillende materialen uitgevoerd. De bekende kassenbouwers leverden hoofdzakelijk producten in ijzer. Alle (constructie)tekeningen en dus ook de ontwerpen zijn vervaardigd en gesigineerd door K. van Nes C.B².² Door het brede aanbod kon ook een breed publiek geholpen worden. Met recht kan gezegd worden dat Van Nes een veelzijdige firma was.³ Onderaan in één van de vele advertenties staat: ‘Gouden MEDAILLE ZEIST 1909, BOSKOOP 1911’. Van Nes was niet allen kassenbouwer maar ook kas-senkenner. Hij was namelijk goed op de hoogte van de verschillen tussen wat men vroeger aan kassen bouwde en wat ‘tegenwoordig’ de standaard is. In 1923 schreef hij een artikeltje in *Floralia* waarin hij de verschillen kort aantipte. Opmerkelijk is het volgende

dat hij schreef: ‘...vroeger was het een kas, lomp en zwaar, met veel lichtbelemmeringen, nu bouwt men door betere constructie bijna 2 kassen van hetzelfde bouw materiaal, daarbij is de moderne kas zeker niet minder sterk.’⁴

B.H.J.N. Kooij

Advertentie van de firma K. van Nes C.B.z uit Boskoop, uit: *Het Huis Oud en Nieuw*, uitgave van architect Ed. Cuypers te Amsterdam, jrg. 14 (1916), p. 415.



- 1 Zou dit betekenen dat de brochure uit 1908 dateert?
- 2 Uit gegevens van het Rijkstelefoonkantoor en lokaal Rijkstelefoonnet (Boskoop) is bekend dat onder nummer 16 vermeld staat: ‘Nes, C.Bzn. Kl. v., Architect, Woonh, Dorpstr. W.Z. 20’.
- 3 Wanneer de firma opgeheven werd is niet bekend.
- 4 *Floralia*, Geïllustreerd Tuinbouwblad, (15 juni 1923), p. 364.

de Nederlandse markt, wat de kassenbouw beïnvloedde. Krijnen en Ruige vermelden in hun boekje over *Kassen en Warenhuizen* uit 1968 het volgende: ‘De laatste jaren maakt ook aluminium in toenemende mate opgang als materiaal voor de kassenbouw. Aanvankelijk beperkte de toepassing zich tot de roeden voor het dek. Thans worden ook de roeden voor de gevels al in dit materiaal uitgevoerd. Plaatselijk worden ook al aluminium goten toegepast.’¹²⁵ Men ontdekten snel de voordelen voor de bouw. Vele profielen werden leverbaar, van eenvoudige glasprofielen tot kokerprofielen voor draagconstructies.¹²⁶ Lips Aluminium, kassenbouwer en leverancier (Lips Drunen) leverden in 1962 hun eerste aluminium breedkapper en in 1964 aluminium Venlodekken.¹²⁷ Voor de bescherming hoeft aluminium niet geschilderd te worden. Als een kleur toch gewenst wordt, moet het materiaal worden voorbehandeld om de verf goed te laten hechten.

9.4 HULPMATERIALEN

Ben Kooij

9.4.1 Inleiding

Al die materialen die niet direct gebruikt worden voor de fundering, constructie en dak noemen wij hier hulpmaterialen. Deze materialen worden hoofdzakelijk ingezet voor de afwerking en dichting van de kas. Het zijn bekende bouwmaterialen die ook gangbaar waren bij de bouw van huizen: zink, lood, tegels. Koper is vrijwel niet bij kassen aangetroffen, slecht een enkel spijkertje of een moderne waterleiding. In dit deel worden verder isolatiematerialen en verf behandeld.



Vught, Taalstraat 149, landgoed Zionsburg, zinken gootje aan de kas en zinken versiering aan de kas. Foto's B.H.J.N. Kooij 2005, Collectie RCE.

9.4.2 Zink

Zink is een bouw materiaal dat pas sterk in de negentiende eeuw opkomt. Het materiaal kent een brede toepassing in de bouw, onder andere als dakbedekking. Bij kassen is zink gebruikt bij sier-randen, goten, regenwaterafvoeren, dakbedekking, dakaansluitingen en beluchtingpijpen. Verder is het aangetroffen bij bekleding van de binnenzijde van tabletten. Het meest wordt bladzink met de afmetingen een lengte 2,25 m en een breedte van 1 meter. De dikte en dus het gewicht wordt aangegeven in de nummers 12-16.

Zinken roeden zijn tijdens de inventarisatie niet bij kassen aangetroffen, hoewel bekend is dat zij veel zijn toegepast, bijvoorbeeld bij de voormalige bloemenkas uit 1877 in de Hortus van Leiden.

Tot de curiosa rekenen wij de kamerplantenkasjes en terraria in zink. Er moeten er velen zijn gemaakt maar thans zijn zij zeldzaam. Paleis Het Loo bezit zo'n kasje van gestanst zink en glazen ruitjes. Het heeft mogelijk op een speciaal tafeltje gestaan en diende als sierkamerkasje. Waarschijnlijk hebben er varens in gestaan, wat dikwijls voorkwam, net als cactussen. Zij kunnen beschouwd worden als een afgeleide van de zogenoemde Wardse Kist, een klein verplaatsbaar houten kasje om planten uit de Oost te vervoeren naar Europa; een uitvinding van dokter Ward uit de vroege negentiende eeuw. In de tweede helft van de negentiende eeuw werden in



Markelo, kasteel Weldam, loden kram in een rand van een van de zandstenen bakken, foto IJ.Th. Heins 2005, no. 513.798 Collectie RCE.



Een groep glazeniers voor een Westlandse druivenserre, datum en maker onbekend (ca. 1925), no. 299-2-7 Westlands Museum in Honselersdijk.

Engeland ijzeren en zinken huiskamerkasjes populair. Er bestonden zelfs kasjes op een versierde voet. 'Ons' kasje is veel eenvoudiger van vormgeving maar zeker niet minder interessant. Misschien is met een loep iets van een naam te ontdekken in de zinken randen. Mogelijk makers zijn: Schütz uit Zeist (had het Koninklijk Predicaat Hofleverancier) of Braat uit Delft (idem). De firma Schütz is opgericht in 1834 en in 1906/7 overgenomen door Braat. De firma Braat is opgericht in 1844 en in 1971 overgenomen door OGEM. Een derde kandidaat is Van der Made uit Arnhem, maar die werd in 1880 al door Braat overgenomen. Het is moeilijk het kasje nauwkeurig te dateren.¹²⁸

Zink als constructiemateriaal bij kassen komt niet voor, maar soms wel bij gebouwen zoals bij het Paleis voor Volksvlijt. Stokroos zegt daarover: 'De kapitelen van kolommen en andere "versierselen" werden in zink gegoten in de fabriek van L.W. Schütz te Zeist. Het grote Victoriabeeld op de grote koepel was eveneens een in zink gegoten werkstuk van Schütz naar model van de Belgische beeldhouwer Jacquet.'¹²⁹

9.4.3 Lood

Lood is vooral vanwege de duurzaamheid in de bouw veel toegepast. Het laat zich eenvoudig en goed bewerken (kloppen, snijden en solderen). Dakaansluitingen van pannendaken, aansluitingen bij de nokballen, aansluitingen van kozijnen op een steenachtige ondergrond, regenwaterpijpen, vergaarbakken en door- en afvoeren naar en van de waterreservoirs zijn in dit materiaal uitgevoerd. Ook komt het bij daken als dakbedekking, versiering, bekleding en ornament wel voor. Bij oudere waterpompen, hoewel zij bij kassen vrijwel niet meer voorkomen, zijn loden onderdelen verwerkt.¹³⁰ Verder werd lood gebruikt bij het verankeren van natuurstenen onderdelen.

Het lood toegepast bij kozijnen en dergelijke wordt plet- of bladlood genoemd, geleverd op rollen met een lengte van 10 of 15 meter en een breedte van 1, 1,5 of 2 meter. De dikte, dus het gewicht, wordt aangegeven in ponslood: 20-ponslood weegt 20 kg per vierkante meter. Vroeger gaf men het aantal ponden per vierkante el aan.¹³¹ Voor bijvoorbeeld sifons en delen van pompen paste men wat steviger lood toe,

het zogenoemde hardlood dat een legering met 5-10% antimoon is. Net als lood worden de meeste metalen in de bouw als legering met betere eigenschappen toegepast.

Lood kan zonder veel bezwaar in combinatie met andere metalen worden toegepast. Direct contact met aluminium, koper, roestvrij staal, ijzer en zink in de open lucht veroorzaakt geen extra corrosie. Direct contact met hout, met name eikenhout, dat looizuur en azijnzuur bevat, kan sterke corrosievorming oproepen. In dergelijke gevallen dient een scheiding aangebracht te worden tussen het lood en het hout middels een ander materiaal zoals een bitumenproduct of een verf.¹³²

9.4.4 Stopverf, kit en glasbevestiging

Vroeger werden tegen het zakken, opwaaien en het stuk slaan van de ruiten hier en daar koperen spijkertjes in de zijkant van de sponning geslagen, ter hoogte van de onderkant van de bovenruit. Speciale glasspijkertjes met een wat brede vierkant kop werden voor dit doel ook wel gebruikt. Men paste bij deze methode soms niet eens stofverf toe voor de verdere afdichting. Bij broeiramen paste men dezelfde methode, die aangeduid werd als koud beglazen, ook toe. Het is duidelijk dat deze wijze van glas zetten tal van problemen met zich meebrengt, zoals snellere rot van de roeden, en tocht. Als de ruiten niet goed waren gespijkerd konden ze eruit schieten met vaak breuk als gevolg. Mogelijk is aan dit fenomeen de benaming schietraam ontleend.

Om het glas vast te zetten in de sponning werd van oudsher 'taaije' stopverf en 'slappe' stopverf, ook wel aangeduid als welpasta, gebruikt. Bij zowel houten, betonnen als ijzeren roeden werd het toegepast. Niet alleen de ruiten van kassen maar ook die van de broeiramen werden met stopverf vastgezet. Het nadeel van stopverf is dat het na verloop van tijd gaat scheuren waardoor water in de sponning kan komen. Het kan zelfs uit de sponning vallen, vooral daar waar ramen geregeld verschoven, verplaatst of opgetild worden. Bij kitten heeft men daar minder last van. De duurzaamheid van stofverf en welpasta hangt af van de kwaliteit, een goede verwerking en een goede hechting op de ondergrond. Dit in samenhang met goed schilderwerk en onderhoud.

Naast koud beglazen, paste men ook de methode toe van inwellen of afsputten of – verreweg het best – een combinatie van deze twee. De keuze was afhankelijk van het beschikbare budget. Volgens Noordanus werd stopverf pas vanaf 1737 toegepast bij kassen. Daarvoor moeten de ruitjes van ca. 22 x 17 cm met lood zijn verbonden.¹³³



Kitspuiten in het Museum van Jan Knijnenburg in Hoek van Holland, foto IJ.Th. Heins 2005, no. 513.845 Collectie RCE.

In een bestek voor de bouw van een kas in de Leidse Hortus Botanicus, het 'BESTEK EN VOORWAARDEN voor het maken van een plantenkas in den Akademie-tuin met eenige daarmede in verband staande werken, behorende tot de Akademische gebouwen te Leiden' uit 1877 staat het volgende over glas dat in de nieuwe -inmiddels verdwenen- muurkas moest worden geplaatst: 'De staande wanden en kappen zullen worden bezet met enkel broeiglas. De staande wanden van de middenkas boven de zijvleugels, benevens de kappen worden bezet met een tweede laag enkel broeiglas. De gezamenlijke oppervlakte met inbegrip der tweede laag is ongeveer 640 m². Het glas moet in soort en kleur gelijk zijn aan de voorhanden monsters. Het glas zal in de sponningen gelegd worden in slappe en aan de binnenzijde aangestroken worden met taaije stopverf.'

In de glastuinbouw is in de loop van de vorige eeuw een bitumenkit met circa 2% asbest toegepast om de ruiten vast te zetten. Men kan deze kit herkennen aan de zwarte kleur. De kit voelt in situ hard aan, maar door verwarmen wordt zij weer zacht en kan dan eenvoudig verwijderd worden. Toen in 1999 tijdens de sloop van het kassencomplex van de druivenkwekerij Van Paassen aan de Assendelftlaan in Monster voor het eerst asbest werd vastgesteld in de bitumenkit, werden maatregelen getroffen om kassen met asbestkit te slopen. Uit TNO-onderzoek is gebleken dat de opgesloten asbest geen enkel risico voor de gezondheid vormt. Het ministerie van VROM diende in 2000

een ontwerp-wijziging Asbestverwijderingsbesluit in. LTO-Nederland geeft nog in hetzelfde jaar de volgende voorlichtingsbrochure uit: *Veiligheids- en Gezondheidsplan ten behoeve van de sloop van tuinbouwkassen met asbesthoudende voegkit d.d. 25 april 2000*. Bitumenkit vindt tegenwoordig geen toepassing meer. Niet alleen vanwege de asbest maar ook vanwege de ontwikkeling van nieuwe technieken voor het vastzetten van ruiten. Buiten de glastuinbouw is bitumenkit niet aangetroffen.

Moderne glaskitten hebben na de Tweede Wereldoorlog het gebruik van stopverf sterk teruggedrongen. Ofschoon voor moderne kassen kitten nauwelijks meer nodig zijn, kunnen zij voor het herstel van oude kassen prima worden gebruikt. De kitten hebben een gecombineerd plastisch-elastisch gedrag (butylrubberkitten) of een overwegend elastisch gedrag (rubberkitten). Aan de laatste soort kunnen de volgende eisen worden gesteld: 1. goede verwerkbaarheid, 2. goede hechting, 3. grote rekbaarheid, 4. geringe kruip, 5. ongevoelig voor hoge en lage temperaturen, 6. geringe vuilhechting, 7. waterdichtheid, 8. niet corrosief ten opzichte van metalen, 9. niet verzeepbaar, 10. niet aantastbaar door micro-organismen, 11. niet giftig, 12. niet aantrekkelijk voor vogels en 13. een



Monster, bij Assendelftlaan 8, druivenkassen met bitumenkit gedicht, foto B.H.J.N. Kooij 1999, Collectie RCE. Opname tijdens de sloop gemaakt.

lange levensduur.¹³⁴ Een goede verwerking is om de kit met een bolprofiel aan te brengen. Het vocht loopt dan sneller van de kit. Gangbaar is om de kit door spuiten te verwerken.

Een betere methode ontwikkelden de kassenbouwers en glaszetters uit de glastuinbouw: glashaakjes en glasklemmetjes voor zowel ijzeren als houten roeden,

THOM. RUIJGROK,
Haagweg 273.
Huis- en Decoratieschilder,
Behangerij. Beglazen van Kassen
en Warenhuizen enz. met eerste
soort materialen.
**Levert alle soorten Verven voor
verschillende doeleinden.**
Oranje-Verven bij elke hoeveelheid.
Werkplaats : Gevers Deijnootstraat 3, Loosduinen.

Advertentie van Thomas Ruijgrok uit Loosduinen, Collectie Stichting Oud Loosduinen.

al dan niet in combinatie met glaskit of stopverf. Glashaakjes, zeker al voor 1850 bekend, worden toegepast wanneer ruiten op een klassieke wijze, dus leigewijs, aangebracht worden.¹³⁵ Afhankelijk van de grootte van de ruiten kan men een of meerdere haakjes aan de bovenzijde van de onderruit schuiven. De onderzijde van de bovenruit kan er dan vervolgens ingeschoven worden. De doorsnede van deze roestvrije haakjes is een platte S. Voordelen zijn: de lage prijs, het snel aanbrengen en de mogelijkheid om kapotte ruiten snel te kunnen vervangen. Nadeel is dat de kas minder dicht is en dus meer lucht lekt, omdat de ruiten minder strak aansluiten. Er is dus meer natuurlijke ventilatie. Bij oude kassen gaf dit weinig problemen maar bij moderne complexen met klimaatcontrole is deze methode uitgesloten. Een ander nadeel is dat als één ruit stuk is, dat de andere ruiten, als zij onvoldoende hechten aan de kit of stopverf, in de sponning gaan schuiven en voor een deel naar beneden komen. Het idee van de glashaakjes, vaak uitgevoerd in roestvrij ijzer, zou afkomstig kunnen zijn van de stripjes koper of lood die men in de sponning vastzette en volgens hetzelfde principe werkten. Van de palmenkas uit 1912 in de Hortus Amsterdam is bekend dat Silezisch roodkoper voor de glashaken is toegepast.¹³⁶

Foto van Thomas Ruijgrok en zijn personeel zijn aan het beglazen en schilderen, Collectie Stichting Oud Loosduinen. De kassen werden met stopverf gestopt en geschilderd met loodzinkwitverf. Omdat er onvoldoende ruimte was voor zeven kassen, bouwde men er een kleine kas naast. De mannen met een sloof om plaatsten de éénruiters op het dak. In hun sloof zat een zak met spijkers.



Het aanbrengen van de iets duurdere glasklemmen werkt iets ingewikkelder maar heft bovengenoemde problemen op. De klemmen moeten bij ijzeren roeden om het profiel geschoven worden. Omdat de klemmen aan beide zijden van de roeden de ruiten kunnen ophouden, dienen de ruiten van dezelfde lengte te zijn. Bij houten roeden worden de glasklemmen in de zijkant van de roeden gestoken; hier speelt niet het probleem van de tweezijdigheid. Ook ontwikkeld zijn nylon glasklemmetjes voor ijzeren



Utrecht, Oude Hortus Botanicus, corridor na restauratie, foto C.S. Booms 2006, no. 516.452 Collectie RCE.

roeden. Het nadeel van deze klemmetjes is dat in de rechtopstaande flens van de roeden sparingen moeten worden gemaakt. Klemmetjes hebben het voordeel dat er minder luchtlekage is, maar in de moderne kassenbouw worden klemmetjes en haakjes al lang niet meer gebruikt; zij zijn vervangen door ingenieuze profielen met rubber en afdeklijsten. Omdat ruiten in de kassenbouw steeds groter worden is er minder behoefte aan verbindingen tussen de ruiten.

Bij betonnen roeden werden de ruiten met ijzeren plaatsjes vastgezet. In de sponningloze roeden waren houten klosjes mee gegoten waar de afdekplaatjes bevestigd konden worden. Met een cementmortel werden de kieren gedicht. Het is duidelijk dat glasbreuk bij deze methode veel voor kwam. Glasruiten moeten met enige speling (2-3 mm) in de sponning geplaatst worden om de werking van de materialen op te vangen en dus breuk te voorkomen. Er kunnen op hete dagen extreem hoge temperaturen optreden in de materialen van de kas. Bij metalen en betonnen roeden is het gevaar van breuk relatief sterker aanwezig dan bij houten roeden. Het is duidelijk dat kit in combinatie met glasklemmetjes het meest dichte dek geeft en een dek met alleen spijkertjes het minst dichte dek.

