PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK
CONSULENTSCHAPPEN VOOR DE TUINBOUW TE NAALDWIJK

SCHERMEN VAN KASSEN

Nr. 74
Informatiereeks
Augustus 1982

Prijs: f 15,--

INHOUD

	Pag.
Ten geleide ir. H. Meinders	5
De natuurkunde van het schermen ir. D. Bokhorst	6
Overzicht beweegbare scherminstallaties ing. H. Vahl	17
Energieschermen in bestaande kassen A.J. Zandbelt	42
Energieschermen in nieuwe kassen ing. H. Vahl	49
Materialen voor energieschermen ing. H. Vahl	56
Lichtverlies en energiebesparing ing. H. Vahl	68
Nieuwe ontwikkelingen ing. H. Vahl	88
Investeringen en jaarkosten ing. J.K. Nienhuis	105
Toevoeging	110

TEN GELEIDE

De toepassing van horizontaal bewegende schermen in tuinbouwkassen is niet nieuw. Tot voor enige jaren was men gewend aan schermen als zonwering en als regeling van de daglengte (verduistering).
De gebruikte materialen (doek, folie), installaties en de regeling zijn daarbij bepaald door het doel, waarvoor deze schermen dienen.
De laatste jaren zijn - zowel in Nederland als in het buitenland - de energieprijzen sterk gestegen.
Terecht is daardoor de aandacht gericht op energiebesparingsmogelijkheden in tuinbouwkassen.
Door beperking van het warmteverlies van de kasomhulling is een aanmerkelijke energiebesparing te bereiken.
De meest voor de hand liggende maatregel - het dichten van kieren, controleren en bijstellen van de sluiting van luchtramen en een energiebewustere regeling van het klimaat - gaat gepaard met geen of weinig investeringen.
Een volgende stap is de vermindering van het convectie- en stralingsverlies van de kas.
Daartoe kan een keuze gemaakt worden uit permanent of semi-permanent aanwezige voorzieningen.
Bij de eerste gaat het om dubbelwandige gevels en/of dek dan wel de toepassing van gecoat glas, wat het uitstralingsverlies van het glas vermindert.
Bij de tweede gaat het om voorzieningen, die naar believen kunnen functioneren, zoals bijvoorbeeld beweegbare energieschermen.
In analogie met de zonwerings- en verduisteringsschermen stellen ook de energieschermen specifieke eisen aan materialen, installaties en regeling.

Het doel van deze procedure is, daarover de nu bekende informatie en technische ontwikkelingen vast te leggen. Ongetwijfeld zullen de komende jaren de ontwikkelingen op het gebied van energieschermen niet stilstaan, daarom zal deze brochure regelmatig via aanvullingen in de vakpers up to date worden gehouden.
Met name de ontwikkeling van bijvoorbeeld minder lichtonderscheppende scherminstallaties blijft doorgaan, waardoor de voordelen ten opzichte van de permanent lichtonderscheppende dubbele bedekkingen groter worden.
Deze brochure vormt met de informatie in de vakbladen een technische handleiding bij de keuze voor een energiescherm en de voorwaarden, die toepassing van een energiescherm aan de kas zelf stelt.
Met name in oude, maar vaak ook in recent gebouwde kassen is niet voldoende rekening gehouden met de montage van een energiescherm. Voor die ondernemers, die denken aan renovatie of nieuwbouw kan deze brochure dus interessante lectuur zijn. Naast de techniek van scherminstallaties heeft ook het kunnen omgaan met het klimaat onder een energiescherm een grote invloed op de snelheid van invoering van energieschermen in de glastuinbouw. Ook daarmee zal nog veel ervaring moeten worden opgedaan, om bijvoorbeeld de afweging dubbelwandige kas - enkelwandige kas mèt energiescherm goed te kunnen maken.
Op de klimaatsaspecten zal deze brochure slechts in algemene zin ingaan, omdat deze per teelt zeer verschillend kunnen uitpakken.

Als lezersgroep van deze brochure wordt gedacht aan tuinbouwondernemers, installatiesbureaux, medewerkers van voorlichting en onderzoek en ieder ander die werkzaam is in/voor de Nederlandse glastuinbouw.

1. DE NATUURKUNDE VAN HET SCHERMEN

1.1. Inleiding

Bij het beoordelen van de effecten van warmtesparende maatregelen is het gemakkelijk iets van de natuurkundige achtergronden te weten. Bij elke maatregel veranderen er in de kas vele factoren tegelijk en het kan geen kwaad het gebeuren eens systematisch na te lopen.

In dit hoofdstuk praten wij daarom eerst over warmtetransporten vanuit de kas in het algemeen. Daarna kunnen wij zien hoe schermen die transporten, die voor ons verliezen zijn, kan wijzigen. De warmtetransporten vinden plaats door ventilatie, convectie en straling. De waterdamp in de lucht speelt nog een eigen rol, ook daar moeten wij aandacht aan schenken.

Bij de rekenvoorbeelden zullen wij gebruik maken van het nieuwe eenhedenstelsel, dat alweer een paar jaar het officiële stelsel is. Ter herinnering daarom een paar omrekenfactoren en definities.

1 joule (J) = 0,24 calorie; 1 watt (W) = 1 J/s dus 1 W/m2 = 1 J/(m2.s) = 0,86 kcal/(m2.h), zodat 7 W ongeveer gelijk is aan 6 kcal/(m2.h).

De instraling wordt soms uitgedrukt in J/(cm2.h), soms in W/m2. 1 J/(m2.h) = 2,78 W/m2 en 1 W/m2 = 0,36 J/(cm2.h). De joule is een maat voor energie en kan daarom zowel bij warmte als bijvoorbeeld bij straling gebruikt worden. De hoeveelheid energie per tijdseenheid, dus J/s oftewel de Watt, noemen wij het vermogen.

1.2. De warmte-inhoud van de lucht

Aan lucht kunnen wij warmte toevoeren en als de lucht daardoor warmer wordt voelen wij dat. Vandaar ook dat wij in dit geval van voelbare warmte spreken. Om een kilogram lucht een graad op te warmen is 1 kilojoule nodig en om de warmte-inhoud te bepalen rekenen wij steeds vanaf 0°C. De warmte-inhoud van (droge) lucht van 20°C is dan 20 kJ/kg. Voegen wij daar 10 kJ warmte per kg lucht aan toe dan zal de temperatuur van deze lucht 30°C worden.

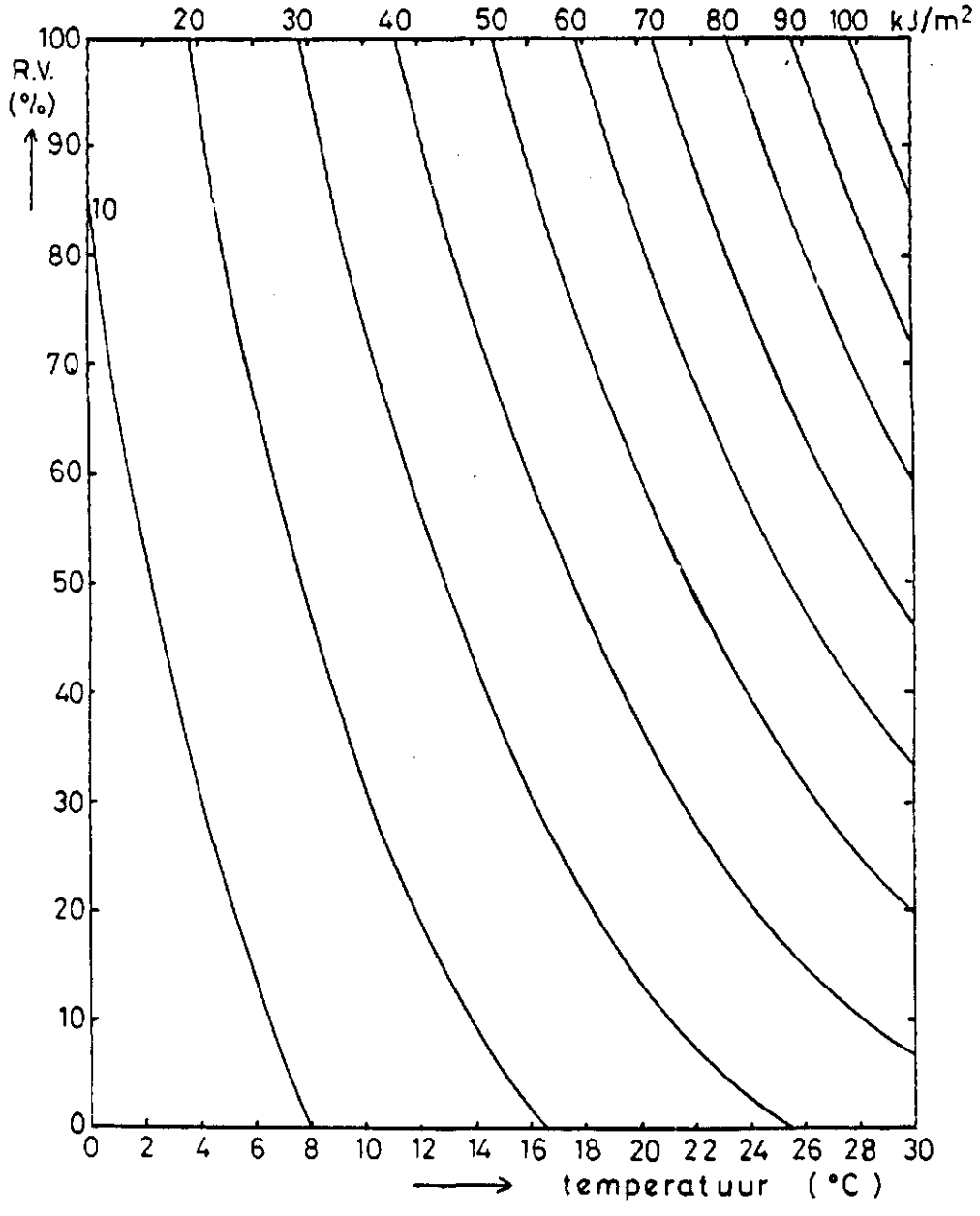
Gewone lucht is, zoals wij weten, nooit helemaal droog en bevat altijd wel wat waterdamp. Die waterdamp is erin gekomen door verdampen van water. Nu is bekend dat voor het verdampen van water warmte nodig is en wel 2501 kJ/kg bij 0°C. Voor het opwarmen vanaf 0°C van 1 kg waterdamp is 1,87 kJ/°C nodig.

> Laten wij als rekenvoorbeeldje eens lucht van 20°C en 70% rel.vochtigheid nemen. Deze bevat 10,2 g waterdamp per kg droge lucht.
> De waterdamp bevat dan (2501 + 1,87 x 20) kJ/kg, dat is per 10,2 g 25,9 kJ. Samen vertegenwoordigen 1 kg droge lucht en 10,2 g waterdamp van 20°C dus (20 + 25,9) kJ, dat is 45,9 kJ op 1,0102 kg.
> Nu moeten wij nog een kleine correctie maken van 1,0102 kg naar 1 kg, dus 45,9 kJ vermenigvuldigen met 1/1,0102. Wij komen dan uit op een warmte-inhoud van 45,4 kJ/kg voor lucht van 20°C en 70% r.v. Soms is het gemakkelijker te rekenen met kubieke meters in plaats van met kilogrammen. Wij moeten dan nog vermenigvuldigen met de soortelijke massa (vroeger het soortelijk gewicht genoemd) van de lucht. Hoewel wij ons er in het dagelijks leven niet altijd van bewust zijn dat lucht ook een massa heeft, is dat niettemin wel het geval. Bij 0°C kunnen wij voor de massa van de lucht 1,29 kg/m3 nemen, bij 10°C is het 1,24, bij 20°C 1,20 en bij 30°C 1,15 kg/m3. Heel nauwkeurig gezien heeft lucht van 20°C en 70% r.v. een massa van 1,197 kg/m3; de warmte-inhoud van de lucht in ons voorbeeld is nu 1,197 x 45,4 kJ/m3 = 54,3 kJ/m3.

Voor het gemak van de rekenaars is deze hele uiteenzetting kortweg samen te vatten in formulevorm en wij krijgen dan:

$$I = \frac{D}{1 + x} \; (t + x \; (2501 + 1{,}87 \; t))$$

waarbij I = warmte-inhoud (kg/m3), D = soort. massa lucht (kg/m3), x = de hoeveelheid waterdamp in kg (!) per kg lucht en t = temperatuur (°C). Dat gedeelte van de warmte-inhoud dat voor rekening van de waterdamp komt noemen wij de latente (dat wil zeggen verborgen, niet direct waarneembare) warmte. Dit begrip doet in het begin wat onwennig aan. Toch sluit het helemaal aan bij de ervaring die wij hebben als wij een kas met gewas met een lege kas vergelijken. Bij een flinke zonnestraling wordt de onbegroeide kas veel heter doordat hier alle energie in voelbare warmte wordt omgezet. De warmte die in de kas met gewas voor verdamping gebruikt is is in de waterdamp als latente warmte gaan zitten en wordt met de waterdamp afgevoerd. Eventueel deels naar het glas door condensatie.



Grafiek 1.2.1. Warmte-inhoud van de lucht.

In grafiek 1.2.1. is de warmte-inhoud van de lucht gegeven in afhankelijkheid van temperatuur en luchtvochtigheid. Let op de sterke toename van de warmte-inhoud bij stijgende luchtvochtigheid.

1.3. Ventilatieverliezen

Dat warmte en vocht door ventilatie afgevoerd worden is niet iets nieuws. Nu wij in het voorgaande het begrip warmte-inhoud wat uitgeplozen hebben, is het mogelijk ook deze verliezen wat meer getalmatig aan te pakken.

Laten wij als voorbeeld nemen de situatie dat het in de kas 15°C is met een relatieve luchtvochtigheid (r.v.) van 90%, terwijl het buiten 5°C is bij een r.v. van 90%. Dat betekent dat de kaslucht 8,48 g waterdamp per kg droge lucht bevat en de buitenlucht 4,85 g. Met behulp van het in de vorige paragraaf gestelde kunnen wij nu uitrekenen dat de warmte-inhoud van de kaslucht 44,06 kJ/m3 is en voor de buitenlucht komen wij op 21,64 kJ/m3. Dat betekent dat wij voor elke kubieke meter die uitgewisseld wordt (44,06 - 21,64) kJ = 22,42, zeg maar 22½ kJ, verliezen. Is de kas gemiddeld 4 meter hoog, dan houdt een ventilatievoud van 1 x per uur een luchtuitwisseling van 4 m3/h per m2 grondoppervlak in. Dit ventilatievoud van één luchtwisseling per uur bij deze tien graden temperatuurverschil tussen binnen en buiten komt dan neer op een verlies van 90 kJ/(m2.h). Dat is 25 W/m2. Een ventilatievoud van 5 x per uur geeft in deze omstandigheden een verlies van 125 W/m2. Of wat algemener: als wij het ventilatievoud Z noemen, is het verlies 25 x Z W/m2.

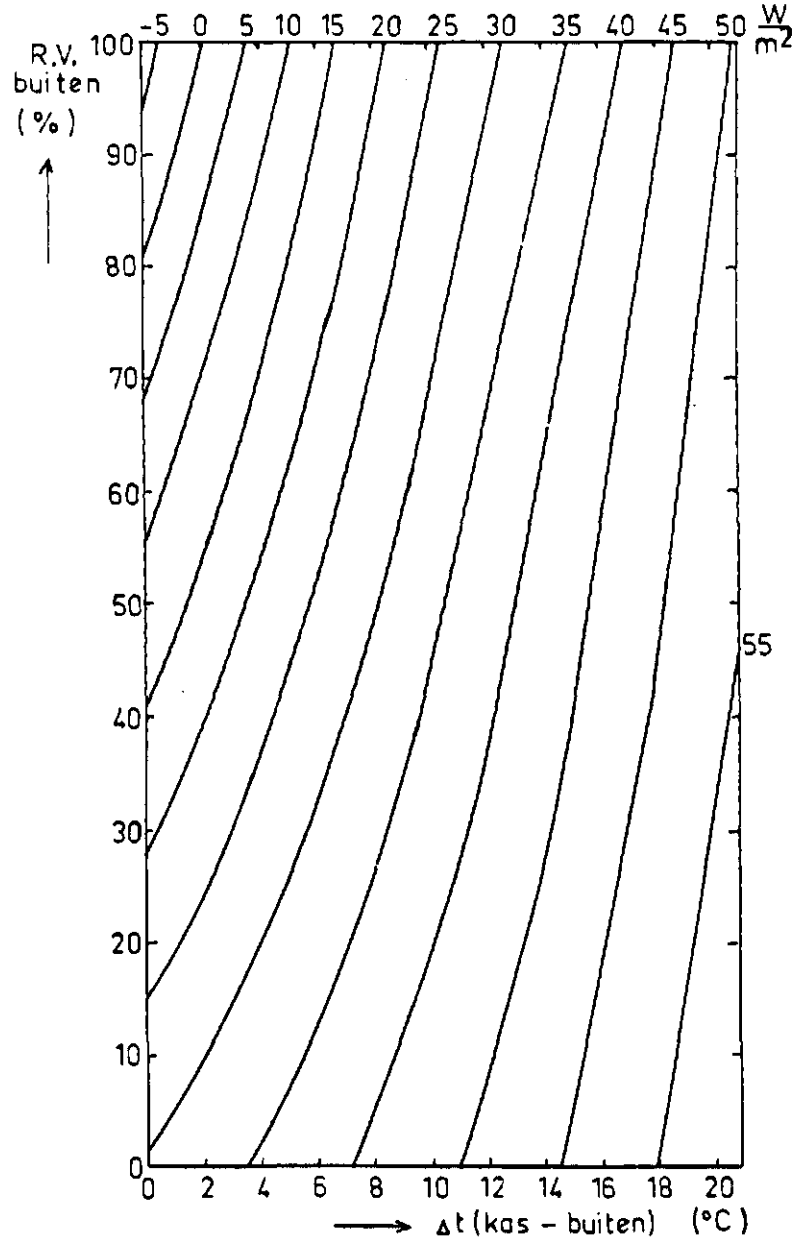
De waarde 25 W/m2 is alleen gegeven als illustratie van de orde van grootte. Doordat bij hogere temperaturen de lucht veel meer waterdamp kan bevatten en de waterdamp voor een groot gedeelte de warmte-inhoud bepaalt, is de waarde 25 W/m2 voor een temperatuurverschil van 10°C bij hogere temperaturen in het algemeen ook hoger. Zo wordt bijvoorbeeld bij een binnentemperatuur van 25°C bij 80% r.v. terwijl het buiten 15°C bij 70% r.v. is, het verlies 36,5 x Z W/m2. Zou de r.v. buiten in dit laatste geval 40% in plaats van 70% geweest zijn, dan was het verlies zelfs 43 x Z W/m2 geweest. Dat alles dan voor een kas van gemiddeld 4 meter hoog.

Grafiek 1.3.1. geeft als voorbeeld de ventilatieverliezen, uitgaande van een kas van gemiddeld 4 meter hoog, waarin de temperatuur 16°C is en de r.v. 80%, bij een luchtwisseling van eenmaal per uur. Wij zien dat de verliezen toenemen naarmate het buiten kouder is, maar ook naarmate het buiten droger is. Heel ruw gerekend heeft één graad lagere temperatuur buiten hetzelfde effect als een 10% r.v. lagere vochtigheid buiten.

1.4. Stralingsverliezen

Een niet onbelangrijk deel van het nachtelijk stralingsverlies aan energie kan door uitstraling veroorzaakt worden. Elk voorwerp straalt warmte uit en ontvangt ook weer stralingswarmte van de omgeving. De hoeveelheid uitgezonden straling hangt af van de temperatuur en van de aard van het oppervlak. Bij de temperatuur rekenen wij hier met de absolute temperatuur in Kelvin (K) en niet met de temperatuur in graden Celsius. Een temperatuur van 0°C komt overeen met een temperatuur van 273 Kelvin (niet: graad Kelvin!), maar "de streepjes op de schaal" staan bij beide even ver van elkaar, dus om de temperatuur in Kelvin te weten hoeven wij alleen maar 273 bij de waarde in graad Celsius op te tellen. De warmtestraling waarmee wij hier te maken hebben is langgolvige straling, ze is voor ons oog niet zichtbaar.

De hoeveelheid uitgestraalde energie per seconde is evenredig met de vierde macht van de absolute temperatuur. De evenredigheidsfactor wordt in de regel aangeduid met de griekse letter sigma (σ). Het verband tussen temperatuur en uitgestraalde energie is dus:



Grafiek 1.3.1. Verliezen bij een ventilatievoud van 1x per uur voor een kas met gemiddelde hoogte = 4 m, temperatuur = 16°C en relatieve luchtvochtigheid = 80%.

$Q = \sigma \cdot T^4$ (W/m2)

met Q = uitgestraalde energie (J/s.m2) = W/m2)
T = absolute temperatuur (K)
σ = stralingsconstante = $5{,}67 \times 10^{-8}$ (W/(m2.K^4)).

Dit geldt voor een absoluut zwart lichaam, ook wel zwarte straler genoemd. In werkelijkheid stralen oppervlakken wat minder uit.
Hoeveel minder, duiden wij aan met de letter epsilon (ε), de emissiecoëfficiënt, die voor glas 0,94 is. De vergelijking wordt nu uiteindelijk:

$Q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$

Een kas straalt uit naar de hemel. Hoeveel straling ze daarvan terugontvangt hangt van de hemeltemperatuur af. Deze kan aanzienlijk variëren, maar om de ge-

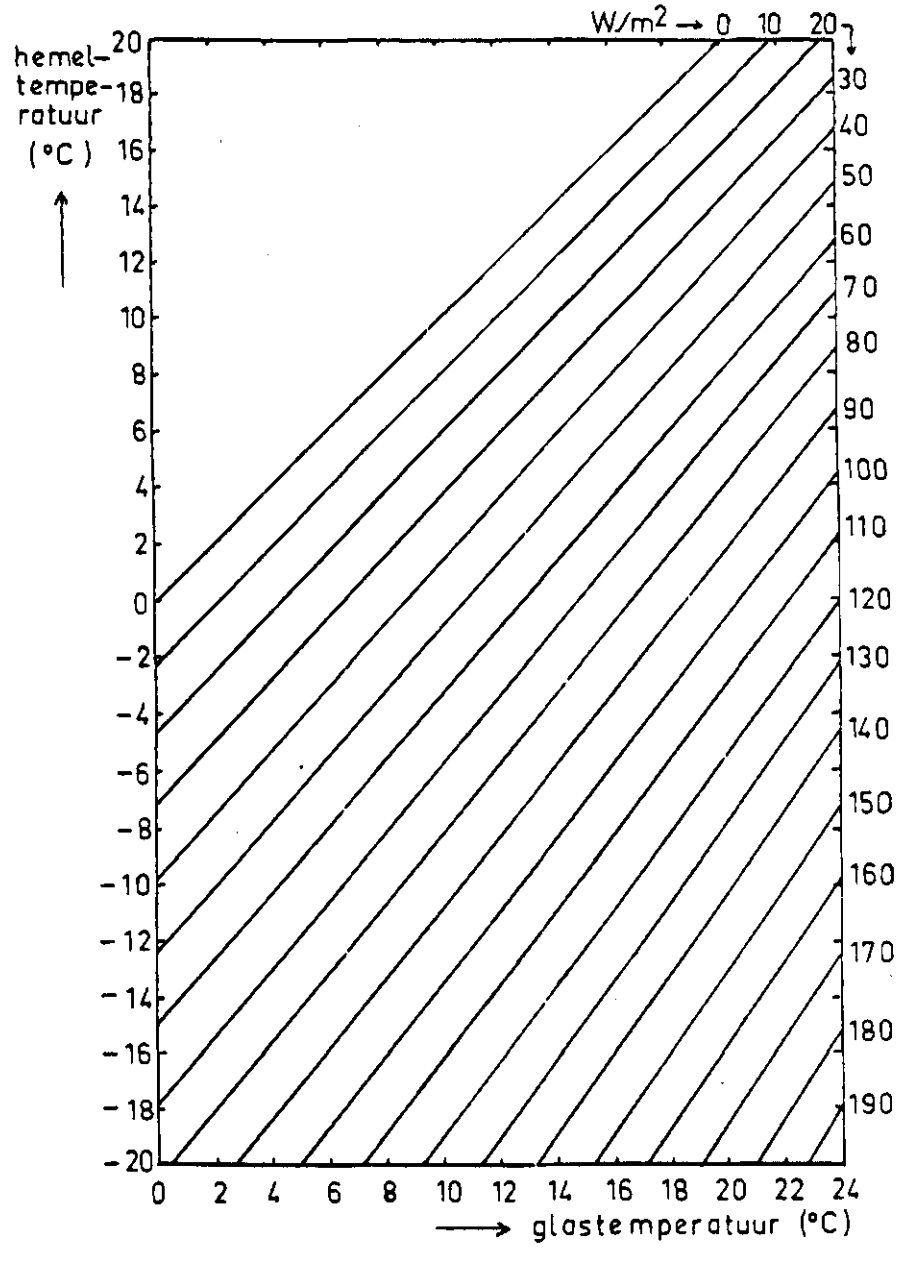
dachten te bepalen kunnen wij aannemen dat deze bij onbewolkt weer 's nachts een 20°C beneden de buitentemperatuur ligt en bij bewolkte hemel een 2°C er beneden. De hemel kunnen wij vrijwel als een zwarte straler beschouwen voor de warmtestralen voor de formule betekent dit:

$$Q = \varepsilon . T . (T^4_{glas} - T^4_{hemel})$$

Grafiek 1.4.1. geeft een indruk van de stralingsverliezen zoals deze bepaald worden door glastemperatuur en hemeltemperatuur. De grafiek is berekend met de formule

$$Q = 0,94 \times 5,67 \times 10^{-8} \times (T^4_{glas} - T^4_{hemel}).$$

Voor het gemak is daarbij aangenomen dat het dek geheel van glas zou zijn en zijn geen aparte berekeningen voor nok, roeden enz. gemaakt. Het kasdek kunnen wij wat de straling betreft als een plat vlak beschouwen, de vierkante meters zijn dus



Grafiek 1.4.1. Stralingsverlies in W/m2 in afhankelijkheid van glas- en hemeltemperatuur.

meteen m2 grondoppervlak.

De warmtestraling die op een voorwerp komt wordt gedeeltelijk geabsorbeerd en gedeeltelijk teruggekaatst, gereflecteerd. Een "zwart" lichaam absorbeert alle opvallende straling, de absorptiecoëfficiënt - die getalmatig gelijk is aan de emissiecoëfficiënt ε - is dan 1 en de reflectiecoëfficiënt 0. Bovendien zijn er materialen die een deel van de warmtestraling doorlaten (transmissie). De absorptiecoëfficiënt a, de reflectiecoëfficiënt r en de transmissiecoëfficiënt τ (tau) zijn samen 1, dus $a + r + \tau = 1$.

Wat betekent het nu als van een bepaald scherm opgegeven wordt $a = 0{,}70$, $r = 0{,}10$, $\tau = 0{,}20$? Wel, dat wil zeggen, dat wij om uit te rekenen welke warmtestraling van het scherm naar beneden gaat, wij er van uit moeten gaan dat het scherm voor 70% straalt overeenkomstig zijn eigen temperatuur, aangezien de emissiecoëfficiënt gelijk is aan de absorptiecoëfficiënt. Voor 10% straalt het met de kastemperatuur, aangenomen dat de gewastemperatuur ongeveer gelijk is aan de kastemperatuur en de straling van het gewas is het die gereflecteerd wordt. Doordat wij door het scherm heen nog 20% van wat zich er achter bevindt "zien", komt 20% van de straling van het glas, dat overeenkomstig de glastemperatuur straalt.

Zou de kastemperatuur 16°C zijn, de schermtemperatuur 14°C en de glastemperatuur 8°C, dan berekenen wij de stralingstemperatuur van het scherm volgens

$$T^4 = 0{,}7 \times 287^4 + 0{,}1 \times 289^4 + 0{,}2 \times 281^4 = 6{,}69 \times 10^9$$

$$T = 286{,}0 \text{ K of } 13{,}0^\circ\text{C}$$

1.5. Convectieverliezen

De kas geeft warmte af aan de buitenlucht door het glas heen.
De grootte van dit verlies is evenredig met het temperatuurverschil tussen de kaslucht en de buitenlucht. Dus als wij de warmtedoorgang in W/m2 glas met Q aangeven, het temperatuurverschil in °C of K met Δt, en de evenredigheidsconstante in W/(m2.K) k noemen krijgen wij kortweg:

$$Q = k \times \Delta t$$

De k is dan de bekende k-waarde, de warmtedoorgangscoëfficiënt, die wij in verband met warmteverliezen wel vaker tegen komen. De k-waarde wordt door drie processen beheerst:

1. De warmte-overdracht van de kaslucht naar het glas. Evenredig met het temperatuurverschil tussen lucht en glas. De evenredigheidsfactor, hier warmteovergangscoëfficiënt geheten, noemen wij 1. Bij vrijwel stilstaande lucht is ze 7 W/(m2.K).
2. De geleiding van warmte door het glas. Het geleidingsvermogen λ (lambda) van glas is 0,81 W/(m.K) is hierbij van belang en ook de dikte d, waar wij 0,004 meter voor kunnen nemen.
3. De warmte-overdracht van glas naar de lucht buiten; die is α 2-maal het temperatuurverschil glas-lucht. Is de windsnelheid buiten v m/s, dan wordt voor deze warmte-overdracht wel aangenomen: $= 2 + 10\sqrt{v}$ (W/(m2.K)).

De k-waarde moet nu berekend worden uit:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} \times \frac{d}{\lambda}$$

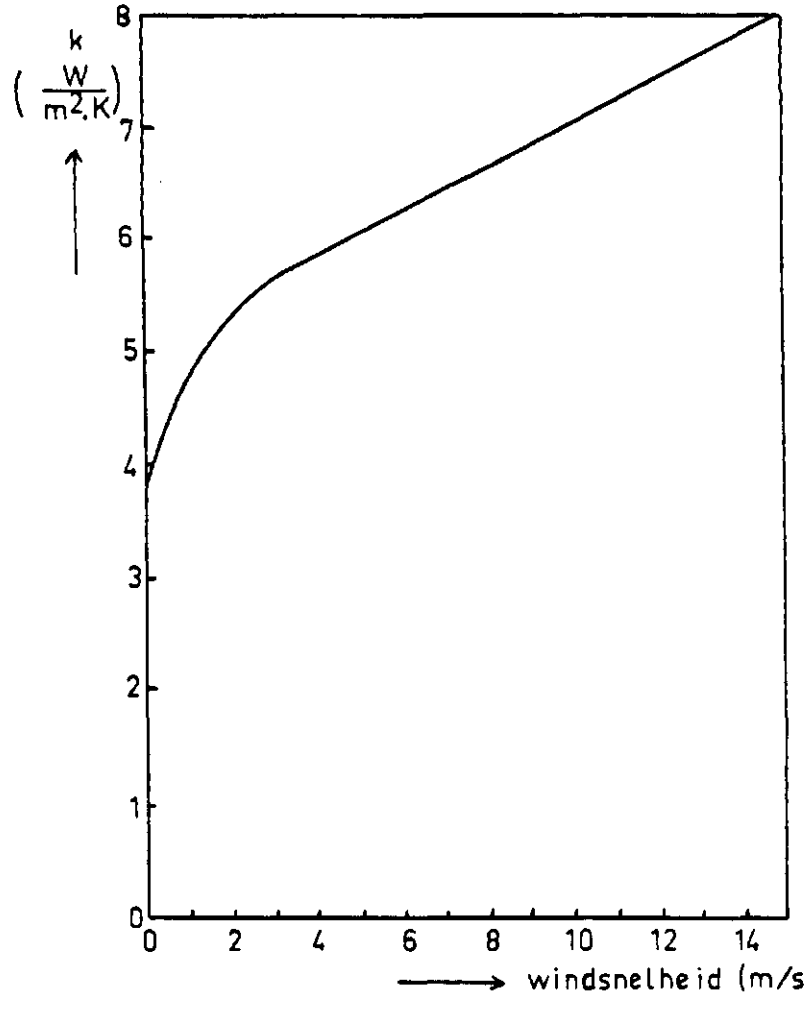
Voor een geval dat wij binnen vrijwel geen luchtbeweging hebben en de windsnelheid buiten 2 m/s is komen wij dan op $_1 = 7$ W/(m2.K) en $_2 = 2 + 10\sqrt{2} = 16$ W/(m2.K). Dat geeft

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{7} + \frac{1}{16} + \frac{0{,}004}{0{,}81} = 0{,}255 \text{ en } k = 4{,}8 \text{ W/(m2.K)}.$$

Voor een windsnelheid van 6 m/s vinden wij zo:

k = 5,4 W/(m2.K).

Bij deze warmteverliezen moeten wij wèl in de gaten houden dat de oppervlakte glas groter is dan de grondoppervlakte. Bij een dakhelling van 25° is er 1,103 m2 glas per vierkante meter grond, bij een dakhelling van 30° is er 1,155 m2 glas. Te berekenen uit: oppervlakte glas = (opp. grond)/(cosinus van dakhelling). De gevonden k-waarden moeten wij daarom nog met deze factor vermenigvuldigen. In grafiek 1.5.1. is daar 1,12 voor genomen. Deze grafiek geeft de k-waarde in afhankelijkheid van de windsnelheid. Er zijn bij deze berekeningen wat vereenvoudigingen aangenomen, dus een grote nauwkeurigheid moet er niet van verlangd worden. Waar het om gaat is, er oog voor te krijgen dat 1 k-waarde eigenlijk niet bestaat en dat deze waarde van de omstandigheden afhangt. In de praktijk rekent men



Grafiek 1.5.1. De invloed van de windsnelheid op de warmtedoorgangscoëfficiënt k.

met wat grotere k-waarden, ook wel k genoemd, waar ook stralings- en lekverliezen in verdisconteerd zijn. Voor het dimensioneren van verwarmingen bijvoorbeeld is die maat beter hanteerbaar.

Een van de vereenvoudigingen die wij toegepast hebben is het verwaarlozen van goot, roeden enz. Waar het schermen betreft zullen wij de invloed van gevels buiten beschouwing laten.

1.6. Waterdamp-stromen

Wij zagen al dat de waterdamp in de lucht een hoeveelheid warmte bevat. Om de waterdamp in de lucht te krijgen is verdampingswarmte nodig geweest. Condenseert de damp tegen het dek dan komt ze weer vrij, wij noemen het dan ook wel condensatiewarmte. Deze warmte komt voornamelijk in het glas terecht en gedeeltelijk in de lucht, als voelbare warmte. Het damptransport naar het glas zal doorgaan zolang de dektemperatuur onder het dauwpunt is.
Hoe groot het warmteverlies is, door het condenseren en verdwijnen van warmte in het glas - dat het weer voor een groot deel aan de buitenlucht afstaat - is moeilijk te bepalen. Wij beperken ons daarom tot een paar opmerkingen hierover.

Een kas met lucht van 16°C en 90% r.v. bevat aan waterdamp 12,4 g/m3. Koelt het glas in de loop van de nacht tot 8°C af, dan zal het dauwpunt van de lucht ook ongeveer 8°C geworden zijn, en bevat de lucht nog maar 8,4 g/m3. Er zal dus 4 g/m3 uit condenseren, dat is een 16 gram per m2 grond, overeenkomende met een condensatiewarmte van ongeveer 40 kJ/m2. Wordt deze toestand in acht uur (= 28800 s) bereikt, dan betekent dat een gemiddelde energiestroom van 1,4 W/m2. Dat is niet veel, maar de lucht zal in de regel steeds opnieuw waterdamp uit de grond of vanuit de planten opnemen, zodat de stroom in werkelijkheid veel groter is.

Zou er per m2 glasoppervlak 0,25 mm water neerslaan in 8 uur dan is dat 275 g per m2 grondoppervlak en dat vertegenwoordigt een energiestroom van 24 W/m2. Dat is berekend als volgt: de verdampingswarmte van water is 2501 - 2,326·t kJ/kg, waarbij t de temperatuur in °C is. Nemen wij voor de glastemperatuur 10°C, dan geeft dat

$$Q = \frac{275 \times (2501 - 2{,}36 \times 10)}{8 \times 3600} \; \frac{J}{s.m2} = 24 \; \frac{W}{m2}.$$

1.7. Ventilatieverliezen en schermen

De schermen reduceren de ventilatieverliezen doordat ze de luchtuitwisseling tussen de ruimte waar de verwarming hangt en de buitelucht sterk belemmeren. In dit opzicht zijn folies beter dan doeken, want bij doeken is, vooral bij sterke wind, nog wel luchtverplaatsing door het scherm mogelijk. Geen scherm sluit natuurlijk hermetisch af; ook bij folies blijven er nog wel wat kleine kieren.

Een scherm maakt ook de ruimte die verwarmd moet worden kleiner.
Dit is echter veel minder belangrijk dan men op het eerste gezicht geneigd is te denken. Het is in te zien als wij ons realiseren dat het op temperatuur houden van een luchtmassa alleen maar energie kost als er warmteverliezen zijn. De warmteverliezen ontstaan aan het buitenoppervlak van de beschouwde ruimte en op een hele kas bezien is de oppervlakte van een 4 m hoge ruimte haast gelijk aan die van een 3 m hoge ruimte. Immers: de boven- en zijoppervlakken bij een ruimte van 100 x 50 m2 en 3 m hoog zijn samen 5900 m2. Bij 4 m hoog is het 6200 m2, dat is 5% meer. Nemen wij 10.000 m2 (100 m x 100 m) worden het 11.200 en 11.600 m2, wat 3,6% scheelt. Bovendien is bij het hoger hangen van het scherm de ruimte boven het scherm kleiner; 's morgens als, bij beweegbare schermen, het scherm open gaat wordt er met een kleinere hoeveelheid koude lucht van boven het scherm gemengd, wat voor de regeling plezierig is.

Een nadeel bij het goed afsluiten bij folie is het optreden van condens op de folie. De druppels die er, vooral bij het openen, afvallen kunnen een gewas goed nat maken. Een hoge luchtvochtigheid gedurende de nacht is op zichzelf geen probleem. De planten komen niet onder het dauwpunt van de lucht en zolang dat het geval niet is treedt er op de planten ook geen condensatie op.
Door doeken kan wel damptransport optreden. Dat kan een merkwaardig gevolg hebben, namelijk dat er in koude nachten, onder een niet te zwaar doek, een

lagere luchtvochtigheid heerst dan in een kas zonder scherm. De oorzaak moeten wij zoeken in de glastemperatuur. Het glas boven een scherm is kouder dan het glas in een niet-geschermde kas. Daar waar het glas het koudst is zal het meeste vocht condenseren en zal het dauwpunt van de lucht het laagst zijn. Bij een vrij doorlatend schermmateriaal kan zich voldoende waterdamp naar de ruimte boven het scherm verplaatsen, zodat onder het scherm een lager vochtgehalte van de lucht dan in een ongeschermde kas bewerkstelligd wordt.

De ventilatieverliezen kunnen vooral bij sterke wind en zeker bij wat oudere, niet geheel dichte kassen, aanzienlijk zijn, zodat het beperken van deze verliezen een belangrijk aspect van het schermen is.
Door de geringere ventilatie en door de lagere buistemperaturen ontstaat een heel ander luchtbewegingspatroon onder het scherm. Dat heeft tot gevolg dat er andere vertikale temperatuurgradiënten in de kas ontstaan, vergeleken met een ongeschermde kas. Maar ook treden er vaak grote horizontale temperatuurgradiënten op. Deze laatste kunnen erg hinderlijk zijn doordat ze de gelijkmatigheid van het gewas verstoren, want ze werken meest in dezelfde richting.
Horizontale luchtstromingen boven het scherm van koude, dus relatief zware lucht naar de kant waar de kas het laagst is door het afschot, zijn daar voor een groot deel verantwoordelijk voor.