Een voorbeeld van een Westlands bedrijf dat onderhoudswerkzaamheden, zoals kitten en schilderen, aan kassen verrichtte was Kassenbeglazer Zeeman. Vanaf 1930 is de firma Zeeman eerst te Monster en nu vanuit Maasdijk, gemeente Westland, een belangrijk onderaannemersbedrijf voor de kassenbouw. De



Oranjestad (Heerenveen), buitenplaats Oranjestad, traditioneel kleurgebruik bij negentiende-eeuwse muurkassen, foto IJ.Th. Heins 2003, no. 346.238 Collectie RCE.

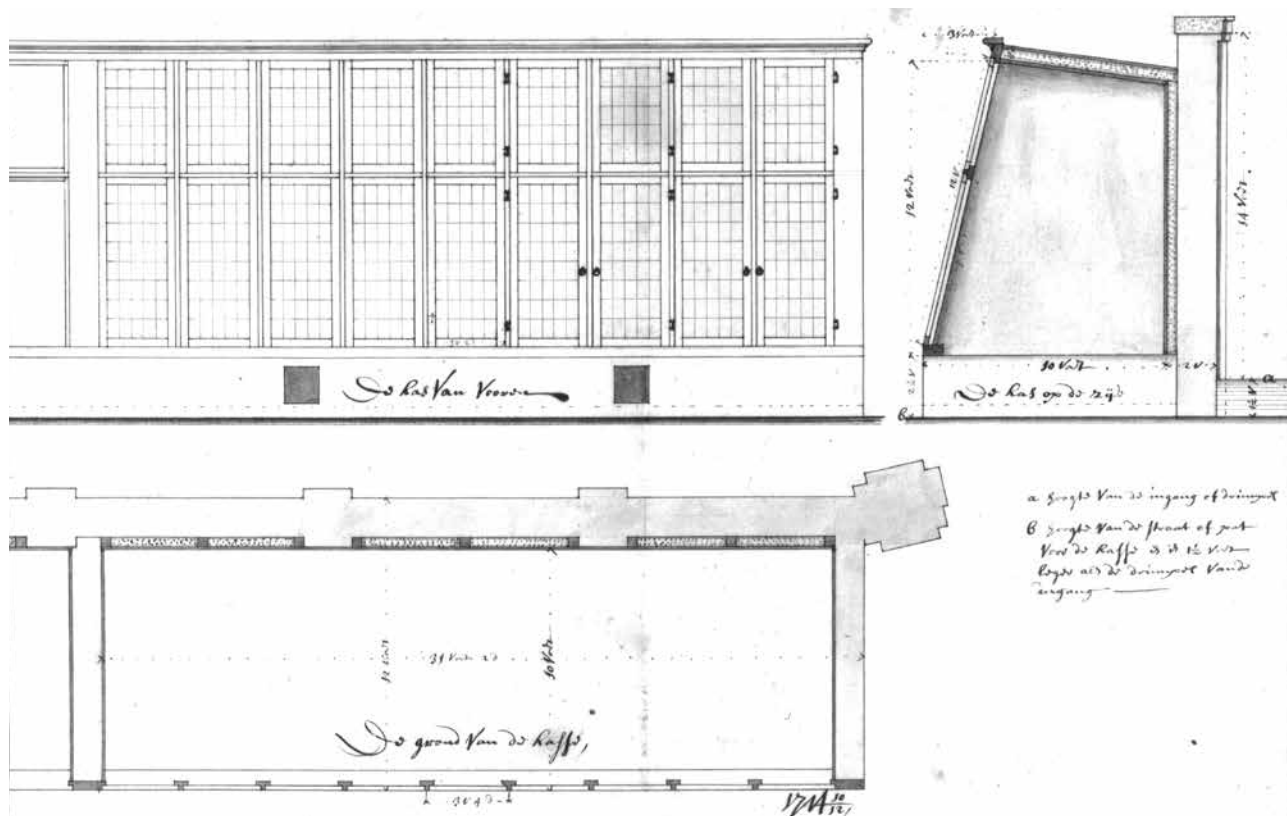
meeste werkzaamheden bestonden uit het kitten van de beglazing en het maken van de kit hiervoor. De zaak is door Johannes (Hannes) Zeeman gestart. Hij zat eerst op de visserij en begon rond 1930 met het schilderen en opknappen van houten kassen. Al snel bleek dat er op dit vlak veel werk was. En zo raakten tevens een aantal zonen van hem in dit bedrijfje betrokken. Tijdens de Tweede Wereldoorlog stortte de markt in waardoor opdrachten uitbleven. Na 1945 was er weer veel werk in het opknappen en schilderen van kassen. In 1948 werd Zeemans Kaskitbedrijf opgericht voor de productie en levering van met name zwarte sponningkit, maar ook van RVS- en stalen kasonderdelen. Kit ging meer en meer de toepassingen van stopverf vervangen. Momenteel ligt het accent op de vervaardiging van constructiematerialen uit aluminium, RVS en staal; de productie van kit werd uitbesteed.¹³⁷

9.4.5 Verf en kleurgebruik

Het schilderen van het hout van een kas dient in de eerste plaats om vochtopname tegen te gaan. Zowel buiten als in de kas kan de relatieve vochtigheid (RV) hoog zijn. Luchtdroog hout bevat 15-20% vocht. Een langdurige RV van meer dan 21% tast het hout aan. Voordat bepaalde onderdelen aangebracht werden tijdens onderhoud of restauratie diende het hout meerdere keren goed geschilderd te zijn. Extra aandacht verdienen de kopse kanten die gevoelig zijn voor vochtopname. Doorgaans vergt het schil-

derwerk van het houtwerk van een kas regelmatig onderhoud. Modernere verven bladderen minder en verminderen het onderhoud sterk. Vaak begon men met het hout in de houtmenie te zetten. Na een grondlaag of een tweede menielaag werd het geheel tweemaal in de loodwitverf of titaanwitverf gezet. IJzerwerk werd vaak eerst eenmaal gemenied, men gebruikte hiervoor loodmenie en voor de tweede laag loodijzermenie.¹³⁸ Desgewenst lakte men in kleur af.

Bij het schilderen en conserveren van een kas dient men erop te letten dat de gebruikte middelen niet schadelijk voor de kasplanten zijn, ook niet op de langere termijn. Verven op basis van loodwit (basisch loodcarbonaat) werden vroeger veel toegepast maar zijn thans niet meer toegestaan. Ook bepaalde impregneermiddelen zijn zowel voor mens als plant giftig. Denkt u hierbij aan middelen als kopervitriool, zinkchloride, creosoot, carboleum. Sommige middelen zijn om milieutechnische redenen al uit de handel gehaald. Er is een periode geweest, vóór en na de Tweede Wereldoorlog, dat allerlei nieuwe middelen met een goede tot uitstekende werking op de markt kwamen. Op de lange termijn bleken de bijwerkingen het doel voorbij te streven. Onbehandeld ijzerwerk werd als het niet thermisch werd verzinkt enkele malen met menie geschilderd en daarna soms in een kleur afgeschilderd. Als ijzerwerk wordt geschilderd dient wel de walshuid verwijderd te zijn anders komt de verflaag er spoedig af. Het laten afroesten van de huid is een mogelijkheid om een goede ondergrond te krijgen, maar mechanisch verwijderen kan ook.



Amsterdam, Hortus Botanicus, ontwerptekening uit 1714 voor de nieuwe tropische muurkassen (lang 30m, breed 3m, hoog 4,5m), no. D 30686 Stadsarchief Amsterdam. De houten kassen werden met boekweitdoppen geïsoleerd.

Kleuren kunnen een functioneel en een esthetisch doel dienen. Op plekken zoals kozijnen, ramen, sponningen, pleisterwerk en lijstwerk zijn aanwijzingen te vinden over het kleurgebruik, maar als er een ingrijpende restauratie heeft plaatsgevonden, levert onderzoek meestal niet veel meer op. De ervaring leert dat er meestal geen groot aantal verflagen aanwezig zijn; twee à drie lagen komt het vaakst voor. Door wat te schrappen aan de lagen met bijvoorbeeld een mesje, zijn de verschillende lagen in een trap zichtbaar te maken. Het aantal kleuren blijkt in de praktijk niet hoog te zijn. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen de kleuren van het interieur en die van het exterieur.

Voor het kweken van gewassen is in het algemeen veel licht en helderheid gewenst. Daarom heeft een lichte, liefst witte kleur de voorkeur; ook voor de muren geldt dit. In Nederland is de lichtwerking veel minder sterk dan in sub- en tropische landen. Doorgaans hoeven wij in Nederland dus het licht minder te dempen. Bij druiven geldt: hoe meer licht in de kas hoe beter; des te sterker hij zal worden en des te minder aantasting door insecten en schim-

mels. Daarom zijn de interieurs van druivenkassen op buitenplaatsen vaak wit geschilderd. Te felle zonwerking kan de druif doen verbranden. Om dit te voorkomen wordt op piekmomenten zonwering gebruikt.

De kleur van het interieur van de kas - bij muurkassen ook de muren - hangt ook af van de beplanting. Bepaalde planten zoals palmen hebben geen sterke belichting nodig, terwijl bij waterlelies naar een optimale belichting moet worden gestreefd. De palmenkas in de oude Hortus van Amsterdam heeft donkerkleurige spanten en veel metselwerk dat tamelijk veel licht tegenhoudt. Hieruit blijkt dat gezien de hoge ramen wel is gestreefd naar een lichte kas maar niet naar een kas met de hoogste lichtopbrengst.

Het kassencomplex bij het koninklijk paleis van koning Leopold II in Laken bij Brussel dat uit ca. 25 onderdelen bestaat, is bijna geheel in een licht mediterraan groen geschilderd, terwijl de kassen vele verschillende functies herbergen. In Griekenland wordt deze kleur gebruikt bij huizen om insecten te weren.

Uitgangspunt voor de kleurstelling van een kas is dus de functie van de kas en de beplanting. Het esthetisch aspect kan ook een rol spelen. Bij bijvoorbeeld een witte achterwand misstaat een lichtgrijs voor de houten onderdelen niet. De kleuren kunnen aangepast worden aan die van andere gebouwen zoals een orangerie. De keuze van de kleuren kan ook samenhangen met ligging van de kas. Zo is de vrijstaande kas van de Fraylemaborg in Slochteren aan de buitenzijde geschilderd in de lokaal traditionele kleuren okergeel en donkergrijs/zwart; het interieur is echter geheel wit. Verder kan het materiaalgebruik ook een uitgangspunt zijn voor kleurgebruik. Voor hout gaat de voorkeur uit naar lichte tot witte kleuren. Voor ijzer ziet men vaak wat donkere kleuren toegepast. Sterke kleuren als blauw, rood, geel, oranje, grasgroen en paars zijn wij niet tegengekomen, wel lichte kleuren als wit en gebroken wit tot crèmekleurig, groenen en grijzen. Als donkere kleur zijn grijzen en groenen in vele schakeringen bij historische kassen de eerste keus. Bij de interieurs van negentiende-eeuwse kassen is meer dan eens donkergrijs aangetroffen en bij het exterieur donkerbruin en donkergroen. Hoewel er geen achttiende-eeuwse kasinterieurs meer zijn, is het aannemelijk dat zij qua kleurstelling niet veel afwijken van de negentiende-eeuwse kasinterieurs. De kassen uit de zeventiende en achttiende eeuw waren alle van hout.

Van de in 1767 gebouwde orangerie in de Oude Hortus in Utrecht is door bouwhistorisch onderzoek tijdens de restauratie van 2001-2002 door Kipp vastgesteld dat het houtwerk in de orangerieruime grijs was geschilderd.¹³⁹ Blijkbaar was grijs een traditionele kleur voor houtwerk. De collectiekas uit 1907 in de Oude Hortus van Utrecht is grotendeels in teakhout uitgevoerd, afgewerkt is met lijnolie en lak. Dit materiaal gaf een bruine kleur aan de kas. De ijzeren spanten waren, zo blijkt uit onderzoek tijdens de restauratie in 2005, oorspronkelijk in een blauwgrijze kleur geschilderd die ook weer is teruggebracht. Om de vele herstellingen en reparaties van het houtwerk aan het oog te onttrekken en uit budgettair oogpunt is door restauratiearchitect H. Vlaardingenbroek uit Utrecht in overleg met de opdrachtgever en aannemer besloten al het houtwerk te schilderen in dezelfde bruine lijnolieverf passend bij het blauw van de draagconstructie. Deze kleurstelling is tamelijk uitzonderlijk.

¹³⁹ 's-Gravenland, buitenplaats Jagtlust, Leeuwenlaan 42 - 44, geïsoleerde toegangsdeur in de houten muurkas, foto G.J. Dukker 1995, Collectie RCE.

9.4.6 Tegels

Vloertegels komt men in kassen beperkt tegen. Ze liggen bijvoorbeeld in portalen. Dubbelhard gebakken tegels en cementtegels zijn bij gewone kassen in de oorspronkelijke opzet het meest gangbaar. Bij buitenplaatskassen komen tegels meer voor dan in de glastuinbouw, waar alles soberder is. In serres en wintertuinen worden tegels vaker gebruikt. Plavuizen treft men aan bij de oudere bestaande tablet-kassen, waar op de bodem van de tabletten vaak rode, maar soms ook gesmoorde, ongeglazuurde plavuizen liggen. Bij oude houten kassen liggen de plavuizen op houten dwarsliggers. Bij ijzeren kassen, en dikwijls ook bij vernieuwingen, zijn de liggers van gewalst ijzer. De plavuizen liggen vrijwel overal los in de tabletten. In een enkel geval liggen onder de tabletten dezelfde tegels op de vloer die dient voor de opslag van materialen zoals plantenpotjes. Verder kunnen plavuizen voorkomen als bekleding van gemetselde waterbakken in of buiten de kas. In dergelijke toepassingen zijn de plavuizen vaak wel geglaazuurd. Ook op de bodem van gemetselde bakken kunnen plavuizen worden aangetroffen. Dit is doorgaans alleen zichtbaar tijdens een restauratie, zoals bij de kassen van kasteel Amerongen in 2003-2004. Het is niet altijd eenvoudig om vast te stellen of de plavuizen oorspronkelijk zijn of dat zij later zijn aangebracht ter vervanging van oudere exemplaren. Als advies wordt aangeraden alle details van de plavuizen, zoals de aanwezigheid van specieres-ten, goed te bestuderen.



INTERMEZZO

FIRMA L. GADELLAA UIT ZEIST (1881 – 1985) EN ENKELE ANDERE KASSENBOUWERS

Gadellaa was, net als enkele andere firma’s, leverancier van eigengemaakte kassen.¹ Dit betekent dat er naar ontwerpen werd gewerkt. Wie precies de ontwerpen maakte, de firma zelf of dat er een (tuin)architect werd aangetrokken, is niet bekend. In ieder geval kon een grote verscheidenheid types worden geleverd. Naast kassen, leverde Gadellaa ook centrale verwarmingen en sanitaire installaties, pompinstallaties, warmwatervoorzieningen, oliestookinrichtingen, elektrische installaties en allerhande ijzerconstructiewerken. Het aanbod toont sterke overeenkomst met de firma Richel uit Den Haag. Ook de firma A.A. Vroeg uit Naaldwijk behoorde tot de groep van kassenbouwers die aan particulieren leverde.²

De firma Gadellaa is in 1881 opgericht door L. Gadellaa sr. (1849 - 1920). Hij nam van dhr. Harzing zijn ruim 100 jaar oude koper- en blikslagerij over. Zijn zonen Leendert (1876 - 1932) en Melchior (1889 – 1972) kwamen in respectievelijk 1889 en 1910 in de firma werken. Gadellaa was de eerste 21 jaar gevestigd aan de Voorheuvel no. 32 en van 1902 tot 1917 op no. 41.³ De activiteiten en werken namen steeds meer toe. Tussen 1915 en 1917 werd een nieuw onderkomen met werkplaats gerealiseerd aan de Voorheuvel no. 37-37 A. Op 26 oktober 1931 werd het 50-jarig bestaan gevierd. Ter gelegenheid van deze mijlpaal gaf men een catalogus uit waaruit blijkt dat men in 1897 de eerste kas bouwde.⁴ Uit diezelfde catalogus blijkt dat de firma in 1909 met voorbeelden van eigen werken aanwezig was op de ‘Groote Tuinbouw Tentoonstelling’ op het landgoed Schoonoord van 25 augustus tot 16 september. Bij deze gelegenheid werd een catalogus gedrukt waarin alle deelnemers staan vermeld; sommige deelnemers met advertentie. Enkele andere kassenbouwers waren ook aanwezig zoals: G. Koelewijn in Baarn, leverancier van orchideeën-, bloemen-, planten- en vruchtenkassen, K. van Nes C. Bzn. uit Boskoop (opgericht 1894), leverancier plantenkassen in hout, ijzer beton en gecombineerde constructie, broeiramen, broeibakken en schermmatten, P. Kok en Zn., smederij in de Lier, kas-senbouw in ijzer, A.J. Zegveld in Rijswijk (Z.-H.), fabrikant van kassen en verwarmingsketels, Alb. van Bodegom & Co. uit Spijkenisse, leverancier van betonnen bloemen- en druivenkassen, de Roemondsche Cement- en Kunststeenfabriek, leverancier van verplaatsbare broeibakken, kistingen, lessenaars enz. volgens systeem ‘Nijskens’. Verder waren aanwezig de tuinarchitecten van H. van

Lunteren & Zoon, H. Copijn & Zoon en diverse kwekers van planten en bomen, o.a. Boomkwekerij ‘Terra Nova’ uit Aalsmeer.⁵

Uit de catalogus van Gadellaa, waarin diverse referenties van tevreden klanten zijn opgenomen, blijkt dat men voor de dhr. Bentinck van de buitenplaats Schoonheeten (Heeten) enkele kassen leverde. Twee van de drie kassen van Gadellaa zijn tegenwoordig nog aanwezig. Men leverde door heel Nederland ijzeren ‘Bloem- en Vruchtenkassen’. Uit een attest uit 1915 is op te maken hoe lang men over de bouw van een kas deed: ‘In den tijd van ZES WEKEN (tusschen goedkeuring der tekening en het dicht opleveren der kas) heeft de firma L. Gadellaa te Zeist voor den Edelachtbaren Heer A.E. Albers Pistorius, Villa „Mimosa” te Aarle Rixtel bij Helmond, een *Victoria Regia* kas tot groote tevredenheid opgeleverd. De kas is 11 x 11 M., met aan twee zijden afgesneden hoeken, bij een hoogte van 3.40 M. De kas rust op een geconstrueerde kruisnok en heeft in de kas geen enkel steunpunt, kolommen of zoo iets. De grootste spanning is 12 ½ M.’ Er moet behoorlijk doorgewerkt zijn om een dergelijke klus met de mogelijkheden van toen te klaren.⁶

In 1916 had men in de werkplaats acht medewerkers in dienst. Vijf jaar later was het aantal medewerkers verdubbeld. In 1926 waren dat er nog steeds 16. De verdubbeling van het aantal medewerkers is te verklaren door de vele opdrachten voor nieuwbouw. Men had in 1916 al de beschikking over elektra en een motor van 1,5 pk. Vanaf 1921 had men drie elektramotoren in de werkplaats met een totaal vermogen van ruim 5 pk.⁷ Uit enkele foto’s van de firma is op te maken dat de bestaande ijzeren tabletkas in de moestuin van Kasteel Neerijnen in Neerijnen ook door hen is gebouwd. Totaal zijn er nu drie bestaande kassen getraceerd die aan Gadellaa kunnen worden toegeschreven.⁸

Nadat broer Leendert was overleden stond Melchior er grotendeels alleen voor. Tot ver na de oorlog voerde hij de directie tot zijn zonen het overnamen. Begin jaren zestig stapte Melchior definitief uit de firma. Dit had tot gevolg dat rond 1964-1965 de firma werd omgezet in een B.V. Uiteindelijk werd 20 jaar later de B.V. opgeheven en de opstallen en grond verkocht om plaats te maken voor nieuwbouw.

Uit een advertentie uit de *Zeister Nieuwsbode* van 14 maart 1972 wordt verslag gedaan van het ter aarde bestellen van de 82-jarige Melchior Gadellaa, drijvende kracht achter de firma.⁹ Volgens zijn zoon J.H. Gadellaa (1921-2009) is de firma in 1985 opgeheven.¹⁰

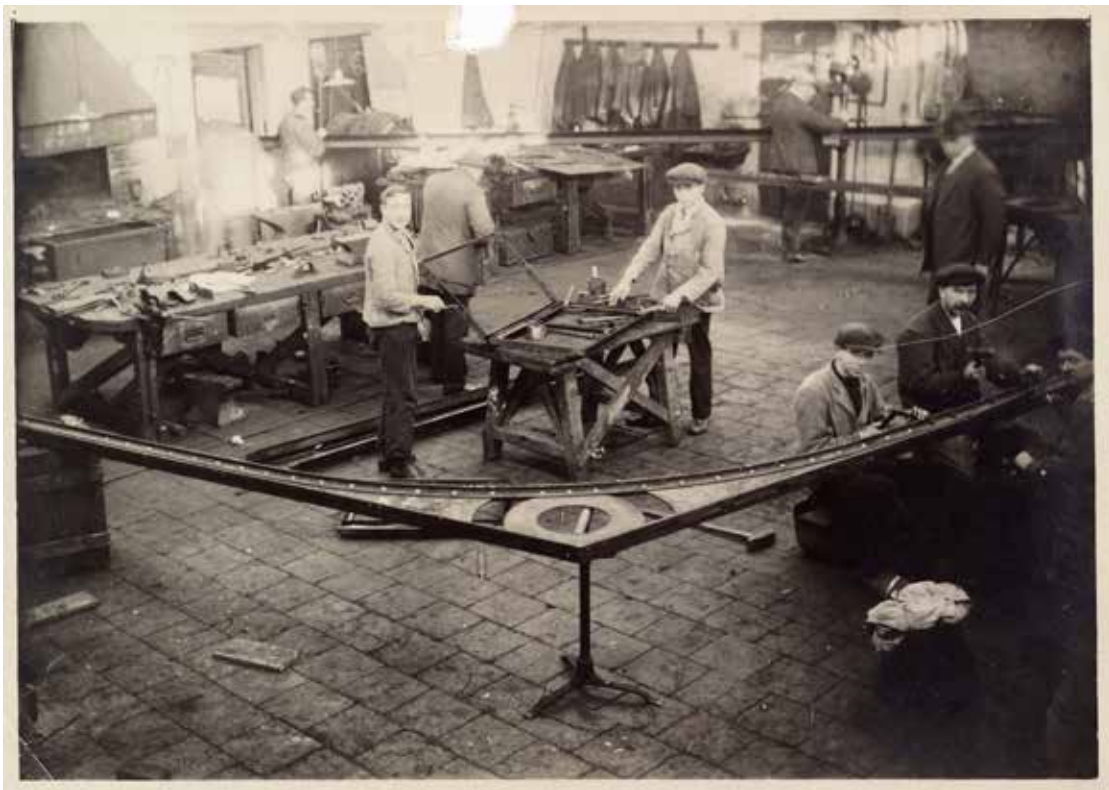
B.H.J.N. Kooij

- 1 De geschiedenis van de firma Gadellaa is beschreven in: B. Kooij, ‘De firma Gadellaa uit Zeist als kassenbouwer (1881-1985)’, In: *Seijst*, jrg. 37, no. 1 (2007), p. 3-9. B. Kooij, ‘De firma Gadellaa uit Zeist als verwarmingsinstallateur (1881-1985)’, In: *Seijst*, jrg. 38, no. 2 (2008), p. 39-45.
- 2 Zie advertentie van kassenbouwer A.A. Vroeg met de afbeelding van een wintertuin in Wassenaar ná pagina 96 in: K. Wiersma, *Kassen en Kassenbouw*, ‘s-Gravenhage z.j. [1918].
- 3 Uit gegevens uit 1915 van het Rijkstelefoonkantoor en lokaal Rijkstelefoonnet Zeist is onder nummer 68 bekend: ‘Gadellaa, L., Centr. verwarming, gas- en waterl., zinkwerker’.
- 4 Kopie van de catalogus is aanwezig in het Gemeentearchief van Zeist (GAZ). De eerste kas werd voor dhr. Mr. Bourisius te Hilversum gebouwd.
- 5 Catalogus in bezit van J.H. Heimeel, bestuurslid van Van de Pollstichting, Historische Vereniging van Zeist.
- 6 *Floralia*, jrg. 44, no. 25 (22 juni 1923), p. 370 en 374. Dhr. A.E. Albers

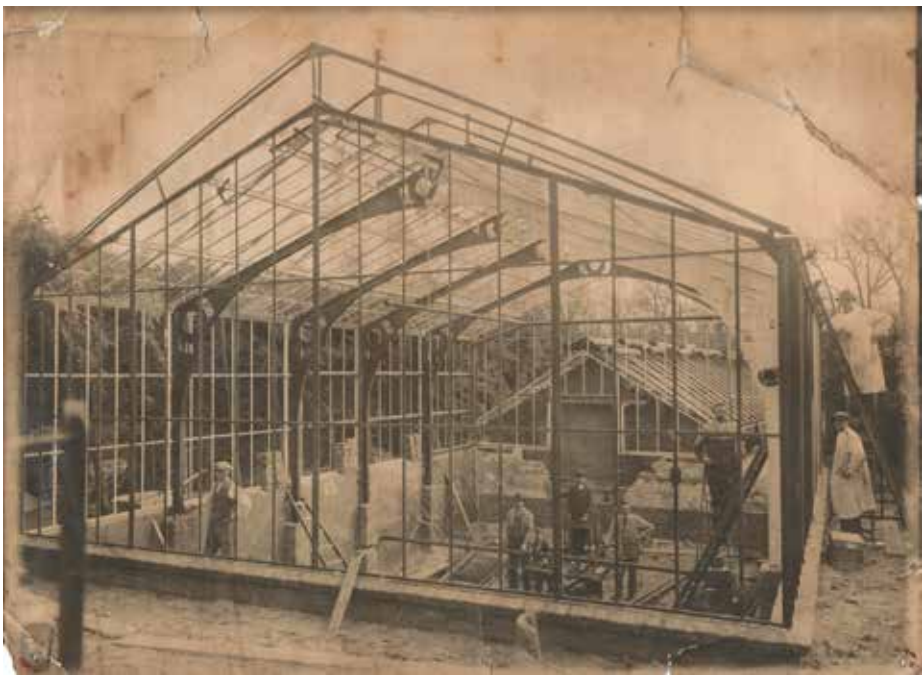


Zeist, buitenplaats Schoonoord, ‘Groote Tuinbouw Tentoonstelling’ 1909, modelkas die viermaal werd verkocht, collectie J.H. Gadellaa uit Zeist. Rechts naast de kas met het bordje ‘verkocht’ staat Leendert Gadellaa. Voor deze kas werd de firma bekroond met de ‘Groote zilveren medaille’.

- Pistorius wordt in 1917 genoemd voor het ter beschikking stellen van een foto van de (onderkant) *Victoria Regia* voor het blad *Onze Tuinen*. Zie: *Onze Tuinen*, jrg. 11 (13 april 1917), p. 522.
- 7 Uit: *Opgaven van de fabrieken en bedrijven 1838-1926*, R.P.M. Rhoen, Gemeentearchief Zeist.
 - 8 Volgens de heren D.M. Servaas (aangetrouwde familie) en J.H. Gadellaa (beiden uit Zeist) bouwde de firma door heel Nederland. In andere andere Noord-Brabant, Overijssel en Utrecht (Zeist, Amersfoort, Doorn) maar ook in Noord-Holland (Haarlem-N) bouwde men tot aan de crisistijd kassen. Daarna liepen de opdrachten in aantal snel terug (interview 2006).
Zes foto’s van de firma Gadellaa zijn in bezit van D.M. Servaas. Repro’s hiervan zijn opgenomen in de fotocollectie van de RCE.
 - 9 *N.H.H.A. Adresboeken, Adresboek Openbare Instanties en Bedrijfsleven Zeist 1974*. Archief Zeister Historisch Genootschap Van de Poll Stichting. In 1974 komen wij nog advertenties tegen.
 - 10 Begin jaren tachtig van de twintigste eeuw, in ieder geval vóór 1986, is de firma opgeheven. Op 2 september 1986 vindt in het pand van Gadellaa nog een openbare verkoping plaats van lampen en andere luxe artikelen. Eind jaren tachtig, begin jaren negentig van de twintigste eeuw wordt een deel van de voorheuvel, waaronder Voorheuvel 37 en 37a, gesloopt om plaats te maken voor nieuwbouw. Een foto van het pand uit ca. 1920 is in het fotoarchief van Zeister Historisch Genootschap Van de Poll Stichting bewaard gebleven. Dhr. J.H. Gadellaa heeft er lang gewerkt, maar de kassenbouw was toen al over.



Zeist, Voorheuvel 37 A, overzicht interieur werkplaats firma Gadellaa, foto (ca. 1920) Collectie D.M. Servaas, Gemeente Archief Zeist, repro C.S. Booms 2003, no. 505.848 Collectie RCE.



Onbekende buitenplaats, medewerkers van de firma Gadellaa uit Zeist bezig met de opbouw van een kas, datum foto onbekend (ca. 1925), Collectie D.M. Servaas. De foto laat een verdiepte spantenkas zien met op het dek geleiders voor de zonwering. De foto staat afgebeeld in de in 1931 verschenen catalogus op p. 56. Het bijschrift vermeldt: tropische kas. Op de vorige foto is een van de samengestelde spanten van deze kas te zien.

Rechts op de foto zijn de glazeniers en schilders in witte kleding bezig. De vierde man van rechts is de heer Servaas, monteur en onderhoudsman van Gadellaa. Als jongen van elf jaar (1911) begon hij in de werkplaats van zijn oom. Ruim 32 jaar werkte hij voor de firma tot hij in 1943 ontslag kreeg.



Voorbeeld van een bouwvergunning van een kas: 'Vergunning,' no. 541, afgegeven door Burgemeester en Wethouders van Aalsmeer op 10 februari 1922 aan P. Buis Gzn. De bouwaanvraag is ingediend 8 februari. Op 9 februari wordt de plek door de opzichter bezocht en goed bevonden. Op 10 februari wordt reeds de vergunning afgegeven met de restrictie dat 10 augustus 1922, dus een half jaar na de aanvraag, het werk gereed moet zijn. Kosten waren f. 2,-.

9.4.7 Isolatie

De oudste, thans niet meer bestaande, kassen waren bijna geheel van hout. De dubbelwandige houten gevels waren geïsoleerd met boekweiddoppen. Een van de mooiste voorbeelden hiervan zijn de muurkassen in de nieuwe Hortus van Amsterdam, gedateerd 1682. Boekweiddoppen waren een bekend isolatiemateriaal dat bij oranjerieën al veelvuldig werd toegepast. De wanden en plafonds van oranjerieën werden met dit materiaal doeltreffend geïsoleerd. Isolatie werd vroeger dikwijls aangeduid als vulling, omdat men bepaalde ruimten vulde met lichte isolatiematerialen, die zelf werden aangeduid als vulmateriaal. Het isoleren bij kassen had vooral een thermisch isolerende functie. Bij spouwmuren van bakken werd de 'tussenruimte' van minstens 8 cm gevuld met boekweiddoppen.¹⁴⁰ De ruimte tussen een binnen- en buitenbak werd gevuld met goedkope organische isolatiematerialen zoals blad, turfstrooisel, houtzaagsel of bladriet en dit alles al of niet gemengd met run (kif).¹⁴¹

Op de buitenplaats Jagtlust te 's-Gravenland is nog een grotendeels houten, vrijstaande muurkas aanwezig die dicht in de buurt komt van de oudste muurkassen. Vóór de restauratie was de achterwand met isolatiemateriaal gevuld. Op de oorspronkelijke houten wand stond: 1820 000.

Bij de muurkassen van kasteel Amerongen, type kopkas, die in 2003 vóór de restauratie uitgebreid zijn onderzocht is turfmolm aangetroffen tussen het plafond en de bebording waar de pannen op lagen. De turf had zeker een isolerende werking, maar hier is het materiaal waarschijnlijk aangebracht om andere redenen. De holle ruimtes werden hier gedicht zodat er geen muizennesten of andere nesten van ongedierte konden worden gebouwd. Bovendien werd de tocht beperkt.

Een enkele keer zijn deuren van muurkassen geïsoleerd. De toegangsdeur is dan een vrij dikke dubbelwandige deur gevuld met isolatiemateriaal, meestal opgevuld met boekweiddoppen. Voorbeelden zijn aangetroffen in 's-Gravenland bij de bovengenoemde muurkas van Jagtlust en bij de muurkas van Spanderswoud. De vulling van de deuren kon tijdens ons onderzoek niet vastgesteld worden, maar het is aannemelijk dat boekweiddoppen zijn gebruikt. Volgens Chomel (1775) dienen kieren in kassen 'dicht gestrooken worden' met kalk, mos, 'hijde', vlas of andere vergelijkbare materialen. Om de kou buiten te houden kunnen bij vorst op de kas 'kleden uit koe-haair' met daarop 'riedmatten' worden gelegd.¹⁴² In hoofdstuk 7 wordt nader op het dekken van kassen ingegaan.

Andere vormen van isolatie, vaak jonger, treft men aan bij technische installaties zoals verwarmingsinstallaties. Om het warmteverlies van heet water leidingen te beperken is dikwijls buisisolatie toegepast. Zowel bij ondergrondse en bovengrondse leidingen kan men isolatie aantreffen. Bij de modernere installaties van na de Tweede Wereldoorlog kan men glas- of steenwol aantreffen. Bij de wat oudere installaties zijn materialen als asbest, gips, houtwol en riet vaak toegepast. Asbest is een geweldig isolatiemateriaal en dikwijls toegepast bij kassen, kasloodsen of bijgebouwen in de glastuinbouw. Als asbest niet in de weg zit en nog een doel kan vervullen, kan het gewoon blijven zitten. Indien het toch verwijderd moet worden, dient men hier melding van te maken bij de overheid en een speciaal asbestverwijderingsbedrijf in te schakelen. Bovendien zijn een sloopvergunning, inventarisatierapport, en een overzicht van voorzorgsmaatregelen nodig.



Heenweg, Maasdijk 19, eenvoudige constructie van een houten warenhuis, foto J.P. de Koning 2001, no. 333.416 Collectie RCE.

9.5 DRAAGCONSTRUCTIES

Ben Kooij

9.5.1 Inleiding

Er kan bij kassen een onderscheid in draagconstructies naar materiaalgebruik en type worden gemaakt. De belangrijkste constructiematerialen bij oude kassen zijn hout en ijzer. Beton is beperkt gebruikt voor draagconstructies en de meeste voorbeelden hiervan zijn inmiddels verdwenen. Betonnen draagconstructies bestaan in de meeste gevallen uit kniespanen en enkele gordingen van gewapend prefabbeton. Grote overspanningen zijn er bij kassen niet gerealiseerd. De voorbeelden die er nog zijn, worden besproken in het hoofdstuk over de betonnen kassen zodat wij ons hier beperken tot het behandelen van de draagconstructies in hout en ijzer.

Omdat in Nederland geen bijzonder grote kassen zijn gebouwd, zoals men die wel in de ons omringende landen tegenkomt, zijn onze eigen voorbeelden constructief gezien maar zeer bescheiden. De grootste draagconstructies en de meeste variatie treffen wij aan onder de ijzerconstructies. Binnen de historische ijzerconstructies overstijgt alleen de draagconstructie van het voormalige Paleis voor Volksvlijt in Amsterdam de gemiddelde grootte. Ook onder de twintigste-eeuwse kassen zijn er maar

enkele, zoals die van Burgers Bush en Burgers Desert, die groter dan gemiddeld zijn. Hoewel de twintigste-eeuwse kassenbouw gekenmerkt wordt door schaalvergroting, zijn er maar heel weinig kassen die zich qua grootte en qua uitstraling kunnen meten met de internationale voorbeelden, zoals de grootste kas ter wereld, The Eden Project in St. Austell, Zuidwest-Engeland. Dit ruim achthonderd meter grote kassencomplex herbergt ca. 12.000 soorten planten en bomen. De kosten waren bij de opening in maart 2001 opgelopen tot meer dan 125 miljoen euro.¹⁴³ De jaarlijkse grote aantallen bezoekers maken een dergelijk project mede mogelijk. De geschiedenis toont, dat voor Nederland een dergelijk innovatief investeringsproject als dit, zelfs in combinatie met een Floriade, te groot is.

9.5.2 Houtconstructies

De historische houten muurkassen zijn alle klein. Dit geldt ook voor de alleroudste kassen, achttien-de-eeuwse kassen en verdwenen negentiende-eeuwse voorbeelden. De draagconstructie is bij al deze kassen daarom uiterst eenvoudig. Bij de muurkassen, vooral de lessenaars, met een duidelijk herkenbare travee-indeling van het glasdek, dus een dek met houten kasramen, bestaat de draagconstructie uit houten liggers met een breedte rond de 10 cm. Bij de negentiende-eeuwse kassen van kasteel Duivenvoorde te Voorschoten waren de liggers inclusief sponning 9,5 breed x 12 cm hoog.¹⁴⁴ In deze draagbalken, die ook wel merkhouten worden genoemd, is doorgaans een sponning voor de glijramen uitgespaard. Bij enkele kassen zijn de draagbalken met tussenbalkjes gekoppeld. Bij de vaak iets bredere kopkassen is gebruik gemaakt van een stevige nok waarop de draagbalken aansluiten. Op bepaalde punten wordt de nok ondersteund door een stijl of dwarsschoor. Tot ver in de negentiende eeuw blijven kassen met ramen gedekt, dit geldt zowel voor de muurkassen als de vrijstaande kassen. Er is weinig ontwikkeling in de houten draagconstructie opgetreden. Ontwikkeling in de draagconstructies, in het bijzonder de spanen die als hoofdconstructie fungeren, treedt pas op met de komst van ijzeren draagconstructies.