1.8. Het tegengaan van convectieverliezen

De convectieverliezen zijn evenredig met het temperatuurverschil dat tussen de lucht aan weerszijden van het glas heerst. Door het scherm is de warme lucht onder het scherm ingekapseld en kan de lucht boven het scherm sterk afkoelen. De kas als geheel verliest warmte door convectie door dek en gevels en bij een kleiner temperatuurverschil aan weerszijden van het glas is het verlies navenant kleiner. Er zijn natuurlijk ook convectieverliezen door het temperatuurverschil tussen de ruimte onder en boven het scherm. Wij kunnen het scherm en het glas beschouwen als twee weerstanden tegen het convectieve warmtetransport, die in serie (= achter elkaar) staan. De totale weerstand tegen het verlies is dan gelijk aan de som van de twee andere weerstanden.

Door gebruik van een dubbel scherm wordt de weerstand nog vergroot. Als in de ruimte tussen de schermen stilstaande lucht aanwezig is, dan is de isolerende werking extra groot, want lucht is een bijzonder slechte warmtegeleider. Normaal gaat het leeuwedeel van de warmte-overdracht via lucht door luchtstromingen, waarbij de luchtdeeltjes door contact met oppervlakken warmte opnemen en weer afgeven. Folies langs de gevel zijn dan ook effectiever naarmate er minder luchtcirculatie tussen folie en glas kan optreden.

De schermtemperatuur ligt ergens tussen de temperatuur onder en die boven het scherm. Bij folies kan er daardoor veel condens op neerslaan, doordat waterdamp uit de warme ruimte tegen een kouder vlak condenseert. Is de temperatuur onder het scherm hoger dan onder in het gewas, zoals voor kan komen bij verduisteringsdoeken waar de verwarmingsbuizen tussen gewas en scherm liggen, dan is het condensgevaar minder.

Bij een dubbel scherm is het onderste scherm minder koud. In eerste instantie verwacht men dan veel minder condens. In de praktijk blijkt er wel condens op te treden in veel gevallen. Bij dubbel folie stelt zich echter een ander evenwicht in met een wat hogere luchtvochtigheid, zoals ook te zien is bij dubbele dekken.

1.9. Stralingsverliezen en schermen

De ruimte onder het dek is 's nachts boven een gesloten scherm kouder dan in het geval dat het scherm open is of dat er helemaal geen scherm is. Het dek zal dan niet alleen minder warmte afgeven aan de buitenlucht die er langs strijkt, maar ook de uitstraling zal minder zijn. Ruwweg kunnen wij zeggen dat elke graad lagere glastemperatuur een 5 W/m2 minder uitstraling geeft (zie grafiek 3).

Het glas krijgt de warmte niet alleen van de lucht onder het glas, maar ook door straling van het gewas en verwarmingsbuizen. Het scherm houdt ook deze warmteverliezen tegen, maar er is in deze nog wel een groot verschil tussen de schermmaterialen onderling. Transparant polyetheen laat de warmtestralen voor een 80% door, althans in nieuwe en schone toestand. Een polyetheen folie die gedurende de nacht beslaat laat de warmtestraling steeds minder door, want water absorbeert warmtestraling. Polyester en acryl absorberen de langgolvige straling goed en laten ze vrijwel niet door. Dat wil zeggen: het materiaal laat de straling niet door. Als een doek dun en los gefabriceerd is, kan natuurlijk wel veel straling door de openingetjes die het stralende oppervlak "ziet".

Folies, en ook wel doeken, worden soms van een aluminium-coating voorzien, vanwege de zeer hoge reflectiecoëfficiënt (r = 0,9) en de ermee samenhangende lage emissiecoëfficiënt van aluminium. Om het aluminium tegen verwering en slijtage te beschermen wordt er vaak nog een dun laagje polyetheen over aangebracht. Dat heeft weinig invloed op de reflectie doordat polyetheen de straling maar weinig hindert.

Schermen met een coating worden met de reflectielaag naar boven aangebracht. Een van de redenen is dat de reflectielaag alleen maar werkt als ze droog is en aan de onderkant treedt vaak condens op. Een laagje water van 0.02 mm absorbeert al 98% van de warmtestraling, wat de reflectie danig vermindert.

Bovendien zal de schermtemperatuur hoger zijn als de onderzijde de warmtestraling niet reflecteert en - door de lage emissiecoëfficiënt van de coating - naar boven weinig warmte uitstraalt. Daardoor zal de condensatie tegen het scherm wat minder worden, maar normaliter niet zoveel dat condensatie voorkomen wordt.

Een belangrijk argument om de reflectielaag, die dus een hoge reflectiecoëfficiënt, maar een lage emissiecoëfficiënt heeft, bij voorkeur aan de bovenzijde te houden kan ontleend worden aan de temperatuurverschillen tussen scherm en glas en gewas. De schermtemperatuur zal dichter bij de gewastemperatuur dan bij de glastemperatuur liggen. Met de coating naar beneden zal de uitstraling van het gewas teruggekaatst worden, met andere woorden van het gewas uit gezien, zal de "stralingstemperatuur" van het scherm ongeveer die van het gewas zelf zijn. Met de coating naar boven is deze stralingstemperatuur de temperatuur van het scherm zelf. Het verschil tussen deze twee gevallen is niet zo groot dat daar een grote winst in zit.

Met de coating naar beneden zal de bovenzijde veel warmte uitstralen naar het koude glasdek. In koude nachten kan dit door de lage glastemperatuur een vrij groot verlies zijn. Een verlies, dat te beperken is door het scherm met de coating naar boven te leggen, zodat de warmtestraling naar boven door de lage emissiecoëfficiënt sterk gereduceerd wordt. Hoewel wij in eerste instantie geneigd zijn te zeggen: laten wij de reflectie aan de onderkant maar groot maken, zodat wij de warmte terug kaatsen, blijkt dit achteraf niet de beste oplossing te zijn. Er zal meer energie bespaard kunnen worden door het stralingsverlies naar het koude glasdek te verminderen.

1.10. Diversen

Onder een scherm heersen lagere buistemperaturen of er lopen minder buizen mee. Dat houdt in dat er minder stralingswarmte beschikbaar is om gedurende de nacht de grond en plantendelen direct op te warmen. Het verhaal dat onder een scherm er minder uitstraling van de bladeren plaatsvindt en daardoor de bladtemperatuur er hoger is dan in een ongeschermde kas gaat lang niet altijd op. Door de mindere straling die de bladeren bij de lagere buistemperatuur ontvangen, zijn ze vaak juist minder warm bij dezelfde luchttemperatuur. Verschillen in bladtemperatuur met ongeschermde kassen worden vooral veroorzaakt doordat er andere

luchttemperatuurgradiënten ontstaan als wij gaan schermen. Ook de buisligging en de vorm van het gewas spelen een rol.

In de zomer kunnen schermen gebruikt worden om overmatige zonnestraling op de planten te voorkomen. De schermen die hiervoor in aanmerking komen zijn voornamelijk doeken, hoewel ook wit folie gebruikt kan worden. Om een te benauwd klimaat te voorkomen moet dan wel een bepaald gatpercentage overblijven. Dat gatpercentage bestaat uit de openingen die overblijven door het doek niet helemaal te sluiten plus de openingen in het doek zelf, in het weefsel. De doeken die voor dit doel het meest geschikt zijn, zijn vrij open doeken, die in de winter 's nachts wel besparing geven, maar dat dan wel minder doen dan schermen die in de eerste plaats voor energiebesparing bedoeld zijn.

Verduisteringsschermen mogen geen licht doorlaten en uit dien hoofde worden ze dusdanig gefabriceerd en aangebracht dat ze ook goede besparingseigenschappen hebben.

2. OVERZICHT BEWEEGBARE SCHERMINSTALLATIES

In dit hoofdstuk wordt een totaaloverzicht gegeven van de verschillende systemen op het gebied van beweegbare scherminstallaties. Daarna wordt de technische uitvoering behandeld van de huidige scherminstallaties zoals die in Nederland voorkomen.

2.1. Overzicht van manieren van schermen

Met "manieren van schermen" wordt hier bedoeld de ligging en de bewegingsrichtingen van een scherm in een kas.
De ligging van een scherm kan zijn: vlak, hellend (tentvorm) of gedeeltelijk hellend en gedeeltelijk vlak.
De meeste schermen liggen vlak, dus horizontaal. Aan de gevels kan het scherm eventueel tot aan de grond doorlopen, zodat ook de gevel wordt geschermd. Het zou eveneens mogelijk zijn om een apart beweegbaar gevelscherm aan te brengen. Bijvoorbeeld een vertikaal rolscherm op- en afrollend. In breedkappers wordt het scherm soms geheel of gedeeltelijk hellend aangebracht.
Bij een gedeeltelijk hellend aangebracht scherm beweegt het scherm van spant naar spant. Indien een scherm geheel hellend wordt aangebracht (tentvorm) wordt meestal eveneens van spant-naar-spant geschermd, maar er zijn ook voorbeelden waarbij van nok-naar-goot wordt geschermd. Meestal is dit een zonweringsscherm. Een bijzondere uitvoering van een hellend aangebracht scherm is een scherm, bewegend van gording naar gording. Een dergelijk scherm is echter nog niet voor de praktijk bruikbaar.

In de figuren 2.1.a. tot en met 2.1.m. is schematisch aangegeven welke schermliggingen voorkomen. De meest voorkomende zijn met een + aangemerkt.

2.2. Overzicht schermsystemen

In de praktijk worden verschillende typen scherminstallaties toegepast. Het meest gebruikte systeem is de installatie waarbij het scherm over steundraden wordt geschoven. Bij een ander systeem wordt het scherm met haken opgehangen aan draden. Er zijn behalve deze systemen ook andere typen beproefd of ontworpen. Om een indruk te geven van de verschillende mogelijkheden voor beweegbare schermen is een schema opgesteld. In dit schema is onderscheid gemaakt tussen schermen binnen en buiten de kas. Zoals te zien is bij elk systeem een korte beschrijving en een schematische tekening geplaatst. Zie figuur 2.2.
Om aan te geven of een systeem direct toepasbaar is of niet zijn de verschillende mogelijkheden gemerkt. Direct uitvoerbare systemen zijn met xxx gemerkt. Mogelijkheden gemerkt met ** verkeren nog in een proefstadium of zijn nog te duur.
Mogelijkheden gemerkt met * zijn ideeën die zouden kunnen worden uitgewerkt of nog in een zeer experimentele fase verkeren.
Bij schermsystemen voor gebruik buiten een kas zijn een paar ideeën niet in het schema opgenomen. Dit betreft een oprolbaar scherm met lange banen in de lengterichting van de kappen en een vouwbaar scherm bestaande uit grote buisfolies (diameter ± 1 meter) welke geheel vrij van het kasdek aan hangkabels zijn opgehangen. De installaties zijn wat principe betreft hetzelfde als soortgelijke schermen voor binnen in de kas.
In dit hoofdstuk (2) en bijvoorbeeld in hoofdstuk 7 wordt dieper ingegaan op de diverse actuele systemen.
Variaties in materialen, schermsystemen en aandrijvingen blijven natuurlijk mogelijk. Hierbij kan gedacht worden aan reeds bekende principes of aan nieuwe ontwikkelingen.

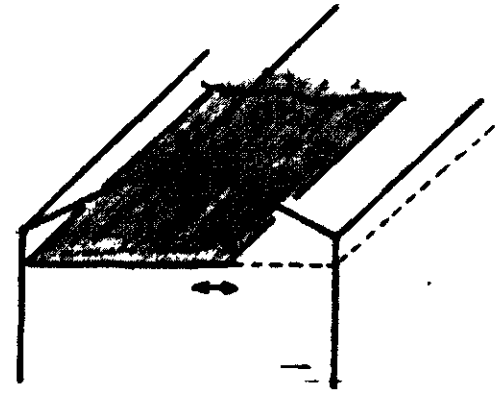
2.3. Aandrijvingen

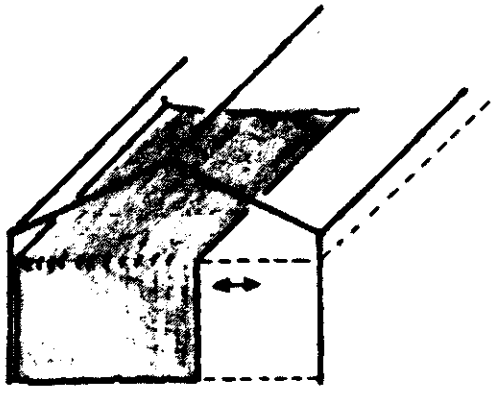
Aandrijvingen voor scherminstallaties kunnen wij in twee hoofdgroepen verdelen.

SCHERMEN VAN GOOT NAAR GOOT.

2.1. Schermliggingen.

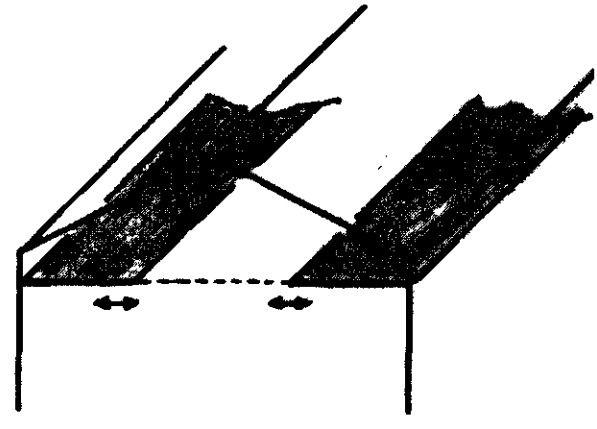
a. Schermen van goot naar goot (schermbreedte 3,2 m, 6,4 m, soms 8 m).

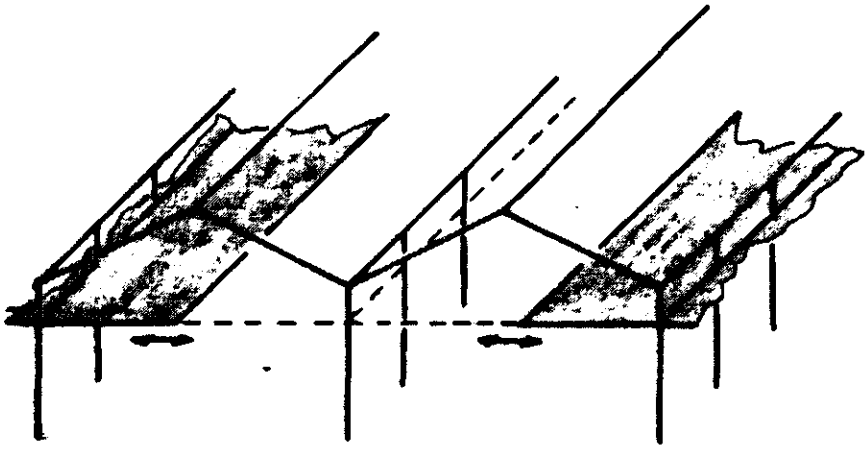




b. Schermen van goot naar goot met gev

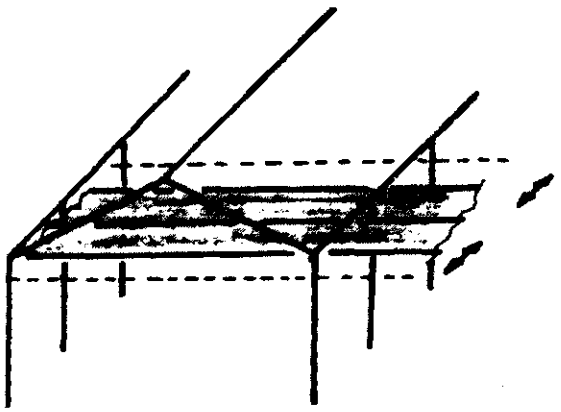
c. Schermen van goot naar midden van de kap, twee bewegingsrichtingen. (2 x 3,2 m, 2 x 4 m, 2 x 6,4 m).





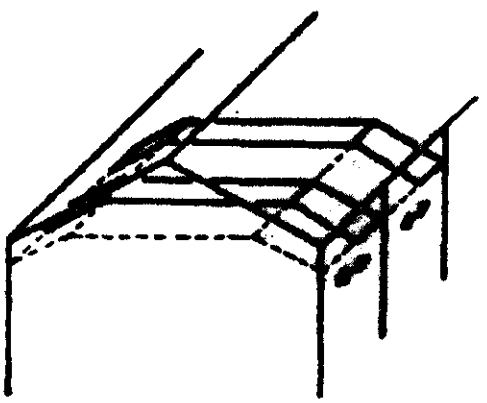
d. Schermen van goot naar goot, twee bewegingsrichtingen (2 x 3,2 m).

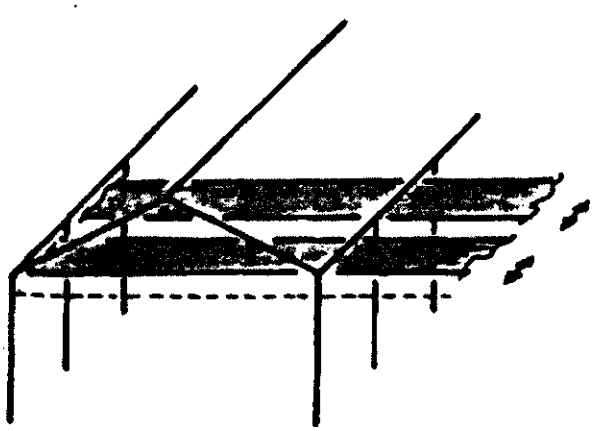
SCHERMEN VAN SPANT NAAR SPANT.



e. Schermen van spant naar spant.

f. Schermen van spant naar spant.
Scherm gedeeltelijk hellend.

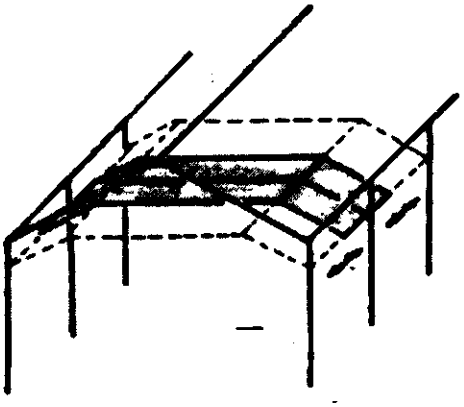


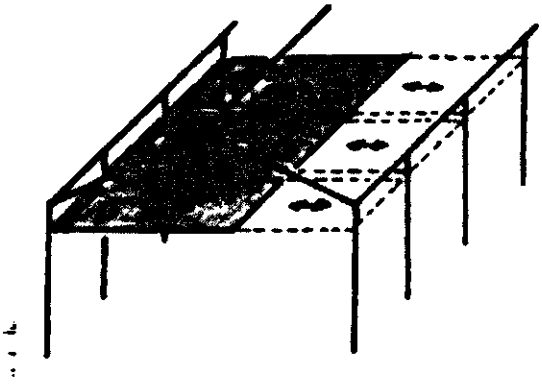


g. Schermen van spant naar spant, twee bewegingsrichtingen (2 x 3 m).

DIVERSE MANIEREN VAN SCHERMEN.

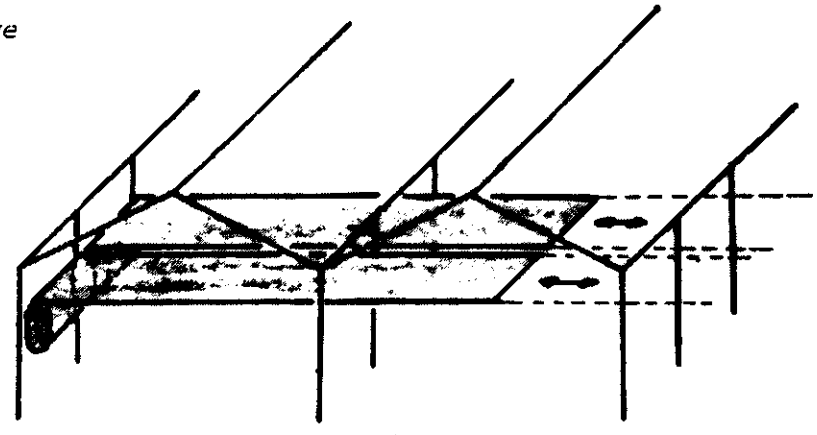
h. Schermen van spant naar spant, twee bewegingsrichtingen. Scherm gedeeltelijk hellend (2 x 3 m).

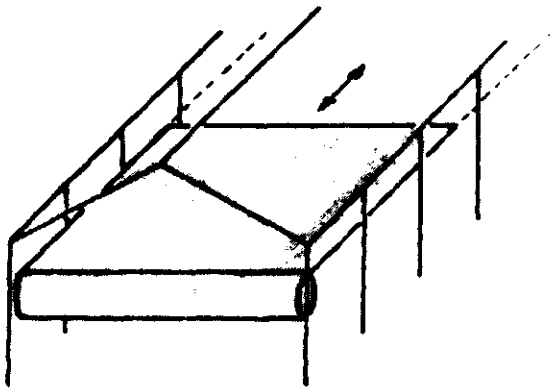




i. Schermen van goot naar goot met korte rollen tussen de spanten (3,2 m of 6,4 m).

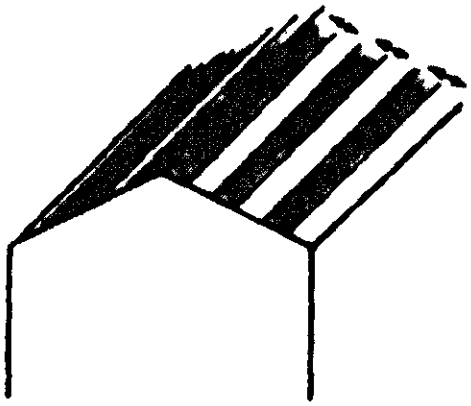
j. Schermen bestaande uit lange banen (railscherm of rolscherm) tussen de spanten.

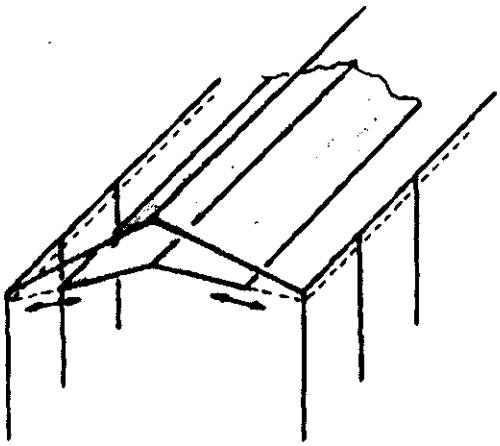




k. Scherm bestaande uit lange banen (railscherm of rolscherm) in de kaprichting.

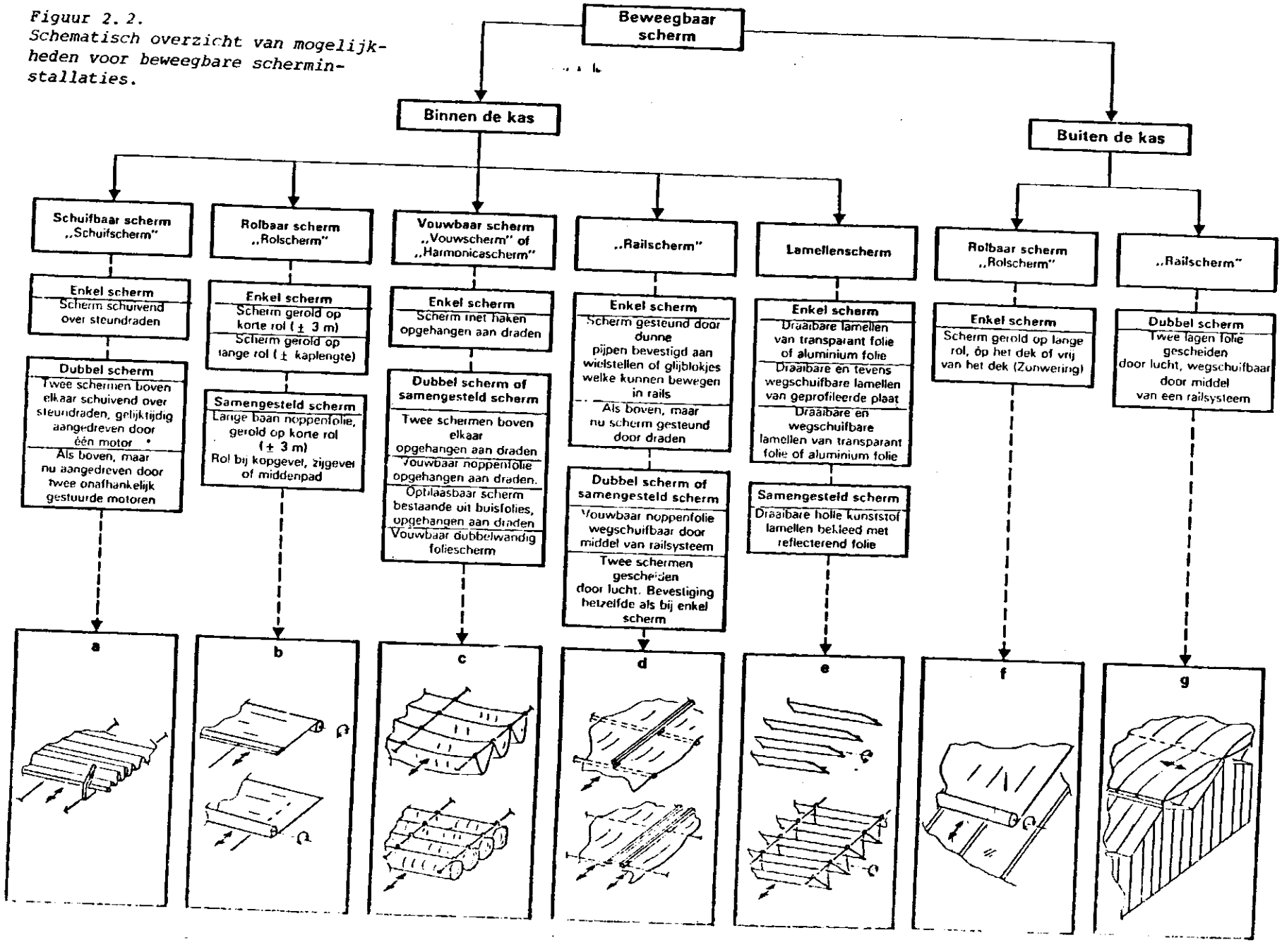
l. Schermen van gording naar gording. (± 1,2 - 1,4 m).





m. Schermen van nok naar goot.

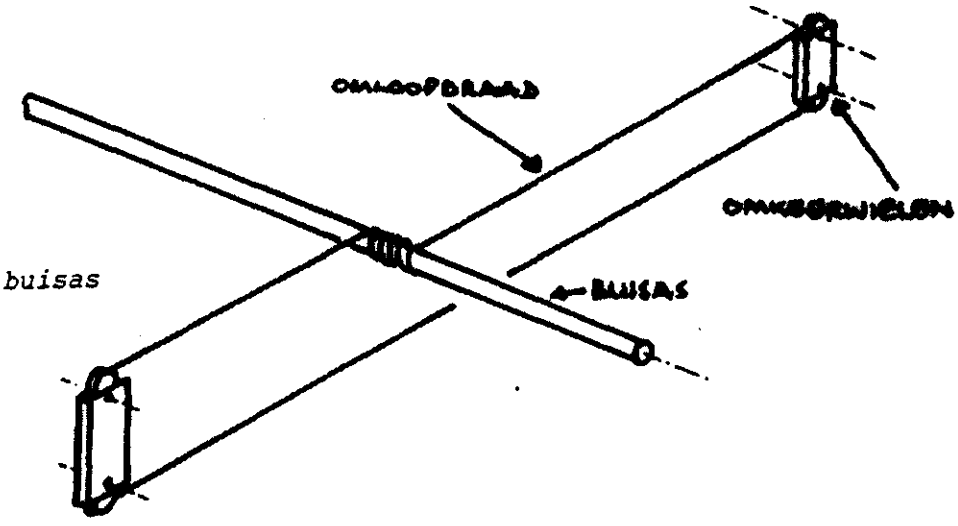
Figuur 2.2.
Schematisch overzicht van mogelijkheden voor beweegbare schermin-stallaties.



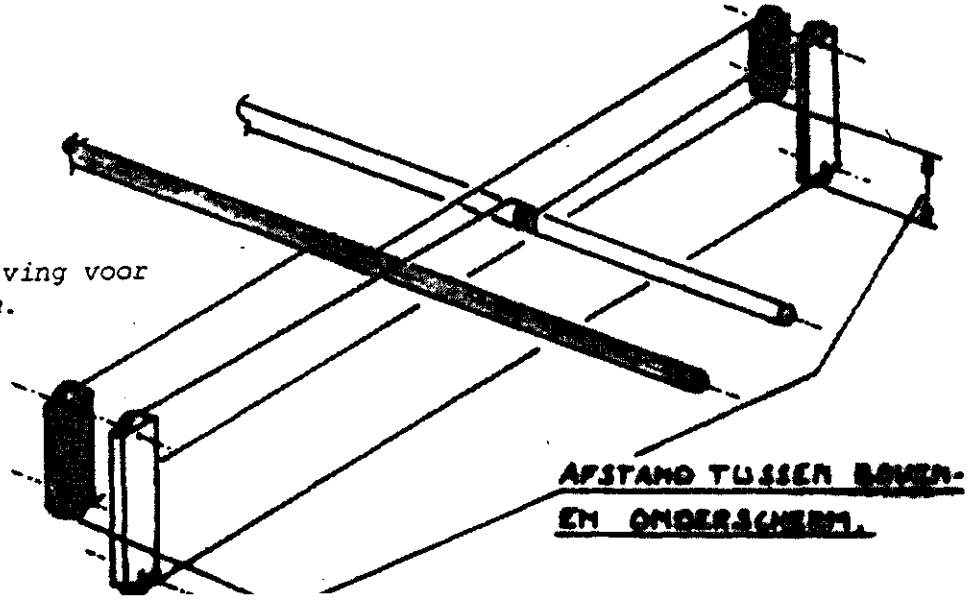
2.3.1. Aandrijvingen voor schuifschermen, vouwschermen en railschermen

Voor deze typen scherm bestaat een aantal mogelijkheden. De meest voorkomende worden hier behandeld:

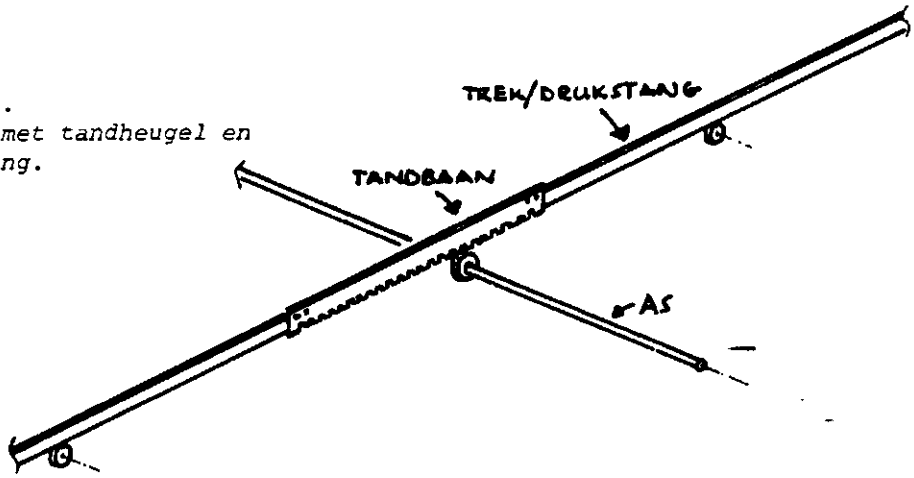
a. Aandrijving bestaande uit rondlopende trekdraden welke zijn gewikkeld om een buisas. Dit is weergegeven in figuur 2.3.a. Figuur 2.3.b. geeft een voorbeeld van een systeem voor twee onafhankelijke scherminstallaties waarbij de schermen met een onderlinge tussenruimte boven elkaar worden gemonteerd.
b. Een systeem met tandheugels (tandbanen) en trek/drukstangen. Zie figuur 2.3.c.



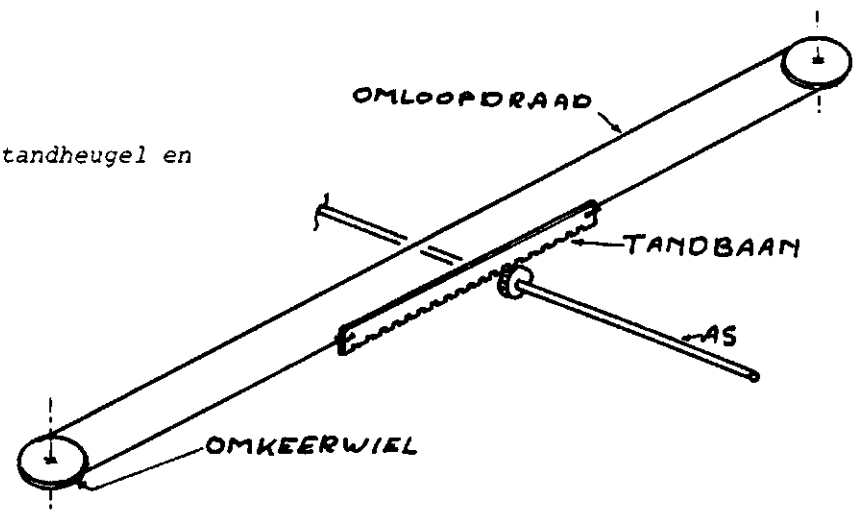
Figuur 2.3.a.
Aandrijving met buisas en trekdraad.



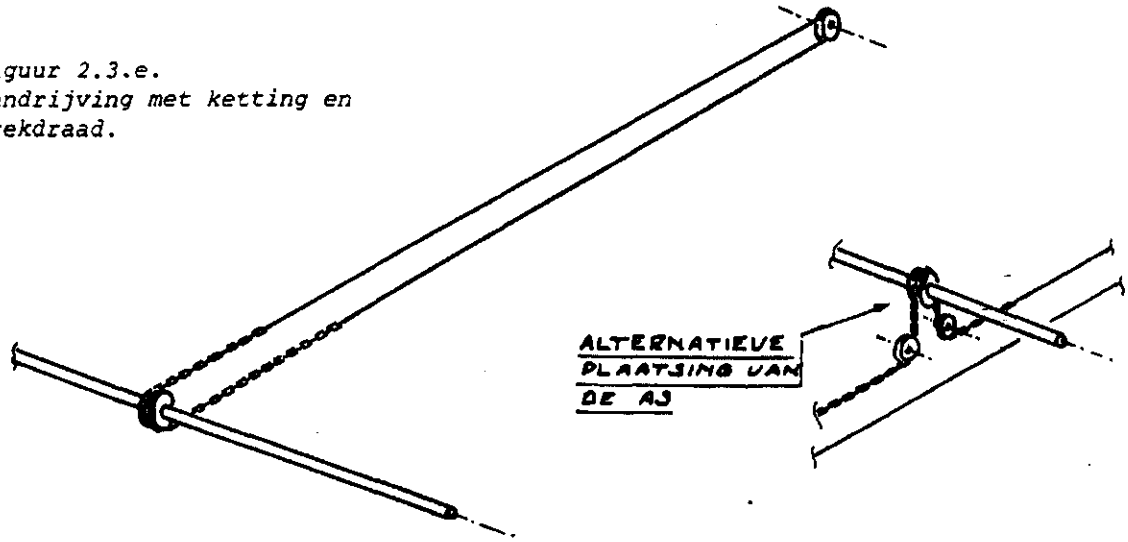
Figuur 2.3.b.
Mogelijke aandrijving voor een dubbel scherm.



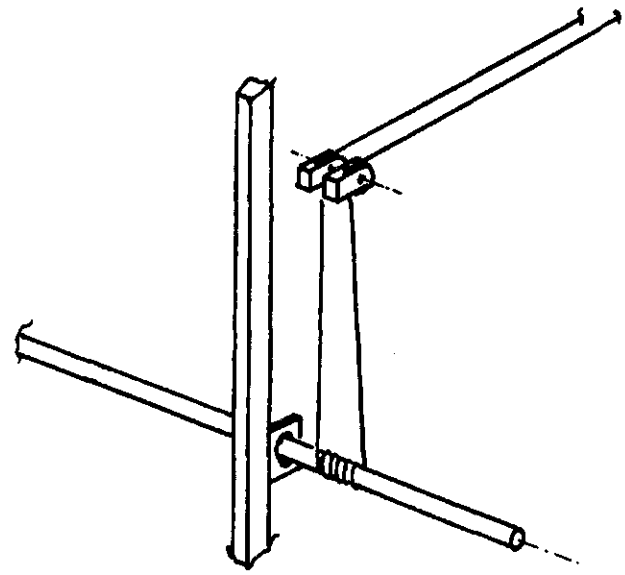
Figuur 2.3.c.
Aandrijving met tandheugel en trek-drukstang.



Figuur 2.3.d.
Aandrijving met tandheugel en trekdraad.



Figuur 2.3.e.
Aandrijving met ketting en trekdraad.



Figuur 2.3.f.
Aandrijving verlaagd geplaatst.

c. Een aandrijving bestaande uit tandheugels met rondlopende trekdraden. Het systeem kan gemonteerd worden met de heen- en teruggaande draadgedeelten naast elkaar of boven elkaar. In figuur 2.3.d. liggen ze naast elkaar. In deze situatie is het systeem direct geschikt voor een installatie met twee trekrichtingen.
d. Systeem met kettingen en rondlopende trekdraden. Hierbij wordt de ketting voortbewogen door een zogenaamde nestenschijf. Deze kan op twee manieren geplaatst worden. Zie figuur 2.3.e.

In figuur 2.3.f. is tenslotte weergegeven dat een aandrijving ook op een andere hoogte kan worden aangebracht. Dit komt in Nederland in de praktijk weinig voor. Voordeel zou soms kunnen zijn enige ruimtewinst in de kas. Een (klein) nadeel is dat de trekdraden over een extra schijf geleid worden.

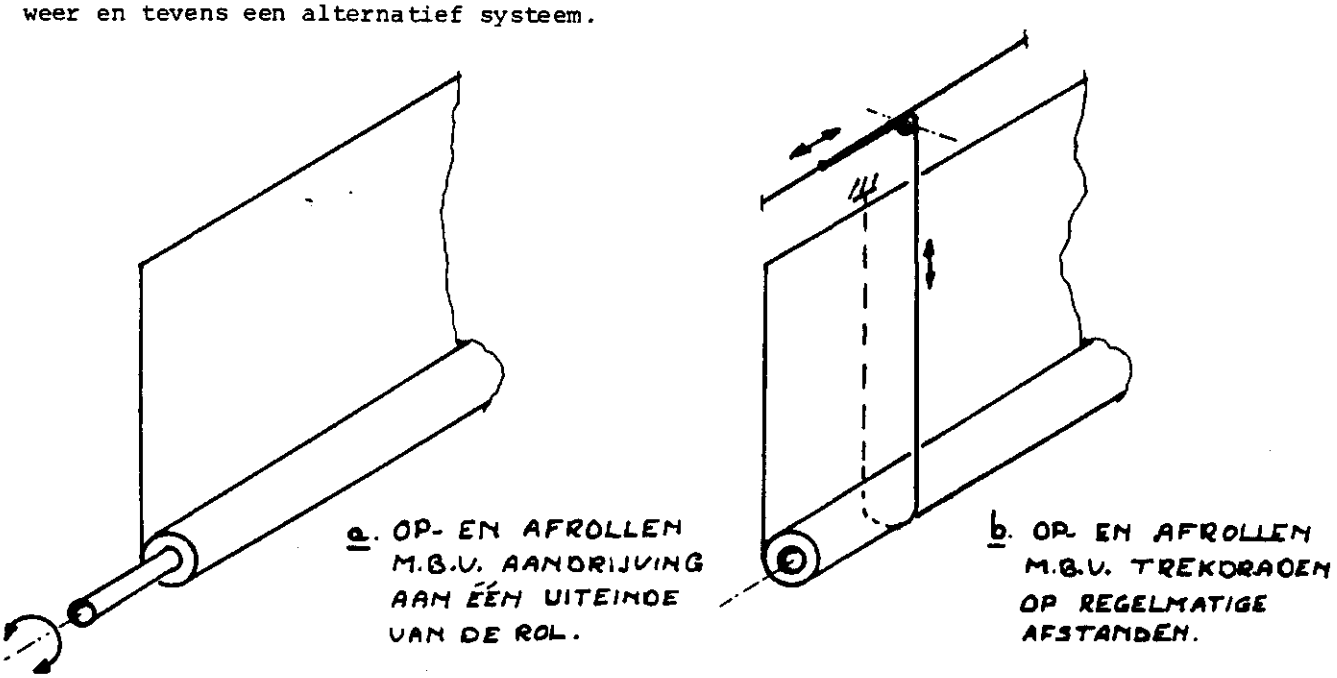
2.3.2. Aandrijvingen voor rolscherm en lamellenscherm

a. Horizontaal oprolbaar scherm

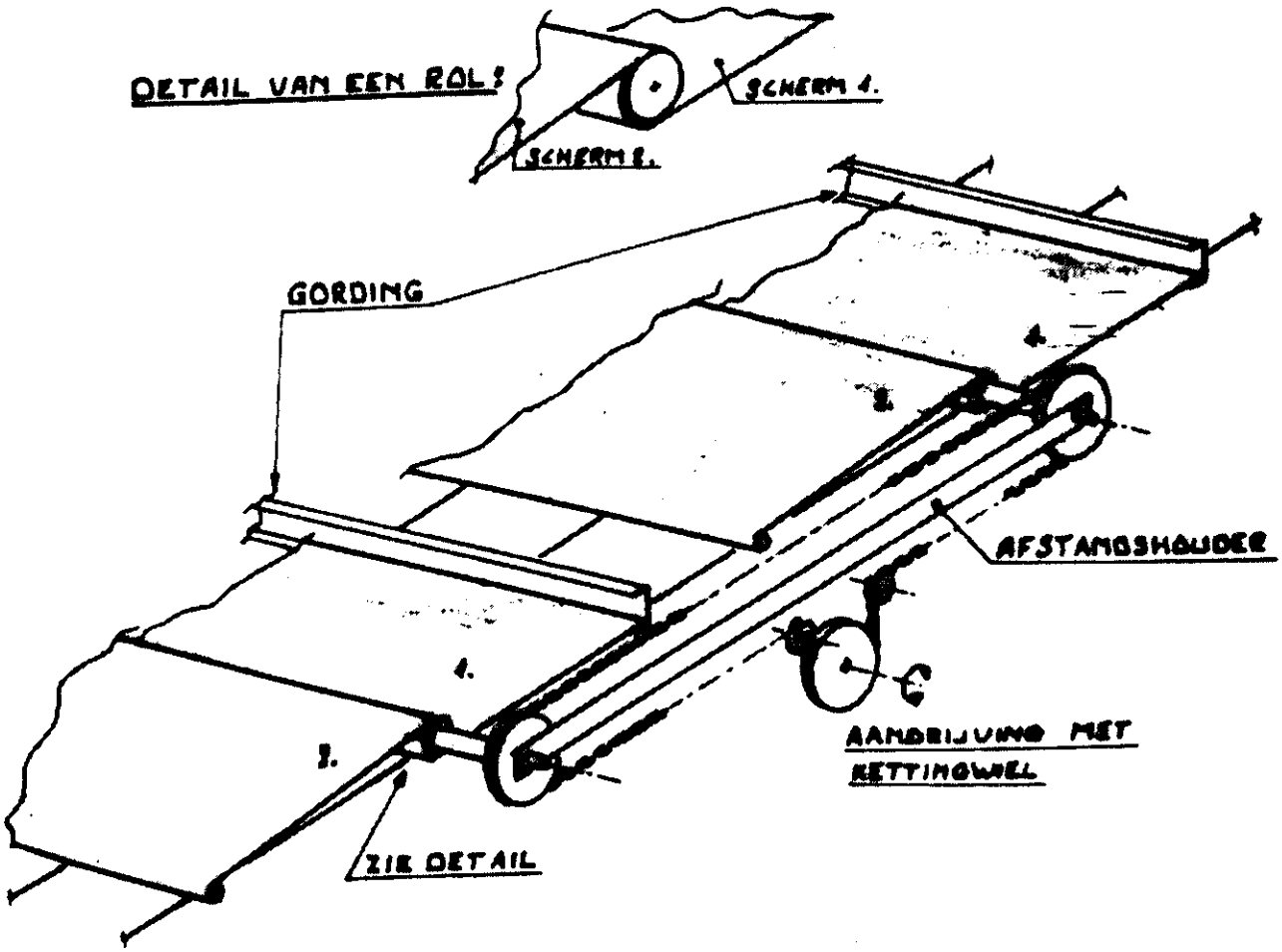
Bij dit type scherm wordt meestal uitgegaan van aparte aandrijvingen voor openen en sluiten. Voor het sluiten (afrollen) worden trekdraden gebruikt, voor het openen (oprollen) tot nu meestal veren in de rollen. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn een systeem waarbij zowel voor het oprollen als voor het afrollen een motor wordt gebruikt. Hierbij moeten de rollen welke in elkaars verlengde liggen doorgekoppeld worden. Voor een rolscherm met lange banen noppenfolie zal een motoraandrijving noodzakelijk zijn. Hierbij moet rekening gehouden worden met het dikker en dunner worden van de rol wanneer het scherm op- of afgerold wordt. Het afrollen kan weer met behulp van lange trekdraden plaatsvinden.

b. Verticaal of hellend oprolbaar scherm

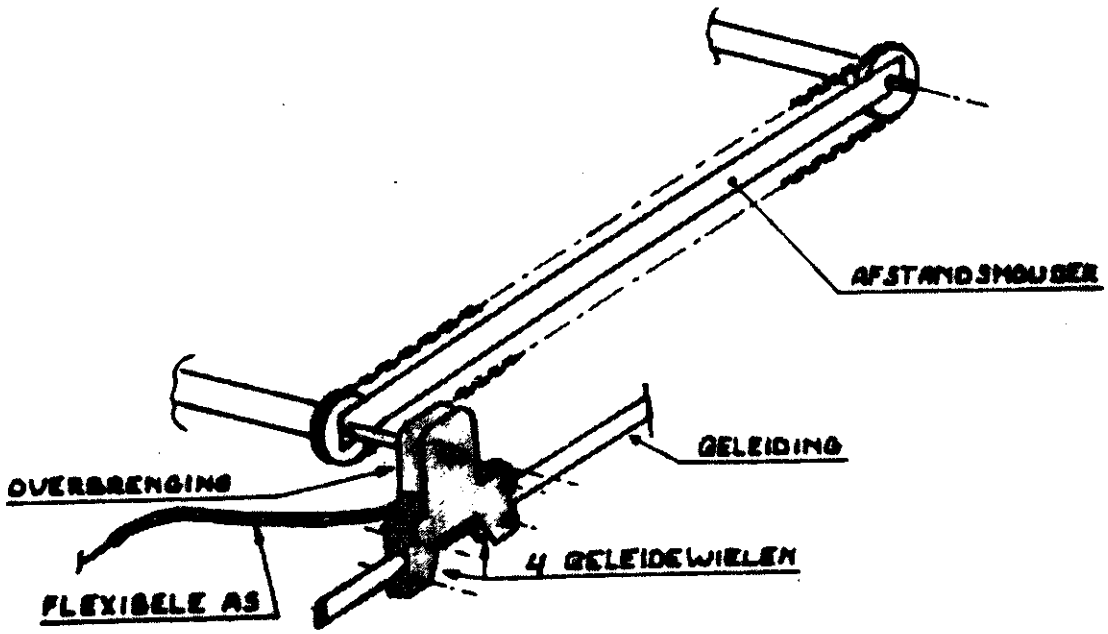
Het op- en afrollen van een scherm is in verticale richting of hellend makkelijker dan in een horizontaal vlak. Dit wordt veroorzaakt door de zwaartekracht. Deze zorgt ervoor dat het afrollen "vanzelf" gaat. Het oprollen moet met een aandrijving gebeuren. Het scherm blijft bij dit principe goed vlak, zonder plooien.
Er kan gebruik gemaakt worden van een aandrijving aan het einde van de rol of van trekdraden welke onder de rol doorlopen. De figuren 2.4.a. en b. geven het principe weer.
Voor het schermen van gording naar gording is enkele jaren geleden een kettingaandrijving ontworpen. Deze aandrijving heeft in een proefopstelling op kleine schaal gewerkt maar is verder nog niet toegepast. Figuur 2.4.c. geeft dit principe weer en tevens een alternatief systeem.



Figuur 2.4. a/b. Verticaal of hellend rolscherm.



Figuur 2.4.c.
Mogelijke aandrijvingen voor scherm werkend van gording naar gording.



VOORBEELD VAN EEN ANDER AANDRIJVINGSPRINCIPE

c. Lamellenscherm

Op het gebied van lamellenschermen bestaan enkele soorten. Zie figuur 2.2. Voor het verdraaien en eventueel wegschuiven van de lamellen zijn diverse aandrijvingen ontworpen.
Afhankelijk van het type kunnen de lamellen lang (bijvoorbeeld kaplengte) of kort (bijvoorbeeld kapbreedte) zijn.
Bij korte lamellen wordt volstaan met een bewegingsmechanisme aan de uiteinden. Dit mechanisme kan bestaan uit een haaks wormkastje of uit een kleine hefboom. De wormkastjes worden aangedreven door doorlopende assen. De kleine hefboompjes worden gekoppeld aan doorlopende trekstangen.
Bij deze systemen kunnen de lamellen alleen gedraaid worden, niet tot een pakket opgeschoven. Technisch gezien bestaat de mogelijkheid van opschuifbaar maken echter wel.
Bij lange lamellen wordt gebruik gemaakt van draden welke op regelmatige afstanden (bijvoorbeeld 70 cm) voor ondersteuning of beweging zorgen. Deze systemen zijn enigszins vergelijkbaar met de bekende zonweringen in kantoren en woningen.
Er is in Duitsland een dergelijk scherm ontwikkeld waarbij de lamellen zowel draaibaar als wegschuifbaar waren.

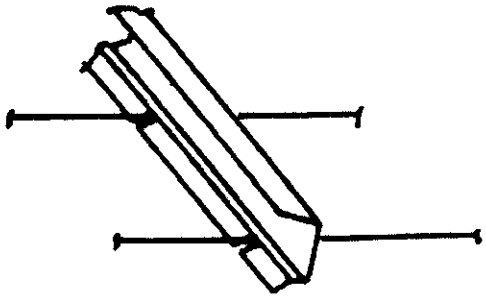
2.4. Opvouwen en afsluiten van schermen

2.4.1. Openen van schermen

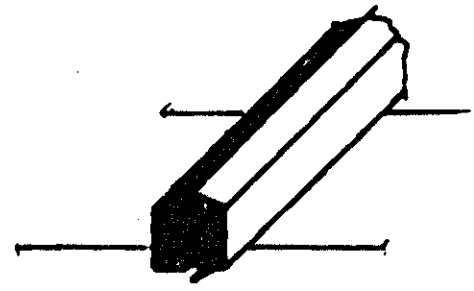
In het algemeen kunnen wij stellen dat met oprollen of opvouwen het kleinst mogelijke schermpakket bereikt kan worden. In de praktijk echter hebben wij het meest te maken met schuifschermen. Hiervoor zijn ook hulpmiddelen ontwikkeld waarmee een klein pakket gerealiseerd kan worden.
Om bij een schuifbaar scherm het scherm zo klein mogelijk samen te schuiven moet gelet worden op het soort schermmateriaal en de geleverde schermbreedte, hulpmiddelen voor meenemen van het scherm en het motorvermogen.
Om een scherm goed op te schuiven is het noodzakelijk voldoende zogenaamde meenemers te gebruiken. Dit zijn in hoofdzaak kunststof pennen of geleiders welke het goed opschuiven van het scherm bevorderen. Het beste voldoet een v-vormig model wat schuin naar beneden en naar boven gericht is en zodoende het schermpakket min of meer omvat. Per 3,2 meter of 3,0 meter moeten minimaal twee van deze meenemers geplaatst worden.
Een andere mogelijkheid is een meeneemprofiel waarmee het scherm over de gehele breedte gelijkmatig opgeschoven kan worden. Belangrijk is dat het scherm zowel boven als onder goed meegenomen wordt. De figuur 2.5.a. geeft een idee van het profiel dat op het Proefstation is beproefd. In de praktijk zijn op dit moment enkele andere profielen leverbaar welke bestaan uit een hoekvormig profiel of een klein C-profiel.
Een zeer klein lichtverlies kan worden bereikt indien wij een schermpakket tegen een ligger aandrukken. Zie figuur 2.5.b. Vooral in kastypen met zware spanten, bijvoorbeeld een sigma-ligger in plaats van een tralieligger, geeft de combinatie ligger/schermpakket relatief zeer weinig lichtverlies. Zie figuur 2.5.c.

2.4.2. Sluiten van schermen

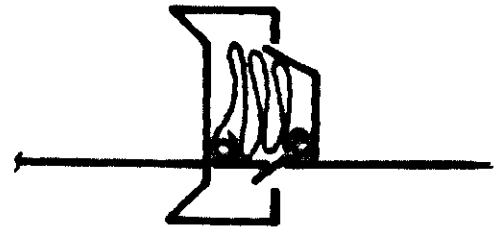
Met name in verband met een goed isolerend effect of een goede verduistering is het belangrijk dat een scherminstallatie goed afsluit. Tot voor kort werd de afsluiting uitsluitend gerealiseerd met een overlapping, waarbij de voorzijde van het scherm onder een vaste afhangende flap of strook getrokken werd.
Dit principe is in het begin ook toegepast bij scherminstallaties werkend van de goot naar het midden van de kap. Zie figuur 2.1.g.
Met het ontwikkelen van meeneemprofielen is gedacht aan het toepassen van profielen met flexibele rubber afdichtingen.
Deze profielen geven de mogelijkheid om beter af te sluiten en tegelijk met een kleinere overlapping, of zelfs zonder overlapping te werken. De figuren 2.6.a. tot



Figuur 2.5.a.
Principe van een meeneemprofiel (beproefd bij Proefstation Naaldwijk).



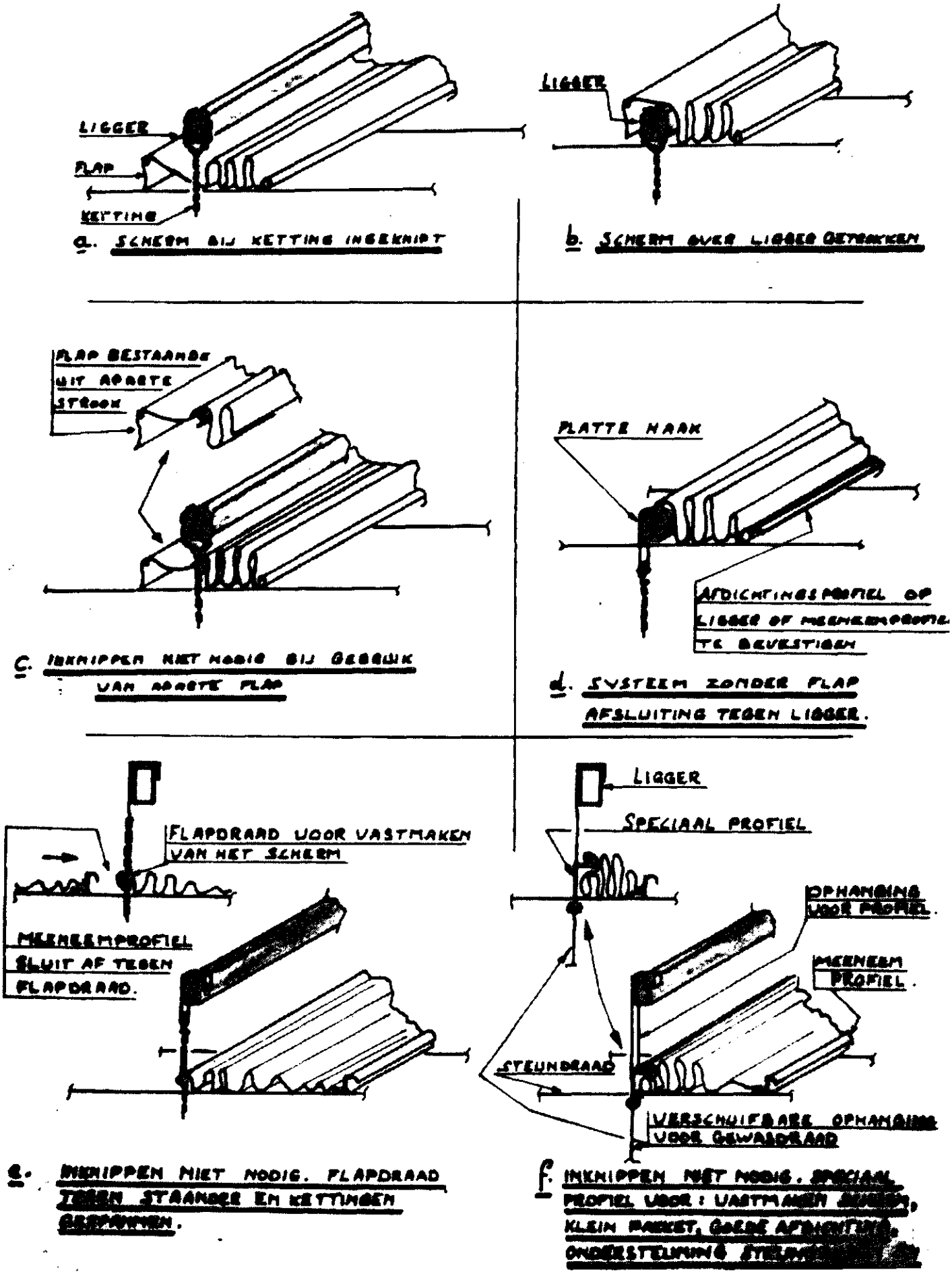
Figuur 2.5.b.
Schermpakket tegen ligger aangedrukt met het meeneemprofiel.



Figuur 2.5.c.
Schermpakket in ligger gedrukt (Zie ook bijvoorbeeld figuur 7.3.).

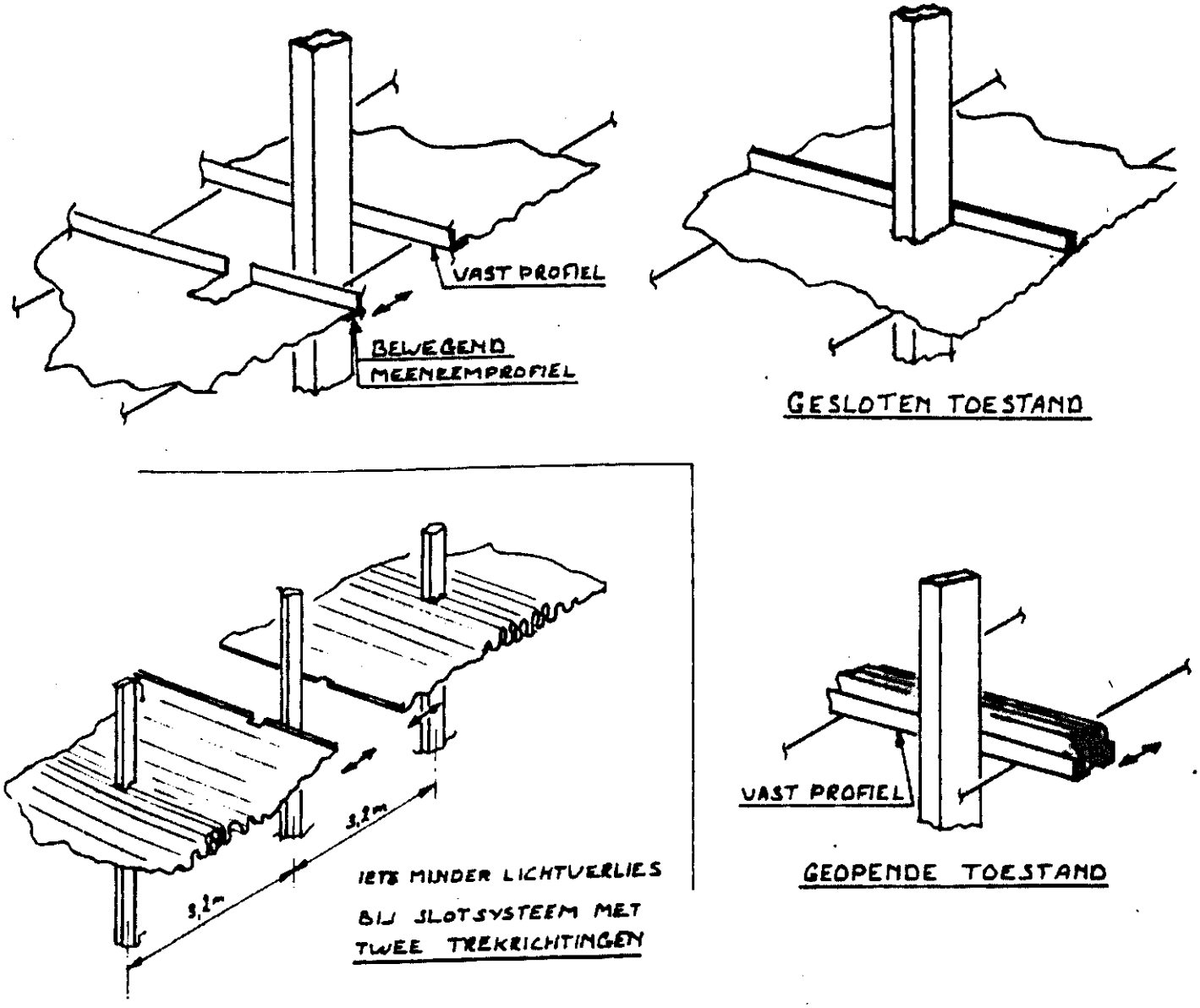
en met f geven enkele voorbeelden van afsluiting. Er is een systeem ontwikkeld waarbij het meeneemprofiel is onderbroken ter plaatse van de staanders van de kas waarin dat scherm wordt aangebracht. Op deze wijze wordt een uitsparing gemaakt welke iets ruimer is dan de doorsnede van de staander. De twee uiteinden kunnen met elkaar verbonden zijn met een U-vormige plaat of zonder doorverbinding gemonteerd worden. In dit laatste geval is dan per vak een extra trekdraad nodig. Om een goede geleiding te verkrijgen worden de trekdraden op bepaalde plaatsen door ogen geleid, waardoor het scherm niet van zijn baan kan afwijken. Het systeem wordt meestal slotsysteem genoemd. Figuur 2.7. geeft het principe weer.
Het voordeel van het toepassen van uitsparingen is dat de overlapping geheel kan vervallen en dat het schermpakket klein opgevouwen kan worden. Het systeem kan vooral gebruikt worden bij schermen van goot-naar-goot over 3,2 meter, 6,4 meter en 2 x 3,2 meter..Zie figuur 2.1.a. en d.).
Wat lichtverlies betreft is het één van de beste oplossingen.

Figuur 2.6. a t/m f.
Enkele mogelijkheden voor afsluiting van een scherm.

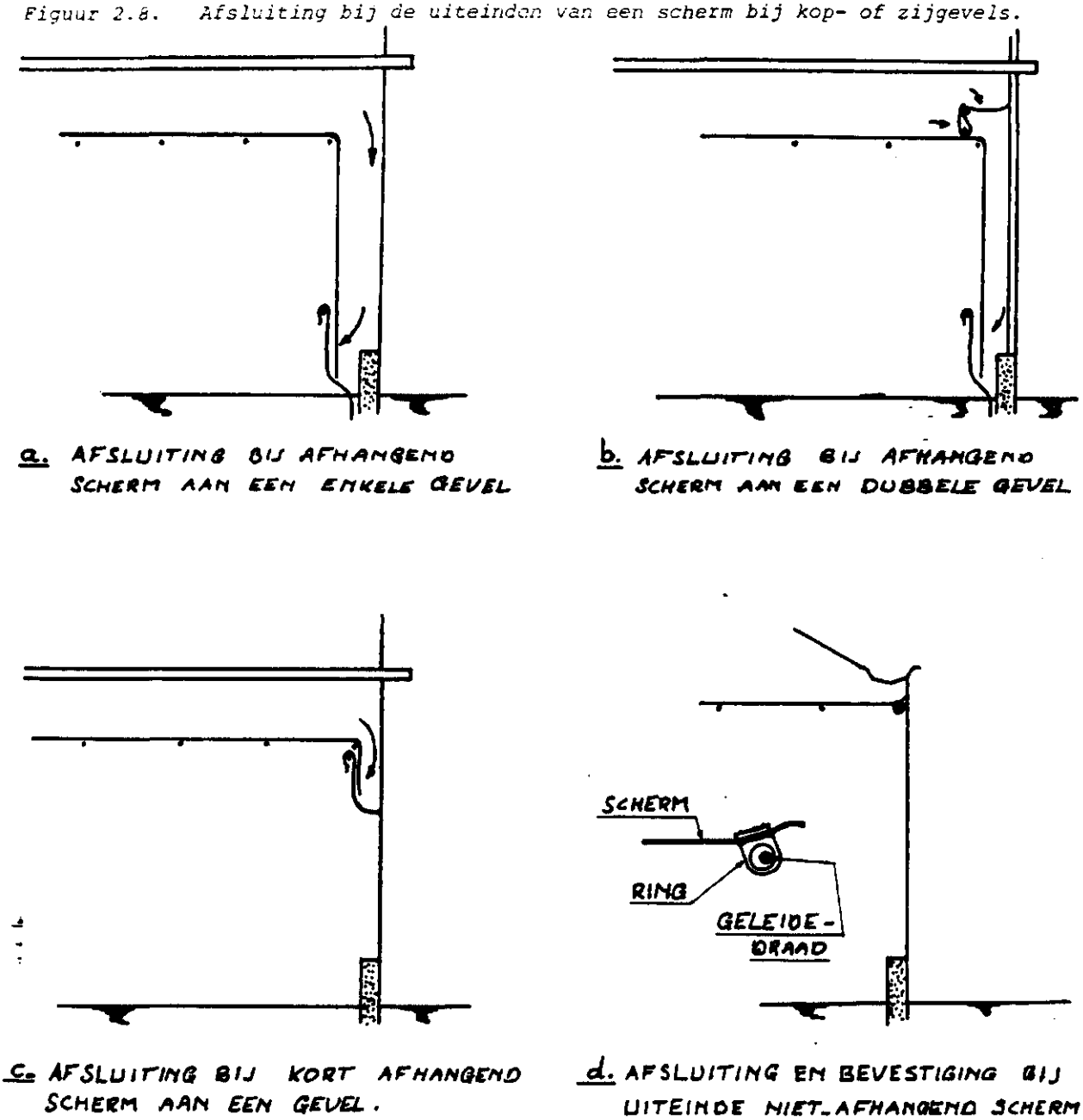


Een apart onderwerp is het afsluiten van de uiteinden van een scherm bij kop- of zijgevels. Op deze plaatsen ontstaat in de praktijk soms een schadelijke koude luchtstroom als gevolg van onvoldoende dichtheid. Bij elke manier van afsluiten moeten wij bedenken dat boven het scherm de luchttemperatuur lager is dan onder het scherm. Dit betekent dat deze relatief koude en dus zwaardere lucht omlaag zal willen stromen. De figuren 2.8.a. tot en met d. geven een paar voorbeelden van afsluitingen waarbij voorkomen wordt dat koude lucht in de warme ruimte onder het scherm binnendringt.

Figuur 2.7. Afsluiting bij een scherm met onderbroken meeneemprofiel (rolsysteem).



Figuur 2.8. Afsluiting bij de uiteinden van een scherm bij kop- of zijgevels.



2.5. Onderdelen van een scherminstallatie

In dit hoofdstuk komen de belangrijkste onderdelen van scherminstallaties aan de orde.

2.5.1. Trekdraden

Trekdraden bestaan meestal uit een massieve draad en ter plaatse van omkeerwielen uit kabel. De dikte van de draad is meestal nr. 12. Voor grotere installaties en indien de pakketten sterker samengetrokken moeten worden moet een grotere dikte, bijvoorbeeld nr. 11 of nr. 10 genomen worden. Ditzelfde geldt voor het kabelgedeelte. De normale kabeldiameter is 5 mm, maar bij zwaardere belastingen is het aan te raden een grotere dikte te kiezen.

2.5.2. Steundraden

Bij de meeste installaties ligt het scherm op of hangt het aan steundraden. Deze draden bestaan meestal uit nylon draden (bijvoorbeeld Atlasdraden) ongeveer 3 mm dik. De onderlinge afstand moet niet groter dan 50 à 60 cm zijn.

2.5.3. Bovendraden

Om opwaaien van een scherm tegen te gaan kunnen enkele kunststofdraden boven het scherm aangebracht worden. Op deze manier kunnen wij ook op plaatsen met weinig ruimte (bijvoorbeeld bij een goot of een luchtmechaniek as) het scherm wat omlaag houden. Hierdoor kan voorkomen worden dat het scherm blijft haken en beschadigd wordt.

2.5.4. Tandheugels

Zoals bij punt 2.3. reeds is vermeld kunnen voor het bewegen van de schermen ook tandheugels met trekdraden of tandheugels met trek-drukstangen gebruikt worden. De tandheugels zijn meestal van een aluminiumlegering. Bij gebruik van trek-drukslangen kan de tandheugel op druk worden belast. Dit betekent dat dan het risico van knikken ontstaat, zowel voor tandheugel als stang. Bij gebruik van een omlopende draad wordt de heugel altijd op trek belast en bestaat er geen risico voor knikken. Bij het aandrukken van de schermpakketten treedt (meestal) een hogere belasting op dan bij het sluiten van het scherm. Dit betekent dat de tanden aan één einde van de tandheugel zwaarder belast worden en meer slijten. Voor weinig extra kosten kan de tandheugel wat langer genomen worden, bijvoorbeeld ± 20 cm. In dat geval kan de tandheugel na enkele jaren over die lengte opgeschoven worden waardoor de extra gesleten tanden buiten gebruik gesteld worden.

2.5.5. Trek-drukstangen

Bij installaties met tandheugelaandrijving kan met trek-drukstangen worden gewerkt. Zie figuur 2.3.c. Tijdens openen of sluiten van het scherm zal steeds één helft van de stang drukken en één helft trekken. Voor het gedeelte dat op druk wordt belast bestaat evenals bij tandheugels het gevaar van knikken. Hierdoor mogen dit soort installaties niet te groot worden gemaakt! Als materiaal komt op de eerste plaats staal aan de orde. Dit materiaal is sterker en minder knikgevoelig dan aluminium. Staal geeft ook minder afwijkingen als gevolg van uitzetting en krimp door temperatuursveranderingen. Nadeel van staal is het grotere gewicht. Tevens is de keuze in de profieldoorsnede minder groot.

2.5.6. Omkeerwielen

Bij installaties met rondlopende draden worden omkeerwielen gebruikt voor het omleiden van de draden. Zie 2.3.1.a. Meestal worden twee kleine kunststof schijven gebruikt welke in een thermisch verzinkt, kokervormig huis zijn aangebracht. De schijven draaien rechtstreeks op doorgestoken bouten. Deze constructie geeft een compacte bouw, een goede afstand tussen heen- en teruggaande draad en een goede afscherming tegen vasthaken en indraaien van het scherm. Een nadeel is echter de kleine schijfdiameter in verband met kabelslijtage. Bij installaties met tandheugel en trekdraad wordt vaak één schijf als omkeerwiel gebruikt. Deze schijf heeft dan een grotere diameter en eventueel een kogellager. Bij gebruik van deze omkeerwielen moet voor een goede afscherming worden gezorgd opdat het scherm niet beklemd raakt.

2.5.7. Lagers

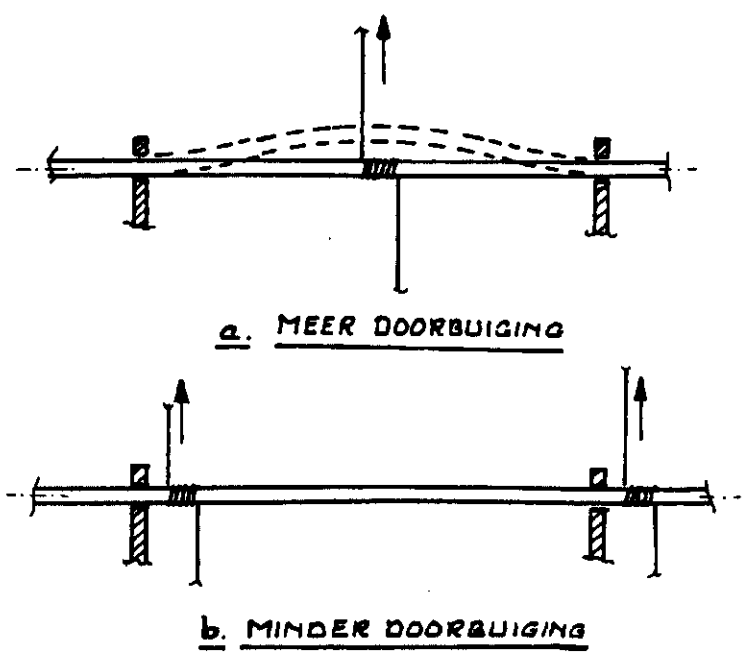
De lagering van de omkeerwielen is bij het vorige punt (e.) beschreven. De aandrijfassen voor de trekdraden of voor de tandheugels worden meestal gelagerd op de manier zoals gebruikelijk voor luchtmechaniek - buisassen. Dat wil zeggen in een huis met vier kleine rolletjes; rollen op bouten of kogellagers op bouten. Soms worden meer professionele lagers gebruikt. Deze bestaan uit een stoel of huis met een glijlager.

2.5.8. Assen

Bij de beschrijving van een aantal aandrijvingen in paragraaf 2.3. is al melding gemaakt van zogenaamde buisassen. Dit zijn holle assen welke kunnen bestaan uit

een buis met een diameter van 60 mm of van 33,4 mm (1"). De grootste diameter wordt toegepast bij installaties waar de trekdraden op de as gewikkeld worden. De buis met de kleinste diameter is in gebruik bij installaties waar de as is voorzien van rondsels waarmee tandheugels bewogen kunnen worden. Wanneer het niet mogelijk is om de assen in één rechte lijn ononderbroken door te laten lopen kunnen plaatselijk kruiskoppelingen gebruikt worden. Hierdoor kan de as bijvoorbeeld plaatselijk verlaagd of gedeeltelijk hellend en gedeeltelijk horizontaal worden aangebracht.
In alle gevallen moet op het volgende worden gelet:
De plaats van wikkeling van trekdraden, van rondsels of van kruiskoppelingen moeten zo dicht mogelijk bij een lager punt gekozen worden! Anders is de doorbuiging groter dan nodig, met snellere slijtage en mogelijke overbelasting. Zie figuur 2.9.

Figuur 2.9.
Doorbuiging van assen.



2.5.9. Motorreductor

De aandrijving van de buisassen vindt plaats met motoren en vertragingskasten. Deze motoren met overbrengingen zijn vergelijkbaar met die welke voor luchtmechanieken werden en worden gebruikt. Het vermogen dat gekozen moet worden hangt hoofdzakelijk af van de grootte van de installatie en de loopsnelheid van de installatie. Het is belangrijk dat voldoende motorvermogen wordt geïnstalleerd!

2.5.10. Hulpgordingen

Aan kop- of zijgevels worden hulpgordingen aangebracht. Deze gordingen dienen voor de bevestiging van omkeerwielen en steundraden. De vereiste sterkte van de gording wordt bepaald door de grootte van de installatie en de overspanning. Veel gebruikte maten zijn 50 x 30 mm en 50 x 50 mm.

2.5.11. Meeneembuis of meeneemprofiel

Met name bij schuifschermen moet het scherm met een hulpprofiel opgeschoven worden. Niet zo lang geleden werd hiervoor uitsluitend 3/8" gaspijp of aluminium buis Ø 19 gebruikt. Op dit moment zijn enkele typen meeneemprofiel op de markt welke het scherm over de gehele breedte gelijkmatig opschuiven. Deze profielen worden meestal voorzien van een rubber afsluitstrip (zie ook 2.4.2.).
Op de meeneembuizen en meeneemprofielen kunnen meenemers worden geklemd waardoor het scherm beter wordt opgeschoven. Zie verder punt 2.4.1.

2.5.12. Geleidingen

Bij geleidingen moeten wij het eerst denken aan een railscherm (fig. 2.2. schema). De geleidingen of rails welke bij het sinds enige tijd in ons land leverbare railscherm worden gebruikt bestaan uit Sendzimir verzinkte stalen C-profielen ongeveer 25 x 30 mm in doorsnee. In deze profielen lopen kunststof wielstellen. Belangrijk is dat de koppelingen tussen de stukken rail goed afgewerkt zijn zodat de wielstellen niet kunnen blijven haken. De levensduur van Sendzimir verzinkt staal is korter dan van thermisch verzinkt staal echter langer dan van elektrolytisch verzinkt staal. De voorlopige verwachting is dat het Sendzimir verzinkte staal redelijk zal voldoen.
Sinds kort is in Nederland ook een ander soort railscherm verkrijgbaar. Dit is beschreven in hoofdstuk 7 paragraaf 7.2.8. Bij dit systeem worden kunststof railprofielen gebruikt. Zie figuur 7.11.a. Belangrijkste factor is bij deze profielen dat materialen worden gebruikt die goed verouderingsbestendig zijn. Ten eerste voor een voldoende levensduur en ten tweede voor het behouden van goede glij-eigenschappen.
Andere geleidingen worden soms gebruikt om te voorkomen dat een scherm met naar één zijde afschot gaat verlopen tijdens het openen en sluiten. Deze geleiding kan bestaan uit een katrol aan het einde van de meeneembuis of het meeneemprofiel welke wordt geleid langs een strak gespannen draad. Een voorbeeld van de geleiding van het uiteinde van een scherm is te zien bij figuur 2.8.d.

2.5.13. Beveiligingen

Om overbelasting van scherminstallatie en/of kasconstructie te voorkomen moeten enkele beveiligingen aangebracht zijn. Op de eerste plaats moet de motor thermisch beveiligd zijn. Op de tweede plaats moeten eindschakelaars bij de motor/vertragingskast aanwezig zijn. Met behulp van extra eindschakelaars kan té ver doorlopen van een scherm worden voorkomen. Een ander soort beveiliging tegen té ver doorlopen is een soort meegevende of slippende verbinding bij de bevestiging van de meeneembuis op de trekdraad. Tegen draadbreuk of slaphangen van trekdraden kan eventueel een simpele beveiliging worden aangebracht. Deze bestaat uit een draad welke onder (lage) spanning staat en een stopschakelaar of alarm bedient indien contact wordt gemaakt met een trekdraad.

2.6. Krachten en belastingen

2.6.1. Krachten in een scherminstallatie

In een werkende scherminstallatie treden op diverse plaatsen weerstanden op waardoor de aandrijfmotor een bepaald vermogen moet leveren om het scherm te kunnen bewegen.
Deze weerstanden kunnen wij als volgt onderverdelen:

a. Weerstand van het scherm

Deze is afhankelijk van de eigenschappen van het schermmateriaal en van de steundraden. Factoren die hierbij een rol spelen zijn het gewicht, de dikte, de soepelheid en de wrijvingscoëfficiënt tussen het scherm en de steundraden. Natuurlijk is het aantal schermpakketten rechtstreeks een maat voor de optredende weerstand.

b. Weerstand van de omkeerwielen (indien aanwezig)

Door lagerwrijving en buiging met interne wrijving van de kabels ontstaat een extra weerstand.

c. Weerstand van de aslageringen

d. Weerstand van de motor met de vertragingskast.

Door wrijving van tandwielen, wormwielen en lagers in de aandrijfeenheid ontstaat eveneens een extra weerstand.