In de bouw van houten kassen ten behoeve van de glastuinbouw heeft zich een periode de zogenoemde 'Smiezo-kas' gemanifesteerd. Het betreft een houten kas met houtgelijmde spanen van de firma J.H. Smiemans kassenbouw NV uit Naaldwijk, die door Smiemans sr. in 1947 is opgericht. De kas werd in 1951 ontwikkeld en is vooral gebouwd voor de betere kwekers, proeftuinen, universiteiten en dergelijke. Het bedrijf beëindigde haar activiteiten in 1965.¹⁴⁵



Drie voorbeelden van toegepaste drukringen bij de constructie van kassen. Van boven naar beneden: Amsterdam, de palmenkas (1912); Rotterdam, diergaarde Blijdorp (1937 - 1940) en Brussel, de Wintertuin (1874 - 1879) in de paleistuin. Foto 1, G.J. Dukker 2001, no. 339.614, foto 2 (2000) en foto 3 (1998) B.H.J.N. Kooij, Collectie RCE.

Door het toepassen van gelijmde houten spanen werden voor die tijd zeer brede overspanningen gebouwd. De breedste kas met gelijmde spanen was 28 m breed, destijds voor Lely Landbouwmachines gebouwd. Gaandeweg werd een standaard maat van 6.40 m ingevoerd, vanwege geautomatiseerde systemen in de tuinbouw; er werd hoofdzakelijk nog voor



SMIEZO KASSEN

zijn warme kassen

Zij hebben een vaste beglazing. De kapbreedte van de Smiezokas is 6,40 m. waardoor deze kas mede veel gevraagd is voor de bloementeel. De goothoogte van de SMIEZOKAS is 2 m. of 2,30 m.

- ★ Vele en ruime teeltmogelijkheden
- ★ Hoog lichtniveau
- ★ Minder condensdruppels
- ★ Grote luchtingscapaciteit
- ★ Eenvoudige bodembewerking door brede ruimte
- ★ Vervaardigd van duurzaam of duurzaam gemaakt hout
- ★ Gering onderhoud. Lage bouw prijs

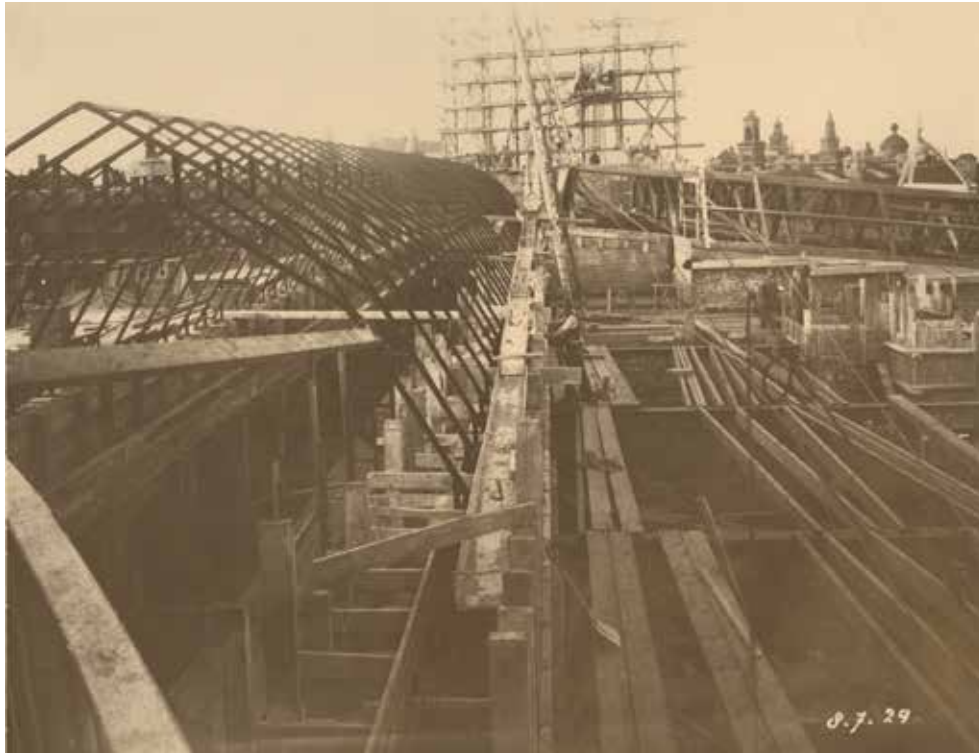
De kas met de vele mogelijkheden

Vraagt tevens prijsopgave van onze moderne maar vooral degelijke verwarmingsinstallaties.

J. H. SMIEMANS, Vlietweg 1, Naaldwijk, Telefoon 01740-4794

Advertentie van de firma J.H. Smiemans uit Naaldwijk waarin de zogenoemde Smiezo-kassen worden aangeboden, uit: *Jaarboek Tuinbouwtechniek* 1963 - 1964, p. 20.

Den Haag, overzicht van de bouw van de derde vleugel van de Passage, een ontwerp van architect J. Duynstee, foto W.J. van der Pool, 1929, no. 0.54804.01 Collectie Haags Gemeentearchief. De lichtkap bestaat uit een kasachtige constructie met een doorgaande lantaarn.



die sector gewerkt. De betreffende spanten hebben doorgaans een ronde vorm. De voordelen die men aanpreekt in advertenties zijn: 1. grotere lichtinval; 2. elke breedte leverbaar; 3. door de grote ruimte bijzonder geschikt voor alle machinale grondbewerkingen.¹⁴⁶ Geleverd konden worden spanten voor vrijstaande kassen, bijvoorbeeld groentekassen met een breedte van 6.40 m, maar ook spanten voor driebeukige potplantenkassen.¹⁴⁷ Van Harten meldt in 1956: 'De laatste jaren worden gebogen houten spanten gemaakt door in een bepaald verband korte delen op elkaar te lijmen. Op deze wijze kan men zeer grote overspanningen bereiken. Ook voor de kassenbouw is deze proefsgewijze toegepast. De resultaten zullen echter nog moeten blijken, bovendien zal de kostprijs hierbij belangrijk zijn.'¹⁴⁸ Grote ontwikkelingen in de kassenbouw met betrekking tot de gelamineerde spanten hebben zich verder niet voorgedaan. De prijs van een 6.40 m brede kas lag in de jaren vijftig tussen f 16,50 en f. 19,- per m².

9.5.3 De geschiedenis van het berekenen van ijzerconstructies

Het ontwikkelen van ideeën over draagconstructie, het analyseren van proeven, het ontwikkelen van rekenmethoden en dit alles praktisch toepasbaar

maken, heeft ongeveer twee millennia geduurd. Ontwikkelingen namen een vlucht in de tweede helft van de zeventiende en in de negentiende eeuw, toen vele technisch geleerden zich op het onderwerp stortten. Hieronder wordt deze ontwikkelingsgeschiedenis kort samengevat.

Archimedes (287-212 v.C.) bestudeerde al draagconstructies toen hij als onderdeel van de mechanica de statica bestudeerde. Met behulp van de momentenstelling probeerde hij bij een gelijkmatig belaste balk de steunpuntreacties te berekenen. Galilei (1564-1642) gaf de eerste theoretische beschouwingen over doorbuiging. In een postuum uitgegeven werk *Discorsi e dimostrazione matematiche* (1638) werden zijn ideeën vastgelegd.¹⁴⁹ In de late zeventiende eeuw werd de differentiaal- en integraalrekening (bekend sinds 1684) verder ontwikkeld door de Zwitserse hoogleraren Johann I Bernoulli (1667-1748) en zijn broer Jakob I (1654 – 1705).¹⁵⁰ Johan I hield zich ook bezig met de theoretische onderbouwing van buiging in constructies.¹⁵¹ Een Zwitserse student van hem, Leonhard Euler (1707-1783) werkte het zogeheten knik-probleem verder uit. Hij maakte gebruik van het werk van Robert Hooke (1635-1703) betreffende de elasticiteitstheorie, vastgelegd in 1678 in *Philosophical tracts and collections*. De wet die hij ontdekte luidt: De verlengingen of verkortingen van een constructiedeel zijn recht evenredig met de belasting en de oorspronkelijke lengte, maar omgekeerd evenredig

met de doorsnede. De verlengingen of verkortingen bij eenzelfde belasting is voor alle constructiematerialen verschillend.¹⁵² Voor het berekenen van knik worden de formules van Euler nog steeds gebruikt.¹⁵³

In de zeventiende eeuw hield Mariotte (1620-1684) zich bezig met het fenomeen doorbuiging. Ook ontdekte hij het voordeel van het inklemmingsmoment. Parent ontdekte in 1710 de optredende trek- en drukspanningen in een balk. De overgangslijn tussen deze spanningen werd in 1820 door Tredgold als de neutrale as aangeduid. De ideeën van Mariotte en Parent werden in de achttiende eeuw door de Fransman Coulomb (1736-1806) uitgewerkt. Hij belichtte bijvoorbeeld de afschuifspanningen in een belaste balk. Navier (1785-1836) ontwikkelde deze ideeën door in de theorie van de vastheidsleer. Hij was een groot voorstander van het berekenen van constructies, terwijl vele technici dat in zijn tijd niet deden. Navier geeft aan dat men toen op constructief vlak nog veel vanuit het gevoel handelde.¹⁵⁴ In 1834 was het Percy die het belangrijke begrip 'traagheidsmoment' introduceerde voor de berekening van constructies.¹⁵⁵ Dit begrip is niet meer weg te denken uit onze moderne rekenmethoden.

Een nieuwe periode in de kennisontwikkeling breekt aan wanneer voor grotere overspanningen (ijzeren) vakwerkliggers worden ingezet. Een veelheid aan problemen dienden zich dan aan die om oplossingen



Ermelo, Oud-Groevenbeek, interieur druivenkas na restauratie met zicht op de vakwerkspanten, foto J.P. de Koning 2001, no. 343.235 Collectie RCE.

vroegen. Baanbrekend werk op dit gebied werd verzet door Culmann (1821-1881) en Schwedler (1823-1894).¹⁵⁶ Op analytisch gebied was vooral de Duitse ingenieur Georg Dietrich August Ritter (1826-1908) invloedrijk. Hij ontwikkelde de zogenoemde snedenmethode, voor de bepaling van de staafkrachten. In de jaren 1864-'65 kwam zijn *Lehrbuch der technischen Mechanik* in drie delen uit.¹⁵⁷ Zijn kennis bracht hij in de periode 1870-1899 als leraar *Dach- und Brückenkonstruktionen* aan de Polytechnische school in Aken over op studenten.¹⁵⁸

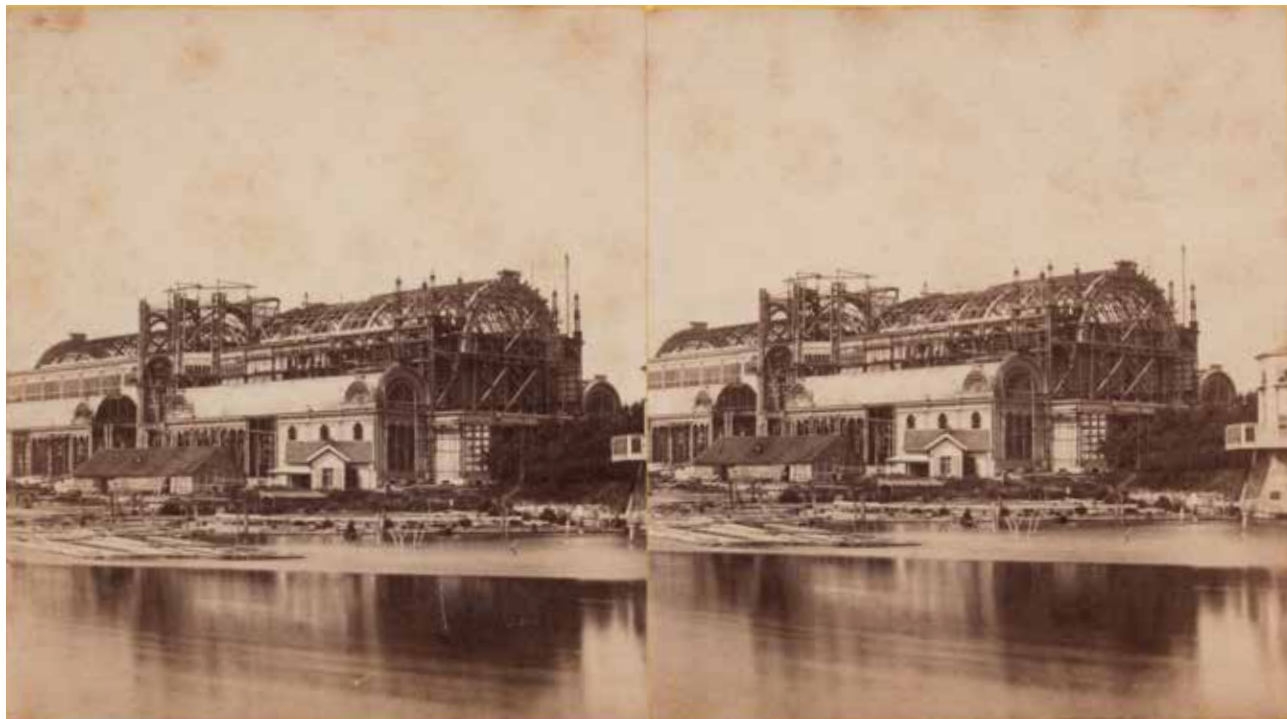
Naast de analytische methoden ontwikkelde zich ook grafische methoden (grafostatica) voor het bepalen van optredende krachten in constructies. Deskundigen hielden zich vaak met beide methoden bezig. Om tot een brede benadering te komen en afzonderlijk optredende krachten in constructies te kunnen bepalen is kennis nodig van verschillende gebieden, zoals de mechanica (statica en grafostatica), wiskunde, geometrie, materiaal- en profielkunde. In de achttiende en negentiende eeuw hebben diverse ingenieurs in Europa zich verdienstelijk gemaakt met de verdere ontwikkeling van de theoretische onderbouwing van de berekening van draagconstructies. In de negentiende eeuw waren het de ijzerconstructies die de aandacht vroegen; aan het eind van die eeuw kwam het gewapend beton erbij met al zijn specifieke eisen en problemen. Onder de wetenschappers waren er ook die onderzoek deden



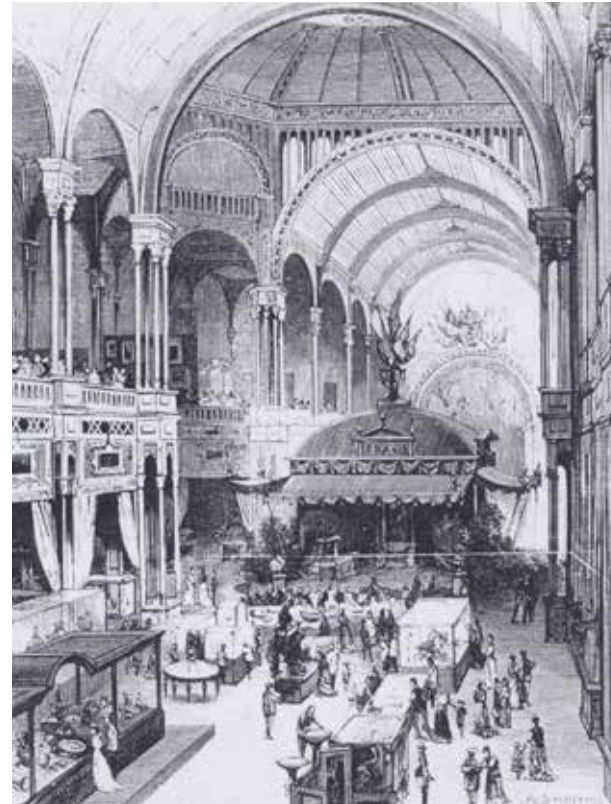
Joseph Paxton (1803-1865).

naar de eigenschappen en het gedrag van constructiematerialen. Engelse, Duitse, Franse en wat later ook Amerikaanse wetenschappers voerden de toon, maar ook de Italianen droegen hun steentje bij. De Nederlandse Kapitein der Genie P.W. Scharroo ziet Simon Stevin (1548-1620) als de grondlegger van de grafische berekeningen. Hij hield zich onder andere bezig met het ontbinden van krachten.¹⁵⁹ De Fransman Varingnon (1654-1722) werkte deze ideeën verder uit in de begrippen kettingveelhoek, resultante, krachtenveelhoek.¹⁶⁰ De Fransman Clapeyron (1779-1864) onderschreef het belang van deze begrippen, die hij gebruikte bij de berekening van bruggen. Zijn landgenoot Poncelet (1788-1867) gebruikte de kettingveelhoek ter bepaling van het zwaartepunt van vlakke figuren. De Nederlandse Bruggen Stichting stelt: 'Omdat in het begin van de spoorbruggenbouw nog maar weinig theoretische kennis was, waren de berekeningen erg primitief. De randen hadden over de hele lengte van de brug een constante doorsnede. Hetzelfde gold voor de traliestaven. In 1851 werd door de publicatie van artikelen van de Duitse ingenieur Culmann en Schwedler de aanzet gegeven tot een theoretische grondslag voor de berekening.'¹⁶¹ Volgens Scharroo is de theorie van Culmann een vorm van gra-

fische berekening die later door Mohr, Saviotti, Maxwell en Cremona verder zijn uitgewerkt en verbeterd. Culmann baseerde zich op de werken van Varingnon en Clapeyron.¹⁶² De eerder genoemde Schwedler was een tijdgenoot van Culmann.¹⁶³ De Italiaanse de hoogleraar Luigi Cremona (1830-1879), bekend van de cremonadiagrammen, hield zich bezig met de grafische bepaling van staafkrachten in platte vakwerken. Bekend zijn geworden zijn zogenoemde cremonadiagrammen.¹⁶⁴ De Engelsman Maxwell (1830-1879) bestudeerde het evenwicht en de knooppuntverbindingen van vakwerken. De Duitser O. Mohr werkte de theorie van de vakwerken en die van statisch onbepaalde constructies uit.¹⁶⁵ Ook introduceerde Mohr de zogenaamde invloedslijnen ter berekening van liggers met een veranderlijke belasting. Zijn landgenoten Winkler (1835-1888) en Fränkel (1841-1895) schreven over deze invloedslijnen.¹⁶⁶ Tot slot noemen we het belangrijke werk van Müller-Breslau. De twintigste eeuw bracht ook vele ingenieurs voort die de tot dan opgebouwde kennis uitbreidden en vergrootten.¹⁶⁷ Vermeldenswaardig is de Amerikaanse ingenieur Hardy Cross, die in 1930 zijn bekend geworden Cross-methode naar buiten bracht voor het bepalen van de krachten in statisch onbepaalde liggers.¹⁶⁸



Amsterdam, het Paleis voor Volksvlijt in aanbouw, stereoscopische foto uit ca. 1863 aan de zijde van de Singelgracht, maker onbekend, no. 010007000733 Stadsarchief Amsterdam. Deze foto is de oudste die in deze publicatie is opgenomen. De bouw van het paleis begon in 1858 en werd voltooid in 1864. Op de foto is te zien dat de centrale koepel nog niet is geplaatst. Het gebouw naar ontwerp van architect Cornelis Oudshoorn zou uiteindelijk in 1929 in vlammen opgaan.



Amsterdam, litho van het interieur van het Paleis voor Volksvlijt, P.A. Schipperus, uit: *Eigen Haard* 1877.