2.6.2. Krachten op de kasconstructie

Door het aanbrengen van een scherminstallatie in een kas zal de kasconstructie extra belast worden. Vertikale krachten als gevolg van het eigen gewicht van het scherm en de draden kunnen wij verwaarlozen. Horizontale krachten kunnen groot zijn.
De grootte van de krachten op de kasconstructie is afhankelijk van een aantal factoren namelijk:
a. De bij 2.6.1.a. en b. genoemde weerstanden;
b. De grootte van de overspanning van het scherm;
c. De voorspanning in trek- en/of steundraden.

Bij een systeem met omloopdraden moeten wij aan de gevels rekenen met een belasting die twee keer zo groot is als de spankracht in de draad omdat de draad via de omkeerwielen omgeleid wordt. Dit betekent dat niet alleen goed gekeken moet worden naar de sterkte van de kopgevel bij schermen van spant naar spant maar ook naar de sterkte van de zijgevels en de spanten bij schermen van goot naar goot.
Dit laatste in verband met drukkrachten. Bij een tandheugelsysteem met trek-drukstangen worden de gevels alleen belast door de steundraden en zijn de optredende krachten in de verdere constructie eveneens kleiner.

2.7. Slijtage en onderhoud

Hoewel een goed aangelegde en afgestelde scherminstallatie in het algemeen weinig problemen door slijtage zal geven is het controleren van installatie zeer aan te raden.
Onderhoudswerk zal dan bestaan uit nu en dan afstellen van de scherminstallatie, enige smering en kleine reparaties. Zoals wij dat bij de andere paragrafen ook hebben gedaan zullen wij hier een scherminstallatie op een aantal punten nalopen.

2.7.1. Scherm

Bij het scherm zelf hebben wij eigenlijk niet met onderhoud te maken. Wel zijn er een paar plaatsen waar in de praktijk wat gemakkelijker slijtage optreedt.
a. Ter plaatse van trekdraden. Advies: systeem met verlaagde trekdraden kiezen en extra steundraad aanbrengen ter plaatse van de trekdraden.
b. Bij lang afhangend scherm (vooral folie) op de laatste steundraad. Hier moet in ieder geval een dunne kunststof buis over de draad aangebracht worden.
c. Bij scheurgevoelige schermmaterialen kan bij plaatsen waar ingeknipt is het scherm verder scheuren. Zoveel mogelijk beperken van het aantal punten waar ingeknipt moet worden is dan het advies. Zie figuur 2.6.c. tot en met f.
d. Bij folies kan gemakkelijk slijtage optreden door plassen water op het scherm. Een goede perforatie kan veel problemen voorkomen. (Patroon circa één gat Ø 2,5 mm per 10 à 20 cm).
e. Bij sommige folies treedt een "plakeffect" op. Wanneer deze schermen een gehele zomer niet worden gebruikt is het aan te raden om de installatie nu en dan dicht

en weer open te laten lopen. Tevens krijgt dan water de kans om makkelijker weg te lopen.

2.7.2. Draden

Slijtage van de kunststof draden treedt nauwelijks op. Staalkabels zullen slijten ter plaatse van omkeerwielen en buisassen doordat ze daar steeds vervormen. Deze slijtage is afhankelijk van de grootte van de installatie, de dikte van de draad, de smering en de diameter van de omkeerwielen. Een grotere schijfdiameter geeft (iets) minder slijtage.
Slijtage van de staaldraden (massief) treedt eigenlijk niet op. Breuk van deze draden in de praktijk moeten wij toeschrijven aan te kleine dikte of overbelasting.

2.7.3. Lageringen van omkeerwielen en buisassen

Lagers waarbij metalen assen in metalen lagerschalen of wielen draaien moeten goed gesmeerd blijven. Bij sommige kunststoffen kan niet zomaar met vet gesmeerd worden. Vraag hierover advies aan de installateur of rechtstreeks aan de leverancier van de kunststof wielen.
Tandheugels: Bij installaties met tandheugels aangedreven door rondsels moeten de tanden van de heugel goed gesmeerd zijn. Dit geldt ook voor de geleiding! Indien de tanden en de geleiding snel slijten is de ingrijping van de heugel en het rondsel snel niet meer optimaal en wordt slijtage steeds meer versneld. Denk hierbij aan het onderhoud (smering) wat bij tandheugels voor luchtmechanieken gepleegd moet worden.
Zie ook punt 2.5.4. "Tandheugels".

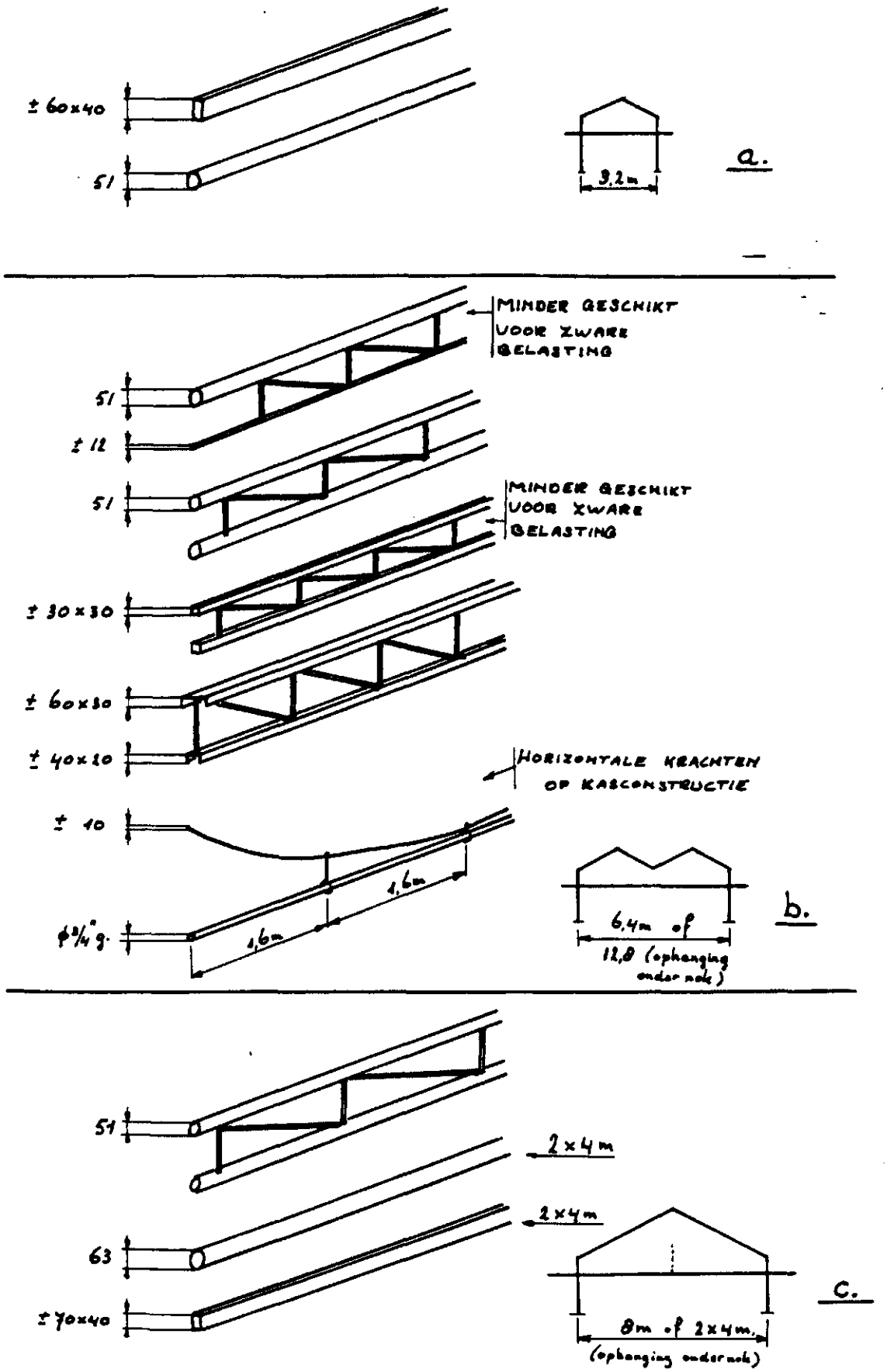
2.7.4. Afstelling van de installatie

Het controleren en afstellen van de scherminstallatie zal in hoofdzaak nodig zijn bij systemen met trekdraad en buisas of trekdraad en tandheugel. (Bij gebruik van buisassen treedt iets makkelijker wat verloop op dan bij tandheugels). Afstelwerk bestaat uit spannen van de trekdraden, het controleren van de sluiting van het scherm en het controleren of de installatie het scherm voldoende tot een klein pakket opschuift. Slap hangende draden verhogen ook het risico van blijven haken.

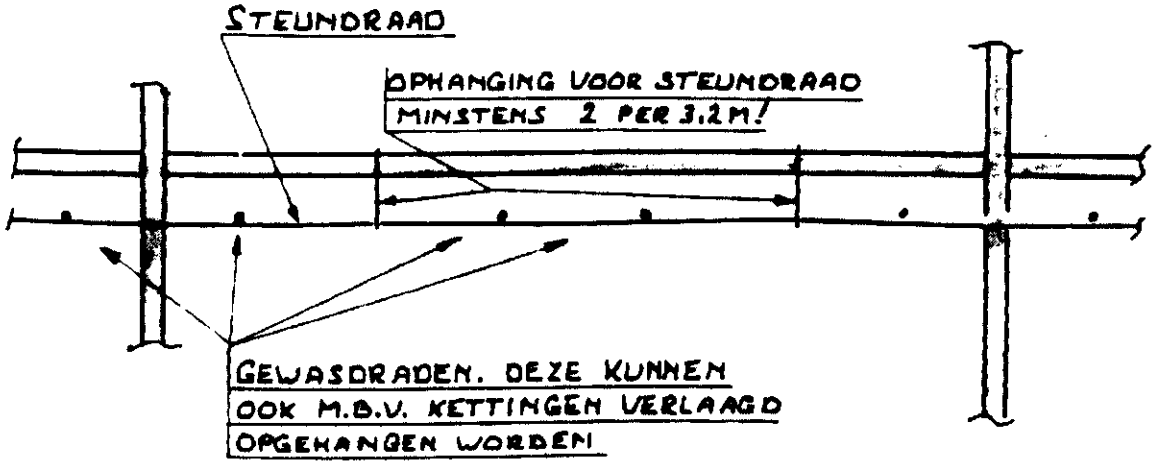
2.8. Energiespanten

Wanneer wij in een kas willen schermen van goot-naar-goot dan zullen wij bijna altijd een extra spant of ligger nodig hebben. Deze spanten worden meestal energieligger genoemd omdat ze nogal eens hebben bestaan uit twee verwarmingsbuizen Ø 51 mm. Deze extra spanten worden gebruikt om bijvoorbeeld gewasdraden, regenleidingdraden, plukrails of verwarmingsbuizen aan op te hangen.
Energiespanten worden in veel verschillende vormen uitgevoerd.
De sterkte en de vorm van het spant worden in hoofdzaak bepaald door drie dingen: de overspanning, het gewicht dat gedragen moet worden en de vraag of het spant voor verwarming gebruikt gaat worden.
Figuur 2.10. geeft een aantal gebruikelijke uitvoeringen van energiespanten in de praktijk.
Wanneer de spanten uit Ø 51-ers zijn opgebouwd die als verwarming dienst doen moeten wij rekening houden met de thermische uitzetting van het materiaal.
Dit betekent dat de buis niet op meer dan één punt vast aan de kasconstructie (staanders) bevestigd mag worden! Het beste is dan een ophanging met ketting of strips welke enige vrije beweging toelaten. Wanneer wij een dergelijk spant tevens onder de nok moeten ophangen wegens een grote overspanning moeten wij bij schermen met twee trekrichtingen (fig. 2.1.c.) rekening houden met verloop van het ophangpunt, ook weer als gevolg van uitzetting en krimp. In zo'n geval kan het spant worden onderbroken en doorverbonden met slangen. Indien een spant niet bestaat uit thermisch verzinkt materiaal en niet op de verwarming wordt aangesloten moeten wij rekening houden met corrosie. Uitwendig kunnen wij het

Figuur 2.10.
Voorbeelden van zogenaamde energiespanten of energieliggers.



Figuur 2.11.
Steundraad voor gewasdraden.



materiaal beschermen, maar inwendig niet. In zo'n geval biedt thermisch verzinkt materiaal veel meer zekerheid.

Bij de groenteteelt wordt tegenwoordig soms een vrij dikke draad onder de spanten gespannen. Deze draad dient voor de bevestiging van de gewasdraden. Zie figuur 2.11. Deze blijven op deze wijze goed verschuifbaar. De strak gespannen steundraad moet minstens op twee plaatsen worden opgehangen aan het spant in elke kap omdat grote trekkrachten in de draad optreden. Hierdoor ontstaan in de kasconstructie, met name de liggers, grote drukkrachten. Indien de steundraad op bijvoorbeeld vier plaatsen wordt opgehangen is het risico van overbelasting veel kleiner. Zie ook paragraaf 4.3.c. en figuur 4.8. waar een alternatieve oplossing is beschreven.

2.9. Vergelijking van scherminstallaties en algemene eisen

In de voorgaande paragrafen is een overzicht gegeven van een groot aantal onderdelen die voorkomen in een scherminstallatie.
Deze onderdelen en enkele eisen die wij aan een scherminstallatie moeten stellen zijn opgenomen in een lijst. Dit is de zogenaamde "Vergelijkingstabel voor scherminstallaties", figuur 2.12. Oorspronkelijk is deze lijst opgesteld om het vergelijken en controleren van offertes van scherminstallaties wat makkelijker te maken. Hij kan echter ook heel goed gebruikt worden voor het opstellen van een aantal uitgangspunten bij het aanvragen van offertes.

Figuur 2.12.

	VERGELIJKINGSTABEL VOOR SCHERMINSTALLATIES		
1	OPPERVLAKTE KAS		
2	AANTAL INSTALLATIES		
3	OPPERVLAKTE PER INSTALLATIE		
4			
5			
6	BEWEGINGSRICHTING SCHERM		
7	(SPANT SPANT/GOOT GOOT E.D.)		
8	SCHERMBREEDTE (OVERSPANNING)		
9	AANDRIJVING (DRAAD, TANDHEUGEL)		
10	AANDR. TOT AAN KOPGEVEL?		
11	MOTOR: MERK/VERMOGEN		
12			
13	PLAATS MOTOR(BOVEN OF ONDER SCHERM)		
14	BEVEILIGINGEN		
15			
16	TREKDRADEN ONDERLINGE AFSTAND		
17	DIKTE STAALDRAAD EN/OF STAALKABEL		
18	TREKDRAAD VERLAAGD T.O.V.SCHERM/HOEVEEL		
19	KNOOPAFWERKING		
20			
21	OMKEERWIELEN,MATERIAAL/DIAMETER/LAGERING		
22			
23	AANDRIJFAS DIAMETER/DIKTE/OPP.BEH.		
24			
25	LAGERING AANDRIJFAS		
26			
27	STEUNDRADEN,ONDERLINGE AFSTAND		
28	MATERIAAL/MERK/DIAMETER		
29	BOVEN-DRADEN/MATERIAAL/AFSTAND		
30	(EVENTUEEL T.P.V.LUCHTMECHANIEK E.D.)		
31	MEENEEMBUIS: MAT./AFM.		
32	MEENEEMPROFIEL: TYPE		
33			
34	TYPE LOSSE DOEKMEENEMER (BIJ BUIS)		
35	ONDERLINGE AFSTAND DOEKMEENEMERS		
36			
37	BREEDTE GELEVERD DOEK/FOLIE		
38	AFSLUITING (OVERLAPPING,RUBBER E.D.)		
39	INKNIPPEN BIJ KETTINGEN OF APARTE STROOK		
40			
41	AFSLUITING LANGS GEVELS		
42			
43	BREEDTE SCHERMPAKKET		
44			
45	SOORT DOEK		
46			
47			
48	AFMETINGEN EINDGORDINGEN		
49	AFMETINGEN MOTORBRUG		
50	THERMISCH VERZINKT MATERIAAL?		
51	ELEKTRISCHE AANSLUITING?		
52	BENODIGDE RUIMTE ENKEL SCHERM		
53	DUBBEL SCHERM		
54	LEGE KAS OF GEWAS AANWEZIG		
55	AANPASSINGEN IN DE KAS		
56	(GEVELCONSTRUCTIE, VERWARMING,		
57	REGENLEIDING ENZ.)		
58			
59	GARANTIETERMIJN INSTALLATIE		
60	GARANTIETERMIJN SCHERMMATERIAAL		
	DATUM:	T.A.V.	BLAD

a. Punten die te maken hebben met het lichtverlies van de installatie

Op de eerste plaats zou het een goede zaak zijn wanneer met de installateur van te voren wordt vastgesteld hoe klein het schermpakket moet worden bij geopend scherm (punt 43). Wanneer een zo klein mogelijk pakket gewenst wordt moet dan aandacht worden geschonken aan punt 6, de bewegingsrichting van het scherm (zie 4.2.d.). Verder moeten motorvermogen, trekdraden, meeneemprofielen en de eindgordingen voldoende sterk zijn. Zie de punten 11, 16, 17, 31, 32, 34, 35 en 48.

b. Punten die van invloed zijn op een goede kwaliteit en uitvoering

Behalve het letten op het lichtverlies en de grootte van het pakket moeten wij rekening houden met een voldoende levensduur van de installatie en van het scherm. Ook de afsluiting moet goed zijn en goed blijven. Dit betekent dat tevens gelet moet worden op punten zoals 19, de afwerking van knopen, de totale lengte van een trekdraad (dus hoeveel pakketten op één draad) punt 27, de afstand tussen de steundraden en punt 18, het feit of de trekdraad vrij blijft van het scherm. Samengevat, de punten 14, 18, 19, 21 en 27 tot en met 41. Belangrijk in verband met vroegtijdige roestvorming is dat de eindgordingen en de motorbrug en andere stalen onderdelen bestaan uit bij voorkeur thermisch verzinkt materiaal zoals in de kassenbouw gebruikelijk is.

c. Garantie op goede werking

Gezien de hoogte van de investering en het belang van een goede werking van de installatie is een bepaalde vastgelegde garantietermijn op zijn plaats. In de kassenbouw is in de nieuwe Algemene Aannemingsvoorwaarden Kassenbouw (AAK) een termijn van twee jaar voor de gehele kas vastgesteld.
Bij scherminstallaties zou men kunnen stellen dat men van een kortere levensduur uitgaat dan bij kassen zodat een kortere garantieperiode reëel zou zijn. Daar staat echter tegenover dat bijvoorbeeld het luchtmechaniek van een kas een zelfde levensduur behoort te hebben als de kas. Als advies kunnen wij stellen dat een garantietermijn van 1 jaar minimaal is, maar dat ook gestreefd kan worden naar 2 jaar.
De schermmaterialen zelf zijn zeer verschillend wat betreft levensduur. Hier wordt meestal een fabrieksgarantie verstrekt. Het is wel belangrijk dat hierbij wordt vermeld dat de garantie voor het scherm geldt in de situatie waarin het wordt gebruikt dus op het type installatie dat u koopt en bij uw teelt.
Een bijzondere situatie kan ontstaan wanneer een deel van het werk door de installateur wordt uitgevoerd en een deel door de kweker zelf. Ook dan moet worden uitgegaan van een garantie. Er dient dan echter wel toezicht te zijn van de installateur en goedkeuring bij oplevering.

d. Betalingsvoorwaarden

Doordat bij een scherminstallatie een relatief groot percentage arbeidskosten (gesproken wordt over ± 50%) aanwezig is lijkt het reëel dat hiermee bij de betalingsvoorwaarden rekening gehouden wordt. In de AAK wordt gesproken over 10% bij oplevering van eenkas. Bij een scherminstallatie kan een hoger percentage bij oplevering (na proefdraaien) aangehouden worden. Bijvoorbeeld 25% na oplevering/goedkeuring.

3. ENERGIESCHERMEN IN BESTAANDE KASSEN

Een beweegbaar scherm in een kas eist een vrije horizontale ruimte van tenminste 15 tot 20 cm. Bestaande kassen zijn meest niet op deze voorziening berekend. Dit betekent dikwijls dat van kas tot kas eigen oplossingen moeten worden gevonden. Zo er al een oplossing wordt gevonden, blijft veelal toch de keus van schermsysteem nog zeer beperkt.

3.1.1. Optimale plaats van een energiescherm

Uit het oogpunt van energiebesparing zou een beweegbaar scherm zowel buiten als in de kas kunnen worden aangebracht (zie overzicht figuur 2.2.). Voor veel bestaande kassen zal een systeem waarbij het scherm buiten de kas is gemonteerd een oplossing zijn. Veel beperkende obstakels in de kas zijn dan geen probleem meer. Aan een dergelijk scherm worden echter hoge eisen gesteld. Het scherm moet immers voldoende weerstand bieden aan invloeden van weer en wind, terwijl bij vorst en sneeuw beweegbaar houden van het scherm moeilijk is.
Onder Nederlandse klimaatomstandigheden zijn nog geen pasklare toepassingen mogelijk. Ideeën hiertoe moeten nog uitgewerkt worden. Zie ook hoofdstuk 7.
Bij het installeren van een energiescherm in de kas verdient een zo hoog mogelijk gemonteerd scherm de voorkeur.
Hoe hoger het scherm des te kleiner is de nadelige invloed van het niet verwarmde kasdeel boven het scherm op het handhaven van een ruimtetemperatuur onder het scherm. Bovendien bepaalt de verhouding van de massa's verwarmde en niet verwarmde kaslucht in belangrijke mate de grootte van de temperatuurschommeling bij het openen van het scherm.

3.1.2. Factoren die de minimale schermhoogte bepalen

De minimale hoogte voor het aanbrengen van een scherm wordt vooral bepaald door de keus van het te telen gewas. Het scherm zal tenminste zo hoog moeten zijn aangebracht dat het gewas in de hoogte-groei niet belemmerd wordt.
Praktisch betekent dit dat het scherm gemonteerd moet kunnen worden boven de constructie (bijvoorbeeld gewasdraden) waaraan een te telen gewas bevestigd wordt (zie figuur 3.1.).
Voor gewassen waarbij een hoog liggende verwarmingsleiding van groot belang is, zal de hoog gemonteerde verwarmingsleiding de laagste grens aangeven waarboven gemonteerd moet worden.

3.1.3. Factoren die de maximale schermhoogte bepalen

De maximale schermhoogte in de kas wordt vooral door de kasconstructie bepaald.
Bij een geheel horizontaal gemonteerd scherm bepaalt vooral de goot de hoogste vrije ruimte, bij warenhuizen het luchtmechaniek.
Bij breedkappers is het veelal mogelijk nog een gedeelte van de kasruimte boven het gootniveau onder het scherm te brengen. De tandheugels van het luchtmechaniek bepalen daarbij de hoogst mogelijk vrije ruimte (zie figuur 3.2.).
Bij warenhuizen is weinig ruimtewinst te behalen in het kapgedeelte boven het gootniveau. Bovendien vormen de stangen of draden van het luchtmechaniek ernstige belemmeringen.
Praktisch is bij warenhuizen alleen een scherm onder het niveau van de goot mogelijk.

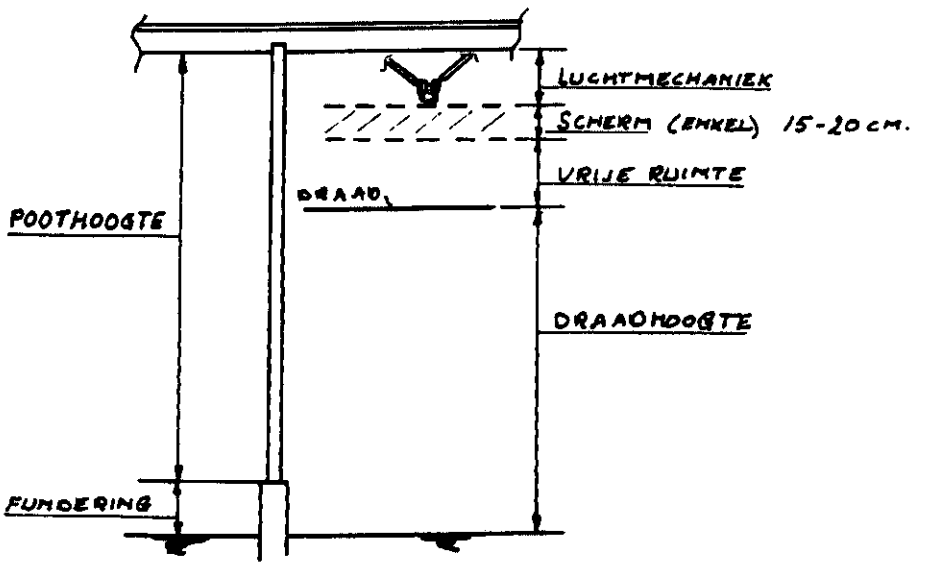
3.2. Oplossingen voor obstakels

Voor bestaande kassen blijkt het aanbrengen van een degelijk energiescherm soms alleen mogelijk na voorzieningen aan de kas die extra investeringen vragen.
Economische berekeningen zullen hiertoe de haalbaarheid moeten aantonen.
Onvoldoende vrije ruimte kan soms worden opgelost door:

3.2.1. Alternatieve constructies voor obstakels

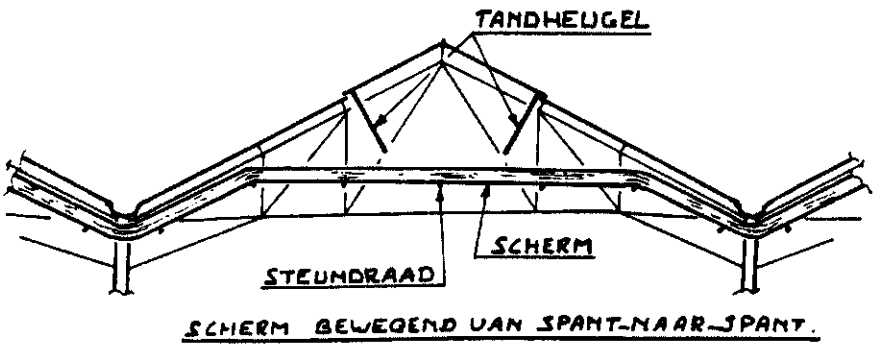
Deze obstakels kunnen van velerlei aard zijn. Een aantal veel voorkomende obstakels willen wij hier vermelden.

Figuur 3.1. Factoren die de minimaal en maximaal mogelijke hoogte van een scherm bepalen.



VOORBEELD:				
	LUCHTMECHANIEK	20 CM	FUNDERING	30 CM
	SCHERM	15 CM		
	DRAADHOOGTE	210 CM	VEREISTE POOTHOOGTE:	
	VRIJE RUIMTE	45 CM		
		290 CM	P.H. = 290-30 = 260 CM	

Figuur 3.2. Gedeeltelijk schuin aangebracht scherm in breedkapper.



Vertikale V-beugels

Voor het openen van luchtramen. Door deze met behulp van draden horizontaal te monteren nemen deze minder vrije ruimte in. Bij houten eenruitsluchtramen kan dit echter door de grotere horizontale krachten problemen geven.

Kruisschoren

Deze belemmeren het geheel opengaan en sluiten van het scherm indien van spant tot spant geschermd wordt. Verlagen van de bevestigingspunten is soms acceptabel. Alternatief kan zijn, vervangen van de kruisschoren door een degelijk portaal spant, de kosten hiervan zijn echter hoger.

Gevel-gootschoren

Bij veel kopgevels komen gevel-gootschoren voor. Vaak is dit nog op de manier zoals in figuur 3.3.a. is weergegeven. Deze zijn eventueel door alternatieve constructies te vervangen. Belangrijk is dat bij aanpassing van de constructie de sterkte niet minder wordt. Een voorbeeld geeft figuur 3.4. Vaak is de ligging van hoofdleidingen van de verwarming en hemelwaterafvoeren ook niet optimaal in relatie tot een aan te leggen scherminstallatie.
Soms kan een aangepaste gevelconstructie tevens dienst doen als aangepaste ondersteuning voor deze leidingen. Behalve het aanpassen van de gevelconstructie volgens figuur 3.4. zijn er ook andere mogelijkheden. Zie figuur 3.3. b., c. en d. Deze alternatieven komen ook aan de orde wanneer een kas wordt opgehoogd.

Ontluchters op verwarmingsleidingen.

Deze verhoogde punten veroorzaken gemakkelijk het stuktrekken van het doek. Vervangen van deze obstakels door ontluchters die onder in de verwarmingsleiding gemonteerd wordt met een pijpje tot bijna boven in de buis kan hier een oplossing bieden.

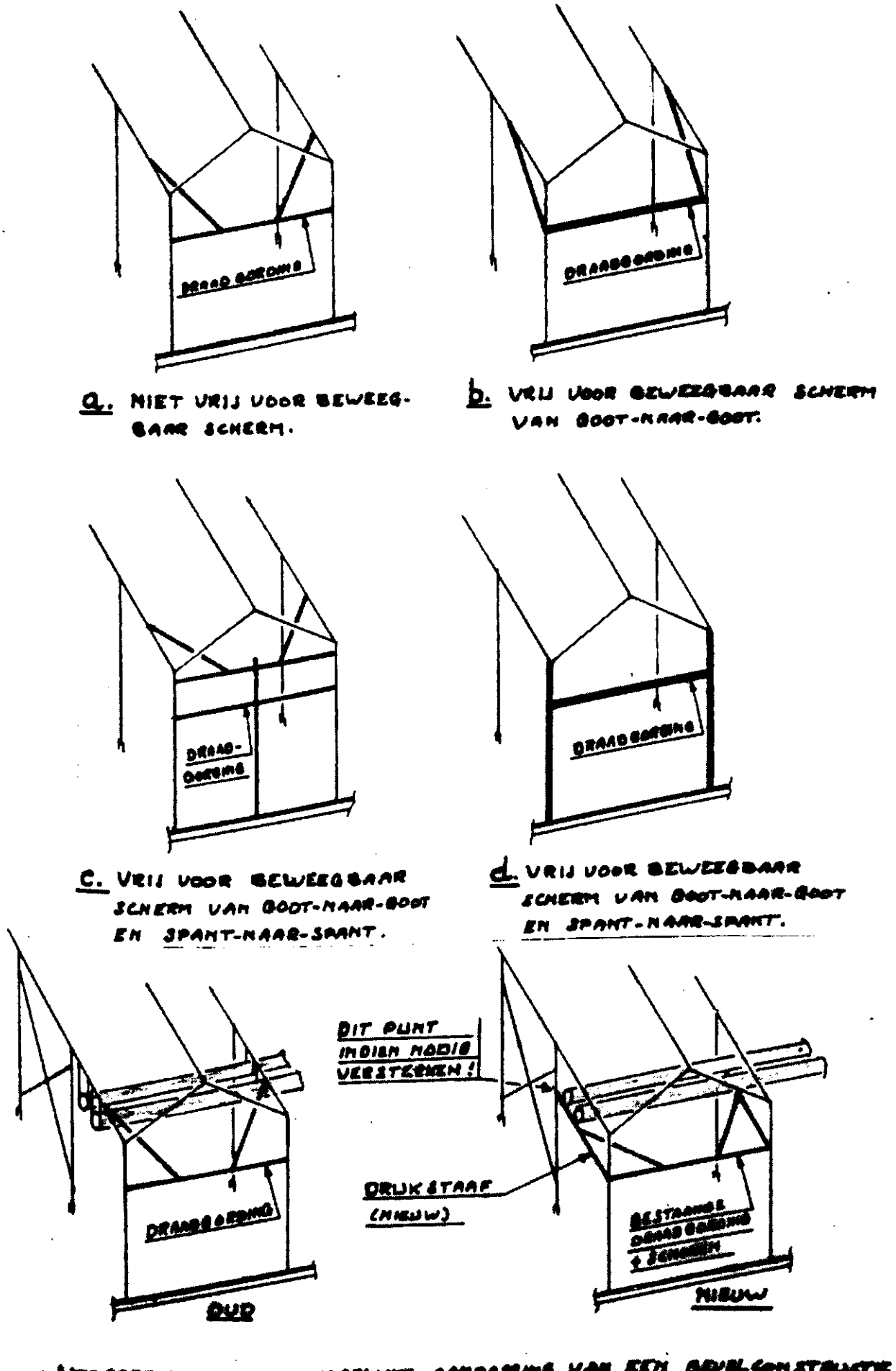
3.2.2. Omhoog brengen van de bestaande kas

Hierbij is vooral de technische en economische restwaarde van de kas bepalend. Aan de stabiliteit van alle kolommen (staanders) zowel in de kas als in de gevel zal na het ophalen bijzondere aandacht moeten worden besteed. Immers, de staanders worden door hun grotere lengte gevoeliger voor uitknikken. Tevens ontstaan hogere buigspanningen in het materiaal omdat de kolomlengte is toegenomen en op de kas een hogere windbelasting zal gaan werken. De staanders in de kopgevels worden in de groenteteelt daarbij nog belast door een draadgording met gewasdraden. Tenslotte worden of aan de kopgevels of aan de zijgevels de eindgordingen (hulpgordingen) voor het scherm gemonteerd.

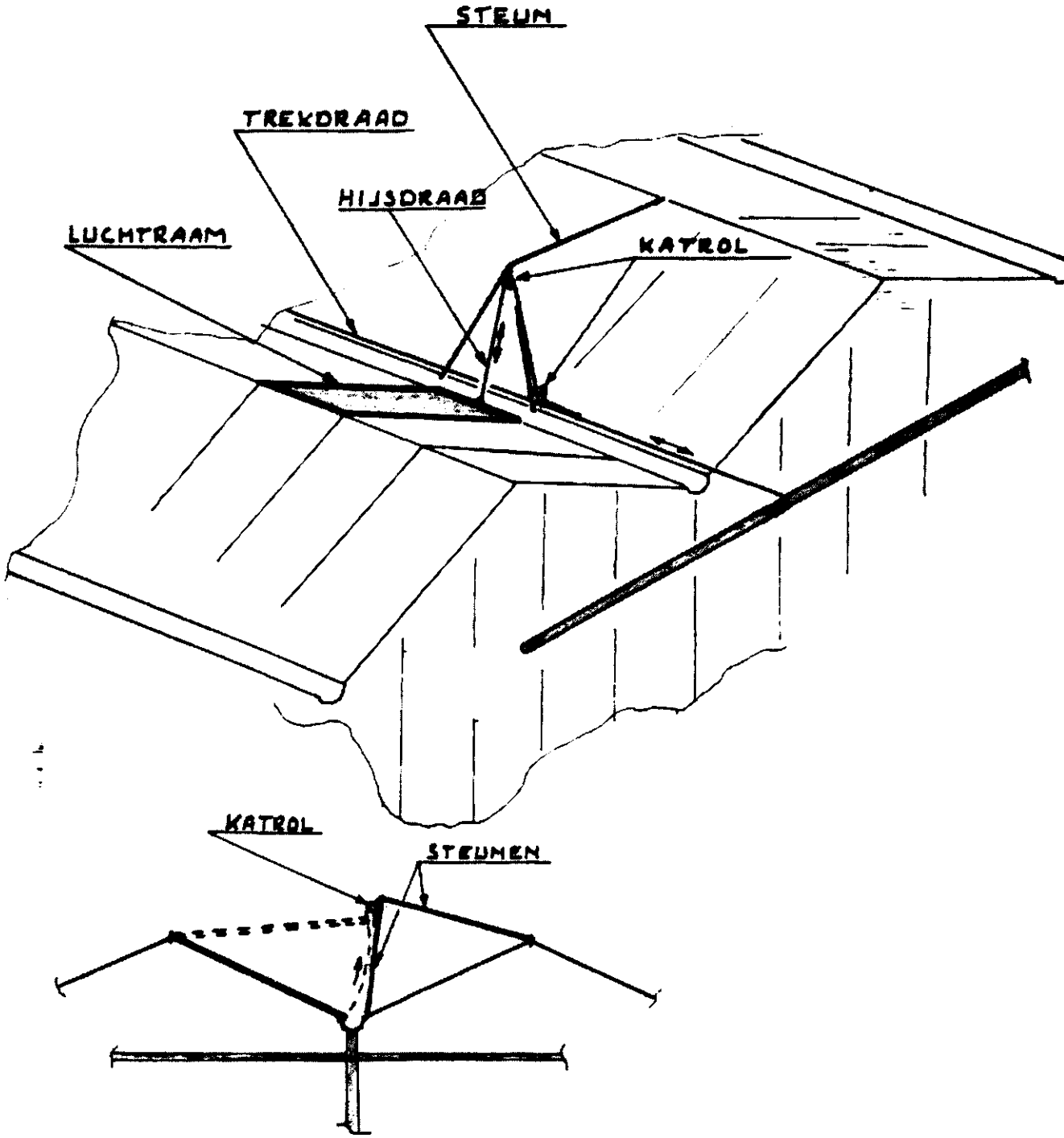
3.2.3. Aanpassing van het luchtmechaniek bij Venlo-warenhuizen

Het omhoog brengen van een kas brengt veelal altijd extra kosten met zich mee. De gevelconstructie zal aangepast en zo nodig versterkt moeten worden en vaak moet het luchtmechaniek worden gemoderniseerd.
Soms kan worden volstaan met uitsluitend hoger brengen van V-beugels of schommelmechanieken. Bij een bepaalde groep is dit echter soms nog net niet voldoende. In die gevallen zou bijvoorbeeld een luchtmechaniek buiten de kas een uitkomst zijn. Hiervoor bestaan mogelijkheden die zeer waarschijnlijk acceptabel in prijs kunnen zijn. Te denken valt aan een soort draadmechaniek, met weerbestendige materialen. Een suggestie voor een dergelijk mechaniek geeft figuur 3.5.
Voordelen van dit systeem: vrij veel ruimtewinst in de kas; montage buiten, dus tijdens de teelt mogelijk; beperkte kosten ten opzichte van omhoog brengen; mogelijkheid om schermpakket dicht bij goot te situeren. Nadelen: werken op de kas. weerbestendig materiaal noodzakelijk, mogelijk hinder bij werken met slangen op het dek.
Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn het toepassen van gebogen tandheugels. Ook met zo'n systeem is een duidelijke ruimtewinst te behalen. Figuur 3.6. geeft een indruk van dit principe.

Figuur 3.3. Voorbeelden van bestaande typen gevelconstructies.

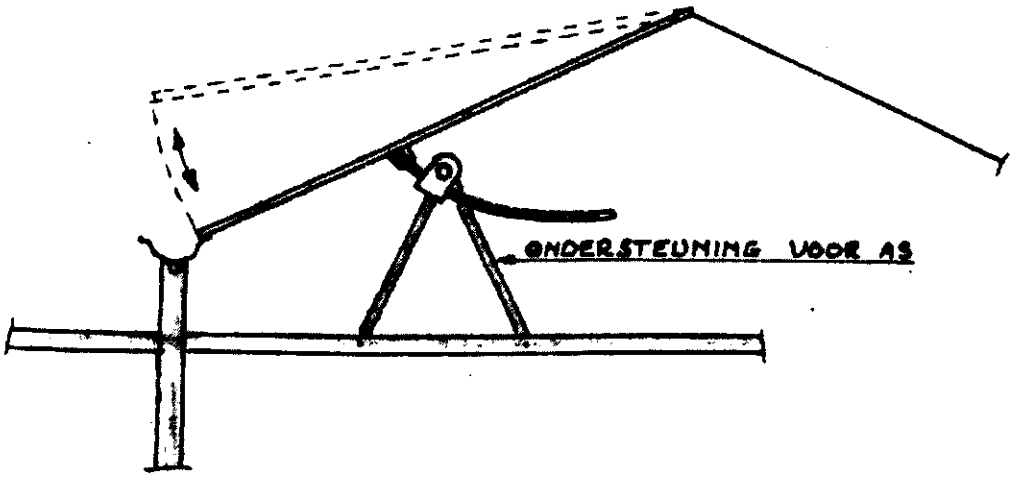


Figuur 3.5. Voorbeeld van een luchtmechaniek buiten de kas.

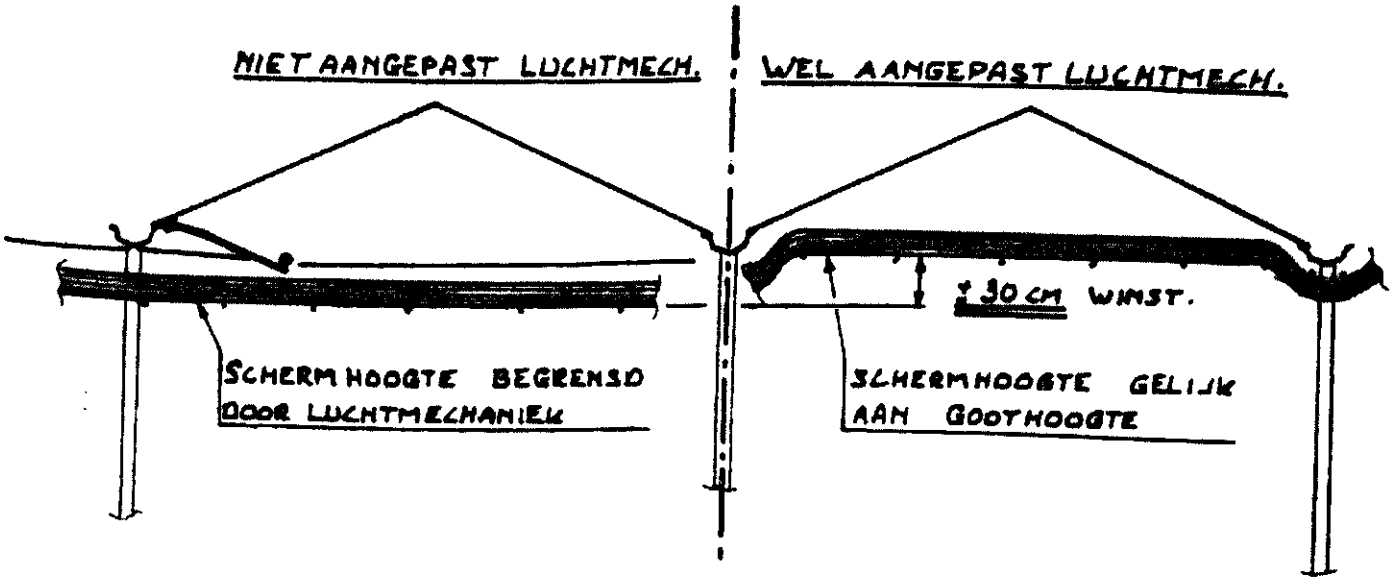


In de praktijk worden éénruits luchtramen omgedraaid zodanig dat het raam op de goot scharniert en bij de nok opent. Het draad-mechaniek blijft dan in principe gehandhaafd. De V-beugels hangen dan niet vlak naast de goot, maar vlakbij de nok. Bij deze wijziging moet wel goed gelet worden op de sterkte van het dek. Het luchten in de nok heeft veel effect, maar verhoogt de kans op inregenen. Door een aanpassing van het mechaniek zoals in deze paragraaf is beschreven kan het scherm aanmerkelijk hoger worden gemonteerd. In het gunstigste geval betekent dit ± 30 cm winst. Zie figuur 3.7.

Figuur 3.6. Voorbeeld van een aangepast luchtmechaniek binnen de kas.



Figuur 3.7. Ruimtewinst door aangepast luchtmechaniek.



3.2.4. Concessies aan de schermopening

Op plaatsen in de kas waar veel obstakels voor een scherm geconcentreerd voorkomen wordt plaatselijk wel een vast schermgedeelte aangebracht.
Deze situatie komt nogal eens voor boven paden of bij gevels. Denk hierbij aan verwarmingsbuizen, CO_2-leidingen, schoren, waterleidingen, regenwaterafvoeren en kabelgoten. In dergelijke gevallen is het raadzaam lichtdoorlatende materialen toe te passen. Daardoor zal weinig extra lichtverlies ontstaan omdat op die plaatsen als gevolg van de vele obstakels al veel lichtverlies ontstaat.

3.2.5. Concessies aan de schermsluiting

Uit energiebesparend oogpunt mogen aan de sluiting van een scherm geen grote concessies worden gedaan. Sommige obstakels geven hiertoe echter gauw aanleiding. Denk bijvoorbeeld aan waterafvoeren op meer plaatsen onder de goot, aan watertoevoerleidingen voor daksproeiers, aan draadeindwerken van luchtmechanieken, aan de vele insnijdingen van schermen - werkend van spant naar spant - ter plaatse van tralieliggers of ophangkettingen. Bij dit soort obstakels ontstaan gauw kieren die een extra uitwisseling van verwarmde met niet verwarmde lucht veroorzaken. Beperken van deze lekverliezen vraagt om vindingrijkheid voor oplossingen en meestal extra nazorg bij het gemonteerde scherm. Zie hoofdstuk 2 punt 2.4.2.

3.3. Aanvullende voorzieningen in bestaande kassen

Naast obstakels zijn in bestaande kassen soms extra voorzieningen nodig om een duurzaam beweegbaar scherm te realiseren.

a. Goten voorzien van een condensafvoergoot

Veel bestaande kassen zijn niet voorzien van een condensafvoergoot. Deze is daar ook niet altijd eenvoudig te monteren. De gootvorm of de gootaansluitingen bij de staanders zijn niet altijd berekend op het aanbrengen van condensafvoeren.
Zonder condensafvoer is bij een systeem werkend van goot naar goot de kans op langdurig nat blijven van het gehele scherm als gevolg van condensdrup erg groot. Algenvorming is dan vaak spoedig het gevolg. Dit beperkt de bruikbaarheid van het scherm aanzienlijk. Hoewel niet in alle gevallen toepasbaar zijn wel oplossingen gevonden door montage van ondiepe aluminium gietgoten of gehalveerde kunststofleidingen onder de goot. In geval van een scherm werken van goot naar goot wordt soms onder de goot een aparte strook schermmateriaal aangebracht. Hiervoor kan dan een vochtdoorlatend materiaal gekozen worden wanneer het bewegend scherm uit folie bestaat. Zie ook figuur 2.6.a. tot en met d. Voor het goed functioneren hiervan is zorg voor voldoende ondersteuningen van de condensgoot belangrijk.

b. Degelijke verankering van de eindgordingen van de scherminstallatie

Voor het goed functioneren van de installatie moeten steun- en trekdraden goed gespannen kunnen worden. Dit vereist een degelijke verankering van de eindgordingen hij de gevels. Veel bestaande gevels bieden onvoldoende weerstand aan de trekkrachten van het scherm.
Het is van groot belang dat hieraan bij de montage voldoende aandacht wordt besteed. Daartoe zullen soms extra steunschoren nodig zijn. Ontwrichte gevels zijn meestal niet eenvoudig te herstellen. Zie punt 3.2.1.

c. Conclusie

In principe zijn veel kassen geschikt te maken voor het aanbrengen van een energiescherm. Veelal eisen beweegbare installaties in bestaande kassen extra investeringen of geven beperkingen voor de levensduur van een scherm. Een economische berekening kan aantonen of de extra investeringen in bestaande kassen verantwoord zijn.
Een goede bezuiniging vooraf kan teleurstellingen voorkomen.

4. ENERGIESCHERMEN IN NIEUWE KASSEN

4.1. Algemeen

In het vorige hoofdstuk is gesproken over mogelijkheden en moeilijkheden bij het aanleggen van een scherminstallatie in een bestaande kas. In dit hoofdstuk gaan wij uit van een situatie waarbij wij van te voren, bij de bouw van een kas, rekening kunnen houden met een te installeren scherminstallatie.
De uitvoering van scherminstallaties en de verschillende manieren van schermen zijn uitvoerig behandeld in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op mogelijke toekomstige ontwikkelingen in scherminstallaties. Het is natuurlijk moeilijk om voor alle mogelijke ontwikkelingen de kas aan te passen, maar wij zullen proberen in dit hoofdstuk een algemene lijn te vinden.

4.2. Algemene punten met betrekking tot de scherminstallatie

In hoofdstuk 3 is al geschreven over de optimale plaats van een energiescherm. Hierbij is vastgesteld dat het scherm zo hoog mogelijk gemonteerd moet worden. Er zijn nog meer punten welke de aandacht verdienen; de belangrijkste zijn:

a. Schermhoogte

Het scherm moet zo hoog mogelijk aangebracht worden, zoals reeds is vastgesteld.

b. Schermbreedte

Indien mogelijk moeten alle schermbreedtes gelijk zijn. Dit zal soms betekenen dat plaatselijk een afwijkende spantafstand gekozen moet worden. Het is technisch wel goed mogelijk om in een bepaald vak het scherm over kortere afstand te laten bewegen, maar indien het scherm overal over dezelfde afstand beweegt is dit een voordeel. Hoe minder aanpassingen des te kleinere kans op storingen.

c. Schermmontage

Het scherm moet zo eenvoudig mogelijk gemonteerd kunnen worden, bijvoorbeeld door ervoor zorgen dat het scherm zo min mogelijk ingeknipt behoeft te worden ter plaatse van gewaskettingen, staanders, schoren enz. Zie bijvoorbeeld figuur 4.1. Hierbij wordt het scherm aan de bovenzijde van het spant bevestigd of tegen het spant afgedicht en wordt niet meer met een overlapping gewerkt. De onderzijde van het spant blijft vrij. Een alternatief zou de oplossing met een aparte flap volgens 2.4.2. kunnen zijn, maar dit is bewerkelijker.

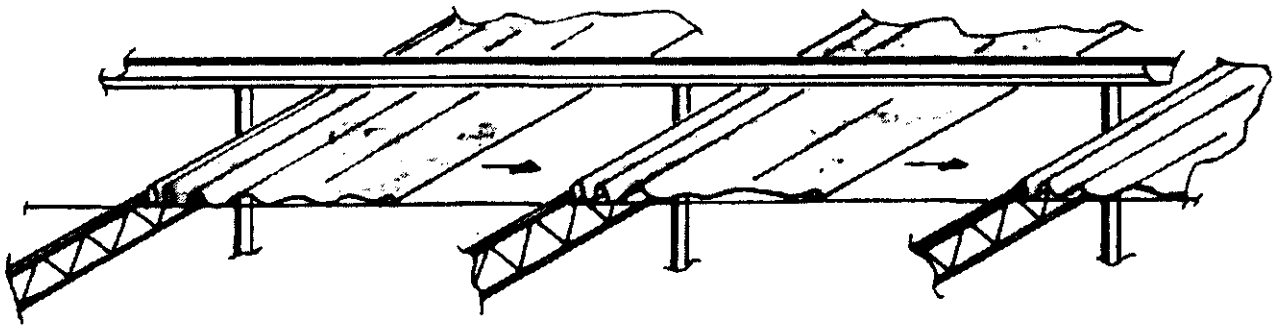
d. Lichtverlies

Een belangrijk punt is natuurlijk ook dat het scherm, eventueel in combinatie met een energiespant, zo weinig mogelijk lichtverlies geeft. In het algemeen zijn dit installaties welke zonder overlapping of met een zeer kleine overlapping zijn uitgevoerd.
Bij 3.2 meter-bouw en 6.4 meter-traliebouw geven de volgende principes wat lichtverlies betreft het beste resultaat:

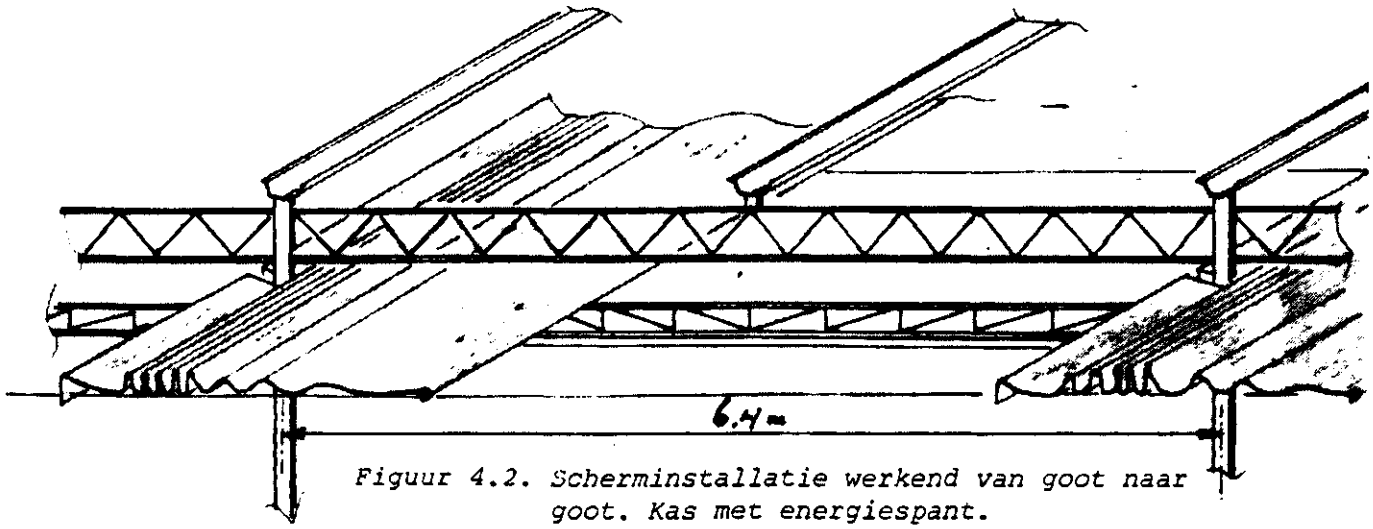
a. Goot-naar-goot met twee bewegingsrichtingen en uitsparing in meeneemprofiel (zie figuur 2.1.d. en paragraaf 2.4.2.).
b. Spant-naar-spant met twee bewegingsrichtingen (zie figuur 2.1.g.).
c. Goot-naar-goot met uitsparing in meeneemprofiel (zie figuur 2.1.a.).
d. Spant-naar-spant (zie figuur 2.1.e.).
e. Goot-naar-goot over 6.4 meter met licht energiespant bestaande uit hangboog en 3/4" gasbuis (niet algemeen toepasbaar).

De eerstgenoemde mogelijkheden zijn hierbij gunstiger dan de laatstgenoemde, maar het verschil is gering.
Het schermen over 6.4 meter zonder energiespant zou uiteraard het kleinste lichtverlies geven, maar deze mogelijkheid komt in de praktijk niet zoveel voor. Ditzelfde geldt voor breedkappers. Bij breedkappers geven wat lichtverlies betreft verder de volgende twee mogelijkheden het beste resultaat:

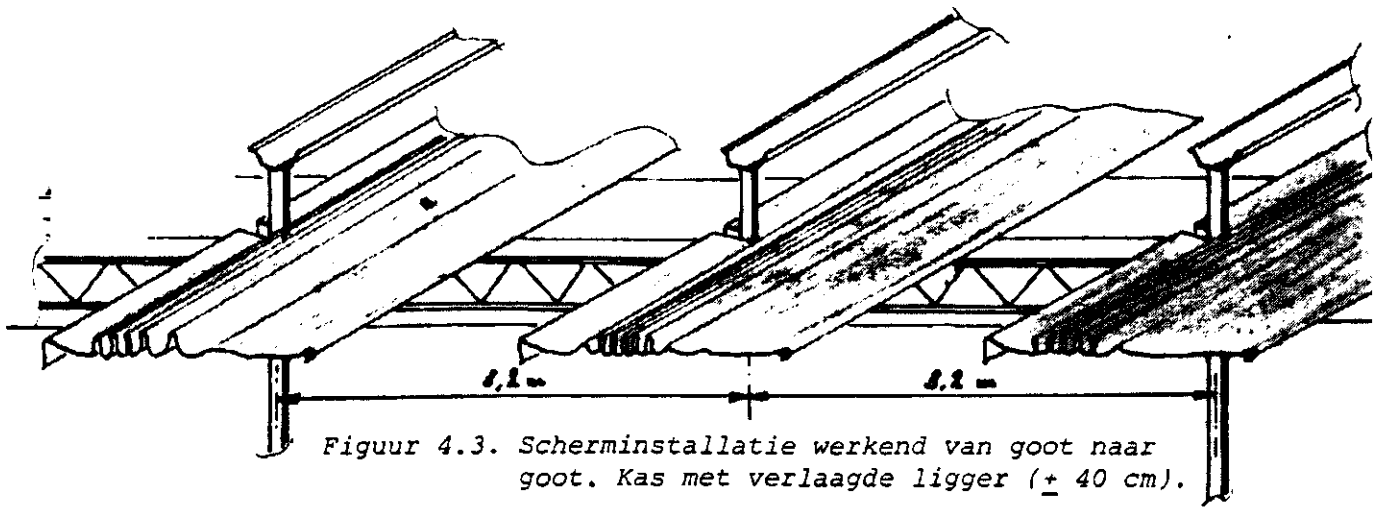
a. Spant-naar-spant met twee bewegingsrichtingen (zonder overlapping of met



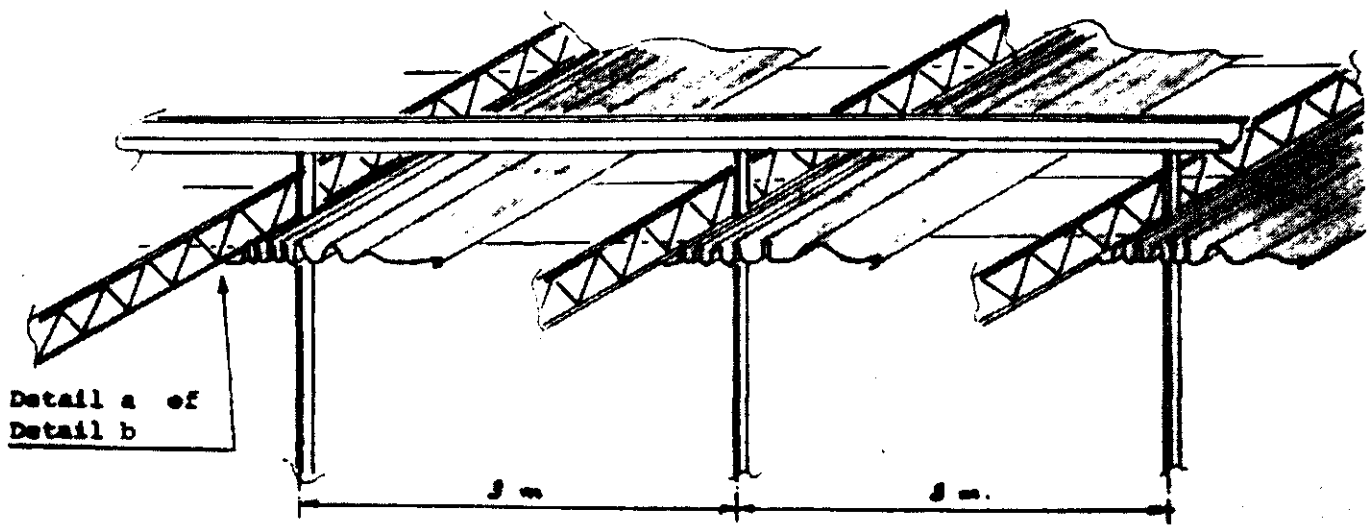
Figuur 4.1. Voorbeeld van een scherminstallatie waarbij het scherm nauwelijks wordt ingeknipt. Kas met verlaagde ligger (± 25 cm).



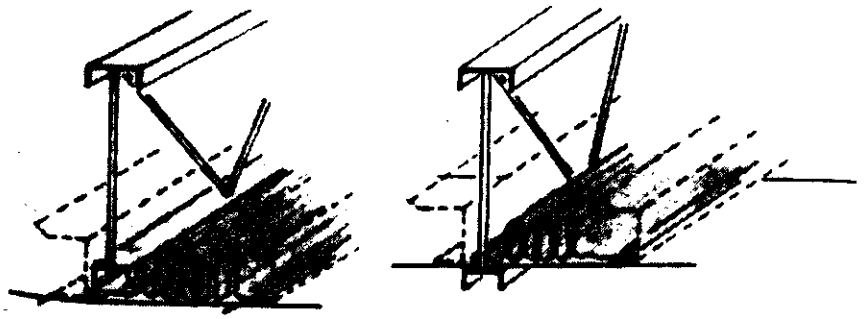
Figuur 4.2. Scherminstallatie werkend van goot naar goot. Kas met energiespant.



Figuur 4.3. Scherminstallatie werkend van goot naar goot. Kas met verlaagde ligger (± 40 cm).



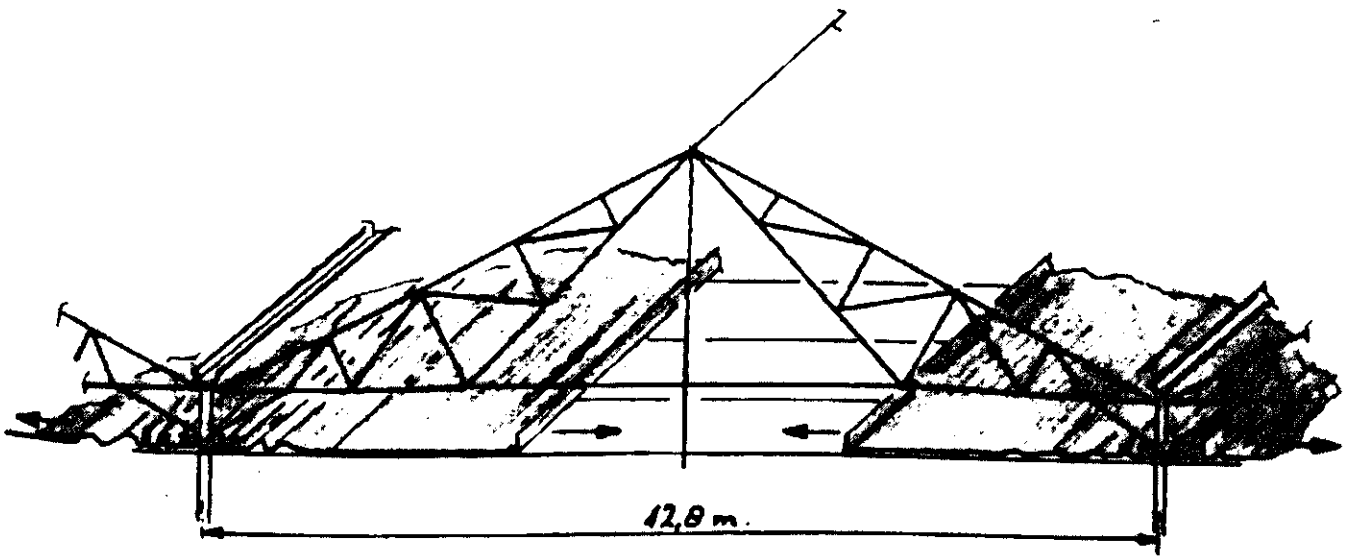
Figuur 4.4. Scherminstallatie werkend van spant naar spant.



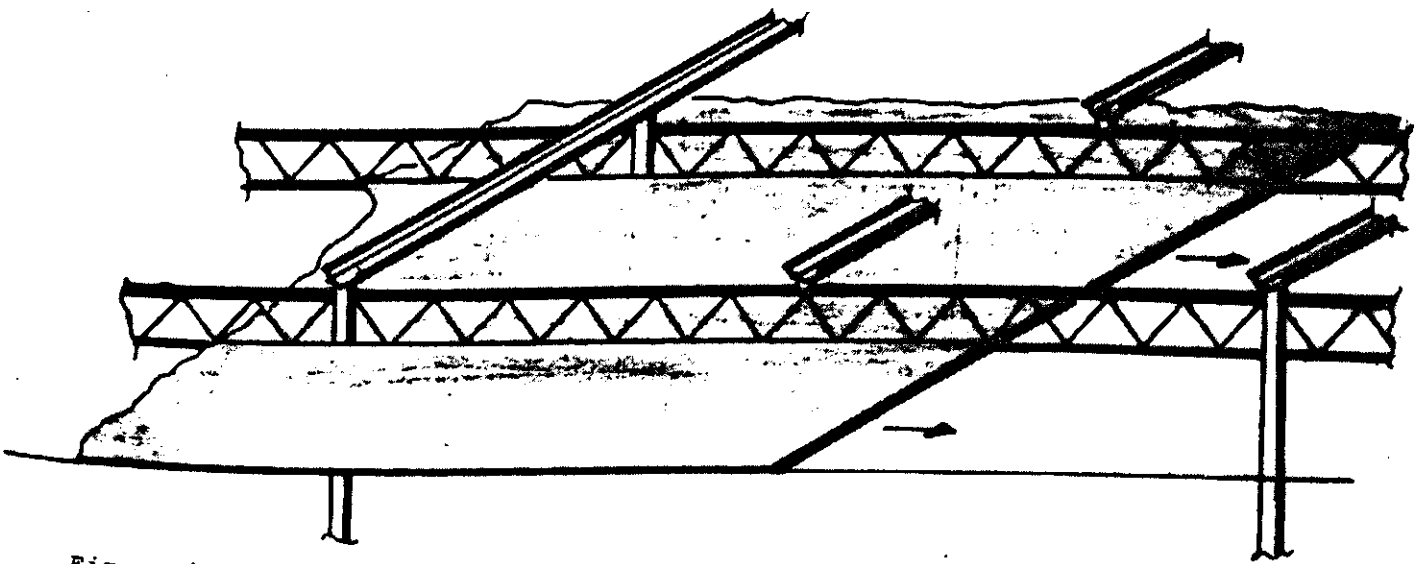
Detail a

Detail b

Detail figuur 4.4.

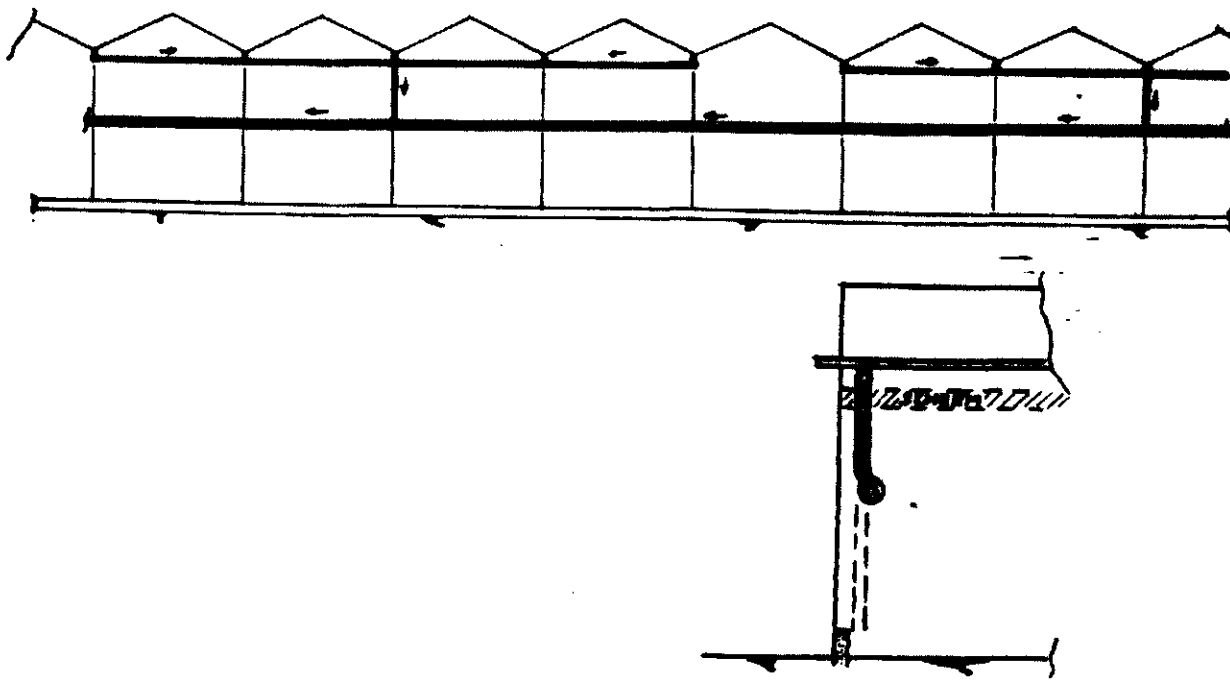


Figuur 4.5. Scherminstallatie werkend van goot naar midden van de kap.



Figuur 4.6. Scherminstallatie met lange banen tussen de spanten.

Figuur 4.7. Voorbeeld van een centrale regenwaterafvoer.



zeer kleine overlapping). De afsluiting is hierbij bewerkelijker dan bij 3.2 meter bouw (zie figuur 2.1.g. en h.).

b. Goot-naar-midden van de kap met een zo klein mogelijk energiespant (zie figuur 2.1.c. en paragraaf 2.7.).

De figuren geven een aantal voorbeelden. Zie figuur 4.2. tot en met 4.6.

e. Ruimte voor het scherm

Wij moeten ervoor zorgen dat er zoveel mogelijk vrije ruimte is in verband met mogelijke toekomstige ontwikkelingen of uitbreiding met een tweede scherminstallatie. Het advies is om in plaats van te rekenen met circa 20 cm voor een enkel scherm te denken aan een vrije ruimte van minstens 40 cm. Dit is dan bijvoorbeeld bij 3.2 meter bouw de afstand tussen de onderste stand van een luchtmechaniek en een plukrail of regenleidingdraad of de bovenkant van een hoog groeiend gewas.

4.3. Punten waarop moet worden gelet bij een nieuwe kas

Uitgaande van het voorgaande kunnen wij een aantal punten opstellen die rechtstreeks met de kas te maken hebben:

a. De kopgevelconstructie

De uitvoering van de kopgevels moet zodanig zijn dat zowel een scherm werkend van goot-naar-goot als een scherm werkend van spant-naar-spant gemonteerd kan worden. Dit betekent dat wij kunnen kiezen uit twee geveltypen:

1e. Een gevel met zware staanders onder de goot en een zware draadgording.

2e. Een gevel met een extra gevelstaander onder de nok, geschoord met praktisch horizontaal liggende gevel-goot schoren.

Bij deze twee constructies zijn schuin omlaag lopende gevel-goot schoren niet meer nodig zie figuur 3.3. Dit betekent overigens wel dat de verankering van de gevelstaanders aan de voet zwaarder belast wordt. Een zwaardere verankering dan bij

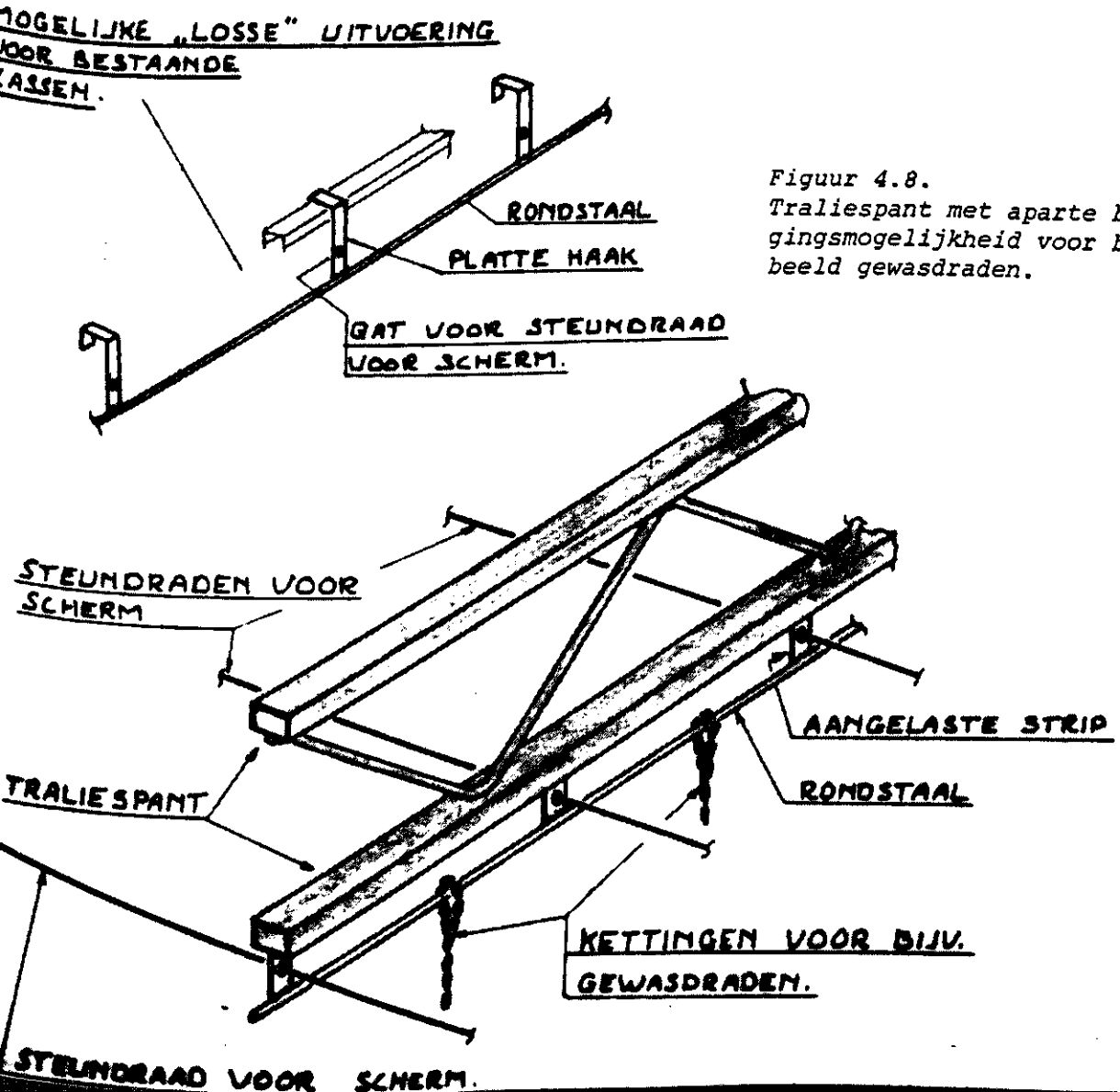
andere geveltypen is dan ook belangrijk.
Wanneer langs de gevel geschermd moet worden (verduistering bijvoorbeeld) kan de draadgording vrij gehouden worden van de gevel (scherm volgens figuur 2.1.b.).

b. Kruisschoren

Indien het scherm beweegt van spant-naar-spant moeten de kruisschoren verlaagd aangebracht worden. Denk hierbij ook aan het idee van een lange baan schermmateriaal bewegend tussen de spanten (zie figuur 2.1.j. en 4.6.). Het verlaagd aanbrengen van kruisschoren geeft een verzwakking van de constructie. Vooral bij weinig rijen kruisschoren (bijvoorbeeld twee rijen) moet hierover met de kassenbouwer overlegd worden. Kruisschoren kunnen geheel weggelaten worden indien gebruik gemaakt wordt van een schoorportaal of windportaal ter plaatse van een pad.
Een dergelijk portaal is in principe altijd mogelijk. Het meest aantrekkelijk is deze oplossing wanneer het portaal ook wordt benut als pijpendrager en als bevestiging voor draadliggers in verband met een zogenaamd draadvrij middenpad. Zo niet dan is deze oplossing merkbaar duurder dan kruisschoren. Zowel op de grond als ter plaatse van een scherm ontstaat echter meer bewegingsruimte.

c. Hemelwaterafvoer

De hoogteligging van een hemelwaterafvoer moet zo gekozen worden dat bij de aanleg van een scherminstallatie geen hinder ontstaat. Zie bijvoorbeeld figuur 4.7. Soms zou de hemelwaterafvoer buiten de gevel gehouden kunnen worden. Dit is het geval wanneer een tussenruimte tussen twee kassen overkapt wordt. Er bestaat dan geen gevaar voor bevriezing.



Figuur 4.8.
Traliespant met aparte bevestigingsmogelijkheid voor bijvoorbeeld gewasdraden.

d. Beregeningsleidingen

Bij de aanleg van beregeningsleidingen moeten horizontale hoofdleidingen zo mogelijk onder de vrije ruimte voor het scherm worden aangelegd. Is dit niet mogelijk, dan erboven en/of zo dicht mogelijk tegen een spant.
Verticale leidingen welke in de ruimte voor het scherm liggen (bijvoorbeeld voor daksproeiers) moeten zo dicht mogelijk tegen een spant worden aangebracht. Bij een scherm bewegend van goot naar goot moeten verticale leidingen zo mogelijk onder de goot omhoog geleid worden.

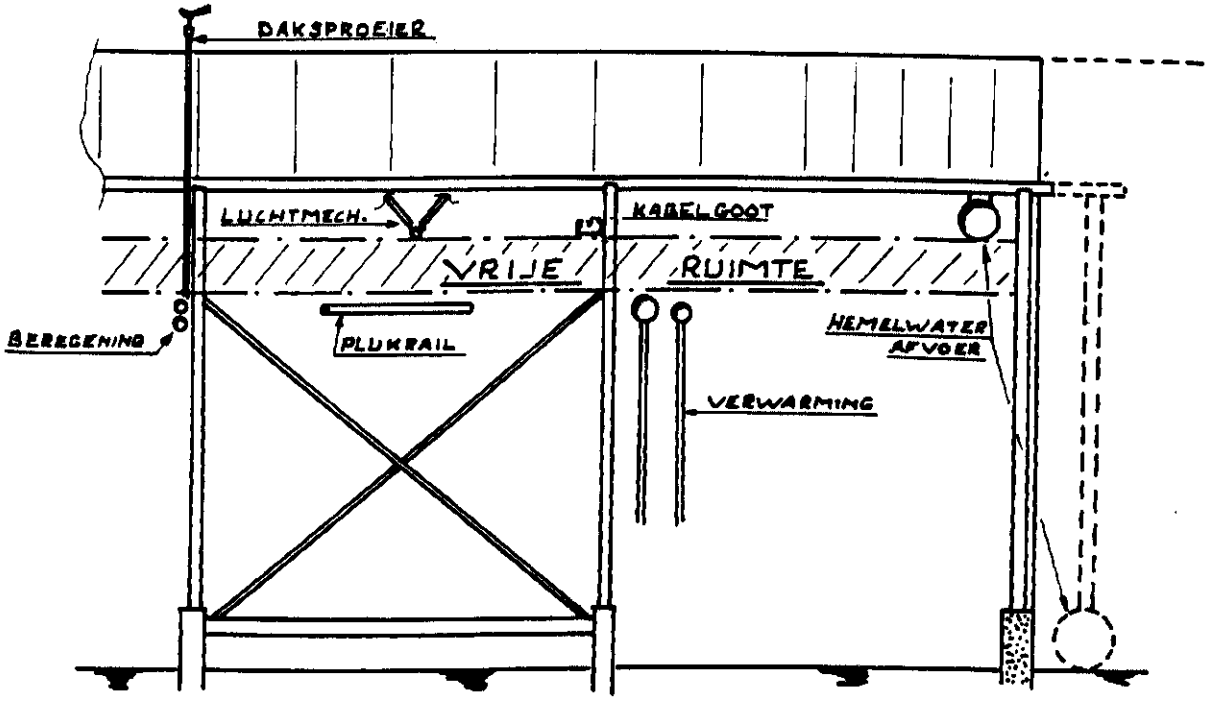
e. Diverse ophangingen

De ophanging van gewasdraden, regenleidingdraden en verwarmingsbuizen moet bij schermen van spant-naar-spant bij voorkeur uitgevoerd worden met platte strippen ter plaatse van de spanten. In verband met lichtverlies moet bij langere hangers gedacht worden een platte strip in combinatie met ketting. De platte haken zijn echter moeilijker te verschuiven dan kettingen (zie 2.4.2.). Indien wordt geschermd van spant-naar-spant bij een verlaagde tralieligger is deze voorziening niet nodig, wanneer de bovenligger wordt gebruikt voor afsluiting van het scherm. Figuur 4.1.
Een betrekkelijk nieuwe oplossing is een traliespant (niet verlaagd) met daaronder een ronde staaf. Deze staaf is met stripjes aan het spant vastgelast. De beste afstand van deze stripjes is ongeveer 53 cm. Door deze stripjes heen kunnen namelijk de steundraden voor het scherm getrokken worden. De staaf kan gebruikt worden om gewasdraden rechtstreeks op te leggen (hogedraad teelt) of de kettingen voor de gewasdraden aan te bevestigen. Zie figuur 4.8.
Indien gebruik gemaakt wordt van een verwarmd energiespant, dat onder de nok is opgehangen (bijvoorbeeld in een 8 meter-kas) moeten wij rekening houden met verplaatsing van het ophangpunt onder de nok. Dit effect ontstaat door uitzetting en krimp van het spant als gevolg van temperatuurwisselingen van het spant. Met name bij schermen met twee trekrichtingen zoals bijvoorbeeld in figuur 4.5. is het aan te raden de spanten over niet te grote lengte aan één stuk te lassen.

f. Luchtmechaniek voor Venlo-dek

Sinds enige tijd zijn bij de 3.2 meter bouw tandheugels voor schommelluchtmechaniek op de markt waarmee minder ruimteverlies optreedt. Hierdoor kan het mechaniek zó aangelegd worden dat de trek-drukstang bij gesloten luchtramen en volledig geopende ramen dichtbij de condensgoot ligt (± 1 cm). Toepassing van deze tandheugels betekent dat een scherm hoger aangebracht kan worden.
In figuur 4.9. is een aantal van de genoemde punten schematisch weergegeven. Deze schets geeft een ideaal geval aan. In de praktijk zal soms een compromis gezocht moeten worden wanneer een bepaalde aanpassing niet haalbaar is. Het is dan wel belangrijk dat zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met de punten a. tot en met f.