9.5.4 Inspirators

Inspirerende ontwerpers van ijzeren kassen waren er in de negentiende eeuw in Nederland niet. Zij moeten worden gezocht onder de grote buitenlandse architecten, ingenieurs en andere deskundigen zoals tuinbazen. De Engelsen speelden vooral in de vroege negentiende eeuw een grote rol. Voor de bouw van de prachtige gebogen palmenkas van Kew uit 1845-'48 tekenden architect Demetrius Burton en ingenieur Richard Turner. Gietijzer gebruikten zij onder andere voor de kolommen, sierelementen en spiltrappen; welijzer voor de boogspanten.¹⁶⁹ Nog bekender was Joseph Paxton die op Chatsworth in 1836 -1840 the Great Conservatory bouwde, samen met de eerder genoemde Burton. Deze kas kreeg een rechthoekige plattegrond met een gebogen ridge-and-furrow glasdek.¹⁷⁰ Hij was opgebouwd uit gietijzeren kolommen, gelamineerde houten boogspanten en houten roeden. Binnen was een rondlopende galerij die was aangebracht op gietijzeren consoles die aan de kolommen waren bevestigd.¹⁷¹ De kas uit Kew is recent grondig gerestaureerd; de kas uit Chatsworth is door de hoge exploitatiekosten ná de Eerste Wereldoorlog gesloopt. Paxton is niet zo zeer door bovengenoemde kas bekend geworden, maar door zijn ontwerp uit 1850 voor

Crystal Palace in Hyde Park te Londen, voor de eerste wereldtentoonstelling in 1851.¹⁷² Om de bouw in korte tijd tot stand te brengen werd er een uiterst strak maatsysteem doorgevoerd en werd veel met standaard-elementen gewerkt. Voor die tijd was deze werkwijze baanbrekend. De glasruiten hadden de afmeting van 1 x 4 ft. Voor de constructie werden gietijzeren kolommen hart op hart 24 ft geplaatst. Gietijzeren vakwerkliggers werden toegepast voor de galerijen en welijzeren vakwerkliggers voor het dak. Voor het half-ronde transept werden boogspanten van gelamineerd hout gebruikt, volgens de bouwwijze van Philibert de l'Orme.¹⁷³ Opmerkelijk was dat het uitwerken van het ontwerp en de bouw nauwelijks een jaar duurde. De Fransen lieten op kassengebied in de eerste helft van de negentiende eeuw ook van zich spreken. Charles Rouhault de Fleury ontwierp de grote plantenkas (1833-1834) in Jardin de Plantes te Parijs. In 1854 bouwde hij nog de palmenkas erbij. Op praktisch gebied is het vooral de beroemde Franse ingenieur Eiffel (1832-1923) die in 1887-'89 met de bouw van zijn Eiffeltoren (hoogte 276 m en breedte 125 m) de grenzen van het bereik van ijzerconstructies aanzienlijk heeft verlegd.¹⁷⁴ Deze grensverlegging heeft uiteindelijk op de bouw van kassen geen invloed gehad.



Empe, huis Empe, interieur tabletkas met zicht op de ijzeren draagconstructie en de houten glasroeden, foto J.P. de Koning, 2001, no. 338.759 Collectie RCE.



Dubbeldam, buitenplaats Dordwijk, interieur orangerie, foto C.S. Booms 2006, no. 520.643 Collectie RCE.



Utrecht, de Oude Hortus Botanicus, draagconstructie van het hoge gedeelte van de Collectiekas na restauratie, foto C.S. Booms 2006, no. 516.453 Collectie RCE.

9.5.5 De Nederlandse situatie

Van 1814 tot 1828 was de Rijks Artillerie-, Genie- en Marineschool in Delft de plek waar ingenieurs werden opgeleid. In 1828 verhuisde deze opleiding naar Breda. Met de stichting van de Koninklijke Akademie van Burgelijke ingenieurs in 1842 te Delft, sinds 1864 bekend als de Polytechnische School en sinds 1905 Technische Hogeschool (later TUD), probeerde Nederland structureel te werken aan de kennisachterstand.¹⁷⁵ Ook op het gebied van het lagere technische onderwijs moest ná 1814 nog veel ontwikkeld worden. Het zijn vooral de Maatschappij tot Nut van 't Algemeen en de Maatschappij van Nijverheid die zich op dit gebied verdienstelijk hebben gemaakt.¹⁷⁶ Van enige vorm van organisatie en samenwerking van ingenieurs was in de eerste helft van de eeuw nog geen sprake. Pas in 1847 werd het Koninklijk Instituut Van Ingenieurs opgericht, dat zich vooral met kennisverbreding en verdieping bezighield. Na de eeuwwisseling heeft de K.I.V.I. veel aan uniformering van voorschriften gedaan, waarover hierna meer. De burgerlijke ingenieurs verenigden zich 1853 in de 'Vereeniging van Burgerlijke Ingenieurs' (V.B.I.). Deze vereniging zette zich vooral in voor de belangenbe-

hartiging van haar leden. Vele ingenieurs hadden het in die tijd moeilijk en konden nauwelijks werk vinden. Sociale voorzieningen waren er niet. Het zou nog een lange tijd duren eer de Nederlandse ingenieur de erkenning kreeg die hij verdiende.

Na de vorming van het Koninkrijk der Nederlanden in 1814 blijft de economische groei uit en van een industriële revolutie was in tegenstelling tot Engeland (vanaf 1760), België (rond 1800) Frankrijk (vanaf 1830) en Duitsland (1840-1850) in de eerste helft van de eeuw nog helemaal geen sprake. In Nederland waren tussen 1850 en 1870 de eerste tekenen zichtbaar, maar de groei komt er pas in het laatste decennium goed in.

In de late negentiende eeuw en eerste helft van de twintigste eeuw verschijnen verschillende bouwkundige standaardwerken en leerboeken, maar voor een belangrijk deel moest men het in deze periode stellen met buitenlandse literatuur. Büstraan wijst in zijn leerboek *Samenstelling en Berekening van Staalconstructies*, waarvan de eerste druk in 1932 verscheen, herhaaldelijk naar de nieuwste standaardwerken zoals *Stahl im Hochbau* en naar *Der Stahlbau* uit 1937. Er was dringende behoefte om de kennis op papier te zetten, zowel ten behoeve van het



Haarzuilens, kasteel de Haar, overzichtsfoto van het interieur van de kas met de Victoria Amazonica's, foto E.A. van Blitz & Zoon Utrecht ca. 1910, no. 506.725 Collectie RCE.



Overzichtsfoto van de grote kas met wintertuin, foto E.A. van Blitz & Zoon Utrecht ca. 1910, no. 506.731 Collectie RCE. Bijzondere spanten zijn hier toegepast, no. 506.725 Collectie RCE.

onderwijs als voor de praktijk. Een belangrijk werk verscheen in 1908 van de hand van P.W. Scharroo, leraar aan de Koninklijke Militaire Academie.¹⁷⁷ Een nog uitgebreider standaardwerk in twee delen schreef professor J.G. Wattjes in 1926. Het moest een 'Hand- en leerboek voor praktijk en onderwijs ten dienste van architecten, opzichters en tekenaars en studeerenden voor bouwkundige examens' zijn.¹⁷⁸ Toch liep Nederland in veel opzichten achter de ontwikkelingen van het buitenland aan. Het ontbrak aan kennis en het ontbrak aan constructiebedrijven die draagconstructies konden uitvoeren. Pas in 1880 ontstond het eerste Nederlandse ingenieursbureau.¹⁷⁹ Een bijkomend bouwprobleem was, dat vrijwel al het ijzer geïmporteerd moest worden. De realisatie van ijzerconstructiewerken kan niet los gezien worden van de komst van de productie van staal, bekend sinds 1856.

Met de bouw van het Paleis voor Volksvlijt naar ontwerp van Cornelis Outshoorn in 1864 te Amsterdam realiseerde men voor het eerst in Nederland een bouwwerk met een volledig ijzerskelet dat uit verschillende soorten draagconstructies bestond. Het was ook het enige glasgebouw van enige importantie dat men in Nederland heeft gerealiseerd. Op technisch gebied werkte Outshoorn samen met het Engelse ingenieursbureau Ordish and Le Feuvre, dat onder andere de berekeningen deed.¹⁸⁰ De bouw, de financiering en exploitatie leverden vele moeilijkheden op. Omdat er destijds geen speciale ijzerconstructiebedrijven waren, verliep de bouw moeizaam. Een samenwerking met Engelse bedrijven leverde niet het gewenste resultaat op. De bouw is uiteindelijk gerealiseerd door een samenwerkingsverband van diverse vooraanstaande Nederlandse ijzergieterijen. De kosten liepen op tot f 1,5 miljoen gulden, ruim een half miljoen boven de begroting. Een gezonde exploitatie van het gebouw kon niet worden gehaald, zelfs niet toen het gedeeltelijk werd verbouwd tot een grote en kleine toneelzaal. Dit was één van de redenen waarom het niet werd herbouwd nadat het in 1929 na een grote brand moest worden gesloopt.

9.5.6 Draagconstructies van kassen

De draagconstructies van kassen ontwikkelden zich heel langzaam van eenvoudige volwandige spanten tot ingenieuze tralieliggers. Aanvankelijk leidden de beperkte mogelijkheden die een lokale smid in zijn werkplaats tot zijn beschikking had tot een eenvoudige bouw met simpele oplossingen. Zo kwamen knooppaten, schroefverbindingen en dergelijke vaak voor, maar laswerk relatief weinig.¹⁸¹ Tot ver in de twintigste eeuw zijn voor verbindingen ook klinkna-



Amsterdam, dakconstructie in de wintertuin (1879) van hotel Krasnapolsky, foto G.J. Dukker 1992, no. 298.615 Collectie RCE. Er zijn hier 'vakwerkspanten met bovenrand in driehoekige vorm en opwaarts gebogen onderrand' toegepast.

gels toegepast, vooral bij de wat duurdere en grotere kasconstructies. Later zien wij meer geavanceerd laswerk in de uitvoering.

De meest gangbare dakvormen voor kassen zijn het gewone zadeldak en het gebroken zadeldak. Tussen de oude kassen zit onderling verschil waar het dak is gebroken: onder, midden of hoger. Ook de hellingsgraad verschilt. Het zadeldak in zijn eenvoudigste vorm treffen wij aan bij de A-kas. Eenzelfde dak maar dan met een flauwere helling en verhoogd vinden wij bij de tabletkas. Bij de Westlandse druivenkassen komt een gebroken dak vaker voor, hoewel de oudste druivenkas in het Westland rechte wanden en een zadeldak had naar Belgisch voorbeeld. De overgang zit bij Westlandse druivenkassen dikwijls op zo'n meter boven het maaiveld, bij groentekassen zit de overgang hoger, ongeveer halverwege. De spanten volgen in de meeste gevallen de dakvorm, dus het glasdek. Bij ronde daken, ofschoon zij sporadisch voorkomen, is dat net zo. Bij kassen en wintertuinen met enige uitstraling heeft men meer werk aan de spanten besteed door bijvoorbeeld de onderzijde rond uit te voeren, zoals bij de wintertuin van Krasnapolsky in Amsterdam, en enige versieringen aan te brengen.

Driehoekspanten, uitgevoerd als vakwerkspanten zijn bij de bredere ijzeren kassen, de zogenaamde breedkapkassen, toegepast in vele varianten. Waarschijnlijk gaf elke kassenbouwer er zijn eigen draai aan. Te onderscheiden zijn de volgende hoofdtypen:



Carbid-lasapparaat voor het lassen van constructies in het Museum Jan Knijnenburg in Hoek van Holland, foto IJ.Th. Heins 2005, no. 513.848 Collectie RCE.

Polonceauspanten, Engelse spanten, Belgische spanten, Duitse spanten en V-spanten.¹⁸²

Draagconstructies voor kassen werden veelal uit een aantal walsprofielen samengesteld tot de gewenste vorm. Voor kleine kassen tot zo'n 10 meter breed voldeden eenvoudige spanten maar voor grotere en hoge kassen waren samengestelde spanten, zoals vakwerkspanten, nodig. Indien driehoekspanten en rechtopstaande spanthenen tot dezelfde uitvoering worden gemaakt, hebben wij te maken met vakwerkkniespanten. Ze zijn toegepast bij de wat grotere en luxe kasruimten. Vakwerkniespanten kunnen ook uitgevoerd zijn met volwandige stijlen. Wanneer kniespanten in hun geheel volwandig worden uitgevoerd -vaak is de knie dan extra versterkt- is sprake van vollewandkniespanten. Dit veel voorkomende type is ook wel in gewapend beton uitgevoerd. Bij ijzerconstructies is meestal sprake van statisch bepaalde constructies, zoals de spanten van de palmenkas in de Hortus in Amsterdam: onder bij de spanthenen en bovenin een scharnierpunt. De spanten van de voormalige waterleliekas van kasteel de Haar in Haarzuilens lijken statisch onbepaald te zijn: vier scharnierpunten bij de stijlen en een doorgaande ligger zonder scharnierpunten. Dit volstrekt unieke drievoudige portaalspant, uitgevoerd als raamspant, was destijds tamelijk modern. Verbeterde rekenmethoden, nauwkeurigere materiaolgegevens, de komst van rekenmachines en computers en lastechnieken hebben de grenzen

verlegd voor de constructeurs die de draagconstructies van kassen ontwierpen. Toch heeft dit niet geleid tot glasbouwwerken van wereldniveau. De kennis opgedaan in meer dan twee eeuwen wetenschappelijk werk, is verwerkt in allerlei normbladen. Ook voor de constructie van standaardkassen zijn normen (Tuinbouwkassen NEN 3859 1978) ontwikkeld en vastgelegd. De Stichting voor de Normalisatie in Nederland is in 1916 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Nederlandse Maatschappij voor Nijverheid en Handel. De Hoofdkommissie voor de Normalisatie in Nederland (H.C.N.N.) leidt de normalisatie in Nederland; het secretariaat is het Centraal Normalisatie Bureau (CNB). Een Technische Raad (TR) adviseert op technisch gebied. Voor de Tweede Wereldoorlog verschijnen de eerste uniforme voorschriften voor bouwconstructies. Zo verschijnt in 1912 de GBV (Gewapend Betonvoorschriften N 1009), vervangen en geactualiseerd in 1918, 1930, 1940, 1950 en volgende jaren. De TGB (Technische Grondslagen voor Bouwvoorschriften N 1055) verscheen in 1949 en werd herzien in 1955. Rond 1970 verandert de naam in Technische Grondslagen voor de Berekening van Bouwconstructies. De TGB werd gesplitst in een algemeen gedeelte (NEN 3850) en enkele specifieke onderdelen zoals de TGB-staal (NEN 3851) en de TGB-hout (NEN 3852). Ná de Tweede Wereldoorlog kreeg het vrijwillig karakter van de normalisatie steeds meer het karakter van plichtnormen en voorschriften waar men zich aan te houden had.¹⁸³

De volgende draagconstructies zijn te onderscheiden:

1. Volwandige kniespanten.

De eerste type spanten die zijn toegepast in kassen zijn de volwandige spanten. De spanten zijn relatief klein en zijn hoofdzakelijk in vrijstaande kassen toegepast. Halve spanten komen in muurkassen voor, maar zijn relatief weinig toegepast. De doorsnede van de spanten: dikte 1-3 cm en een breedte tussen ca. 6 en 20 cm. Een dergelijke doorsnede geeft een hoog traagheidsmoment. Ter plaatse van de knie is de doorsnede breder dan aan de uiteinden. De spanten zijn bovenin via een plaat gekoppeld. Door een anker zijn zij aan de borstwering gekoppeld. Diverse vrijstaande kassen uit de tweede helft van de negentiende eeuw en de eerste helft van de twintigste eeuw zijn uit volwandige spanten opgebouwd. Voorbeelden zijn de vrijstaande kassen op de buitenplaats Vollenhoven in De Bilt en bij kasteel Twickel in Ambt Delden. De spanten zijn meestal vervaardigd door lokale smederijen. Volwandige spanten treft men aan bij kleinere kassen, veelal luxe tabletkassen. Een voordeel van dergelijke spanten is de geringe belemmering voor lichtinval. Smalle gordingen koppelen

de spanten. Voor het glasdek zijn veelal geprofileerde glasroeden toegepast. De travée-indeling wordt door de afstand van de spanten bepaald en niet door het glasdek. Dit geldt voor vrijwel alle zuivere ijzeren kassen.

2. Profielijzerkniespanten.

Bepaalde smalle vormen van profielijzer, zoals IPE-profielen, zijn vervormd tot spanten, zoals kniespanten of halve spanten voor muurkassen. Voor relatief kleine kassen vormen dergelijke spanten een goedkope oplossing voor draagconstructies. Een vroeg voorbeeld is de verplaatste tabletkas uit 1845 van de buitenplaats Herteveld in Maarssen die op de buitenplaats Hindersteyn in Langbroek is herbouwd. Profielspanten kunnen deels ook een ronde vorm hebben. Op de spanten zijn als het ware afstandhouders -gordingen kunnen deze taak ook hebben- aangebracht om de afstand tot de gewenste kasdoorsnede te overbruggen. Voor de gordingen is eenvoudige profielijzer, zoals hoek- en I-profielen toegepast. Bij de eenvoudige kassen zonder al te veel allure, zoals in de glastuinbouw, treft men profielijzerspanten aan. De toepassingen hebben het meest plaatsgevonden in de late negentiende eeuw en de eerste helft van de twintigste eeuw. Bij de veel gebouwde Westlandse druivenkassen komen profiel(knie)spanten in verschillende varianten voor, afhankelijk van de verschillende kassenbouwers. In het Westland, maar in mindere mate in andere glastuinbouwgebieden, leverden kassenbouwers kassen met profielspanten. In de glastuinbouw zijn bij de zogenoemde spantenkassen profielijzerspanten toegepast in de vorm van kniespanten. De hoekverstijvingen bestaan uit aan gelaste stukken profielijzer.

3. Samengestelde volwandige kniespanten.

De spanten zijn samengesteld uit diverse vormen van profielijzer. De vorm van de spanten volgt op korte afstand de doorsnede van de kas. Samengestelde spanten zijn relatief weinig toegepast bij kassenbouw, zeker in de glastuinbouw. Ze zijn gebruikt bij de meer representatieve en grotere kassen. De losse profielonderdelen zijn met klinknagels aan elkaar verbonden tot de gewenste vorm. Bij het kassencomplex uit 1907 van de Oude Hortus te Utrecht zijn samengestelde spanten toegepast in de vorm van kniespanten. Vooral voor het hoge middengedeelte van het complex waar de palmen stonden opgesteld, werd met de samengestelde spanten een aanzienlijke grotere hoogte te bereikt. Vergelijkbaar is ook het kassencomplex van de cultuurtuin van de TU Delft uit 1915. Net als bij de bovengenoemde voorbeelden kwamen bij de voormalige waterleliekas en de aansluitende grotere tropische kas bij kasteel de Haar in Haarzuilens kwadrantprofielen, hoek-, I-, T-, en U-profielen het meest voor.

Samengestelde spanten werden met behulp van klinknagels tot een geheel vervaardigd. Ofschoon de klinknagel in Engeland en Frankrijk al ruim vóór 1850 werden toegepast, vond de introductie in Nederland pas kort ná het midden van de negentiende eeuw plaats. Volgens Arends en Oosterhoff ligt het hoogtepunt van hun toepassing in de periode 1880 en 1940.¹⁸⁴ Een andere goede wijze voor het verbinden van ijzeren onderdelen is lassen. Moderne lastechnieken komen aan het einde van de negentiende eeuw tot ontwikkeling. Er zijn drie lasmethoden: thermietlassen, autogeen lassen en elektrisch lassen. Voor het elektrisch lassen van verbindingen komt in Europa na 1918 belangstelling. Na 1930 neemt deze lasmethode in Nederland een grote vlucht.

4. Vakwerkkniespanten.

Vanaf het laatste kwart van de negentiende eeuw verschijnen bij enkele kassen vakwerkspanten. De fraaiste voorbeelden zijn de tabletkas in de moestuin van kasteel Geldrop uit 1870, de Palmenkas in de Hortus van Amsterdam uit 1915 en de overgebleven kas van het kassencomplex op Oud Groevenbeek in Ermelo uit 1916. Een fraai voorbeeld van vakwerkspanten met driehoekige bovenrand en opwaarts gebogen onderrand is de wintertuin van hotel Krasnapolsky, gebouwd in 1879. Het stavenpatroon is in de top onderbroken door een cirkelvormige opening, de plaats voor een versiering. In heel eenvoudige vorm zijn spanten met driehoekige bovenrand en opwaarts gebogen onderrand toegepast bij sommige Westlandse druivenserres.



Hattem, Huis Molecaten, polonceauspanten in de oranjeriekas vóór de restauratie, foto A.J. van der Wal 1992, no. 292.916 Collectie RCE.

5. Opengewerkte kniespanten.

De kniespanten van een aantal verdwenen kassen tonen verschillende uitsparingen in de neutrale zone. Deze uitsparingen hebben drie doelen: gewichtsbesparing, versiering en betere lichttoetreding. Dat laatste argument speelde in het verleden nog niet zo'n grote rol als tegenwoordig. De verdwenen kassen van kasteel Vaeshartelt te Meerssen en die van kasteel Westhove in Oostkapelle behoren tot de mooiere voorbeelden.

6. Vakwerkspanten.

In de moderne glastuinbouwkassen zijn vakwerkspanten toegepast bij de zogenoemde spantenkassen. Spantenkassen komen het meest voor als breedkapkassen. Warenhuizen en breedkapkassen zijn na de Tweede Wereldoorlog de twee meest gebouwde typen en worden beide hoofdzakelijk in kassencomplexen toegepast.

7. Opengewerkte liggers.

Volledigheidshalve noemen wij de opengewerkte gietijzeren liggers. Zij komen bij kassen vrijwel niet voor, maar zijn mogelijk gebruikt bij een aantal verdwenen kassen, zoals die van de voormalige dieren-tuin in Den Haag, en ze waren toegepast in de smalle zijbeuken van het (glas)Paleis voor Volksvlijt in Amsterdam. De toegepaste gietijzeren liggers hadden een overspanning van 6 meter. De afmetingen van het glaspaleis waren 81 x 126 m; de hoogte van het dak 31 m, die van de koepel 57 m en het allerhoogste punt 62 m (bovenkant beeld).¹⁸⁵



Baarn, Cantonspark, draagconstructie van het dak in de wintertuin, foto IJ.Th. Heins 2003, no. 341.650 Collectie RCE.

8. Raamwerkspanten.

Dit type spanten is afgeleid van en nauw verwant aan de raamwerkligger of Vierendeelligger, die bestaat uit een onder- en bovenrand die door verticaal geplaatste staven bijeengehouden worden. De eerste toepassing vond plaats in 1897. Het verschil met vakwerkliggers is dat hier geen schuin geplaatste staven voorkomen. IJzeren raamwerkspanten voor zadeldaken in de vorm van bijvoorbeeld kniespanten komen in Nederland niet voor. Bij overkappingen zijn wel kleine ijzeren raamwerkspanten toegepast, maar zij hebben een heel andere opzet. In beton zijn uit het eerste kwart van de twintigste eeuw enkele raamwerkspanten bekend.¹⁸⁶ Waarom dan toch dit type spant hier behandeld? Er zijn enkele foto's boven water gekomen van het interieur van de voormalige waterleliekas en de aansluitende grotere tropische kas bij kasteel de Haar in Haarzuilens. Qua constructie zijn deze ijzeren kassen uit ca. 1900 uiterst bijzonder. De lagere waterleliekas, in de breedte driebeukig ontworpen, bestond uit vier spanten die de kas in vijf travéeën opdeelde. De spantopbouw bestaat uit een doorgaande constructie zonder knooppunten op twee samengestelde hoofdstijlen en twee kleinere stijlen op de hoeken. De aansluitende en hogere tropische kas, waarschijnlijk een wintertuin, bestond vermoedelijk uit elf travéeën en dus tien spanten. Uit de foto's blijkt dat de samengestelde stijlen en spanten zijn opgebouwd uit ijzerprofielen die met klinknagels zijn verbonden. De kas is éénbeukig en bestaan uit knieraamspanten. De spanten van beide kassen zijn in beide richtingen sterk geschoord, een kenmerk voor raamspanten. De stabiliteit van een vakwerkspant, die is opgedeeld in driehoeken, is hier minder sterk. Als compensatie heeft men extra sterke schoren opgenomen in de spanten. Het windverband is in dezelfde architectuur ontworpen als de spanten. In de schuine gedeelten, die de dakhelling volgen, zijn tussen de trekzones en drukzones relatief veel openingen gemaakt. Zij hebben niet alleen ten doel om de spanten lichter te maken met als voordeel minder ijzergebruik en dus goedkoper en makkelijker voor het vervoer, maar vooral om de lichtopbrengst in de kas te optimaliseren voor de waterlelies en de andere tropische planten. Bij te lage temperatuur en een te lage lichtopbrengst komt de waterplant niet in bloei en gedijen de bloeiende tropische planten niet goed. De onderzijde van de waterleliekas is bij de onderbouw afgerond, wat alleen bij luxe kassen voorkomt. De tropische kas, aangeduid op de foto's als de 'Serre', heeft net als de aangebouwde waterleliekas een ronding boven het staande glas. Bij luxe kassen in Nederland komt niet vaak voor dat, zoals hier de korte zijden van de kas ook is afgerond. Als zonwering hebben volgens de foto's verticaal neergaande schermrollen gediend. Op beide nokken was een

versiering aangebracht, wat een bevestiging is dat wij hier te maken hebben met een zeer luxe kas met een voor Nederlandse begrippen volstrekt unieke constructie. Dat de spanten en stijlen zijn samengesteld uit profielijzer en klinknagels past geheel in de gangbare bouwtraditie van rond 1900. Dat H. Copijn bij het ontwerp betrokken was is vrij zeker, maar of hij alles heeft uitgewerkt of dat hij dat deels heeft overgelaten aan een constructeur, is niet duidelijk. Het is niet uitgesloten dat de leverancier van de spanten de vormgeving heeft bepaald en dat Copijn de inrichting heeft ontworpen. Een dergelijke grote kas had Copijn niet eerder laten bouwen. Waarschijnlijk ging dit werk de lokale smid uit Groenekan waar hij veel mee samenwerkte, te boven. Volgens Kamphuis werkte H. Copijn mogelijk samen met de Duitse firma Hontsch en Co uit Dresden.¹⁸⁷

9. Boogspanten.

Volledigheidshalve worden hier ook boogspanten genoemd, omdat zij in 1864 bij het voormalige Paleis voor Volksvlijt in Amsterdam waren toegepast. De spanten met een grootste overspanning van 19 m bestonden uit walsprofielen die rustten op gietijzeren kolommen. Bij Nederlandse kassen komen boogspanten in veel geringe overspanning voor, meestal als profielboogspanten.

10. Polonceau- of Wiegmannspanten.

De Franse ingenieur Camille Polonceau (1813-1859) ontwikkelde in 1839 een type kapspant dat opgebouwd was uit twee onderspannen driehoekige liggers, verbonden door een trekstaaf.¹⁸⁸ De spanten werden zowel in hout, ijzer of een combinatie van beide uitgevoerd. Publicatie volgde in 1840 in *Revue*

Générale de l'Architecture et des Travaux Publics.¹⁸⁹ In 1838 beschreef de Duitser R. Wiegmann in een brochure hetzelfde type spant. Polonceauspanten behoren tot de vakwerkspanten. Afgeleiden van dit spanttype, bijvoorbeeld het dubbele Polonceauspant met 3 drukstaven tegen de bovenrand, zijn ook toegepast, vooral bij wat grotere overspanningen.

Bij kassen, oranjerieën en oranjeriekassen zijn ook enkele Polonceauspanten aangetroffen. Bij de oranjerieën op de volgende buitenplaatsen: de Hemelse Berg (1840), Dortwijk te Dubbeldam bij Dordrecht (1862, ontwerp rentmeester C. Eggink), Sandenburg te Langbroek (ca. 1860), Duinrell te Wassenaar (1894) en Vreugd en Rust te Voorburg.¹⁹⁰ S.A. van Lunteren heeft een oranjerie met Polonceauspanten voor op 'Heidepark' in opdracht voor de heer Wall Bake uit Utrecht ontworpen, maar deze is niet gerealiseerd. Het ontwerp is opgenomen in J.H.W. Leliman, *Album: verzameling van bouwkundige schetsen en ontwerpen*, Amsterdam 1862 – 1866, Bd II: deel III, pl. 23. De afgebroken oranjerie op Beerschoten in De Bilt had ook Polonceauspanten voor de dakconstructie. Zulke spanten hebben het voordeel dat zij eenvoudig en goedkoop zijn samen te stellen en relatief weinig licht tegenhouden. Verder zijn in de oranjeriekas bij Molecaten in Hattem en in de Wintertuin in het Cantonspark te Baarn Polonceauspanten toegepast. Bij sommige modernere kassen in de glastuinbouw is het principe van Polonceauspanten ook toegepast, bijvoorbeeld door de kassenbouwer Bom.

Voor het samenstellen van Polonceauspanten werd dikwijls gebruik gemaakt van losse onderdelen met schroef- of moerbouten en moeren. Ter plaatse werd het tot een geheel opgebouwd. Daarbij konden onderdelen, zoals verbindingstukken, van gietijzer zijn. De



Monster, Hoogwerf no. 86, eenvoudig windverband in een houten warenhuis, foto J.P. de Koning 2001, no. 338.867 Collectie RCE.



Baarn, Cantonspark, eenvoudig windverband in het dak van de wintertuin, foto IJ.Th. Heins 2002, no. 341.651 Collectie RCE.



Heenweg, boogspanten in een van de gesloopte druivenkassen die in de jaren 20 van de vorige eeuw zijn gebouwd, foto J.P. de Koning 1999, no. 327.823 Collectie RCE.

spanten zijn de hele negentiende eeuw zijn gebruikt bij ijzerconstructies. Bij het samenstellen en opbouwen van ijzeren kassen vóór de Tweede Wereldoorlog is relatief vaak van bouten gebruik gemaakt.

11. Moderne spantconstructies.

De drieklimatenkas in de Hortus te Amsterdam is speciaal ontworpen naar wens van de opdrachtgever. Hij moest binnen de grenzen van een deel van de tuin gerealiseerd worden, met een beperkt budget. Dit leidde tot de bouw van een unieke collectiekas, met een ruimtelijke draagconstructie. Ook de 'kassen' van Burgers Bush en Desert met een constructie van pilonen is grensverleggend te noemen voor de Nederlandse kassenbouw. Zowel beton als ijzerproducten, denk hierbij aan bijvoorbeeld kabels, kunnen zijn toegepast.

12. Tralieliggers en traliespanten.

Zij worden hier genoemd als fenomeen ofschoon zij bij historische kassen niet voorkomen. Ze zijn in de glastuinbouw gebruikt, vooral bij de Venlo-kassen. Er komen kassen met traliespanten met trekstaaf voor maar ook combinaties van tralieliggers en -spanten.¹⁹¹ Het boekje *Kassen en Warenhuizen* uit 1968 behandelt de tralieligger bij het Venlo-warenhuis nog niet, maar de vierde druk uit 1977 wel. Ruige schrijft daarin: 'De laatste jaren ziet men steeds meer dat het warenhuis wordt uitgevoerd met z.g. tralie-ligger.' Hij beeldt een tweekapper af, maar wij kennen natuurlijk ook de driekappers bij de warenhuizen. De ontwikkeling van de tralieligger kent drie belangrijke drijfveren: 1. het realiseren van grotere overspanningen; 2. de constructie economisch nog rendabeler maken en 3. de lichtopbrengst verhogen. Bij de Kas van de Toekomst op de Floriade is ook gebruik gemaakt van

tralieliggers die opnieuw zijn ontworpen en berekend. Liggers over meer dan twee steunpunten, met op bepaalde plaatsen bewust aangebrachte scharnierpunten, kunnen wij aanduiden als scharnierliggers of Gerberliggers, genoemd naar de uitvinder ervan.

9.5.7 Stabiliteits- of windverband

Een geringe deformatie van een kas door winddruk kan enorm veel glasbreuk tot gevolg hebben. Het stabiliteitsverband, door Krijnen en Ruige als schoring aangeduid, kan dat voorkomen.¹⁹² Bij historische kleine kassen speelt het schranken van een kas door winddruk nauwelijks een probleem en bij muurkassen al helemaal niet. Een duidelijk windverband komt men bij kassen vóór 1850 vrijwel niet tegen. Oosterhoff is van mening dat in zulke gevallen het glas in de gevelwanden voor de nodige stabiliteit zorgt.¹⁹³ Bij houten vrijstaande kassen plaatste men soms schoren van de nok naar de korte gevels en de spanten. Bij de wat jongere kassen uit de eerste helft van de twintigste eeuw, zoals bij houten druivenkassen en warenhuizen, treft men deze nokschoren wat vaker aan. Bij stijlenkassen kunnen de schoren bij de stijlen voor een windverband zorgen. Ook bij kassen waar het combinatiegebruik van materialen voorkomt zijn verschillende soorten windverband te verwachten. In het leerboek *Kassen en Kassenbouw* van Wiersma uit 1918 wordt geen aandacht besteed aan stabiliteitsverband. Leerboeken over kassenbouw van kort na de Tweede Wereldoorlog, zoals van Krijnen en Ruige (1964) en Van Harten (1957) besteden zeer bescheiden aandacht aan het stabiliteitsverband. Harten duidt het windverband aan als '„jagt” schoren'. Wiersma

beeldt een aantal foto's af van ingestorte kascomplexen ten gevolge van windhozen in 1913, 1914 en 1915. Het is niet aannemelijk dat de schade alleen toe te schrijven is aan het ontbreken van windschoren; de problemen waren waarschijnlijk eerder aan de deugdelijkheid van de bouw in het algemeen te wijten. Er zijn echter gevallen bekend waar het ontbreken van windverband wel de oorzaak was van het instorten van een complex. Het *Jaarboek Tuinbouwtechniek* 1965-1966 besteedt kort aandacht aan de invloed van de wind op kassen - in het bijzonder op de kassen die stonden bij het Instituut voor Tuinbouwtechniek - en het verstijven van kassen. Bij windkracht 9 raakte een van de hoogste kassen 77 mm uit het lood. Met de komst van grotere kassen gaat men de constructies berekenen en meer en meer volgens een bepaalde standaard vervaardigen. Om in de kassenbouw tot minimale en toch verantwoorde constructies te komen is door het Instituut voor Tuinbouwtechniek begin jaren zestig voor de berekening het 'Ontwerp Normblad Kassenbouw' voorgelegd aan de Centrale Commissie voor de Normalisatie.¹⁹⁴ Het windverband krijgt vanaf die tijd ook een steeds belangrijkere plaats en invulling.



De Bilt, Vollenhoven, volwandige kniespanten in de tabletkas, foto B.H.J.N. Kooij 2006, Collectie RCE.

Toch kwamen zelfs in de jaren zeventig desastreuze kasvernielingen voor.¹⁹⁵ In 1978 verscheen NEN 3859 voor tuinbouwkassen. Deze norm stelt eisen ten aanzien van sterkte, stijfheid, stabiliteit en duurzaamheid. Op verschillende soorten optredende krachten, zoals trek, druk, afschuiving, knik, buiging en wringing of torsie, zal een kas gecontroleerd moeten worden wil hij als betrouwbaar worden beschouwd. De enorme investeringen eisen een betrouwbare bouw. Om een bouwvergunning te krijgen moet niet alleen de kas zelf maar ook de bijbehorende fundering berekend worden. Het windverband kan op diverse plaatsen zijn aangebracht: in de gevels, in het dakvlak en of in de draagconstructie. Het kan zijn uitgevoerd als eenvoudige schoren die op diverse plaatsen zijn geplaatst, maar het kunnen ook trekstangen of –platen zijn. Bij rolkassen heeft het windverband een dubbelfunctie omdat het moet voorkomen dat de kas gaat schragen door verplaatsing of door winddruk. Naast bovengenoemde aspecten dient stabiliteitsverband ook om knikgevaar van draagconstructies tegen te gaan. Bovendien kan het dienen als montageverband bij de opbouw.

NOTEN

1 Extensieve tuinbouw vindt soms ook onder glas plaats en ook in de Romeinse tijd is gebruik gemaakt van glas zoals uit vondsten om Pompeii bevestigen.

2 J.J. Doesburg en E.W.B. Muijzenberg, Enige oriënterende proeven met 'Dialux', *Mededelingen directeur van de tuinbouw*, 's-Gravenhage 1945, p. 248 – 251.

3 F. Tjallingii, Een proef met noodglas voor groenteteelt, *Mededelingen directeur van de tuinbouw*, (1946), p. 246.

4 Diverse auteurs o.a. M. Neumann, *Glashäuser aller Art*, Weimar 1852, p. 6. Neumann geeft als advies bij de bouw van een kas: 'Der auf den Gedanken kommt, der höhere Preis des guten Glases sei ein Hindernisz oder erscheine zu theuer, der gebe sich lieber mit solchen Bauten gar nicht ab.'

5 R.W. Douglas en S. Frank, *A History of glassmaking*, Oxfordshire 1972, p. 149.

6 P. Heller en J.C.G. Vervest, *Vademecum voor de glastechniek*, Deventer 1992, p. 12.

7 I.A. Bijl, 'Belangrijke jaartallen in de glasgeschiedenis', in: *Glas* 1983, p. 13 - 14. Volgens Bijl heeft het smelten van ijzer de basis gelegd voor het verbod. In die tijd was in Engeland het verbruik van hout voor het smelten van ijzer vele malen groter dan voor glas.

8 R.W. Douglas en S. Frank, *A History of glassmaking*, Oxfordshire 1972, p. 24. In deze uitgave staan ook foto's van de bereidingswijze.

9 J. Soetens, *In glas verpakt*, Amsterdam 2001, p. 452. De inzet van iedere 10 % scherven in de smeltoven levert een energiebesparing van 2,5 tot 3 % op.