Figuur 4.9. Vrije ruimte voor een scherm.



VOORBEELD VAN EEN KAS WAARBIJ EEN GEHEEL VRIJE RUIMTE VOOR EEN SCHERM AANWEZIG.
IN DE PRAKTIJK ZULLEN SOMS CONCESSIES GEDAAN MOETEN WORDEN.

5. MATERIALEN VOOR ENERGIESCHERMEN

5.1. Algemeen

Men kan om verschillende redenen een scherminstallatie in de kas aanbrengen. Tot voor kort waren zonwering - ter verbetering van het kasklimaat - en verduistering - ter regeling van de daglengte - hoofddoelen.
Tegenwoordig is daar bijgekomen de scherminstallatie bedoeld voor energiebesparing. In principe hebben wij dus drie toepassingen, namelijk: verduistering, zonwering en energiebesparing.
Door de stijgende energieprijzen zal bij al deze toepassingen gestreefd worden naar een zo groot mogelijke energiebesparing.
Daarom zullen in dit hoofdstuk ook de materialen voor zonwerings- ~~en~~ verduisteringsschermen behandeld worden.
Eén materiaal heeft niet altijd de eigenschappen die optimaal zijn voor de verschillende doelen:
Wij moeten goed bedenken dat bijvoorbeeld een goed energiescherm een heel slecht verduisteringsscherm en een matig zonweringsscherm kan zijn. Of andersom: een zonweringsscherm met zeer goede eigenschappen (bijvoorbeeld veel luchtwisseling) kan een matig of slecht energiescherm zijn.

5.2. Gewenste eigenschappen van schermen

Wanneer wij de gewenste eigenschappen van een scherm vaststellen zullen wij op de eerste plaats moeten denken aan de doelen zoals in 5.1. aangegeven: Zonwering, verduistering, energiebesparing (al of niet in combinatie).
Daarnaast zijn de volgende eigenschappen van belang:

- sterkte
- slijtvastheid
- scheur- of rafelgevoeligheid
- veroudering
- maatvastheid
- soepelheid en dikte

} Algemene eisen.

5.2.1. Algemene eisen

Voor schermen gelden een aantal gelijke algemene eisen.

a. S t e r k t e

De sterkte van het scherm moet zodanig zijn dat op de installatie waarop het gebruikt wordt geen schade ontstaat, zoals scheuren in het materiaal. Denk bijvoorbeeld aan een situatie waarin een doek nat is. Het is dan zwaar en soms stroever en er kunnen dan vrij grote krachten ontstaan op de bevestigingspunten. In de praktijk zijn de meeste materialen sterk genoeg. Er zijn echter grote verschillen tussen de verschillende soorten. Een vereiste is dat de installatie goed moet zijn (zie punt f).

b. S l i j t a g e w e e r s t a n d

Slijtage treedt, vooral op plaatsen op waar het scherm over draden of andere onderdelen van de installatie of de kas schuift. Hiermee wordt niet bedoeld plaatsen waar het scherm kan blijven haken of langs ruwe punten (bouten enz.) schuurt. Hiertegen moeten maatregelen genomen worden (zie de "Vergelijkingstabel voor Scherminstallaties" punt 19, 29 en 30). Een bekend voorbeeld van beperking van slijtage is het buisje over de laatste steundraad bij schermen die langs de gevel afhangen. In het algemeen voldoen de schermen die in de praktijk worden gebruikt redelijk tot goed. Problemen ontstaan eigenlijk in hoofdzaak op plaatsen waar het scherm over een trekdraad schuurt en dergelijke. Hiertegen kunnen de nodige maatregelen worden genomen. Zie de "Vergelijkingstabel" punt 18.

c. S c h e u r- o f r a f e l g e v o e l i g h e i d

Sommige materialen zijn op zich bijzonder sterk, maar scheuren zonder moeite

verder als het begin van een scheur is ontstaan. Hetzelfde kan optreden bij gaatjes in het scherm, ontstaan door beschadiging of aangebracht voor het afvoeren van condenswater. Gestreefd moet worden naar verbetering van de huidige scheurgevoelige materialen en bij de ontwikkeling van nieuwe materialen hiermee rekening te houden. Via een paar maatregelen kan het risico van scheuren worden voorkomen:

- Niet inknippen van scheurgevoelig materiaal.
  Er kan gewerkt worden met een aparte strook (verduistering) of zonder flap.
  Zie de figuren 2.c. tot en met f.
- Het scherm mag niet in aanraking komen met scherpe obstakels.

De rafelgevoeligheid van een schermmateriaal is vergelijkbaar met de scheurgevoeligheid, maar treedt op bij een enkel breisel en bij sommige weefsels (bijvoorbeeld bandjesweefsel).

d. V e r o u d e r i n g

Met veroudering bedoelen wij de achteruitgang van de eigenschappen van het materiaal onder invloed van ultra-violette straling, temperatuur, vocht en chemische middelen, zoals die in een kas gebruikt worden. Sommige materialen zijn niet of nauwelijks bestendig te noemen, bijvoorbeeld polypropeen, polyamide en cellulose. Sommige andere materialen zijn weinig bestendig, maar kunnen eventueel bestendiger worden door toevoeging van zogenaamde stabilisatoren. Een enkel materiaal is "van nature" goed bestendig zoals bijvoorbeeld acryl.
Een scherm moet altijd een bepaalde minimale technische levensduur hebben. Bijvoorbeeld minimaal 1 jaar (teeltperiode!). De uiteindelijke gewenste technische levensduur is afhankelijk van factoren als: prijs, arbeidskosten voor vervanging en snelheid van nieuwe ontwikkelingen.

e. M a a t v a s t h e i d

Onder maatvastheid verstaan wij hier in hoofdzaak de mate waarin rek en/of krimp van een materiaal optreedt onder invloed van temperatuur en vocht. Ook krachten op het scherm kunnen vormverandering veroorzaken; bijvoorbeeld uitrekken door plassen water op het scherm of bij ophangpunten enz. Deze vervorming kan mede een gevolg zijn van de gebruikte materiaalsoort of van de methode van vervaardiging en behandeling in de fabriek. Enkele materialen - bijvoorbeeld acryl - kunnen veel krimpen bij gebruik in een kas. Soms wel 10%. Een juiste behandeling tijdens of na de fabricage kan dit echter grotendeels voorkomen. Bij de materialen die nu gebruikt worden treden weinig of geen problemen op. In ieder geval is het aan te raden om een garantie te vragen op dit punt. Bijvoorbeeld: niet meer dan 2% krimp.
Een ander soort maatvastheid speelt een rol bij rolschermen. Hier moet het materiaal, vooral bij lange banen, niet scheef trekken om verloop op de rol te voorkomen.

f. S o e p e l h e i d e n d i k t e

Deze twee eigenschappen zijn van groot belang voor de afmetingen van het schermpakket bij geopend scherm. Het schermsysteem zelf stelt vaak specifieke eisen wat betreft de eigenschappen soepelheid en dikte.
Daarom zullen wij een drietal schermsystemen apart behandelen.

1. <u>Schuifscherm</u>

Een scherm schuivend over draden - op dit moment het grootste areaal - moet zo soepel en dun mogelijk zijn.
Daarbij moet voor een energiescherm en/of verduisteringsscherm het materiaal zo gesloten mogelijk zijn.
In de praktijk is sinds kort een dergelijk materiaal in gebruik. Het betreft een dun polyetheen vliesdoek met aluminium laag. Momenteel wordt door verschillende fabrikanten gezocht naar breisels die ongeveer diezelfde eigenschappen hebben.

2. Rolscherm

Bij een rolbaar scherm worden andere eisen gesteld.
- Het moet zo weinig mogelijk plooien vormen.
- Het moet redelijk tot goed maatvast zijn.

Het laatste speelt vooral bij systemen met lange smalle banen, die aan de zijkanten niet door een railsysteem worden geleid. Bij zo'n systeem zou waarschijnlijk een dun noppenfolie in stugge vorm ook toepasbaar zijn, misschien zelfs zonder railgeleiding aan de randen.
In het algemeen zullen materialen die voor een schuifsysteem te stug zijn redelijk of goed op een rolsysteem kunnen voldoen. Bij rolschermen is het belangrijk te letten op de vereiste eigenschappen van het schermmateriaal met als doel een soepel en betrouwbaar werkend systeem en een zo klein mogelijke rol.

3. Vouwscherm of Harmonicascherm

- Op de eerste plaats moeten wij hierbij denken aan de bekende scherminstallaties waar het scherm met haken is opgehangen aan draden. Hiervoor moet het materiaal redelijk soepel zijn, maar vooral moet het voldoende sterk zijn om uitscheuren bij de ophanghaken te voorkomen. De grootte van het pakket hangt af van de onderlinge afstand van de haken en de dikte van de haken. Hoe kleiner de afstand van de haken, hoe kleiner de hoogte van het pakket. Hoe dunner (platter) de haken, hoe kleiner de breedte van het pakket.
  Eenzelfde redenering gaat ook op voor buisfolieschermen.
- Het zogenaamde dubbelwandige vouwbare scherm (zie hoofdstuk 7, Nieuwe ontwikkelingen en fig. 7.) moet anders worden benaderd: het bestaat uit aan elkaar gelijmde buisfolies, die voorgevouwen zijn om het pakket zo klein mogelijk te maken (minder lichtverlies!). Deze vouwen moeten blijven bestaan, dus het materiaal moet vrij stug zijn.
  Een dergelijk scherm zou vrij stug moeten blijven, zodat de vouwen gedurende de gehele levensduur moeten blijven bestaan. Het gebruikte polyetheen is wat dat betreft waarschijnlijk minder geschikt.
  Het principe van dit dubbelwandige vouwbare systeem zou bij verschillende materialen uitgeprobeerd moeten worden. Het biedt namelijk een goede mogelijkheid om een zeer klein schermpakket te bereiken zelfs bij dubbel- of meervoudig materiaal!

4. Andere systemen

Uit het voorgaande blijkt, dat ieder schermsysteem zijn eigen eisen aan het materiaal stelt.
De keuze van systeem en materiaal moet dus op elkaar afgestemd zijn om een optimaal resultaat te behalen.

5.2.2. Eisen, afhankelijk van het doel van het scherm

Hiermee maken wij weer onderscheid tussen de drie toepassingen van schermen.

a. V e r d u i s t e r i n g s s c h e r m

Een scherm met als hoofddoel verduistering mag niet meer licht doorlaten dan %. Aan deze eis voldoet een goede zwarte PE-folie.
Het liefst voorkomt ment condensdruppels tegen het scherm, dit pleit voor een vliesdoek, breisel of weefsel in zwarte uitvoering.
Naast verduistering wil men graag een zo hoog mogelijke energiebesparing met het scherm bereiken, wat op de eerste plaats neerkomt op een goed gesloten materiaal.
Zwart PE-folie is dat in ieder geval en zwarte doeken moeten het zijn anders laten ze teveel licht door.
Het isolerende effect kan vergroot worden door het aanbrengen van een deklaag (coating) met een zogenaamde lage emissie-coëfficiënt (bijvoorbeeld aluminium). Het effect hiervan is het verminderen van uitstralingsverlies, zie ook hoofdstuk 1, par. 1.9.

Het aanbrengen van zo'n coating is bij een aantal verduisteringsschermen reeds geprobeerd; op folies lukt dat goed, bij doeken wordt het materiaal er wel meer gesloten door. Voordelen van doek (voorkomen condensvorming, minder moeite met luchtvochtigheid) gaan daarmee voor een deel verloren. Het effect van de coating op doeken is kleiner dan op folies.
Een aantal fabrikanten zoekt naar mogelijkheden.

b. Z o n w e r i n g s s c h e r m

Een zonweringsscherm heeft als belangrijk doel: vermindering en verstrooiing van de zoninstraling.
Wij kunnen twee toepassingen onderscheiden:
1. Zonweringsschermen, waarbij het zomerklimaat het belangrijkst en/of de besparing in de winter te verwaarlozen is. Hiervoor wordt vaak een scherm met veel ventilatie-openingen gekozen ("open" doek).
2. Zonweringsschermen, waarbij ook de besparing in de winter belangrijk is. Dit betekent, dat aan het klimaat 's zomers soms concessies moeten worden gedaan.

Onder de eerste groep vallen de schermmaterialen, die open geweven of gebreid zijn, dan wel duidelijke openingen hebben. Deze laatste kunnen doeken zijn met opengewerkte stroken, vliesdoeken met uitgeponste gaten of zelfs zwart vliesdoek met grote gaten (waarbij de grootte en het aantal gaten gekozen wordt voor een bepaald lichtpercentage).
Bij de tweede groep horen de meestal witte (soms ook gekleurde) doeken die meer gesloten zijn.
Deze geslotenheid van het materiaal beïnvloedt de ventilatie en luchtvochtigheid 's zomers in ongunstigere zin. In de praktijk wordt vrij veel met deze schermen gewerkt waarbij de nadelen in de zomer worden opgevangen door bijvoorbeeld zo nodig kieren te zetten.
Onder de tweede groep kunnen wij ook de folies rekenen met een min of meer lichtdoorlatende aluminium coating. Hierbij bestaat in principe de mogelijkheid om een bepaalde schaduwwerking te kiezen en tegelijk het voordeel van de aluminium laag 's winters (iets minder uitstraling) te benutten. Het blijft dan wel een vraag in hoeverre wij dit materiaal kunnen gebruiken in verband met het klimaat onder het scherm. Er is een dun noppenfolie op de markt dat deze eigenschappen heeft (harmonicasysteem, hangend aan draden).

c. E n e r g i e s c h e r m

Deze derde soort van scherm is pas de laatste jaren meer en meer als aparte groep behandeld. Het gaat hier over schermen waarbij het isolerend effect op de eerste plaats staat en waarbij een eventuele toepassing als verduisterings- of zonweringsscherm niet direct bij de ontwikkeling is betrokken.
Bij deze materialen moeten wij twee zaken voorop stellen:
- het klimaat onder het scherm moet zo optimaal mogelijk blijven;
- het schermpakket bij geopend scherm moet zo klein mogelijk zijn.

Wij kunnen uit drie mogelijkheden kiezen:
1. Een mogelijkheid om het isolerend effect te vergroten is het aanbrengen van een laag met lage emissiecoëfficiënt (dit betekent dus minder uitstraling naar het dek). Dit punt al eerder beschreven. Een dergelijke coating moet indien mogelijk beschermd worden omdat anders de werking achteruitgaat door aantasting van de aluminiumlaag (denk aan vocht en luchtvervuiling).
   In de praktijk is al enige ervaring opgedaan met dit soort schermen. Deze schermen laten nauwelijks enig licht door en zullen overdag niet gebruikt kunnen worden.
2. Een andere keuze is een materiaal, waarmee wél overdag geschermd kan worden namelijk transparant folie. De toepassing hiervan is voortgekomen uit het gebruik van een vast scherm gedurende een aantal weken in de winter periode. In sommige gevallen kan folie teelttechnisch gezien goed toepasbaar zijn.
   - Bij folies moet men zo weinig mogelijk hinder hebben van water op het folie.

Hiertoe kan men perforaties aanbrengen (Ø 2,5 mm op een onderlinge afstand van 15 cm).
Een alternatief voor perforeren is het aanbrengen van sneetjes in het materiaal. De gedachte is dat hierbij water op het scherm weg kan lopen terwijl het scherm normaal gesproken goed gesloten blijft. Proeven zullen moeten aantonen of dit principe goed werkt en blijft werken.
- Condens tegen het folie moet eveneens zo weinig mogelijk hinder veroorzaken. Dit kan bereikt worden met zogenaamde anti-condens folies. Hierbij is een uitvloeimiddel toegepast. De werking van deze folies moet nog worden verbeterd ten aanzien van het effect (beter uitvloeien) en de levensduur (langere werking).

In situaties waarbij het folie langdurig droog blijft of slechts weinig condens optreedt heeft "normaal" polyetheenfolie een vrij slecht isolerend effect. Dit komt doordat het materiaal op zich veel warmtestraling doorlaat. In de praktijk merken wij hier niet zoveel van omdat meestal veel condens op het folie aanwezig is. Dit condens absorbeert de warmtestraling geheel (zie ook hoofdstuk 1).
Conclusie: Bij gebruik als buisfolie, dubbel scherm, scherm ter plaatse van heteluchtkachels, gevelisolatie en bij hoge buisligging moet gekozen worden voor een folie met lage warmtestralingsdoorlatendheid. Zie voor de verschillende materialen op dit punt de tabel met het materialenoverzicht.

3. Een derde mogelijkheid vormen de energieschermen die een bijzondere vorm hebben om een zo groot mogelijk isolerend effect te bereiken. Wij bedoelen hiermee de zogenaamde samengestelde of meervoudige schermen. Voorbeelden hiervan zijn:
   a. Gealuminiseerd noppenfolie (harmonicasysteem) (afkomstig uit Duitsland).
   b. Twee lagen gebreid doek met daartussen stroken gealuminiseerd folie (Zweedse ontwikkeling).
   c. Buisfoliesysteem. In de Verenigde Staten op kleine schaal beproefd in gealuminiseerde uitvoering. Andere ontwikkelingen (met transparante buisfolies) onder meer in Duitsland en Nederland.

   De extra goede isolatie wordt in principe bereikt door een opgesloten stilstaande luchtlaag in het scherm en meestal het gebruik van deklagen met lage emissiewaarde. De vergelijking met "normaal" dubbel glas ten opzichte van glas + gecoat glas ligt hierbij voor de hand.
   De bereikte isolatie door deze schermen is hoog en meestal hoger dan een dubbele installatie met standaard materialen.
   Een probleem bij deze schermen blijft nog het relatief grote schermpakket bij geopend scherm. Het lichtverlies hierdoor kan iets kleiner zijn wanneer de buitenzijde van het pakket is voorzien van een reflecterende coating. Dit is vooral een voordeel bij relatief hoge en smalle pakketten, zoals bijvoorbeeld bij het harmonicasysteem ontstaan.

5.3. Overzicht van schermmaterialen

In de voorgaande paragrafen van dit hoofdstuk is al gewezen op enkele verschillende vormen waarin schermen worden geleverd. In dit gedeelte wordt een indeling gemaakt en wordt informatie gegeven over de nu bekende schermmaterialen en schermvormen.

5.3.1. Grondstoffen voor schermmaterialen

De nu in gebruik zijnde schermdoeken zijn uit een van de volgende grondstoffen gemaakt:
a. Polyetheen (voorheen: polyethyleen)
b. Polyester
c. Acryl.
Polypropeen (voorheen: polypropyleen), polyamide en cellulose zijn ongeschikte grondstoffen gebleken. De levensduur van energieschermen samengesteld uit deze stoffen bleek veel te kort te zijn.

Acryl is het best bestand tegen veroudering. Polyetheen zonder Ultra-violet (UV)-stabilisator heeft in een niet-geschermde kas een levensduur van ten hoogste 1,5 jaar. De levensduur van polyester doeken wordt geschat op 5 jaar of iets meer. Hoewel volgens fabrikanten de veroudering onder glas gering zou moeten zijn blijkt dit in de praktijk soms iets tegen te vallen. Waarschijnlijk spelen hierbij factoren mee als luchtvochtigheid en temperatuur van het materiaal (zon-instraling).
Ook het effect van geopende luchtramen kan mogelijk een iets snellere veroudering teweeg brengen wanneer de zon de kans krijgt rechtstreeks het materiaal te beschijnen.

- Brandbaarheid. Veel kunststoffen zijn in meerdere of mindere mate brandbaar, maar met name acryl is gemakkelijk brandbaar. Om deze reden moet het worden ontraden op bedrijven waar veel mensen werken op een beperkte ruimte. Bijvoorbeeld in een schuur of op stekbedrijven. Wegens de brandbaarheid moet het ook worden ontraden in kassen met PMMA-dek.
- Andere eigenschappen zoals bijvoorbeeld scheurgevoeligheid, veroudering, aluminium coatings en stralingsdoorlatendheid zijn al eerder behandeld in 5.2.1., 5.2.2. en 1.9.

5.3.2. Indeling van schermmaterialen

Op de eerste plaats kunnen wij schermen indelen in schermen voor energiebesparing, zonwering of verduistering.
Sommige schermmaterialen kunnen een duidelijke dubbele functie hebben, zoals de witte doeken.

Een andere indeling is op grond van de basismaterialen mogelijk. Deze zijn in hoofdzaak: Polyetheen, polyester en acryl.

Voor de praktijk lijkt een indeling op basis van de vorm het duidelijkst:

1. Folie
2. Bandjesweefsel ("kunstmestzakkendoek")
3. Weefsel
4. Breisel/Mallimd
5. Vliesdoek

} zie figuur 5.1.

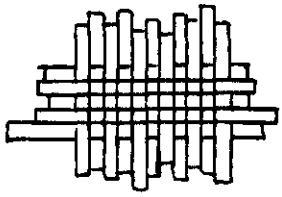
6. Meervoudig scherm of combinatievormen: bijvoorbeeld: vlies met mallimd-doek; dubbel doek met gealuminiseerd folie; gealuminiseerd noppenfolie.

Geweven doeken gemaakt volgens het bekende systeem van schering en inslag hebben de hoogste produktiekosten.
De produktie van vliesdoeken daarentegen is het minst kostbaar.
Gebreide doeken liggen wat produktiekosten betreft iets lager dan weefsels. Ze zijn enigermate elastisch en sommige breisels kunnen soms "ladderen". Mallimd-doeken zijn gemaakt volgens een procédé dat tussen breien en weven in staat.
De vliesdoeken zijn over het algemeen het minst sterk (zie ook 5.2.1.a.). Er is inmiddels één doek wat bestaat uit een vlies dat versterkt is met een dun breisel. Daardoor is het veel sterker geworden maar ook iets minder gesloten.

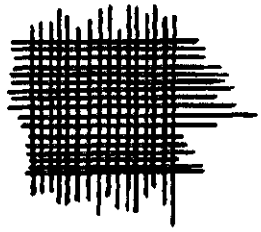
5.3.3. Schermmaterialen uit de praktijk

Aan de hand van de hiervoor genoemde indeling 1 tot en met 6 worden in deze paragraaf een aantal belangrijke materialen beschreven zoals deze op dit moment op de markt zijn. Natuurlijk staat de ontwikkeling niet stil. Daarom zijn in de tabellen regels vrij gelaten om eventueel later nieuwe schermmaterialen of nieuwe typen te kunnen bijschrijven. De genoemde waarden voor de lichtdoorlatendheid en voor de warmtestraling zijn gebaseerd op metingen aan één of maximaal twéé monsters en zijn bedoeld als vergelijkingsgetallen. Dit betekent dat bij controlemetingen iets andere cijfers gevonden kunnen worden. De afwijkingen zullen echter niet zo groot zijn. De metingen zijn uitgevoerd door A. van den Kieboom (IMAG, Wageningen).
In de kolommen voor de doorlatendheid voor druipwater, soepelheid en isolerend effect is gekozen voor een aanduiding en niet voor een getalwaarde. Dit omdat op deze punten moeilijk exacte gegevens te krijgen zijn omdat er (nog) geen goede vergelijkende meetmethode is.

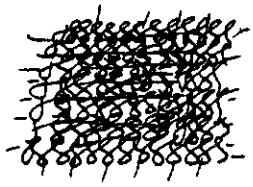
BANDJESWEEFSEL



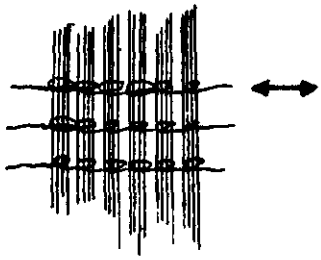
WEEFSEL



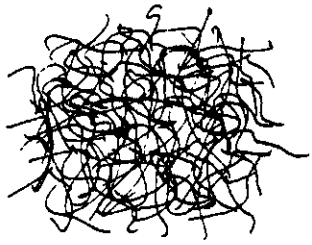
BREISEL



MALLIMÖ-TECHNIEK



VLIESDOEK



figuur 5.1

Wat isolerend effect betreft wordt in hoofdstuk 6 een aantal resultaten van metingen uit binnen- en buitenland gegeven.

Aanduiding:	++	zeer goed
	+	goed
		redelijk
	-	matig
	--	slecht

Slot

Bij het samenstellen van hoofdstuk 5 is gebruik gemaakt van de volgende publikaties:

1. Metingen uitgevoerd door A. v.d. Kieboom, IMAG, Wageningen.
2. "Energieschermen in de glastuinbouw", G. v.d. Berg, G. van Holsteijn en A. v.d. Kieboom 30 januari 1980.
3. "Materialen voor energieschermen", Landelijke Takvergadering, Utrecht, 27-8-1981, G.P.A. van Holsteijn.
4. Metingen uitgevoerd door J. Meyer, ITG, TU, Hannover, BRD. Bijvoorbeeld Deutscher Gartenbau 36/1981 blz. 1471.
5. Metingen uitgevoerd door B. Bailey, NIAE Silsoe, Engeland. Dep. Note DM/G/982/04013.
6. Metingen uitgevoerd door G. Gustavsson, S.A. Svensson, P. Äström, LBT, Lund 1980, Zweden.

VORM	Materiaal (Grondstoffen, toevoegingen)	Voorbeelden (naam of aanduiding)	Doorlatendheid voor: (*) Licht (diffuus) * ± %	Licht (loodrecht) * ± %	Warmte-straling * ± %	Emissie-coëfficiënt ±	Druipwater * ±	Soepelheid	Isolerend effect	Gem. prijs ± guldens per m2	Levensduur *** (niet technisch) ± jaren	Opmerkingen
1. Folie (0,05 mm)	Polyetheen (PE)	transparant folie	83		84		--	/+	/+	0,20	max. 1,5	Deze 4 soorten PE zijn niet UV-bestending. Vervanging meestal na één seizoen. Isolerend effect bij transparant PE alleen goed als folie nat is!
	Polyetheen (PE)	extra helder	83		84		--	/+	/+	0,20	" 1,5	
	Polyetheen (PE)	melkwit	div.		div.		--	/+	/+	0,26	" 1	
	Polyetheen (PE)	zwart	0		div.		--	/+	/+	0,25	4	
	PE met uitvloeier	anti-condens folie	83		83		--	/+	/+	0,30	" 1,5	A-C-werking moet langer en beter
	PE met UV-stabilisator	UV-bestendig folie	div.		div.		--	/+	/+	0,22	2-3	Niet uit voorraad leverbaar! Garantie vereist. Levensduur afh. van samenstelling.
	PE met VA-toevoeging	EVA (18% VA)		90	53		--	/+	+		± 1,5	0,07 mm. Percentage VA moet
	PE met VA-toevoeging	EVA (18% VA)		90	48		--	/+	+		± 1,5	0,10 mm. Vastgelegd worden Zeer stroef op beweegbare installatie.
	PE met IR-absorber **	**	div.		div.		--	-/+ div.	/+	div.	max. 1,5	Allerlei combinaties van toevoegingen zijn mogelijk, bijvoorbeeld AC + IR + VA. Door sommige IR-abs., stugger folie.
	Polyetheen + polyester met aluminium-coating	Peritherm	0		0	0,15	--	-/	++	4,25	4?	Scheurgevoelig. Coating beschermd. Stugger dan zwart PE-folie. Lage emissie.

VORM	Materiaal (grondstoffen, toevoegingen)	Voorbeelden (naam of aanduiding)	Doorlatendheid voor: (*) Licht (diffuus) * ± %	Licht (loodrecht) * ± %	Warmte-straling * ± %	Emissie-coëfficiënt ±	Druipwater *	Soepelheid	Isolerend effect	Gem. Prijs ± guldens per m2	Levensduur *** (niet technische) ± jaren	Opmerkingen
2. Bandjes-weefsel	Polyetheen + UV-stabilisator	E-S	49		73		/+	-/	/+	1,85	3 à 4	Isolerend effect verbeterd zodra condens zich vormt tegen het materiaal, vergelijk met PE-folie.
	Bij vergelijkbare materialen zoals Isorol:	E-H	68		71		/+	-/	/+	1,85	2 of meer	
	Specificatie + garantie goed vastleggen!	EV-1					/+	-/	/+	1,85	3 à 5	EV-1 niet of nauwelijks als enkel scherm toegepast.
		EV-2 (= 2 x EV-1)	0,1		2,6		/+	-/	+/++	2,90	3 à 5	
3. Weefsels	Acryl	SM-50	42		28		+	/+		3,00?	5 of meer	Levensduur kan worden verkort door vervuiling en slijtage. Garantie op krimp vereist.
	Polyester	Isotex 40	55		21		+	+	+	4,15	4 à 5	
		Isotex 55	45		16		+	+	+	4,50	5	
4.a. Breisels	Polyester	Terylene LS-40 } Thermosol - 45 }	43		25		+	+		3,25 / 3,60	3 à 5	Vrij open breisel.
		Terylene LS-55 } Thermosol - 60 }	31		9		+	+	+	4,20 / 3,85	5	Zie: "Algemene Opmerking" voor alle typen.
		Terylene LS-75 } Thermosol - 70 }	19		7		+	+	+	4,80 / 4,55	5	
		Terylene LS-100	0,1		1,8				+	7,95	5	Zeer goed gesloten breisel.
4.b. Mallimō-doeken	Polyester	Hortatex 60	43		11		++	+	-	3,25	5	Zie: "Algemene opmerking".
		Hortatex 75	36		19		++	+		3,75	5	
	Polyester/acryl	Lobrene B48	43		22		++	+	-	3,20	5	In richting van kettingdraad sneller afname van sterkte.
		Lobrene B85	35		16		++	+		3,85	5	

VORM	Materiaal (grondstoffen, toevoegingen)	Voorbeelden (naam of aanduiding)	Doorlatendheid voor: (*) Licht (diffuus) * + %	Licht (loodrecht) * + %	Warmte-straling * + %	Emissie-coëfficiënt +	Druipwater *	Soepelheid	Isolerend effect	Gem. prijs + guldens per m2	Levensduur *** (niet technische) + jaren	Opmerkingen
5. Vliesdoeken	Polyester	Reemay 2016	53		26		+	-	+	2,10	5	
		Floratex 60	47		24		+	-	+	3,30	5	
		Floratex 80	39		8		+	--/-	+	4,15	5	Vrij stug en dik.
	Polyester met Al-coating	Floratex 40+AL	19		13	0,51	+	--/-	+/++	3,65	4 ?	Coating niet beschermd!
	Polyetheen met aluminium-coating	Tyvek	1		8	0,22		+/++	+/++	2,80	3?	Diverse uitvoeringen. Bekendste: wit met aan één of twee zijden Al-coating. Coating niet beschermd! Zeer klein pakket mogelijk.
	Polypropeen, met UV stabilisator	Agryl P 17	75		65		++	-	-/--	0,30	?	P 17: Te zwak voor beweegbaar scherm, zeer open.
		Agryl P 30					++		-/	0,85		P 30: Vrij zwak, vrij open.
combinatie van vormen	Polyetheen vlies met open Mallimö-doek	Hortatex 60S	16		25		+	+	+	3,45	5?	PE-vlies zonder coating, levensduur?
	idem, met aluminium-coating	Hortatex 60S+Al	9		10	0,57	+	+	+/++	4,25	5	AL-coating, onbeschermd. PE-vlies beschermd door coating.
	PE-noppenfolie (dun) met gealuminiseerde polyester folie,	Harmonica folie	0		0	0,66	+	--/++	++	4,40 (zonder haken)	3-5?	Perforatie voor drupwater. Zeer stug, maar goed vouwbaar. Buitenzijde pakket spiegelend voor licht. Vrij hoge emissie. Coating beschermd.
	(zwart) PE noppenfolie (transp.). Ook dun leverbaar gealuminiseerd	"			24		+	--/++	+	3,95	3-5?	

VORM	Materiaal (grondstoffen, toevoegingen)	Voorbeelden (naam of aanduiding)	Doorlatendheid voor: (*) Licht (diffuus) * ± %	Licht (loodrecht) * ± %	Warmte-straling * ± %	Emissie-coëfficiënt ±	Druipwater *	Soepelheid	Isolerend effect	Prijs ± guldens per m2	Levensduur *** (± jaren) (niet technische)	Opmerkingen
6. Meervoudig scherm of com-	Dubbel polyester breisel met stroken gealuminiseerd folie ertussen	LS-21	1		0	0,15?	+		++	14,90	5	Extra hoog isolerend effect. Goed vouwbaar, opgehangen aan draden, veel materiaal. Buitenzijde pakket niet spiegelend.
	Buisfolie transparant materiaal PE (0,07mm)	Buisfolie		80	68		++	+	+	0,85	1,5	Levensduur afh. van samenstelling. Beweegbaar systeem nog niet ver genoeg ontwikkeld, meestal vast scherm in praktijk.
	idem, zwart PE of PE met IR-absorber						++	+/++	++	0,90	4	
	idem, gealuminiseerd				0		++	+/++	++	?	?	Gealuminiseerd, extra hoog isolerend effect, proef in USA.

* Metingen: A v.d. Kieboom, IMAG

** Tot nu toe voldoen veel van de zogenaamde IR-folies niet of nauwelijks aan de eisen die aan een IR-absorberend folie gesteld moeten worden. Dat wil zeggen de warmtestralingsdoorlatendheid is soms ± 70-80%. Dit is slechts een zeer geringe verbetering ten opzichte van transparant PE-folie.
Warmtestralingsdoorlatendheden van 50% en minder zijn in principe echter goed mogelijk. Ontwikkeling is gaande.

*** Bij de globale cijfers voor de levensduur is in rekening gebracht dat een scherm soms binnen de technische levensduur vervangen wordt. Dit kan zijn door: slijtage, vervuiling, nieuwe ontwikkelingen.

div. Diverse waarden, afhankelijk van dikte en samenstelling.

++ = zeer goed
\+ = goed
= redelijk
\- = matig
-- = slecht

Algemene opmerking:

Soms kunnen schermdoeken plaatselijk sneller verouderen, bijvoorbeeld op spanten en meeneembuizen, die door de zon beschenen worden. Voor de meeste doeken is een goede garantie-omschrijving met betrekking tot veroudering en krimp een vereiste!

6. LICHTVERLIES EN ENERGIEBESPARING

Door het gebruik van een beweegbaar scherm worden een aantal belangrijke veranderingen in het kasklimaat veroorzaakt. Positieve effecten zijn: zonwering, verduistering, hogere luchtvochtigheid, gelijkmatiger klimaat en vermindering van het energieverlies. Minder gewenst of negatief kunnen zijn effecten zoals: te hoge luchtvochtigheid, condensdruppels en lichtverlies.
Wanneer wij energieschermen beschouwen komen twee gewenste eigenschappen duidelijk naar voren: Een zo groot mogelijke energiebesparing en overdag een zo gering mogelijk lichtverlies.

6.1. Lichtverlies

Lichtverlies heeft bij veel gewassen een nadelig effect. Hoe negatief dit effect precies is hangt van verschillende factoren af zoals: soort gewas, seizoen en andere klimaatsfactoren (CO_2-gehalte, luchtvochtigheid).
Het lichtverlies dat veroorzaakt wordt door een scherm moet in principe dan ook zo klein mogelijk gehouden worden.
Lichtonderschepping wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van schermpakketten en door andere onderdelen behorend bij de scherminstallatie. Het grootste verlies treedt op door de pakketten.
De andere onderdelen zoals steundraden, bovendraden en trekdraden geven slechts weinig verlies namelijk circa 0,5% of iets meer afhankelijk van het aantal draden en de kleur en/of de lichtreflectie.
Verder geeft bijvoorbeeld de aandrijving (motor + as) plaatselijk lichtverlies.
Lichtverliezen kunnen zowel berekend als gemeten worden. Het is echter niet eenvoudig om dit heel nauwkeurig en precies te doen. Dit komt doordat in de praktijk steeds weer andere situaties voorkomen. Het is niet mogelijk om van één standaard geval uit te gaan.
Bij berekeningen is met name het effect van samenvallen van schaduwen wat moeilijker in rekening te brengen.
Hierbij komt dat in de praktijk de schermpakketten vaak een onregelmatige vorm hebben, soms wit, soms zwart, soms transparant, soms reflecterend en soms vervuild zijn.
Er zijn dus wel nauwkeurige berekeningsmethoden, maar in de praktijk komen zeer veel verschillende situaties voor, ook bij gelijksoortige installaties en kastypen.
Als ondersteuning van berekeningen worden daarom lichtmetingen in de praktijk uitgevoerd. Dit geeft een goed beeld van de lichtniveaus in kassen. Ook hier echter bestaat de moeilijkheid dat behalve door scherminstallaties ook door veel andere oorzaken lichtverlies ontstaat. Bijvoorbeeld door verschil in kastypen, glasvervuiling, aanwezigheid van verwarmingsbuizen en regenleidingen.
Toch is langzamerhand een goed beeld ontstaan van de lichtdoorlatendheid van kassen en de lichtonderschepping van bijvoorbeeld scherminstallaties.

6.1.1. Berekende lichtverliezen

Met een vereenvoudigde berekeningsmethode kan vrij snel een indruk verkregen worden van het lichtverlies van bijvoorbeeld een schermpakket.
Wij kunnen hiervoor gebruik maken van enkele rekenregels die samengesteld zijn bij het IMAG. Het resultaat van deze berekeningen is weergegeven in tabel 6.1. met de bijbehorende figuur 6.1. In de volgende paragraaf, 6.1.2., wordt nog wat dieper ingegaan op deze berekeningsmethode. Wij beperken ons hier tot de resultaten van de berekening van de lichtverliezen van een aantal verschillende manieren van schermen in vier kastypen: 3,2 m Venlo, 3,2 m Venlo met tralieligger, 8 m breedkap en 12,8 meter breedkap.
Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gekozen:

a. De doorsnede van het schermpakket is ongeveer rechthoekig.
b. Bij schermpakketten onder de goot wordt het berekende lichtverlies met 25% verminderd wegens het gedeeltelijk samenvallen van de schaduwen van scherm en goot.

c. Als de ruimte tussen goot en schermpakket circa 10 cm of kleiner is worden goot + scherm als één geheel beschouwd.
d. De pakketten laten geen licht door en reflecteren geen licht.
e. Er is uitgegaan van een schuivend schermsysteem. Voor een hangend scherm moet een grotere pakkethoogte in rekening worden gebracht.

In de praktijk zullen afwijkingen voorkomen ten opzichte van deze vier uitgangspunten, dit zijn zowel afwijkingen die het lichtverlies kleiner doen zijn als afwijkingen die het lichtverlies groter doen zijn.
Omstandigheden waardoor het lichtverlies in de praktijk iets kleiner zou kunnen zijn dan uit de berekening volgt zijn:
- De doorsnedes van de schermpakketten zijn meestal iets afgerond en niet rechthoekig.
- Bij transparant materiaal wordt, in ieder geval bij flappen en dergelijke, een kleine of grotere hoeveelheid licht doorgelaten.
- Witte en spiegelende materialen zorgen voor reflectie van opvallend licht.

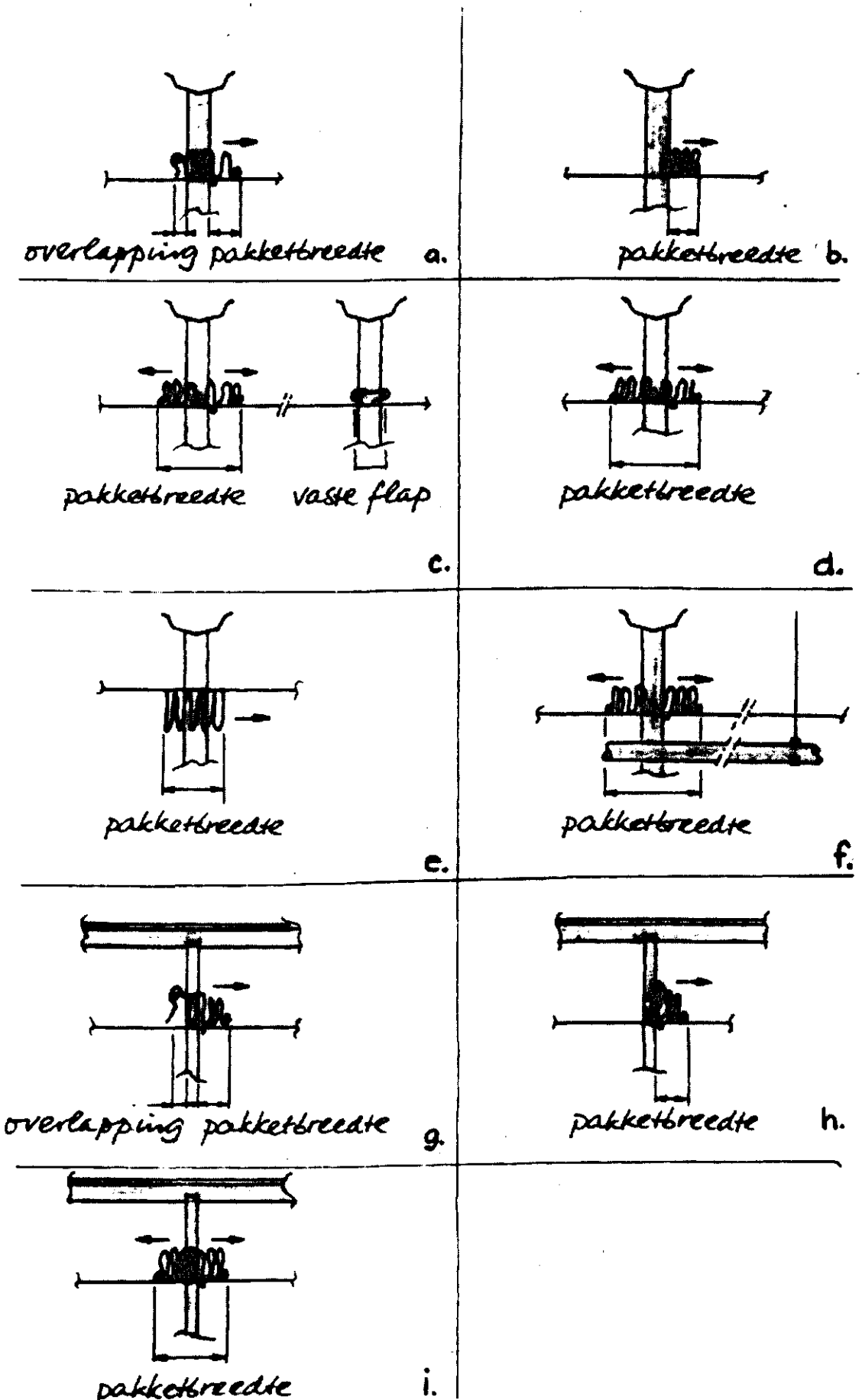
Een omstandigheid waardoor het lichtverlies groter kan uitvallen dan uit de berekening blijkt is dat de schermpakketten nogal eens groter zijn dan in de tabel is aangegeven. Dit kan worden veroorzaakt door:
- Schermmateriaal dat aan de boven- of onderzijde uitsteekt (stug materiaal, water).
- Schermmateriaal dat aan de voorzijde uitsteekt (te weinig of ondoelmatige doekmeenemers).
- Niet goed afgestelde of oudere installaties.
- Dik en/of stug schermmateriaal.

Omdat in de praktijk dus zowel positieve als negatieve effecten optreden gaan wij voorlopig uit van de berekende gegevens in tabel 6.1.

Kastype	Schermsysteem			Afmetingen scherm en schermpakket					Verlaagde ligger ?	Lichtverlies	
	Bewegingsrichting	Soort systeem	Figuur letter	Overlapping cm	Poot/spant dikte cm	Pakketbreedte cm	Pakkethoogte cm	Schermbreedte per pakket m		Zonder extra ligger |+ %	Met extra ligger |+ %
3,2 meter, vakmaat 3 of 4 m	goot naar goot	1x3,2 m traditioneel	a	3	7	10	10	3,2	ja	7,1	-
		1x3,2 m slotsysteem	b	-	7	10	10	3,2	ja	4,7	-
		2x3,2 m met vaste flap	c	-	7	27	10	2x 3,0	ja	4,7	-
		2x3,2 m slotsysteem	d	-	7	27	10	2x 3,0	ja	4,4	-
		1x6,4 m railsysteem	e	-	7	20	15	6,4	nee	4,1	-
	ligger naar ligger	1x3 m traditioneel	g	3	4	10	10	3,0	ja	5,3	-
		1x3 m zonder flap	h	-	4	10	10	3,0	ja	4,3	-
		2x3 m zonder flap	i	-	4	24	10	2x 3,0	ja	3,8	
		1x4 m traditioneel	g	3	4	13	10	4,0	ja	4,7	-
		1x4 m zonder flap	h	-	4	13	10	4,0	ja	4,0	-
		2x4 m zonder flap	i	-	4	30	10	2x 4,0	ja	3,6	

Schermsysteem				Afmetingen scherm en schermpakket					Verlaagde ligger ?	Lichtverlies	
Kastype	Bewegingsrichting	Soort systeem	Figuur letter	Overlapping cm	Poot/spant dikte cm	Pakketbreedte cm	Pakkethoogte cm	Schermbreedte per pakket m		Zonder extra ligger + %	Met extra ligger + %
6,4 meter, traliëligger, vakmaat 3 of 4 m	goot naar goot	1x3,2 m traditioneel	a	3	8	10	10	3,2	ja	7,3	-
		1x3,2 m slotsysteem	b	-	8	10	10	3,2	ja	4,7	-
		2x3,2 m met vaste flap	c	-	8	28	10	2 x 3,2	j/n	4,9	6,9
		2x3,2 m slotsysteem	c/f	-	8	28	10	2 x 3,2	j/n	4,4	6,4
		1x6,4 m traditioneel	a	5	8	15	10	6,4	nee	-	8,0
		1x6,4 m slotsysteem	b	-	8	20	10	6,4	nee	-	7,1
		*1x6,4 m railsysteem	e	-	8	20	15	6,4	nee	4,1	-
	ligger naar ligger	1x3 m traditioneel	g	3	5	10	10	3,0	j/n	6,6	-
		1x3 m zonder flap	h	-	5	10	10	3,0	j/n	5,6	-
		2x3 m zonder flap	i	-	5	25	10	2 x 3,0	j/n	4,5	-
		1x4 m traditioneel	g	3	5	13	10	4,0	j/n	5,7	-
		1x4 m zonder flap	h	-	5	13	10	4,0	j/n	5,0	-
		2x4 m zonder flap	i	-	5	31	10	4,0	j/n	4,1	-
8 meter breedkap	goot naar midden van kap	2x4 m zonder flap	f	-	10	11	10	2 x 4,0	-	-	6,4
	goot naar goot	1x8 m traditioneel	a	5	10	20	10	8,0	-	-	8,2
	goot naar goot	*1x8 m railsysteem	e	-	10	25	15	8,0	-	3,2	-
	spant naar spant	1x3 m traditioneel	g	3	5/2	10	10	3,0	-	7	-
		1x3 m slotsysteem/ zonder flap	h	-	5/2	10	10	3,0	-	5,3	-
		2x3 m met vaste flap	i	-	5/2	22	10	3,0	-	5,3	-
		2x3 m slotsysteem/ zonder flap	i	-	5/2	22	10	3,0	-	4,3	-
12,8 meter breedkap	goot naar midden van kap	2x6,4 m zonder flap	f	-	12	40	10	2 x 6,4	-	-	7,0
	goot naar goot	*1x12,8 m railsysteem	e	-	12	40	15	12,8	-	2,6	-
	spant naar spant	1x3 m traditioneel	a	3	8/2	10	10	3,0	-	7,3	-
		1x3 m slotsysteem/ zonder flap	h	-	8/2	10	10	3,0	-	5,3	-
		2x3 m met vaste flap	i	-	8/2	10	10	2 x 3,0	-	5,6	-
		2x3 m slotsysteem/ zonder flap	i	-	8/2	10	10	2 x 3,0	-	4,3	-

Figuur 6.1. Aanduidingen van soorten schermsystemen en de manier van schermen zoals deze voorkomen in tabel 6.1.



Toelichting op de tabel

De tabel kan gebruikt worden voor bestaande (oudere) kassen en voor nieuwe kassen. Een verschil is dat in oudere kassen soms vrij zware energieliggers zijn gebruikt. Deze geven een extra lichtverlies. In moderne kassen worden deze spanten soms nog gebruikt voor speciale doeleinden. Bijvoorbeeld bij teelten waar één of enkele kappen afzonderlijk van goot naar goot geschermd moeten kunnen worden (chrysanten). In die gevallen waar in de tabel alleen een berekend lichtverlies "zonder extra ligger" is opgenomen moet dus soms een extra lichtverlies voor een extra ligger worden opgeteld! De grootte van het lichtverlies voor extra liggers is als volgt in rekening te brengen:

a. Bij 6,4 m overspanning (6,4 m tralieligger of 12,8 m breedkap) : ± 4% (2 pijpen Ø 51 mm of 2 kokers Ø 30 x 30 mm)
b. Bij 3,2 m overspanning (3,2 m kas of 6,4 m kas met ondersteuning op elke 3,2 m) : ± 2% (1 pijp Ø 51 mm)
c. Bij 4 m overspanning (8 m kas met ondersteuning op elke 4 m) : ± 2,5% (1 pijp Ø 63 mm)

Korte toelichting op de kolommen van de tabel:

- Kastype:
  Het type kas waarin het scherm is gemonteerd.
- Schermsysteem:
  Het soort schermsysteem en de manier van schermen. Het principe is verduidelijkt met een figuurtje met letteraanduiding in figuur 6.1.
- Overlapping:
  Flap of overlapping volgens figuur 6.1.a. en 6.1.g.
- Poot of spantdikte:
  Zie bijvoorbeeld figuur 6.1.a., c. en h.
- Pakketbreedte:
  De breedte van het pakket zoals aangegeven in figuur 6.1.
- Pakkethoogte:
  Voor alle schuifschermen is een gemiddelde hoogte van ± 10 cm aangenomen.
  Voor hangende schermen ± 15 cm.
- Schermbreedte per pakket:
  De breedte waarover het scherm beweegt, dus niet de breedte van het materiaal zelf.
- Verlaagde ligger?
  Wanneer j/n is ingevuld betekend dit naar keuze wel of geen verlaagde ligger. Zo neen, dan is in die gevallen een extra ligger in rekening gebracht. Er staan dan dus twee getallen in de lichtverlieskolom.
- Lichtverlies:
  Zonder extra ligger:
  Hierbij is uitgegaan van een nieuwbouwsituatie waar lang niet altijd een extra ligger nodig is. Voor oudere kassen mét een extra ligger moet hiervoor extra lichtverlies opgeteld worden.

  Met extra ligger:
  Hiervoor is alleen een getal ingevuld als dit ook bij nieuwbouw voor het aangegeven schermsysteem noodzakelijk is. Ingevuld is dan het totale lichtverlies van het schermpakket en de extra ligger samen.

  * Dit railsysteem is bewerkelijker en duurder dan een traditioneel systeem en daarom (nog) niet algemeen toepasbaar. Een klein lichtverlies is hierbij echter goed haalbaar.

6.1.2. Berekeningsmethode voor het lichtverlies

Voor het berekenen van het lichtverlies van een scherminstallatie in geopende toestand kunnen wij gebruik maken van een paar rekenregels zoals opgesteld bij het IMAG (A. v.d. Kieboom).

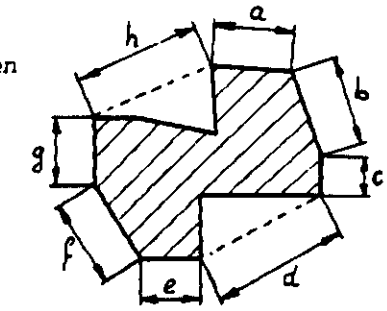
Wanneer wij horizontale profielen, draden of schermpakketten beschouwen die op regelmatige afstanden voorkomen, dan kunnen wij het lichtverlies als volgt berekenen:

$$\text{Lichtverlies} = \frac{\text{halve omtrek van de doorsnede}}{\text{onderlinge afstand}} \times 100\%.$$

Tabel 6.1. Berekende lichtverliezen van scherminstallaties in 4 kas typen.

Voorbeeld:

willekeurige doorsnede:



omtrek = a + b + c + d + e + f + g + h

de halve omtrek is dus

$$\frac{a + b + c + d + e + f + g + h}{2}$$

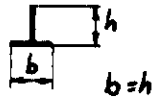
Stel dat deze doorsneden op een onderlinge afstand s voorkomen, dan is het lichtverlies:

$$\frac{\frac{a + b + c + d + e + f + g + h}{a}}{s} \times 100\% = \qquad \%.$$

Deze formule geldt voor diffuus licht. De invloed van eventuele lichreflectie is in deze formule nog niet verwerkt.

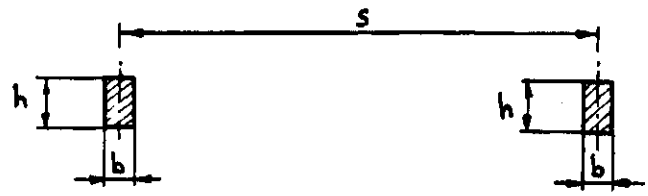
Voor een paar veel voorkomende vormen van doorsneden is de formule voor de lichtverliesberekening opgenomen in tabel 6.2.

Tabel 6.2. Enkele formules voor de berekening van de lichtonderschepping van enkele profielen bij diffuus licht.

Doorsnede profiel of pakket	Lichtonderschepping	Reflectie 0 R 1	Totaal
Rechthoek	$\frac{b + h}{s}$	$\frac{R \times h}{s}$	$\frac{b + (1-R)\ h}{s}$
T-profiel 	$\pm 1{,}62\ \frac{b}{s}$	Door de vorm van het profiel treedt weinig reflectie op.	$\pm 1{,}62\ \frac{b}{s}$
Ronde doorsnede	$\pm 1{,}57\ \frac{D}{s}$	Wanneer het opp. van een buis licht reflecteert (dus wit of spiegelend is) wordt de lichtonderschepping kleiner. Dit is echter rekenkundig moeilijk vast te stellen. In de praktijk nemen wij voor een witte buis Ø 51 mm ± 2 % lichtverlies aan.	
Indien geen reflectie optreedt geldt: R = 0 Bij maximale reflectie : R = 1			

Bij het berekenen van het lichtverlies van een constructie-onderdeel of bijvoorbeeld schermpakket gaan wij hier uit van drie maten: breedte, hoogte en onderlinge afstand.

Voorbeeld:



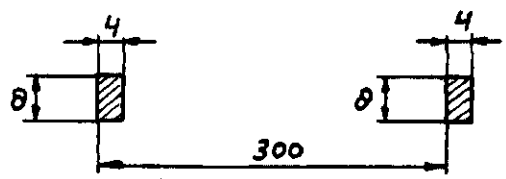
De vuistregel is dan:

$$\text{Lichtverlies} = \frac{b + h}{s} \times 100\% = \quad \%.$$

Wanneer de vertikale vlakken (met de hoogte h) licht reflecteren wordt het lichtverlies kleiner.
Voorbeeld: Indien 50% wordt teruggekaatst moeten wij niet rekenen met h maar met de helft, dus 0,5 x h.
Indien 75% wordt teruggekaatst moeten wij niet rekenen met h, maar met een kwart, dus 0,25 x h.

Voorbeelden:

a.



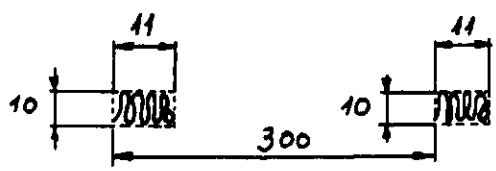
Zonder lichtreflectie:

$$\text{Lichtverlies: } \frac{4 + 8}{300} \times 100\% = 4\%.$$

Bij 50% reflectie:

$$\text{Lichtverlies: } \frac{4 + (0{,}5 \times 8)}{300} \times 100\% = 2{,}7\%.$$

b.



Zonder lichtreflectie:

$$\text{Lichtverlies: } \frac{11 + 10}{300} \times 100\% = 7\%.$$

Bij 50% reflectie:

$$\text{Lichtverlies: } \frac{11 + (0{,}5 \times 10)}{300} \times 100\% = 5{,}3\%.$$

Bij de lichtverliesberekening voor schermpakketten moeten wij vaak rekening

houden met enkele gunstige en ongunstige effecten:

a. Samenvallen met ligger of goot. } gunstig.
b. Gebruik van transparant folie. } gunstig.
c. Lichtreflectie door spiegelend buitenoppervlak. } gunstig.
d. Onregelmatige vormen en in de praktijk vaak grotere afmetingen. Zie paragraaf 6.1.1.) } ongunstig.

Opmerking:
Op vertikale vlakken kan reflectie optreden die het lichtverlies vermindert. Dit betekent in principe dat een smalle en hoge doorsnede gunstiger kan zijn dan een brede en lage doorsnede.
Het is daarom een voordeel wanneer vertikale vlakken veel licht reflecteren. Dit voordeel wordt nog te weinig benut!

6.3.1. Lichtverlies bij gebruik van transparante schermen

Wanneer gebruik gemaakt wordt van transparant materiaal wordt het scherm in de winterperiode vaak ook overdag gebruikt. Ook in dat geval moet dan het lichtverlies zo gering mogelijk zijn. Voor dit doel zijn materialen voor zonwering niet geschikt. Alleen de transparante folies komen in dit verband in aanmerking. Het transparante bandjesweefsel "E-H-doek" ligt wat eigenschappen betreft tussen de heldere folies en de witte zonweringsschermmaterialen in.
In de materialentabel van hoofdstuk 5 is de lichtdoorlatendheid voor diffuus licht van een aantal folies opgenomen. Dit betreft metingen aan schoon en droog materiaal.

Praktijkmetingen

Tijdens het seizoen 1981 - 1982 zijn in de praktijk verschillende metingen in kassen uitgevoerd door S. v.d. Berg, zie tabel 6.3.

situatie \ bedrijf nr	1	2	3	4	5	6
kas met enkel glas	70		69	63	71	71
met anticondens folie nat	59	62	60	55	64	59
met anticondens folie droog		61	56	56	61	60
met "gewoon" folie nat	45	56	48			
met "gewoon" folie droog	56	60	55			

Tabel 6.3. Resultaten van enkele lichtmetingen in kassen met- en zonder transparant scherm.

Hierbij moeten wij betrekken een voorlopig onderzoek naar de invloed van condens dat bij het IMAG is uitgevoerd.
Hieruit bleek dat op kunststof platen en op folies condens extra lichtverlies kan veroorzaken. Hoe groter de druppels, des te groter bleek het lichtverlies. Er is toen voor polyetheen folie 10 tot 15% extra lichtverlies gevonden ten opzichte van hetzelfde materiaal in droge toestand. Uit de gegevens van de praktijkmetingen en de IMAG-metingen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

a. Wanneer in een kas enkel polyetheen folie wordt gebruikt als scherm moet worden gerekend ongeveer 13 à 15% lichtverlies ten opzichte van dezelfde kas zonder scherm. Dit verlies treedt op bij droog folie of folie met uitgevloeide condens. Voorbeeld: kas zonder scherm: 69%, dezelfde kas met folie: ± 59% (dus ± 14% verlies).
b. Zoals ook theoretisch te verklaren is geeft een goed egaal uitgevloeide laag condenswater geen lichtverlies. Theoretisch is zelfs een kleine verbetering van de lichtdoorlatendheid mogelijk.
Een folie met een goed en voldoende lang werkend uitvloeimiddel ("AC-toevoeging")

dat condens egaal laat uitvloeien is daarom sterk aan te bevelen, mits deze toegevoegde stoffen geen schade aan het gewas kunnen veroorzaken.

c. Druppelvorming op folie geeft extra lichtverlies. Bij druppels kan dit verlies tot 10 à 15% oplopen ten opzichte van de situatie met droog folie.

6.2. Energiebesparing

In de hoofdstukken 1 en 5 is al verschillende keren ingegaan op het isolerend effect van schermen Met name zijn daar de materiaaleigenschappen behandeld die bepalend zijn voor de grootte van de energiebesparing die theoretisch te bereiken is. Het isolerend effect en de grootte van de energiebesparing kunnen op verschillende manieren worden bepaald:

- Door theoretische berekeningen.
- Door laboratoriummetingen of metingen op kleine schaal eventueel met een aanvullende berekening.
- Door praktijkmetingen, zo nodig aangevuld met berekeningen.

Evenals bij het vaststellen van lichtverliezen ontstaat ook bij de berekening van de mogelijke energiebesparing de moeilijkheid dat zich in de praktijk steeds weer afwijkende situaties voordoen. Daardoor kan nooit een exacte waarde voor de energiebesparing gegarandeerd worden, wel kan een richtgetal gegeven worden!
Enkele belangrijke factoren die de grootte van de energiebesparing beïnvloeden zijn:

- Het buitenklimaat.
- Het type kas waarin geschermd wordt en het type kas waarmee vergeleken wordt.
- De afwerking van de scherminstallatie.
- Het soort schermmateriaal.

Daarom streven wij ernaar een zo redelijk mogelijke waarde te geven die voor de praktijk tot een redelijke schatting van de te verwachten stookkosten vermindering zal leiden.

6.2.1. Energiebesparing bij gesloten scherm (resultaten van metingen en berekeningen)

Om de energiebesparing van een scherm vast te stellen zijn in binnen- en buitenland al veel metingen uitgevoerd. Meestal is de energiebesparing bij gesloten scherm gemeten en is de besparing op jaarbasis geschat of berekend.
Theoretische studies zijn onder meer uitgevoerd bij de TH in Enschede bij het IMAG in Wageningen. In tabel 6.4. is een overzicht gegeven van een aantal metingen en berekeningen zoals deze zijn uitgevoerd in Duitsland, Denemarken, Engeland, Japan, Nederland de Verenigde Staten en Zweden. Dit is een greep uit de vele metingen die reeds zijn uitgevoerd in diverse landen. Uit de resultaten blijkt direct dat voor vergelijkbare materialen vaak niet dezelfde uitkomst wordt gevonden. Deze afwijkingen worden veroorzaakt door meetonnauwkeurigheden, verschillen in proefopstellingen en verschillen in meetomstandigheden (buiten- en binnenklimaat). Dit geldt zeker ook voor metingen in de praktijk. Toch hebben wij de gevonden besparingen hier opgenomen. Ze dienen echter uitsluitend om een globaal overzicht te geven.
Opgemerkt moet worden dat in een paar praktijkproeven op onder andere bedrijven met een tomatenteelt de gemeten besparingen soms iets hoger uitkomen dan in de tabel is aangegeven. Zodoende lijkt het zinvol om bij gebruik van bijvoorbeeld transparant folie van gemiddeld ± 40% uit te gaan in plaats van 35%. Zie bijvoorbeeld ook par. 6.2.3.1., punt 1.
In de tabel zijn de meetresultaten gerangschikt naar het soort schermmateriaal. Zodoende kunnen eventueel meetresultaten aan ongeveer dezelfde materialen met elkaar vergeleken worden.
Bij alle metingen en berekeningen is uitgegaan van een verwarmingssysteem met buizen. In paragraaf 6.2.4. wordt een beschouwing gegeven over de situatie bij heteluchtverwarming.

Land/instituut	Schermmateriaal	Energiebesparing M = gemeten B = berekend — Besparing bij gesloten scherm — Besparing in % (10 20 30 40 50 60 70 80 90)	%	M/B	Per etmaal %	M/B	windsnelheid m/s	buitentemp. °C	binnentemp. °C	Opmerkingen E = Emissiecoëfficiënt D = Warmtestralingsdoorlatendheid P = Praktijkmeting
DU	Polyetheen folie, transparant		38	M	27	M/B	4		18	
JA-1	Polyetheen folie, transparant		33	M/B			1			
JA-1	Polyetheen folie, transparant		40	M/B			4			
JA-2	Polyetheen folie?		36	M			0,3			P
NL-1	Polyetheen folie, transparant		28-34	M			1-6	ΔT	bi-bu = 12-18°C Anthuriums	
NL-2	Polyetheen folie, transparant		30-35	M			1-6	ΔT	bi-bu = 12-20°C	
NL-3	Polyetheen folie, transparant		33	M				<5	17	P
NL-4	Polyetheen folie, transparant	(Etmaal gem.)			25	B	4	3	17	D = 50% (aangenomen in berekening)
ZW	Polyetheen folie, transparant		37	M						
DU	Polyetheen folie, zwart		44	M	32	M/B	4		18	
VS-1	Polyetheen folie, zwart		38	M						
VS-2	Polyetheen folie, zwart		41	M						P
VS-2	Goed gesloten materialen		44							gemiddelde waarde
JA-1	PVC-folie, transparant		37	M			1			
JA-1	PVC-folie, transparant		45	M			4			
DU	Polyester folie, gealuminiseerd		54	M	38	M/B	4		18	E = ± 0,15: zeer laag, dus goed
DK	Zwart PE/gealum. polyester folie	(periode gem.)			27-41	M				Gemiddeld over een aantal weken
GB-1	Zwart PE/gealum. polyester folie		56	M			4	ΔT	bi-bu = ± 10-20°C	
GB-2	Zwart PE/gealum. polyester folie	(periode gem.)			46,5	B				P = gem. van 15/12 - 31/1 tomaat
GB-2	Zwart PE/gealum. polyester folie	(periode gem.)			48	M				P = gem. van 1/2 - 3/4 tomaat
JA-1	PE-folie met aluminium folie (geal.)		58	M			1			E 0,30: laag
JA-1	PE-folie met aluminium folie		65	M			4			E 0,30: laag
NL-4	Gealuminiseerd folie (éénzijdig)	(etmaal gem.)			40	M/B	4	3	17	E = ± 0,10-0,15? (aangenomen voor berekening)
ZW	Polyester folie gealuminiseerd		50	M						
VS-1	Gealuminiseerd polyester met vinyl		46	M						F = ± 0,60: vrij hoog

Tabel 6.4. Overzicht van resultaten van metingen aan energieschermen in diverse landen.

Land/instituut	Schermmateriaal	Energiebesparing M = gemeten B = berekend: Besparing bij gesloten scherm				Per etmaal		windsnelheid	buitentemp.	binnentemp.	Opmerkingen E = Emissiecoëfficiënt D = Warmtestralingsdoorlatendheid P = Praktijkmeting
		Besparing in % 10 20 30 40 50 60 70 80 90	%	M/B	%	M/B	m/s	°C	°C	
VS-2	Gealuminiseerd scherm		58	M						E = ± 0,30: is laag
VS-3	Goede gealuminiseerde schermen		58	M						gemiddelde waarde
DU	Acryl weefsel		38	M	27	M/B	4		18	
NL-2	Acryl weefsel (open structuur)		24-28	M			1-6	ΔT	bi-bu = 12-20°C	
NL-3	Acryl weefsel open structuur?		15-20	M			1-10	ΔT	bi-bu = 15-20°C P	potplanten
ZW	Acryl weefsel		28	M						Acryl weefsels zijn zowel met open als goed gesloten structuur verkrijgbaar.
ZW	Polyester breisel (vrij goed gesloten)		41	M						
GB-1	Polyester vliesdoek (vrij goed gesloten)		43	M			4			
JA-1	Polyester vliesdoek (droge grond)		33	M			1			
JA-1	Polyester vliesdoek (natte grond)		27	M			1			
JA-1	Polyester vliesdoek (droge grond)		39	M			4			
JA-1	Polyester vliesdoek (natte grond)		28	M			4			
NL-1	Polyester vliesdoek (vrij goed gesloten)		29-35	M			1-6	ΔT	bi-bu = 12-18°C	Anthuriums
NL-2	Polyester vliesdoek (vrij goed gesloten)		34-38	M			1-6	ΔT	bi-bu = 12-20°C	
VS-2	Polyester vliesdoek vrij open?		22	M						
VS-2	Schermen met poreuze, vrij open structuur		23	M						gemiddelde waarde

	Schermmateriaal	Energiebesparing M = gemeten B = berekend Besparing bij gesloten scherm Besparing in % 10 20 30 40 50 60 70 80 90	%	M/B	Per etmaal %	M/B	m/s	°C	°C	Opmerkingen E = Emissiecoëfficiënt D = Warmtestralingsdoorlatendheid P = Praktijkmeting
DU	Polyester vliesdoek met al-coating		43	M	31	M/B	4		18	E = ± 0,32: is vrij laag. D = 16%: is relatief hoog
DU	Zwart vliesdoek (zeer goed gesloten) met aluminium coating		47	M	34	M/B	4		18	E = ± 0,67: is hoog
GB-1	PE-vliesdoek (zeer goed gesloten) met aluminium coating		50	M						E = ± 0,28 (nieuw): is laag
DU	Noppenfolie, transparant		50	M	35	M/B	4		18	D = ± 62%: is vrij hoog (droog mat.)
DU	Noppenfolie, gealuminiseerd		57	M	40	M/B	4		18	E = ± 0,30: is laag (controlemeting doen bij IMAG)
DU	Dubbel PE folie, zwart		54	M	38	M/B	4		18	
DU	Dubbel polyester folie, gealum.		51	M	36	M/B	4		18	Deze rel. lage besparing is niet logisch. Verm. veroorzaakt doordat de coatingzijden naar elkaar waren gekeerd. Condensvorming?
GB-1	Dubbel PE folie, transparant		50	M			4			
GB-1	Dubbel polyester vliesdoek (vrij goed gesloten structuur)		53	M			4			
GB-1	Dubbel PE folie, gealuminiseerd		69	M			4			E = ± 0,10 (nieuw): zeer laag, dus goed
ZW	PE-folie transp. + polyester folie gealuminiseerd		70	M						
ZW	Dubbel polyester breisel met gealuminiseerd polyester folie (samengesteld scherm)		70-80	M						

Bij tabel 6.4.

- Van sommige materialen is slechts één meting vermeld. Hierbij moet dus de gemeten waarde voor de energiebesparing met enig voorbehoud worden gelezen.
- Verklaring van de Land/instituut en eventueel publikatie-aanduidingen:
- DU: Duitsland, ITG Hannover, J. Meyer. Deutscher Gartenbau 36/1981.
- DK: Denemarken, onderzoek in proefkasjes met div. potplanten. "Ministry project on energy".
- GB-1: Engeland, NIAE, Silsoe, B.J. Bailey and R.F. Cotton.
- GB-2: Engeland, Praktijkmeting bij E. Wall Ltd. Sussex door B.J. Bailey (NIAE Silsoe).
- JA-1: Japan, University of Tokyo, Chiba University, M. Hayashi, M. Okada "Acta Horticulturae 87, 1978".
- JA-2: Japan, Praktijkmeting, zie verder JA-1.
- NL-1: Nederland, Proefstation Aalsmeer, G. v.d. Berg, G. v. Holsteijn, A. v.d. Kieboom (IMAG).
- NL-2: Nederland, Proefstation Naaldwijk, G. v.d. Berg, G. v. Holsteijn, A. v.d. Kieboom (IMAG).
- NL-3: Nederland, Praktijkmetingen door Proefstation Aalsmeer en Naaldwijk. NL-1 tot en met NL-3: "Energieschermen in de glastuinbouw" 30-1-1978.
- NL-4: Nederland, TH-Twente, Enschede, J. Meijer. "J. Agric. Engng. Res. (1980) 25, 381 - 390.
- VS-1: Verenigde Staten, New Yersey Agr. Exp. Station, New Brunswick, J. Roberts, D.R. Mears, J.C. Simpkins, J.P. Cipoletti, "Movable thermal insulation for greenhouses". Res. paper P03130-01-1981.
- VS-2: Verenigde Staten, praktijkonderzoek, zie verder VS-1.
- ZW: Zweden, Sveriges Lantbruksuniversitet, Lund, G. Gustavsson, S.A. Svensson, P. Äström. "Lägenergiteknik och energibesparing i växthus" Lund 1980 (ISBN 91-576-0434-7).

6.2.2. Verdeling van het energieverbruik over een jaar, bij verschillende temperaturen

Wanneer door metingen en/of berekeningen is vastgesteld hoeveel energie met een bepaald scherm wordt bespaard in gesloten toestand kan worden vastgesteld hoe groot de besparing op jaarbasis ongeveer kan worden.
Daarbij moet uitgegaan worden van een "gemiddeld jaar".
Hiervoor moeten wij het volgende weten:

a. Wanneer en hoe lang wordt het scherm gesloten gehouden?
b. Wat zou het energieverbruik ongeveer zijn geweest in dezelfde periode als bij a., maar dan ongeschermd.

Ad a.
Wanneer en hoe lang geschermd wordt hangt af van het soort gewas en het schermmateriaal.

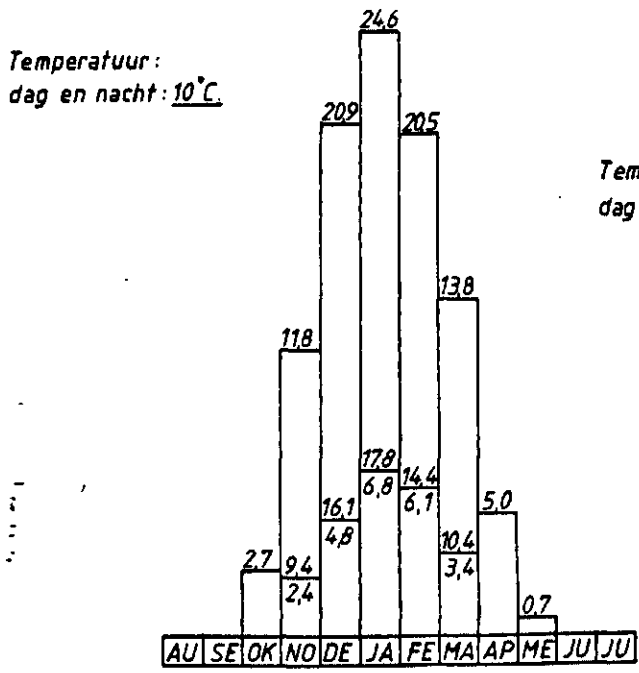
Ad b.
Het energieverbruik wanneer niet geschermd wordt hangt af van het temperatuurniveau dat in de kas wordt gehandhaafd. Daarbij moet bekend zijn de verdeling van het energieverbruik over het jaar. Dan weten wij namenlijk ongeveer hoeveel energie per maand wordt verbruikt in verhouding tot het totale verbruik per jaar.
Gezien de praktijk van het schermen is het daarnaast noodzakelijk te weten welk percentage 's nachts en welk percentage overdag moet worden gerekend.

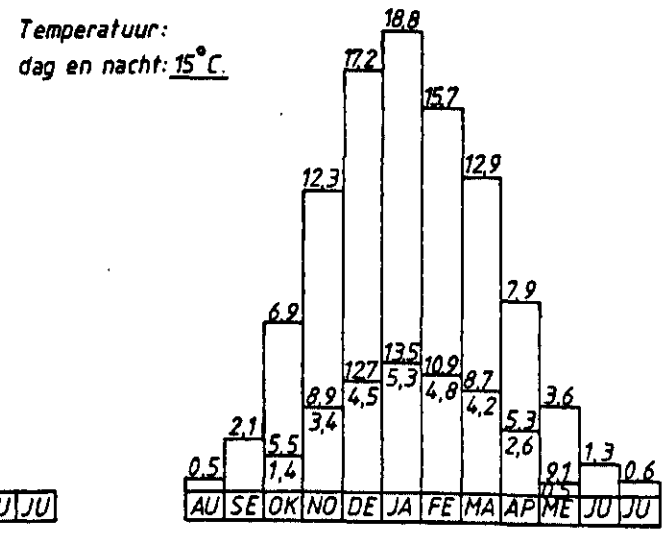
Om op deze vragen een antwoord te geven zijn een paar diagrammen samengesteld voor verschillende temperatuurniveuas. Deze geven een beeld van de verdeling van het energieverbruik over een jaar, met daarbij een onderscheid in dag en nacht, berekend per maand. Zie figuur 6.2.

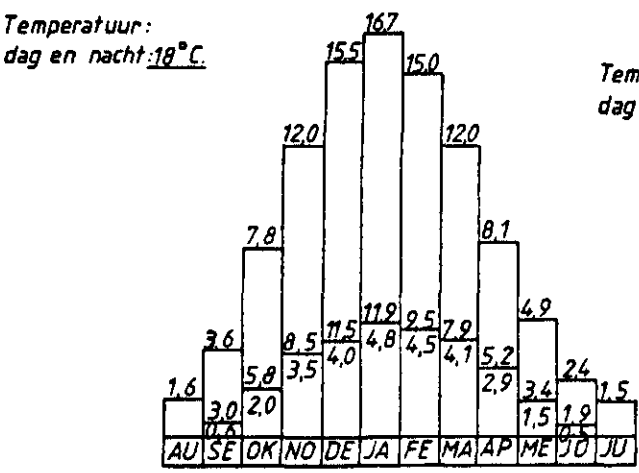
Figuur 6.2. *Verdeling van het energieverbruik over een geheel jaar bij verschillende temperatuurniveau's, uitgedrukt in procenten van het jaarverbruik.*
- *Het getal boven de kolommen geeft het totale percentage aan van de bijbehorende maand.*
- *Indien een kolom is verdeeld in twee stukken geeft het bovenste gedeelte het percentage voor het energieverbruik 's nachts, het onderste gedeelte het percentage voor het gebruik overdag.*

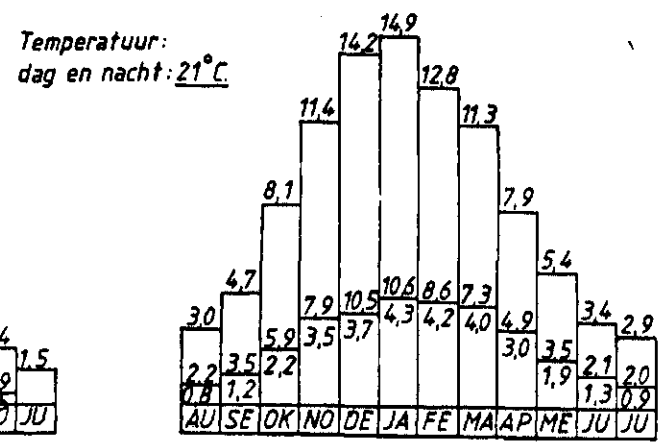
Dus:

Totale percentage van de bijbehorende maand
Percentage voor het verbruik 's nachts
Percentage voor het verbruik overdag.