10 L. Engen met medewerking van J. Alenus-Lecref, *Het glas in België van de oorsprong tot heden*, Antwerpen 1989, p. 21. In deze uitgave staat ook een foto van het gebruikte glas.

11 Volgens informatie in het glasmuseum in Hoogeveen zou een aanvanger in de glasfabriek in Maassluis, als hij minder dan 18 fouten op een dag veroorzaakt had, een belangrijke bonus op zijn loon krijgen.

12 W. Glocker en C.H. Beck, *Glas*, München 1992, p. 77.

13 Zie noot 5.

14 R.W. Douglas en S. Frank, *A History of glassmaking*, Oxfordshire 1972, p. 152 – 153. Er staan hier ook duidelijk foto's van het proces afgebeeld.

15 Nog in 1960 schreef de Nederlandsche bond van groothandelaren in *Vlakglas*, haar voorlichtingsbrochure glas: 'Maar het heeft geen zin een bestek vensterglas zonder trekstrepen (trekgoten) voor te schrijven, want niemand zal aan een dergelijke eis kunnen voldoen.'

16 Er was een actieve handel in halffabrikaten getuige het volgend citaten uit L. Engelen e.a., *Het Glas in België*, Antwerpen 1989, p. 78: 'Op 30 september 1752 verbood Karel van Lotharingen de uitvoer van houtas uit de Nederlanden van glasresten en recycleglas'. Uit J. Soetens, *In glas verpakt*, Amsterdam 2001, p. 451: 'Nog in 1763 was het in Veere verboden om gebroken glas uit te voeren. Dat moest bij de plaatselijke glasfabriek worden ingeleverd.'

17 Veel informatie over de hier beschreven 3 Nederlandse glasfabrieken is afkomstig uit: M. Jacobs en W. Maas, *MaasGlas 1937 – 1987*, Nijmegen 1987.

18 Jacobs en Maas 1987, p. 73.

19 Mondelinge mededeling van Lando van Doorn, pr-medewerker van Glaverbel Nederland, februari 2005.

20 Diverse auteurs spreken over een steensoort zoals bijvoorbeeld mariaglas of mica, maar op p. 91 van de uitgave *Glas* van W. Glocker en C.H. Beck (Munchen 1992) staat: 'Gewächshäusern die in Winter mit Glasfenstern verschlossen waren.'

21 A. Tschira, *Orangerien und Gewächshäuser*, Berlijn 1939, p. 74.

22 P. Bree, *Tuinieren door de eeuwen heen*, Zwolle 1983, p. 240.

23 D.O. Wijnands, 'De eerste kassen voor planten uit de tropen', in: *Onze eigen tuin*, jrg. 35, no. 4 (1989), p. 36.

24 J. Hix, *The Glass House*, Cambridge 1974, p. 101.

25 K. Wiersma, *Kassen en kassenbouw*, 's-Gravenhage [1918], p. 38.

26 W.A. Viruly Verbrugge, *Iets over het belang van den tuinbouw in Nederland en over het tuinbouwonderwijs*, Rotterdam 1881, p. 25.

27 Viruly Verbrugge 1881, p. 24.

28 Wiersma [1918], p. 7.

29 Anonymus, *50 jaar Aalsmeerse veiling*, Aalsmeer 1962, p. 72.

30 A.P. Csizik, 'Nederland exposeert bloemen', in: *Groente en Fruit*, (24 januari 1977), p. 47.

31 Anonymus; *50 jaar Aalsmeerse veiling*; p. 70.

32 K. Wiersma en T.A.C. Schoevers, *De tomaat*, 's-Gravenhage 1929.

33 C.H. Claassen en J.G. Hazeloop, *Leerboek van de groenteteelt*, Zwolle 1917, p. 11.

34 D. van Gulik, Iets over het gebruik van glas in broeikassen, in: *Mededelingen van de Rijks Hoogere Land en Tuin- en boschbouwschool deel 3*, Wageningen 1910, p. 108 – 118.

35 Anonymus, *glas ...inzicht in doorzicht: Voorlichtingsbrochure Nederlandse glasbond*, Rotterdam 1995, p. 7.

36 E. Nederhoff, 'Gehamerd glas biedt nauwelijks voordeel, in: *Groenten en Fruit*, no. 24 (1992), p. 26 - 27.

37 M. Neumann, *Glashäuser aller Art*, Weimar 1852, p. 7.

38 S. Minter, *The greatest glasshouse*, Londen 1990, p. 21.

39 Neumann 1852, p. 7. *Deventer Courant* van 1 juli 1842. P. Bree, *Tuinieren door de eeuwen heen*, Zwolle 1983, p. 231.

40 Claassen en Hazeloop 1917, p. 79. Wiersma [1918], p. 38.

41 L.A. Ginsel, 'Onderzoek betreffende het doorlatingsvermogen, zoowel voor op assimilatie gewaardeerd zonlicht als zonnewarmte, van in Nederland voor kassen en bakken gebruikte ruiten', T.N.O. *Rapport no. 152*, 's-Gravenhage 1943.

42 T. Dijkhuizen, 'Invloed van glasvervuiling op de lichtdoorlatendheid', in: *Jaarverslag Proefstation Naaldwijk*, Naaldwijk 1965, p. 79 – 81.

43 H. van Esch, 'Gehard glas is niet echt nodig', in: *Groenten en Fruit*, no. 6 (2002), p. 1.

44 Ginsel, *T.N.O.Rapport no. 152*.

45 Groenewegen 1968, p. 29. 'Als een tuinder kans ziet om in éénruiterwarenhuis een opbrengst van f 15,- per m² te halen dan mag hij in een moderne kas met 30% meer licht op een meeropbrengst van f 4,50 per m² rekenen.'; Germin, *Kastypen*, Wageningen 1967. Hoewel gedurende drie jaar de opbrengstverschillen redelijk overeenstemde met de gemeten lichtverschillen in de onderzochte kassen durfde de auteur zelf deze relatie niet te leggen.

46 K. Buitelaar en J. Janse, 'Lichtonderschepping bij tomaat', in: *Groente en Fruit*, (16 december 1983), p. 38 – 39.

47 Ginsel, T.N.O. *Rapport no. 152*.

48 G.J. van Dijk, Lichtdoorlatendheid en maatvastheidbepalen keus glas, in: *Groenten en Fruit*, (25 januari 1991), p. 42 – 43.

49 Mondelinge informatie van Agro Adviesbureau, Naaldwijk 2004.

50 Wiersma [1918], p. 39.

51 Mondeling informatie van een teler, vader van auteur, die het gebruikte glas in die jaren heeft gekocht. Wateringen 1935.

52 Anonymus, *Oppassen met steeds grotere glasmaten*, TNO op internet, 2004. (www.bouw.tno.nl)

53 Hix, *The Glasshouse*, 1974, p. 134.

54 Jacobs en Maas, *Maasglas*, 1987, p. 75.

55 G. Kohlmaier en B. von Sartory, *Das Glashaus, ein Bautypus des 19. Jahrhunderts*, München 1981, p. 85.

56 Minter, *The greatest glasshouse*, 1990, p. 137.

57 J. Barendse, *Hollands Tuin, de Westlandse tuinbouw van vroeger tot nu*, 's-Gravenhage-Maasdijk 1951, p. 138.

58 Em. Stappaerts, *Groenteteelt*, Vilvoorde 1946, p. 114 – 115.

59 Hix, *The Glasshouse*, 1974, p. 136.

59	H. van den Berkmortel, <i>Verzekeraars vrezen risico's van volgschade</i> , Groenten en Fruit, no. 47 (2001), p. 18 - 19.	
60	E.W.B. v. d. Muijzenberg, <i>A history of greenhouses</i> , Wageningen 1980, p. 166.	87
61	Anonymus, <i>Oppassen met steeds grotere glasmaten</i> , TNO op internet.	
62	G.J.H. Ebbinge Wubben, 'Commissie ter bestudering van de constructie van kassen en bakken', in: <i>Mededelingen directeur van de tuinbouw</i> , (1946), p. 415.	
63	De belangrijkste glasverzekeringsmaatschappij voor de tuinbouw heet nog steeds 'De Hagelunie'.	88
64	Kasboek van S. van Holsteijn, vader van de auteur, van 1934-1939 (kasboek in bezit van de auteur).	89
65	Informatie uit advertenties van glashandelaren in <i>Groenten en Fruit</i> van dat jaar.	90
66	Mondelinge informatie van glashandelaar F.C.van Rest, Naaldwijk, 1998	
67	Claassen en Hazeloop 1917, p. 123.	
68	M. Stokroos, <i>Bouwglas in Nederland</i> , Amsterdam 1994, p. 8.	
69	Viruly Verbrugge, <i>Iets over het belang van den Tuinbouw in Nederland en over het Tuinbouwonderwijs</i> , 1881, p. 12 - 13.	
70	Dank aan dhr. Lando van Doorn voor alle aanvullende op- en aanmerkingen.	91
71	Muijzenberg, <i>Overzicht van de historische ontwikkeling van de kassen bouw en verwarming</i> , 1943, p. 507	92
72	Wiersma [1918], p. 37	93
73	Wiersma [1918], p. 37.	94
74	Zie noot 1.	95
75	M. Grafiadellis, A study of Greenhouse covering plastic sheets, <i>Acta Horticulturae</i> , no. 170 (1985), p. 133.	96
76	E. v.d. Muijzenberg, 'Klimaatbeheersing in kassen', <i>Mededelingen Directeur van de Tuinbouw</i> , (1960), p. 159 - 164.	97
77	P. v.d. Zwaard, <i>Jaarverslag van het proefstation voor de Bloemisterij 1963</i> , p. 143 - 144.	98
78	Macroth, 'Die Eigenschaften von Glas und Kunststoffen in Hinblick auf die Pflanzenkultur in klimatisierten Räumen', <i>Gartenwelt</i> 71, p. 256 - 259; Waaijenberg, 'Research on greenhouse cladding materials', <i>Acta Horticulturae</i> , no. 170 (1985), p. 103 - 108.	99
79	Anonymus, <i>Kwaliteit van kassen</i> (Rapport van Landbouwschap), Den Haag, 1984.	100
80	Anonymus, Acrylplatenkas komt als beste uit de bus, <i>Vakblad voor de bloemisterij</i> , no. 34 (1985), p. 28 - 29; Steinbuch, 'Production and quality and potplants grown in greenhouses covered with saving double layer materials', <i>Acta Horticulturae</i> , no. 148 (1983).	
81	Volgens mededeling van J. Koop, technisch voorlichter bij de DLV, is in 2004 maximaal 2% van de nieuw gebouwde kassen gebouwd met kunststof.	
82	Wilschut, 'Tropisch oerwoud onder dak van luchtkussens', <i>Bouwwereld</i> , (1947), p. 28 - 29.	101
83	Idelberger, 'Grootste geklimatiseerde hal ter wereld; Futurologisch ecologisch reservaat', <i>Thermisch verzinken</i> , no. 30 (2001), p. 44 - 45.	102
84	M. Stokroos, <i>Bouwglas in Nederland, het gebruik van glas in de bouwnijverheid tot 1940</i> , Amsterdam 1994, p. 59. D.O. Wijnands, E.J.A. Zevenhuizen, J. Heniger, <i>Een Sieraad voor de Stad, De Amsterdamse Hortus Botanicus</i> , Amsterdam 1994, p. 210 - 213.	103
85	Vóór 1850 werden bakstenen schoorstenen veelal met een vierkante doorsnede gebouwd. Hiervoor gebruikte men gangbare bakstenen. Zie: J.J. Havelaar, 'De Stichting Fabrieksschoorstenen - STIF', in: <i>Erfgoed van Industrie en Techniek</i> 1, jrg. 10 (maart 2001), p. 28-31.	
86	M. van Hulten, 'De laatste van Sint Oedenrode', in: <i>De Volkskrant</i> , 14-2-2002. Tussen de vijf en zeshonderd exemplaren zijn over. Daarvan staan zijn enkele exemplaren bij glastuinbouwbedrijven.	

De Stichting Fabrieksschoorstenen (STIF) probeert de laatste exemplaren te behouden, te inventariseren en te documenteren.	
A.J. Barnard, 'Fabrieksschoorstenen in Nederland in 1928', in: <i>Industriële Archeologie</i> , jrg 7, no. 24 (1987), p. 99. Op de radiaalstenen staan codes die de kenner iets zegt over waar deze stenen toegepast kunnen worden bij welke wanddikte en welke diameter. Deze codes kunnen bestaan uit een letter en een cijfer of iets anders.	
De strengpers werd in 1854 in Duitsland uitgevonden door een zekere Schlinkeneyser. Toch ging er nog geruime tijd overheen eer er toepassingen kwamen in de Nederlandse baksteenindustrie.	
W. Burgers, 'De fabrieksschoorsteen heeft afgedaan', in: <i>Heem-schut</i> , (juni 2000), p. 15-16.	
<i>Haagvaarder</i> , Bulletin van de Stichting Haags Industrieel Eerfgoed 13, jrg. 4, mei 1997. Vanaf 1926 wordt C. Sweris directeur van het bedrijf. Op zijn beurt wordt hij opgevolgd door H. Sweris. Het bedrijf besteedde de laatste tijd ook veel aan onderhoud van schoorstenen. Begin jaren tachtig van de twintigste eeuw is het bedrijf verkocht aan een ondernemer in schoorsteenonderhoud uit Uithuizen.	
<i>Haagvaarder</i> jrg. 4, mei 1997.	
Barnard 1987, p. 101. De rest van het bedrijf van Canoy & Herfkens werd in 1986 opgeheven.	
P.J. ter Laak, <i>Europa's tuin: De geschiedenis van de tuinbouw in het Westland</i> , Zaltbommel 1999 ² , p. 116.	
Men kan het ook geschreven zien staan als Escaussijnsche steen.	
In de bibliotheek Wageningen UR is het bestek van de bouw van een bloemenkas in de Hortus van Leiden bewaard.	
A. Slinger, H. Janse en G. Berends, <i>Natuursteen in Monumenten</i> , Zeist-Baarn, 1982, p. 53-57.	
De harde, taaie en weervaste Kunrader steen, naar vindplaats ook aangeduid als Krauberger of Bocholtzer steen, is geelachtig grijs van kleur. Soms zitten er bruine plekken in de steen. De steen wordt sinds 1975 niet meer gewonnen.	
J. van Leeuwen, <i>Leerboek voor de kennis van sommige bouwmaterialen</i> , Dordrecht 1914 ³ , p. 210. Een zekere Hennebique is bekend geworden met gewapend betonvloeren. Andere namen verbonden met systemen voor gewapend beton zijn: Rabitz, Mélan, Cattancin en Matrai.	
T. M. Eliëns, <i>Kunst Nijverheid Kunstnijverheid, De nationale nijverheidstentoonstellingen als spiegel van de Nederlandse kunstnijverheid in de negentiende eeuw</i> , Zutphen 1990, p. 188.	
W. Meulenkamp, 'Kunst noch kitsch: cementrustiek, een verloren stijl en ambacht', in: <i>Monumenten in beton, ontwikkeling en herstel van historisch beton</i> [red. T. Hermans, M. van Hunen en H. van de Ven], Zeist-Amersfoort 2006, p. 41-43. Over werken in kassen van het vergelijkbare bedrijf, de firma P.R. Lutters en Zonen uit Utrecht, is tijdens de studie niets gevonden.	
H.J.M. Krijnen en K. Ruige, <i>Kassen en Warenhuizen, tuinbouwtechniek deel V</i> , Culemborg-Barneveld 1977 ⁴ , p. 17.	
K. Wiersma, <i>Kassen en Kassenbouw</i> , 's-Gravenhage z.j. [1918], p. 32. Hij bevestigt het gebruik van Amerikaans grenen.	
Krijnen en Ruige 1977 ⁴ , p. 17.	
Het hout toegepast in kassen staat sterker dan waar ook onder invloed van aantastingen van vocht, temperatuurverschillen, schimmel- en dierlijke aantastingen. Het vooraf verduurzamen van het materiaal, al of niet in combinatie met schilderwerk, is aan te bevelen ofschoon het bij buitenplaatskassen niet veel wordt aangetroffen. Is het materiaal eenmaal op zijn plaats aangebracht, dan zijn er veel plaatsen waar men niet meer bij kan voor onderhoud. Regelmatig onderhoud van de kas met een goede conservering die niet schadelijk is voor planten waarborgt een lang en duurzaam gebruik. Extra aandacht voor onderhoud zijn die plaatsen waar vocht langer aanwezig blijft dan op andere plaatsen zoals de onderzijde van ramen en kozijnen en roeden.	

104	Zij is aangelegd op een, in de eerste helft van de zeventiende eeuw aangelegde, rechthoekige kavel, door kavelsloten gescheiden van de buitenplaats Boekesteijn aan de noordzijde, aan de zuidzijde (gedeeltelijk) van het Ankeveensepad en aan de westzijde van het Noordereinde. Aan de oostzijde wordt de kavel begrensd door de Oude Meentweg.	
105	Opmerkelijk zijn de beide ongewoon dikke toegangsdeuren in de beide korte zijgevels. Dit fenomeen wijst er op dat de deuren geïsoleerd waren.	
106	Op de spanten van de gesloopte druivenserres (circa 1930) op de kwekerij Hooidonk 2 in Den Dungen stond ook deze Duitse naam.	
107	Verder bij de volgende kassen: kasteel Geldrop, kasteel Dui-venvoorde, kasteel Sterkenburg, de buitenplaatsen Dordwijk, Elswout, Havixhorst en bij Sluishoef in De Bilt.	
108	M. Stokroos, <i>Gietijzer in Nederland, het gebruik van gietijzer in de negentiende eeuw</i> , Amsterdam 1984, p. 49-50. De firma Nering en Bögel vervaardigde in 1861 een gietijzeren tuinhuisje voor een van de buitens in Maarssen aan de Vecht.	
109	Stokroos 1984, p. 32.	
110	Stokroos 1984.	
111	M. Franken, <i>Een halve eeuw kwaliteit en duurzaamheid, 50 jaar Stichting Doelmatig Verzinken</i> , Scherpenzeel 2002, p. 35. Er worden 6 zinkprocessen genoemd te weten: 1. Thermisch verzinken (discontinu); 2. Sendzimir-verzinken of continu thermisch verzinken; 3. Sherard-verzinken of sherardiseren; 4. Spuiten van zinkdraad of zinkpoeder (schooperen); 5. Elektrolytisch verzinken; 6. Mechanisch verzinken. Alle methoden worden volgens de Stichting SDV nog in Nederland toegepast, maar het eerst genoemde proces wordt het meest toegepast. Het procédé omvat ontvetten, spoelen, beitsen, fluxen, drogen, verzinken en koelen. Fluxen met een zink/ammonium-chlorideoplossing moet voorkomen dat er een oxidatielaag op het betreffende onderdeel ontstaat. Dit onderdeel maakt deel uit van het zogenaamde droog-verzinken. Bij nat-vezinken vervalt het fluxen en ligt er doorvoor in de plaats op het zinkbad een fluxdeken van gesmolten salmiakzout.	
112	Zie verder: Brochure <i>Zink op staal, duurzame bescherming van staal tegen corrosie</i> , uitgave Stichting Doelmatig Verzinken en het Staalbouw Instituut, herdruk juni 1994.	
113	Franken 2002, p. 8-9. Stanislas Sorel en Hector Ledru hadden in 1837 een octrooi aangevraagd. Het basisoctrooi werd in 1841 - 1842 gesupplementeerd met enkele toevoegingen en verbeteringen.	
114	H. Bablik, <i>Galvanizing (Hot-Dip)</i> , vertaald door C. A. Bentley, Londen 1950 ⁵ , p. 1.	
115	Koninklijke Bammens bv in Maarssen.	
116	<i>Thermisch Verzinken</i> , jrg. 8, no. 2/3 (1979), p. 37.	
117	<i>Thermisch Verzinken</i> , jrg. 30, no. 2 (juni 2001), p. 22.	
118	<i>Producten informatieblad Thermisch Verzinken</i> , uitgave Stichting Doelmatig Verzinken, no. 1, Sassenheim (november 1997).	
119	De vakgroep Tuinbouwtechniek voor het MAO: H. de Kroon, P. Lambi, G.C. van de Vecht, J.H. de Vries, H. Woudwijk, <i>Kassenbouw</i> , Ede-Wageningen 1986, p. 88-91.	
120	L. Ploos van Amstel, <i>Bouwstoffen</i> , Naarden 's Gravenhage Leiden 1960 ¹⁶ , p. 423.	
121	Wiersma [1918].	
122	L. Ploos van Amstel, <i>Bouwstoffen HTO</i> , Naarden-Leiden 1973 ²⁰ , p. 360-361.	
123	<i>Mededelingen Directeur van de Tuinbouw</i> (1960). Met dank aan dhr. G.P.A. van Holsteijn, Naaldwijk. <i>Jaarboek Tuinbouwtechniek</i> 1960 - 1961, p. 35. Het was de firma N.V. Verhoef te Aalsmeer die de eerste aluminiumkas bouwde op de Floriade.	
	In datzelfde jaar bouwde de firma een dergelijke aluminium kas in Aalsmeer voor een potplantenbedrijf.	
124	<i>Jaarboek Tuinbouwtechniek</i> 1965-1966, p. 37, 47.	

125	H.J.M. Krijnen en K. Ruige, <i>Kassen en Warenhuizen, tuinbouwtechniek deel V</i> , Zwolle-Wageningen 1968 ² , p. 23.	
126	Leveranciers van aluminium goten zijn onder andere BOAL, ALCOA, en Alcomij. Kassenbouwers kunnen zelf vaak ook aluminium goten leveren. Deze kassenbouwer gebonden goten zijn onder andere: Gakon alu goot, Ratio goot, Bosman alu goot en de schermgoot voor de GT-kas. Zie: J.J.M. Knoop, 'Verschillenen tussen goten van aluminium en staal geïnventariseerd', in: <i>Vakblad voor de Bloemisterij</i> 3 (1989), p. 48, 49.	
127	<i>Jaarboek Tuinbouwtechniek</i> 1967-1968, p. 48. Zie ook <i>Jaarboek Tuinbouwtechniek</i> 1962-1963, p. 9, 11. Op de Wéhaté (Internationale Technische Tuinbouwbeurs) 1962 heeft de firma T.G. de Wit te Loosdrecht een kas met aluminium dek en wanden geïntroduceerd. De toegepaste profielen waren van Lips uit Drunen. De glasroeden werden kitloos verwerkt, wat besparing oplevert.	
128	De indruk was: het laatste kwart negentiende eeuw.	
129	M. Stokroos, <i>Gietijzer in Nederland, het gebruik van gietijzer in de negentiende eeuw</i> , Amsterdam 1984, p. 32.	
130	M. Stokroos, <i>Lood in Nederland, het gebruik van lood in voorbije eeuwen</i> , Amsterdam 1988, p. 19.	
131	L. Ploos van Amstel, <i>Bouwstoffen HTO</i> , Leiden 1973 ²⁰ , p. 353.	
132	<i>Restauratievademecum, Bijdrage</i> 6, Lood en loodtoepassingen in de restauratie, Zeist 1987, p. 12, 13.	
133	C. Noordanus, <i>Onze Land- en Tuinbouw, Tuinbouwtechniek 2: kassenbouw en verwarming</i> , Haarlem 1963, p. 8.	
134	M.J.M. Bouman-Sweers, <i>Collegedictaat Tuinbouwgebouwen van de Landbouwhogeschool, afdeling Landbouwtechniek</i> , Wageningen 1975, p. 48.	
135	<i>Maison Rustique du XIX^e Siècle</i> , Paris 1845. In deze Franse encyclopedie worden op pagina 43 van deel VIII 2 typen glashaakjes afgebeeld, de ene rond gebogen en de andere meer met haakse hoeken.	
136	M. Stokroos, <i>Bouwglas in Nederland, het gebruik van glas in de bouwnijverheid tot 1940</i> , Amsterdam 1994, p. 60.	
137	Met dank aan Th. van Straalen.	
138	<i>Jaarboek Tuinbouwtechniek</i> 1959-1960, p. 297-299.	
139	F. Kipp, 'Restauratie van de Grote Oranjerie voltooid', in: <i>Oude Hortus Blad</i> , no. 20 (mei 2002), p. 1-4.	
140	Ericus, <i>Handboek voor Bloementuinen en Buitenplaatsen, met wenken voor de behandeling der planten in de koude en warme kas</i> , naar Witte's 'Handboek voor den Bloementuin', Zwolle 1901, p. 148.	
141	S. Bleeker, <i>Geïllustreerd handboek over bloemisterij, ten dienste van vakman en liefhebber zoowel als van het onderwijs</i> , Zutphen 1918 ³ , p. 128.	
142	M. Noel Chomel, <i>Huishoudelijk Woordenboek</i> , Leyden-Leeuwarden 1768, 2 ^{de} druk geheel verbeterd door J. A. de Chamot e.a., Deel VI 1775, p. 3706 e.v.	
143	<i>NRC Handelsblad</i> , 17 maart 2001, p. 7. Zie ook: <i>NRC Handelsblad</i> , 28 juni 2001, p. 23; <i>Thermisch Verzinken</i> , jrg. 30, no. 3 (september 2001), p. 34-36; <i>De Architect</i> (april 2001), p. 72; www.edenproject.com.	
144	Documentatie van de afgebroken druivenkas uit 20-5-1960 in het archief van het Nederlands Openluchtmuseum, afdeling Documentatie.	
145	'In 1972 is ondergetekende een nieuw kassenbedrijf begonnen, waarin de laatste 10 jaar wederom een ronde vorm zich weer manifesteert, nl. het glas wordt nu gebogen. Vanaf 1 januari jl. heeft Jeroen Smiemans dit bedrijf overgenomen en bouwt hij prachtige (veelal met ronde vormen) projecten over de hele wereld.' Mededeling mevr. Mirjam Houwing, 2004. Zie verder: www.sniemansprojecten.com.	
146	<i>Jaarboek Tuinbouwtechniek</i> 1958-1959, uitgegeven door het Instituut voor Tuinbouwtechniek in Wageningen, p. 48.	
147	<i>Jaarboek Tuinbouwtechniek</i> 1967-1968, p. 42.	

148 J. van Harten, *Kassenbouw*, Groningen 1957, p. 60.

149 P.W. Scharroo, *Elementaire berekening van bouwkundige en waterbouwkundige constructies, deel I Bouwkundige constructies*, Ginneken-Amsterdam 1917³, p. 11. Volgens Scharroo hebben Blondel, Marchetti en Grandi de theorie van Galilei verder uitgewerkt.

150 Het was de Duitser Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) die in 1684 hierover publiceerde. Los van Leibniz ontwikkelde de Engelsman Isaac Newton (1642/3-1727/8) ook kennis over dit nieuwe gebied.

151 J.W. Knopper en G. Wertwijn, *Beginnelsen van de sterkteleer en grafostatica*, Culemborg 1969⁵, p. 99. *Grote Winkler Prins Encyclopedie*, deel 4, Amsterdam-Brussel 1979⁸, p. 172-174.

152 Knopper en Wertwijn 1969⁵, p. 60. Zijn naam wordt in deze publicatie foutief als 'Robert Hoek' aangeduid. Zie betreft Hooke ook: *ENSIE*, deel 10, Amsterdam 1952, p. 624.

153 Later hebben Engesser en Kármán hebben zich later ook met knik beziggehouden, maar dan vooral het zogenaamde onelastische gebied. Ook Navier, Rankine, prof. Tetmajer, Krohn en Schwarz hebben hun denkkrachten gewijd aan het fenomeen knik. Zie: J.G. Wattjes, *Berekening van bouwconstructies, deel I: Eenvoudige constructies*, Amsterdam-Rijswijk 1926-1927, p. 140 e.v.

154 In de negentiende eeuw zijn het Poisson (1781-1840), Lamé (1793-1870), Bresse (?-?) en Saint-Venant (1797-1886) die hard gewerkt hebben om de berekeningen toepasselijk te maken. Latere grote namen zijn volgens Sharroo: Clebsch, Grashof, Winkler, Mohr, Zimmerman, Bauschinger, Von Bach en Tetmajer.

155 Scharroo 1917³, p. 13.

156 De verschillende publicaties lopen wat betreft het jaar van overlijden van Schwedler uiteen: 1881, 1892, 1894 en 1896.

157 In 1863 verscheen reeds: Ritter, *Elementare Theorie und Berechnung eiserner Dach- und Brückenkonstruktionen*, 1863.

158 *ENSIE*, deel 10, Amsterdam 1952, p. 1042. Culmann heeft een grafische snedemethode ontwikkeld. Zie: G. May en M.E.A. Striekwold, *Staalconstructies I*, Culemborg-Arnhem-Hengelo 1972¹⁶, p. 73.

159 S. Stevin, *Beghinselen der Waagkonst*, Leyden 1585.

160 Varignon, *Nouvelle mécanique ou statique*, Paris 1725.

161 H.M.C.M. van Maarschalkerwaard, J. Oosterhoff en G.J. Arends, *Bruggen in Nederland 1800-1940, deel I: Vaste bruggen van ijzer en staal*, Utrecht 1997, p. 187.

162 Culmann, *Graphische Statik*, 1866.

163 Schwedler, *Theorie der Brückenbalkensysteme*, 1851.

164 Knopper en Wertwijn 1969⁵, p. 265. Cremona was hoogleraar van 1860 tot 1879.

165 O. Mohr, *Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik*, 1905. O. Mohr, *Beitrag zur Theorie der Holz- und Eisenkonstruktionen*. O. Mohr, *Ueber die Darstellung des Spannungszustandes und des Deformationszustandes eines Körperelementes*, 1882. Professor Rieger uit Brno-Czecho-Slowakye heeft ook zeer verdienstelijk bijgedragen aan de vergroting van kennis rond statisch onbepaalde constructies. Zie: J.G. Wattjes, *Berekening van bouwconstructies, deel II: Meer ingewikkelde constructies*, Amsterdam-Rijswijk 1928-1929, p. 394.

166 Winkler, *Theorie der Brücken*, 1863. Fränkel, *Ueber die ungünstige Einstellung eines Systemes von Einzellasten auf Fachwerkträgern mit Hilfe von Influenzkurven*, 1876.

167 De volgende rekenkundige begrippen zijn ontwikkeld om de sterkte van constructies te berekenen: Knopper en Wertwijn 1969⁵, p. 104: Het maximale buigend moment dat een doorsnede (van een constructie deel) kan opnemen, is gelijk aan het product van de toelaatbare buigspanning en het kleinste weerstandsmoment t.o.v. de lijn door

het zwaartepunt van deze doorsnede, die loodrechtstaat op het vlak waarin het buigende koppel werkt. Onder het kleinste weerstandsmoment van een doorsnede verstaat men het quotiënt van het lineair traagheidsmoment t.o.v. de lijn door het zwaartepunt van deze doorsnede, die loodrecht staat op het vlak waarin het buigende koppel werkt, en de grootste afstand van een punt van de doorsnede tot de lijn door het zwaartepunt. p. 84: Lineair traagheidsmoment van een vlakke figuur verstaat men het volgende: Wanneer men de figuur verdeelt in een oneindig aantal oneindig kleine oppervlakjes en men vermenigvuldigt elk oppervlakje met het kwadraat van zijn afstand tot een bepaalde lijn, dan is de som van deze producten het lineaire traagheidsmoment van deze figuur ten opzichte van die lijn. Deze theoretische rekeneenheid is nodig voor de berekening van constructies.

168 Huber en Hencky hebben zich bezig gehouden met een breukhypothese bij gelaste verbindingen. Zie: P. Büstraan, *Samenstelling en berekening van staalconstructies*, Heerlen-Deventer 1941³, p. 44.

169 J. Oosterhoff, *Constructies, Momenten uit de geschiedenis van het overspannen en ondersteunen*, Delft 1978, p. 80-81.

170 Het ridge-and-furrow (nok en goot) systeem voor kassen was ontwikkeld door John Claudius Loudon (1783-1843). Paxton pastte het in Chatsworth toe. Het systeem is te herkennen door het in vouwvorm geplaatste glas dat een betere zonopvang in de ochtend en avond moet realiseren. De goten voeren zowel het regenwater als het condenswater af. Oosterhoff, 1978, p. 78-79. Op Chatsworth bouwde Paxton meerdere kassen. Wij noemen hier o.a. het Lily House uit 1849 dat met een vlak vouwdak werd gebouwd. *Europa in Euforie. De tijd van de wereldtentoonstellingen. 1851-1913*. Catalogus naar aanleiding van de tentoonstelling Europa in Euforie 26 oktober 2001 tot 17 maart 2002. Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis, Brussel 2001, p. 63. Over Crystal Palace uit 1851 worden de volgende gegevens geleverd: De afmetingen waren 560 x 137 meter of 8,4 ha; dit zijn ongeveer 17 voetbalvelden. Materialen: 293.000 glasplaten: 2.700.000 m², 325 km raamwerk, 3.300 gietijzeren zuilen, 24.000 buizen, 2.224 dwarsbalken, 1.128 consoles voor de galerijen. Oosterhoff 1978, p. 90-91.

173 *Grote Winkler Prins Encyclopedie*, deel 8, Amsterdam-Brussel 1980⁸, p. 147. A.G. Eiffel bouwde in 1858 al zijn eerste brug.

174 M.S.C. Bakker, 'De Geest van Crystal Palace', in: *Geschiedenis van de Techniek in Nederland, de wording van een moderne samenleving 1800/1890, deel VI techniek en samenleving*, Zutphen 1995, p. 29.

175 H. Lintsen, *Ingenieurs in Nederland in de Negentiende Eeuw, Een streven naar Erkenning en Macht*, 's-Gravenhage 1980, p. 143.

177 Scharroo, 1917³. (eerste uitgave 1908)

178 J.G. Wattjes, *Berekening van bouwconstructies*, deel I: *Eenvoudige constructies*, Amsterdam-Rijswijk 1926-1927. J.G. Wattjes, *Berekening van bouwconstructies*, deel II: *Meer ingewikkelde constructies*, Amsterdam-Rijswijk 1928-1929.

179 Ter vergelijking. Het Bruggenbureau van Rijkswaterstaat werd in pas 1928 ingesteld. Zie: Maarschalkerwaard e.a. 1997, p. 24.

180 H. Schippers, 'Een glazenpaleis in Amsterdam', in: M.L. Ten Horn/Van Nispen, H.W. Lintsen, A.J. Veenendaal jr. (red.), *Wonderen der techniek, Nederlandse ingenieurs en hun kunstwerken, 200 jaar civiele techniek*, Zutphen 1994, p. 93.

181 Constructiedelen werden in de werkplaats voorbereid. In gedemonteerde staat werd de vervaardigde kas vervoerd naar de bouwlocatie om daar in elkaar gezet te worden op een vooraf gemaakte fundering.

182 Zie voor de verschillen: G.J. Arends, C.H. van Eldik, H. Janse, *Compendium constructies, Gebouwen 1800-1940, Bouwtechniek in Nederland 3*, Delft 1989, p. 59-62.

183 *Bouwkundige Encyclopedie WP*, deel I, Amsterdam-Brussel 1954, p. 17-23. Een andere overheidsmaatregel waar men vanaf 1934 met de bouw van kassen mee te maken is het Kassenbesluit, het K.B. van 9 april 1934, S. 139, tot vaststelling van een algemene maatregel van bestuur, als bedoeld bij art. 8 (in de wandelgang het Kassenartikel genoemd), eerste lid, van de Woningwet. Dit artikel bevat uitzonderingsbepalingen voor kassen en andere en andere hulpgebouwen van lichte constructie voor o.a. tuinbouwbedrijven. Voor het bouwen, het geheel of gedeelteilijk vernieuwen, het uitbreiden of veranderen van kassen kan vergunning worden verleend in afwijking van een goedgekeurd uitbreidingsplan en voorschriften. In de vergunning wordt een termijn van 10 jaar gesteld. Zie: *Bouwkundige Encyclopedie WP*, deel II, Amsterdam-Brussel 1955, p. 607.

184 J. Oosterhoff, G.J. Arends, C.H. van Eldik en G.G. Nieuwmeijer, *Bouwtechniek in Nederland 1, Constructies van ijzer en beton*, Delft 1988, p. 94.

185 Zie: E. Wennekes, *Het Paleis voor Volksvlijt (1864-1929) 'Edele uiting eener stoute gedachte'*, Den Haag 1999.

186 Oosterhoff e.a. 1988, p. 259.

187 Mevr. M.I. Kamphuis doet onderzoek naar de Copijnen, wat moet leiden tot een publicatie. Zij heeft correspondentie gevonden van Hendrik Copijn met genoemde Duitse firma over een groot kassenproject waarin o.a. de Victoria Regia moest worden ondergebracht.

188 Oosterhoff e.a. 1988, p. 113. E.J. Haslinghuis en H. Janse, *Bouwkundige Termen, Verklarend woordenboek van de Westerse architectuur-en bouwhistorie*, Leiden 1997³, p. 358.

189 *Bouwkundige Encyclopedie WP*, deel II, Amsterdam-Brussel 1955, p. 278.

190 E. Geytenbeek, *Oranjerieën in Nederland*, Alphen aan de Rijn 1991. De oranje- of mogelijk toch kas op Vreugd en Rust is eind jaren 20 van de twintigste eeuw verbouwd tot kantine van de tennisbanen die op de plaats van de moestuin werden aangelegd.

191 Vakgroep Tuinbouwtechniek voor het Middelbaar Agrarisch Onderwijs, *Kassenbouw*, Ede 1986, p. 180-209.

192 H.J.M. Krijnen en K. Ruige, *Kassen en Warenhuizen, Tuinbouwtechniek V*, Culemborg 19774, p. 84-87, 93 – 99.

193 J. Oosterhoff, *Kracht en Vorm, Bouwtechniek in Nederland 4*, Delft 1990, p. 61.

194 *Jaarboek Tuinbouwtechniek 1964-1965*, p. 29-35. Sinds 1955 waren de Technische Grondslagen voor Bouwvoorschriften (TGB) van toepassing voor de berekening van gebouwen en dus ook voor kassen.

195 Vakgroep Tuinbouwtechniek voor het Middelbaar Agrarisch Onderwijs, *Kassenbouw*, Ede 1986, p. 159.