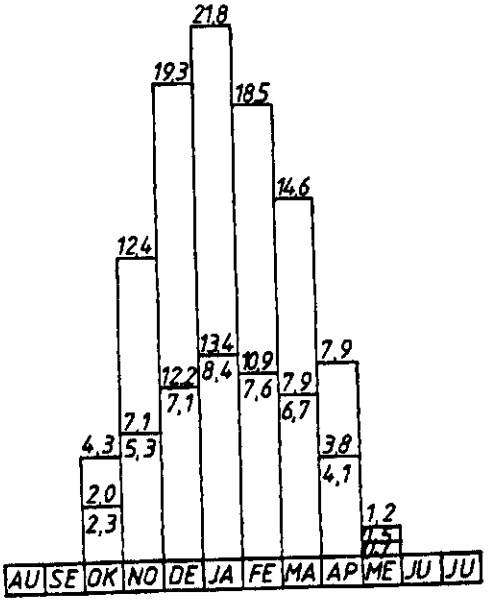




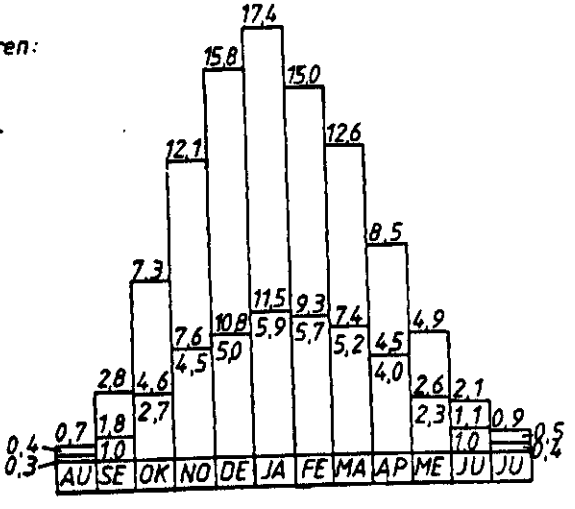




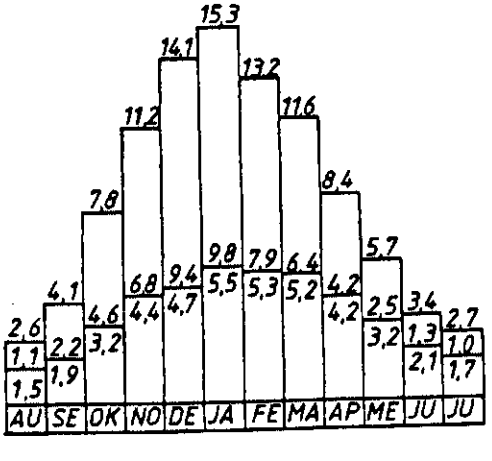
Temperaturen:
dag: 15°C.
nacht: 10°C.



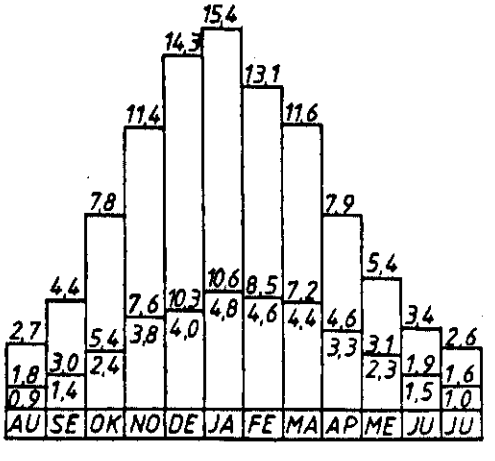
Temperaturen:
dag: 19°C.
nacht: 15°C.



Temperaturen:
dag: 23°C.
nacht: 17°C.



Temperaturen:
dag: 21°C.
nacht: 19°C.



Er is een keuze gemaakt wat temperaturen betreft, omdat het aantal temperatuurniveaus in de praktijk erg groot is.
Dit is echter geen groot bezwaar. Bij het gebruik van de diagrammen moet een temperatuurniveau gezocht worden wat het dichtst bij het niveau op het praktijkbedrijf ligt. Hiermee kan dan een voor de praktijk redelijke schatting gemaakt worden.
Gekozen is voor de volgende temperatuurniveuas:
- Dag- en nachttemperatuur constant 10°C
- Dag- en nachttemperatuur constant 15°C
- Dag- en nachttemperatuur constant 18°C
- Dag- en nachttemperatuur constant 21°C
- Dagtemperatuur 15°C en nachttemperatuur 10°C
- Dagtemperatuur 19°C en nachttemperatuur 15°C
- Dagtemperatuur 23°C en nachttemperatuur 17°C
- Dagtemperatuur 21°C en nachttemperatuur 19°C.

De diagrammen geven geen m3 gas aan, maar een procentuele verdeling, waardoor ze veel beter te gebruiken zijn in praktijksituaties. De getallen zijn gebaseerd op "Brandstofverbruik en brandstofkosten" van ir. C.A.M. Groenewegen, Aalsmeer, oktober 1977.
De daarin genoemde brandstofverbruiken zijn inmiddels niet meer geheel reëel.
Er zijn sinds 1977 enkele veranderingen zoals dichtere kassen, zuiniger luchten en dergelijke. Voor de procentuele verdeling van het verbruik is de publikatie echter nog als goed bruikbaar beschouwd.

Hoe kunnen de diagrammen worden gebruikt

Om de functie van de diagrammen te verklaren geven wij een eenvoudig rekenvoorbeeld:

Stel dat wij een teelt hebben waarvan de temperatuurinstelling ongeveer 15°C gedurende de dag en de nacht is.
Wij gaan uit van het geval dat een scherm wordt gebruikt dat alleen 's nachts wordt gesloten in de maanden november tot en met maart.

Wij zoeken nu het diagram dat het dichtst bij de temperatuurinstelling ligt, dus dat van 15°C constant over het gehele jaar.

Wij nemen in dit voorbeeld aan dat het scherm gemiddeld 40% bespaart in gesloten toestand.
In het diagram zoeken wij de maanden november tot en met maart-percentages van het jaarverbruik. Hiervan moeten wij alleen het gedeelte voor de nacht nemen.

Dan kan de besparing als volgt worden berekend:

Het aandeel van het nachtelijke energieverbruik van november tot en met maart is:

8,9 + 12,7 + 13,5 + 10,9 + 8,7 = 54,7% van het jaarverbruik

Besparing: 40% van 54,7% = ± 22% van het jaarverbruik

6.2.3. Berekening van de te verwachten energiebesparing

Wanneer wij willen berekenen hoe groot de besparing van een energiescherm zal zijn hebben wij een paar gegevens nodig: Op de eerste plaats is dit het isolerend effect van het gekozen schermmateriaal. Op de tweede plaats de wijze waarop het scherm zal worden gebruikt, dus wanneer en hoelang het scherm gesloten zal zijn. Wanneer deze gegevens bekend zijn kan met behulp van de diamgrammen uit paragraaf 6.2.2. de te verwachten energiebesparing worden berekend. Aan het eind van paragraaf 6.2.2. staat hiervoor een eenvoudig rekenvoorbeeld.

Vóórdat wij kunnen rekenen moeten wij dus het jaar verdelen in periodes, waarbij de volgende situaties zich kunnen voordoen:

a. Een periode waarin dag en nacht geschermd wordt.
b. Een periode waarin alleen 's nachts geschermd wordt.
c. Een periode waarin niet wordt gescherm.
d. Een periode waarin niet wordt gestookt.

Met behulp van de gegevens uit paragraaf 6.2.1. en 6.2.2. willen wij hier een tweede rekenvoorbeeld geven:

Een bedrijf heeft een energieverbruik van ± 60 m3/m2 kasoppervlak.
De temperatuurinstellingen zijn: nacht 15°C, dag 19°C.

Er wordt een scherminstallatie aangelegd met transparant folie.
Het scherm wordt als volgt gebruikt:

1e. In januari dag en nacht gesloten.
2e. Vanaf 1 februari tot en met 30 april alleen 's nachts gesloten.
3e. Vanaf 1 oktober tot en met 1 december alleen 's nachts gesloten.

Wij nemen in dit voorbeeld voorlopig aan dat het scherm 35% bespaart in gesloten toestand. Dit zou voor de praktijk een voorzichtige aanname zijn zie par. 6.2.1.
Dan is de besparing (theoretisch) als volgt:

in januari 35% besparing van 5,9 + 11,5 = 17,4% (dag + nacht)	=	6,1%
van 1/2 t/m 30/4 35% besparing van 9,3 + 7,4 + 4,5 = 21,2% (nacht)	=	7,4%
van 1/10 t/m 31/2 35% besparing van 4,6 + 7,6 + 10,8 = 23% (nacht)	=	8,1%
Totaal	=	21,6%.

Dit is de besparing op jaarbasis als het gehele jaar door een temperatuurinstelling van 19°/15°C wordt gehandhaafd.
In dit voorbeeld wordt dus 21,6% van 60 m3 = 13 m3/m2 bespaard.

6.2.3.1. Welke waarden moeten wij voor het isolerend effect van schermmaterialen aanhouden?

Zoals uit de getallen van tabel 6.4. blijkt is bij meetresultaten altijd een spreiding aanwezig. Dit is ook te verklaren. Zie paragraaf 6.2.
Toch is het noodzakelijk om een zo goed mogelijk richtgetal te hebben. Aan de hand van de gegevens van tabel 6.4., hoofdstuk 5 en enkele resultaten in de praktijk worden daarom hier een paar gemiddelde waarden genoemd die als uitgangspunt kunnen dienen bij het inschatten van de energiebesparing van een bepaald scherm.

1. Bij het genoemde amerikaanse onderzoek heeft men om praktische redenen de schermmaterialen als volgt ingedeeld:

   a. Schermen met vrij open structuur. — Gemiddelde energiebesparing ± 23%.

   b. Zeer goed gesloten scherm met lage warmtestralingsdoorlatendheid (of nat oppervlak door condens). — Gemiddelde energiebesparing ± 44%.

   c. Gealuminiseerde schermmaterialen met lage tot zeer lage emissiecoëfficiënten. — Gemiddelde energiebesparing ± 58%.

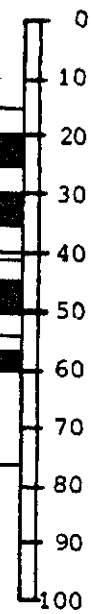
   Deze getallen gelden steeds voor één laag schermmateriaal.

2. Op basis van alle gegevens uit de hoofdstukken 5 en 6 is de volgende indeling gemaakt. De materialen zijn gerangschikt naar oplopend besparingsgetal. Zoals eerder gesteld moeten wij volstaan met richtgetallen, gegarandeerde waarden kunnen om praktische redenen niet gegeven worden. In de praktijk werden soms iets hogere waarden gemeten, zie par. 6.2.1.

Globale indeling schermmaterialen, gerangschikt naar de hoogte van de gemeten of geschatte energiebesparingswaarden:

Richtgetal	Materiaal
15 - 20% *	Acryl weefsels (open structuur) Agryl (P 17)
25 - 30% *	Hortatex 60 Polyester breisels (open structuur) PE-folie transparant (droog)
± 35-40%	Acryl SM 50 Hortatex 75 Reemay 2016 PE-folie transparant (nat) ES-bandjesweefsel } of vergelijkbaar EH-bandjesweefsel } schermmateriaal Floratex 60 Acrylweefsels (gesloten structuur) PE-folie, zwart Hortatex 60-S Isotex 40 Centralene 55
± 40% *	Isotex 55 Floratex 80 Polyester breisels (gesloten structuur) bijvoorbeeld LS-55, Thermosol 60 Polyester breisels voor verduistering (zeer goed gesloten)
40 - 45% *	Vliesdoeken/breisels, gealuminiseerd met relatief hoge emissiecoëfficiënt (0,70), Hortatex 60S + AL Noppenfolie, PE, transparant Dubbel PE-folie, transparant (drcog)
50 - 55%	Tyvek (nieuw materiaal) (éénzijdig gealuminiseerd) coating naar boven gericht Dubbel Floratex 60
± 55% *	Peritherm Dubbel PE met VA en/of IR-toevoeging waarbij D 40% wordt (controle meting!) of dubbel zwart PE-folie Noppenfolie gealuminiseerd
65 - 75%	Dubbel PE-folie gealuminiseerd met lage tot zeer lage emissiecoëfficiënt (± 0,15) Dubbel breisel met geal. folie (LS-21)

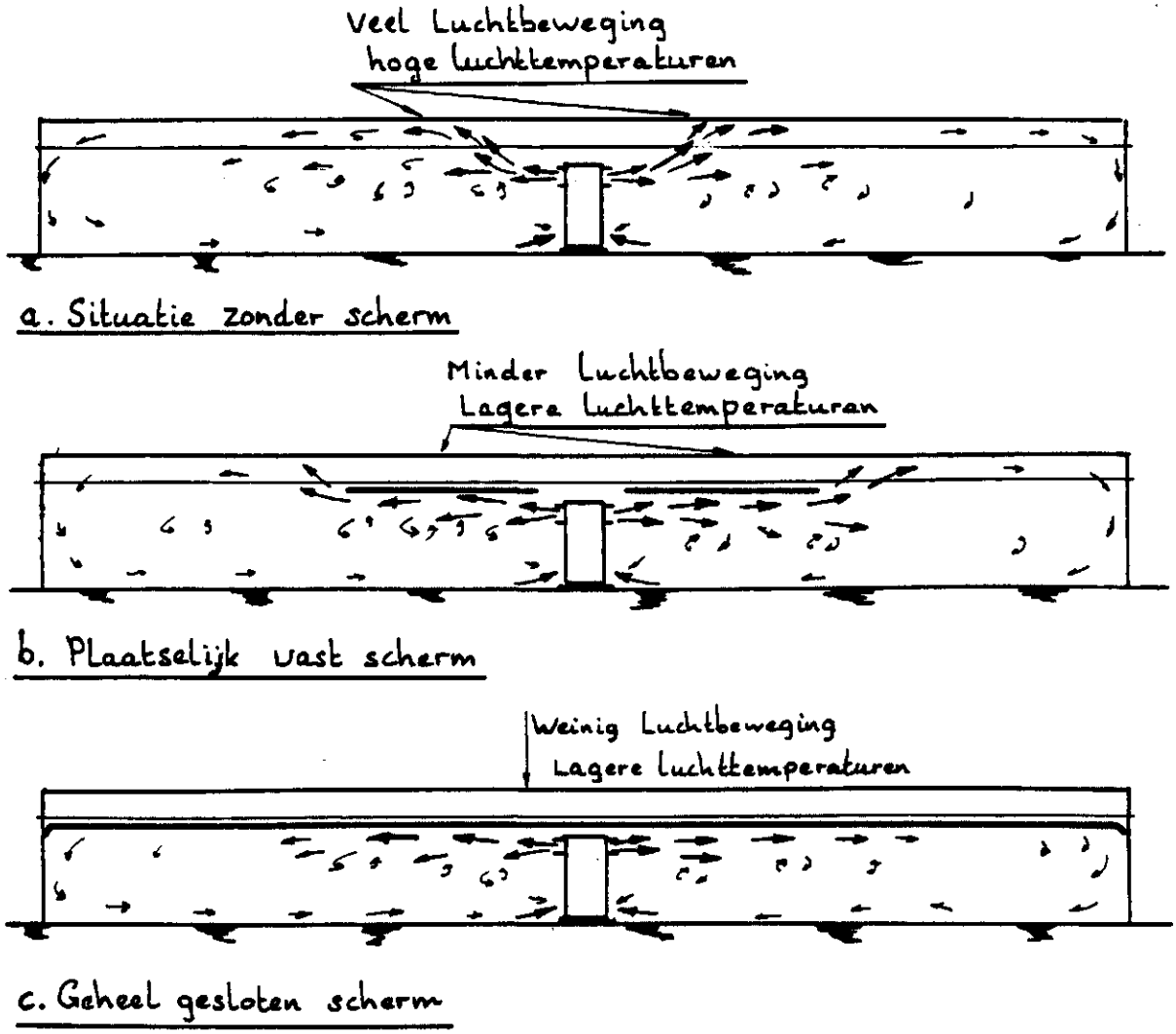
Globale energiebesparingsschaal



* vergelijk met amerikaanse indeling (a., b. en c.)

6.2.4. Gebruik van een scherm bij heteluchtverwarming

Niet alleen op bedrijven met buisverwarming worden scherminstallaties aangelegd. Ook op heteluchtbedrijven wordt hier en daar al gewerkt met beweegbare schermen en vaste schermen.
Officiële meetgegevens zijn nog niet bekend, maar in de meeste gevallen waar bij heteluchtteelten een scherm is toegepast wordt gesproken van grotere besparingspercentages dan bij bedrijven met buisverwarming is vastgesteld. De verklaring van dit verschil is in de eerste plaats dat bij heteluchtverwarming een veel duidelijker luchtbeweging optreedt. Plaatselijk, met name in de naaste omgeving van de uitblaasopeningen van de kachels is deze luchtbeweging sterk. Daarbij komt dat de uitgeblazen verwarmde lucht eerst nog een hoge temperatuur bezit. Deze verschijnselen veroorzaken in vergelijking met buisverwarming een extra energieverlies. In figuur 6.3. a., b. en c. is een beeld geschets van de luchtbeweging in een kas met centraal opgestelde kachels zonder



Figuur 6.3. Schematische weergave van de luchtbeweging bij heteluchtverwarming, met- en zonder scherm.

de invloed van sterke wind en/of zonnestraling.
In de situatie van figuur 6.3.a. wordt de verwarmde lucht langs het dek geblazen. Deze luchtstroom vermengt zich aan de onderzijde met kaslucht en geeft aan het dek plaatselijk veel warmte af.

Plaatselijk vast scherm

Wanneer nu plaatselijk, dus bijvoorbeeld over 12 meter lengte en minimaal 1 kapbreedte (3,2 meter) een vast scherm wordt aangebracht dan wordt de verwarmde lucht meer gedwongen zich te vermengen met kaslucht. Tevens wordt voorkomen dat waar de lucht het heetst is deze direct langs het koude dek kan stromen. Dit effect is enigszins vergelijkbaar met een praktijkproef die is uitgevoerd met heteluchtkanonnen. Hierbij werdde verwarmde lucht in een grote folieslurf geblazen. Deze slurf was laag aangebracht en bevatte kleine uitblaasopeningen. Met een proef zou kunnen worden vastgesteld hoe groot het vaste scherm moet zijn voor een optimaal effect: Dit wil zeggen liefst een zo klein mogelijk scherm (lichtverlies), maar toch zodanig dat het effect duidelijk merkbaar is.

Geheel geschermde kas

Wanneer de kas van gevel tot gevel geschermd is kan geheel voorkomen worden dat de verwarmde lucht direct langs het glas stroomt.
Tevens is dan de stroomsnelheid van de lucht langs het glas overal gering, misschien zelfs vergelijkbaar met de situatie met buisverwarming. Het lijkt daarom zeer aannemelijk dat met een scherm bij heteluchtverwarming hogere besparingspercentages gevonden worden dan met eenzelfde scherm bij buisverwarming optreedt.

7. NIEUWE ONTWIKKELINGEN

In dit hoofdstuk komen een aantal systemen aan de orde die in de praktijk nog niet of slechts zeer beperkt voorkomen. Dit zijn bijvoorbeeld systemen in het schema 2.2. welke zijn gemerkt met ** en *. De bedoeling van dit hoofdstuk is het beschrijven van deze ideëen, waaruit mogelijk nieuwe ontwikkelingen zullen ontstaan. Het opnemen van deze nieuwe of verbeterde systemen in deze brochure betekent niet dat de bestaande scherminstallaties geen mogelijkheden meer zouden bieden. Ook hierbij zullen verbeteringen aan te brengen zijn. Een en ander zal in de volgende punten naar voren komen.

7.1. Algemene punten bij nieuwe ontwikkelingen

Bij de ontwikkeling of verbetering van schermmaterialen en scherminstallaties moet worden gestreefd naar beperking van het lichtverlies en vergroting van het isolerend effect.
Wat het lichtverlies betreft kunnen wij bij scherminstallaties denken aan de volgende mogelijkheden:

a. Schermpakket of rol zo klein mogelijk en samenvallend met een constructiedeel zoals de goot of een spant.
b. Schermpakket of rol geplaatst bij kopgevel, zijgevel of middenpad waarbij het scherm bestaat uit smalle, lange banen. Zie figuur 2.1.j. en k.
c. Scherm buiten de kas waarbij het schermpakket bijvoorbeeld bij de voet kan worden opgeborgen.

Wat het isolerend effect betreft bieden bijvoorbeeld de volgende mogelijkheden gunstige vooruitzichten:

a. Schermmateriaal met hoge reflectie en dus lage emissie voor warmtestraling.
b. Scherm bestaande uit meerdere lagen.
c. Met name bij meerdere lagen: schermmateriaal met geringe warmtestralingsdoorlatendheid.
d. Dubbelwandig scherm met de mogelijkheid om de tussenruimte bijvoorbeeld te vullen met schuim.

Voor kassen waar plaatsing van een scherm binnen in de kas niet mogelijk is zonder hoge bijkomende kosten zou plaatsing buiten de kas een uitkomst bieden. Om tot een acceptabele buiteninstallatie te komen is echter nog veel onderzoek en ontwikkelingswerk noodzakelijk. In punt 2,2, en 7.4.3. worden enkele ideëen voor scherminstallaties buiten de kas genoemd.

7.2. Schermsystemen voor gebruik binnen een kas waar op dit moment aan gedacht wordt

Er bestaan een aantal ideëen welke op kortere termijn mogelijkheden zouden kunnen bieden. Hierbij wordt zeker niet alleen gedacht aan geheel nieuwe systemen, maar ook aan het verbeteren en veranderen van bestaande installaties.

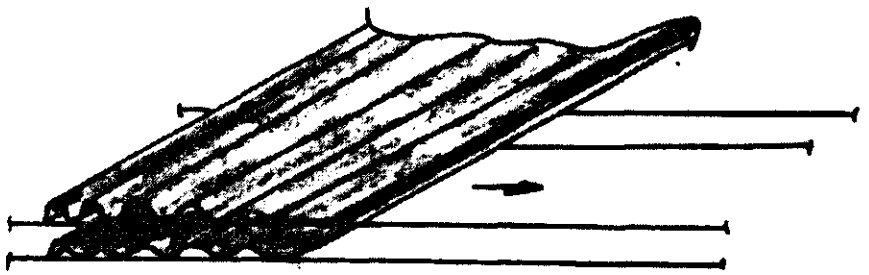
7.2.1. Verbeteren van bestaande installaties

Dit kan bijvoorbeeld plaatsvinden door toepassing van andere schermmaterialen zoals schermen met reflecterende coating en/of schermen waarmee een zeer klein pakket bereikt kan worden. Hiermee zou het isolerend effect opgevoerd en/of het lichtverlies verminderd kunnen worden. Een tweede mogelijkheid is het aanbrengen van een tweede scherm onder de bestaande installatie. Hierbij worden dan twee schermen tegelijk voortbewogen met één meeneemprofiel of -buis. Zie figuur 7.1.

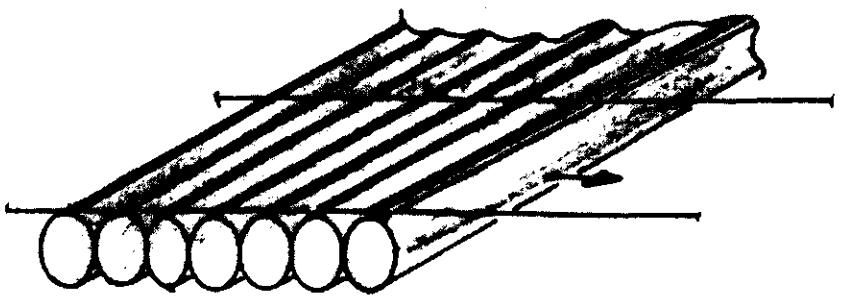
7.2.2. Buisfoliescherm (beweegbaar in een richting loodrecht op de buisfolies)

Bij buisfolieschermen kunnen wij denken aan een systeem met opgehangen losse opblaasbare buisfolies. Zie figuur 7.2. Een ander principe is een systeem met kleine voorgevouwen en tegen elkaar geplakte buisfolies. Zie figuur 7.3. Het systeem met losse buisfolies is op kleine schaal beproefd bij het IMAG te Wageningen. De voordelen van een buisfoliescherm zijn: goed opvouwbaar, dubbel wandig, goed afsluitend, doorlatend voor druipwater op het scherm (bij systeem met losse buizen).

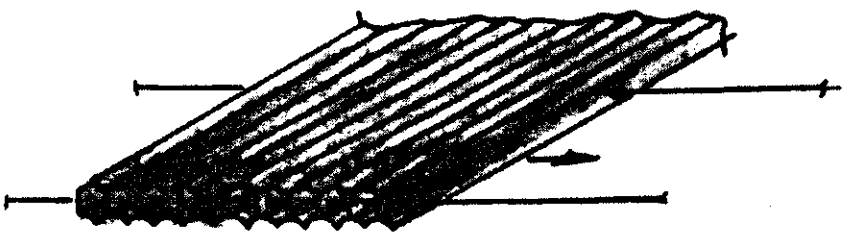
Figuur 7.1. Uitbreiding van een enkele scherm met een tweede scherm.



Figuur 7.2. Principe van een buisfoliescherm met losse buisfolies.



Figuur 7.3. Principe van een buisfoliescherm met kleine voorgevouwen buisfolies.

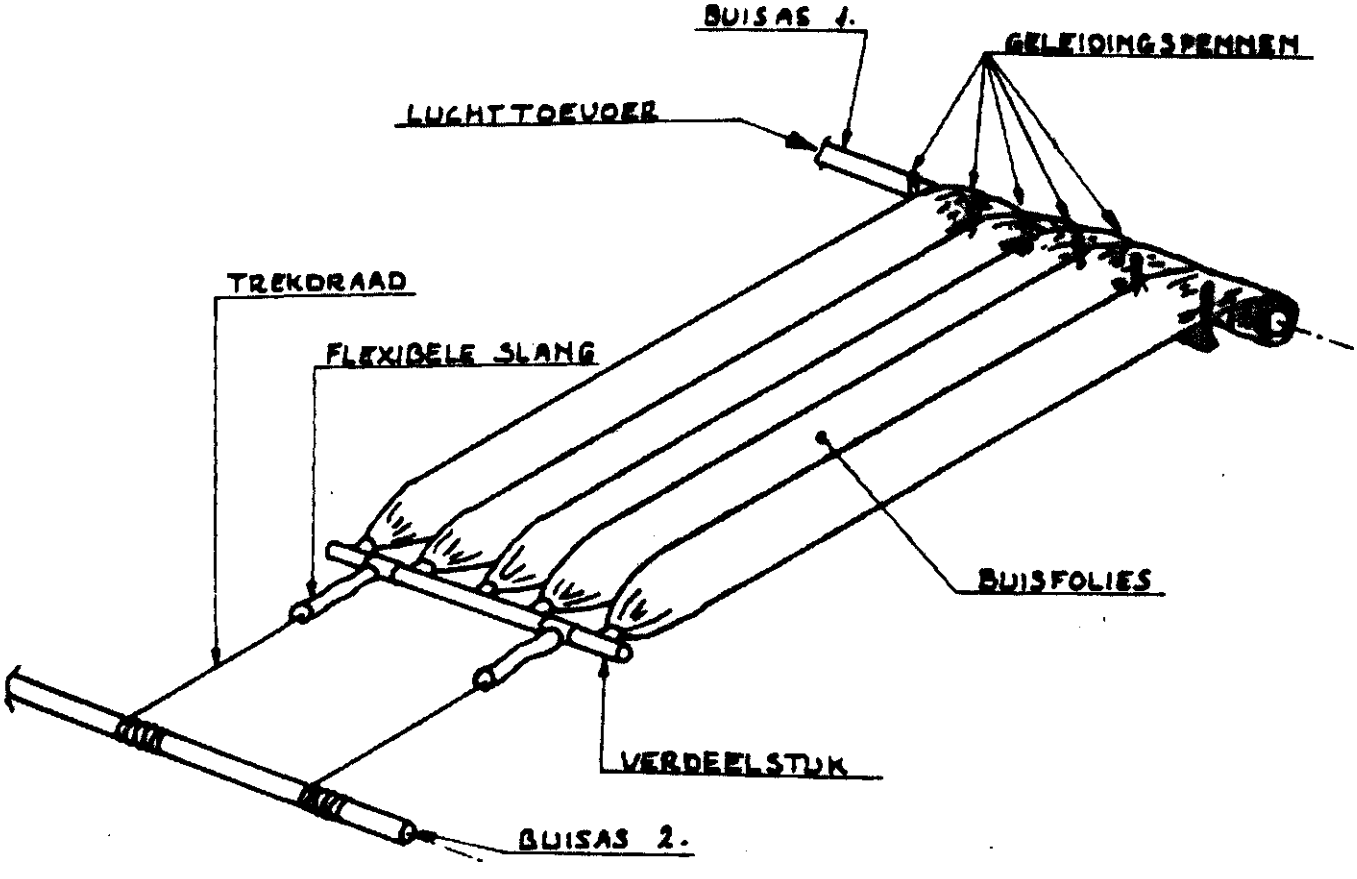


Een hangend buisfoliescherm kan dienen als zonwering op twee manieren. Op de eerste plaats door het kiezen van een folie met de juiste lichtreflectie of absorbtie. Op de tweede plaats door het laten leeglopen van de buizen. Hierdoor ontstaat dan een soort hangend lamellenscherm. Of dit laatste systeem mogelijkheden biedt hangt af van de stand ten opzichte van de zon. Wanneer de buizen zouden zijn voorzien van een spiegelende laag zou door reflectie het lichtverlies kunnen worden beperkt. Een amerikaans onderzoek geeft in dat geval een lichtverlies van % op wanneer de buizen leeggelopen zijn en plat omlaaghangen. Wanneer de lucht die in de buizen wordt geblazen uit de kasruimte onder het scherm wordt gezogen zal in de buizen condens kunnen gaan ontstaan. Er moet dan ook zonder meer lucht gezogen worden uit de ruimte boven het scherm of nog beter van buiten. Deze lucht zal in de buizen worden opgewarmd en kan geen condens meer veroorzaken.
Een andere vorm van binnendringen van vocht in de buizen zou kunnen zijn dampdiffusie, maar hierdoor ontstaan in de praktijk niet de grootste problemen.
Een probleem bij deze vorm van buisfoliescherm is nog het ontsnappen van de lucht wanneer het scherm geopend wordt. Dit moet redelijk snel kunnen gebeuren omdat anders de tijd nodig om te openen veel te lang wordt. Een soort ventielsysteem lijkt dringend gewenst.
Het buisfoliescherm bestaande uit kleine voorgevouwen buisfolies is enkele jaren geleden in Duitsland ontwikkeld. Bij enkele proefbedrijven is het aangelegd maar door enkele technische problemen is het verder niet toegepast. Dit scherm zou een zeer goede mogelijkheid zijn om een hogere besparing te bereiken bij minder lichtverlies bij geopend scherm. De belangrijkste moeilijkheden waarvoor een oplossing gezocht moet worden zijn de vorming van plassen water op het scherm en het verminderen van de "vouwbaarheid". Een oplossing voor het "waterprobleem" zou zijn de buisfolies niet over de gehele lengte aan één stuk aan elkaar te lijmen, maar met onderbrekingen. De garantie voor een blijvende vouwbaarheid kan misschien gegeven worden bij een goede materiaalkeuze.
Belangrijk is dat bij buisfoliesystemen wordt gekozen voor een materiaal met geringe warmtestralingsdoorlatendheid!
Door aanbrengen van een laag met lage emissiecoëfficiënt (bijvoorbeeld een aluminium coating) kan het isolerend effect nog duidelijk vergroot worden.
Wanneer deze buisfolieschermen voor de praktijk bruikbaar gemaakt zouden worden, kan bij de aanleg misschien gebruik gemaakt worden van een bestaande enkele scherminstallatie. Het is in ieder geval gewenst dat hiermee bij de ontwikkeling zo veel mogelijk rekening gehouden wordt.

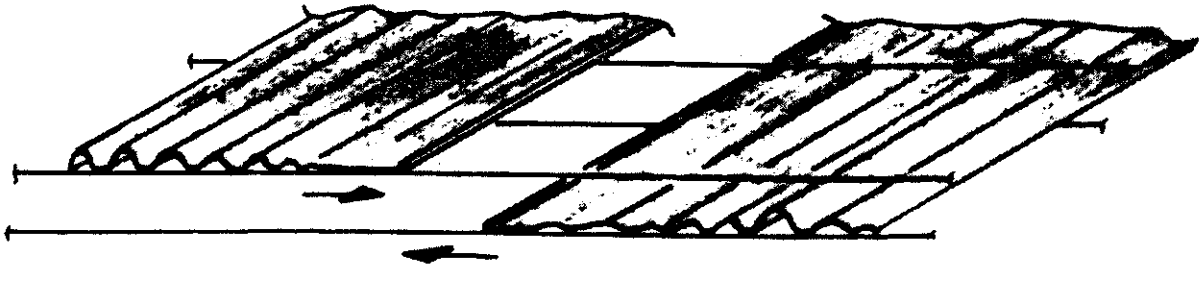
7.2.3. Oprolbaar buisfoliescherm

Recent is een buisfoliescherm ontwikkeld waarbij de buisfolies opgerold kunnen worden en in de lengterichting beweegbaar zijn. Bij het openen worden de "slurven" teruggetrokken en om een holle as gewonden waarbij aan het uiteinde de lucht kan ontsnappen. Hiervoor is een goed bruikbaar eenvoudig ventiel toegepast bestaande uit een stuk flexibele slang welke is bevestigd aan de "verdeelstukken" waarmee de slurven worden uitgetrokken. Dit vindt plaats met behulp van een buisas en trekdraden. Wanneer de slurven bijna geheel uitgetrokken zijn wordt het stuk slang mee opgewonden op de buisas waarbij het wordt platgedrukt zodat automatisch een afsluiting wordt bereikt. Worden de slurven weer teruggetrokken dan ontrold de slang weer en kan de lucht uit de buisfolies vrij gemakkelijk ontsnappen. Problemen kunnen zich nog voordoen door slijtage en door niet goed regelmatig oprollen van de buisfolies. Op deze punten moeten nog verbeteringen worden aangebracht.
Een ander punt wat nog de aandacht verdient is de afsluiting van de slurven bijvoorbeeld ter plaatse van staanders. Mogelijk moeten hiervoor hulpafdichtingen gemaakt worden.
Positieve kanten van het scherm zijn: Alle voordelen van het buisfoliescherm, klein lichtverlies, mogelijkheden voor bestaande (lage) kassen, goede verwisselbaarheid van de buisfolies. In figuur 7.4. is dit schermsysteem schematisch weergegeven.

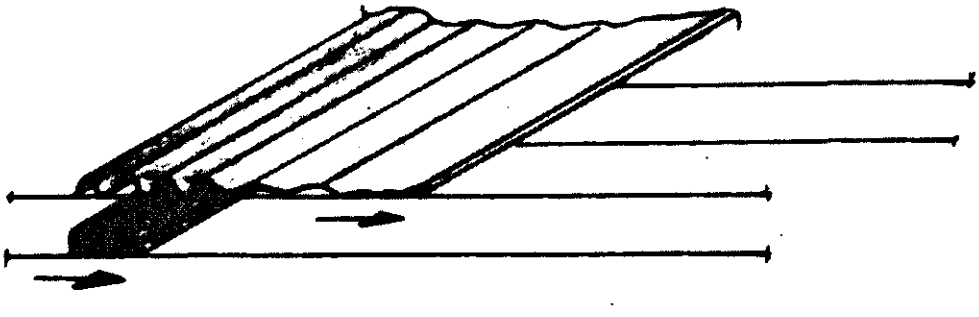
Figuur 7.4. Principe van een oprolbaar buisfoliescherm.



Figuur 7.5. Twee onafhankelijke scherminstallaties.



Figuur 7.6. Dubbelwerkende scherminstallatie (twee schermen op één aandrijving).



7.2.4. Dubbele scherminstallatie

Een dubbele scherminstallatie kan op een paar verschillende manieren gerealiseerd worden.

a. Op de eerste plaats kunnen wij denken aan het monteren van twee onafhankelijke installaties. Zie figuur 7.5. In figuur 2.3.b. is een voorbeeld van een aandrijving voor een dubbele scherminstallatie weergegeven. Op een dubbele installatie kunnen wij verschillende combinaties van schermmaterialen kiezen, zoals: transparant folie met zonweringsdoek, transparant folie met energiedoek, tweemaal transparant, tweemaal zonweringsdoek enzovoort.
De technische uitvoering kan hetzelfde zijn als bij een enkele installatie.

b. Een andere mogelijkheid is een dubbel werkende installatie met één motoraandrijving. Het principe is weergegeven in figuur 7.6. Voor dit type installatie kan als aandrijving worden gekozen een tandheugel met rondlopende trekdraden waarbij de heen- en teruggaande draad niet naast elkaar maar boven elkaar liggen. Zie 2.3.1. punt c.
Bij dit systeem bestaat, net als bij twee onafhankelijke installaties, in principe de mogelijkheid om met drie standen te werken. Dubbel scherm, enkel scherm en geopend scherm. Bij de stand "enkel scherm" zal echter een speciale voorziening getroffen moeten worden om in het geval van een energiescherm een goede afsluiting op elkaar te verkrijgen. Er zal gekozen moeten worden voor één soort scherm omdat de twee schermen gelijktijdig bewegen.

c. Er zijn natuurlijk nog verschillende variaties mogelijk. Denk bijvoorbeeld aan de combinatie van beweegbaar schermdoek met een vast folie of met de hand beweegbaar folie eronder aangebracht. Hierbij moet een tussenruimte tussen de twee schermen aanwezig zijn. Een andere variatie, op één enkel bedrijf tot nu toe uitgevoerd, is een driedubbel scherm met twee aandrijvingen. Dit systeem bestaat uit een installatie volgens 7.2.1. (twee schermen op één meeneemprofiel of -buis) en een tweede, onafhankelijke scherminstallatie. De schermdoekcombinatie is tweemaal verduisteringsdoek en éénmaal transparant folie.

7.2.5. Oprolbaar of opvouwbaar noppenfolie

Wanneer wij spreken over oprolbaar noppenfolie moeten wij denken aan een lange baan noppenfolie welke óf in de lengte van een kap óf tussen de spanten kan worden getrokken (zie figuur 2.1.j. en k.). Opvouwbaar noppenfolie wordt op dit moment verkocht als vouwbaar noppenfolie, opgehangen aan draden (zie figuur 2.2.). Hierbij is de overspanning net zo groot als bij een vergelijkbaar standaard schuifscherm. Wij kunnen ook denken aan de mogelijkheden van een railscherm. Bij dit type scherminstallatie zou de ligging en de beweging hetzelfde zijn als bij het genoemde oprolbaar noppenfolie.
Een belangrijk kenmerk van deze scherminstallaties is dat een groot pakket ontstaat bij openen van het scherm, met name bij het toepassen van lange banen. Daartegenover staat dat wij meestal wel kunnen kiezen waar dit pakket zal komen te hangen, zodat wij kunnen proberen de minst ongunstige plaats te gebruiken. Een voordeel van noppenfolie is dat het veel vormvaster kan zijn dan een enkele folie of een enkel doek. Daarom is het meer geschikt voor oprollen, opvouwen en voor installaties met lange smalle banen. Bij het oprolbare systeem is nog onderzoek nodig naar de slijtage, geleiding en de aandrijving. Doordat met een dik materiaal wordt gewerkt zal een dikke rol ontstaan. Dit betekent dat waarschijnlijk een aandrijving met variabel toerental gebruikt zal moeten worden. Bij het vouwbare noppenfolie moet ervoor gezorgd worden dat in ieder geval aan de buitenkanten van het schermpakket steeds een reflecterende laag aanwezig is. Door de weerkaatsing van licht zal het lichtverlies van het pakket duidelijk minder kunnen zijn dan wanneer het pakket zwart zou zijn aan de buitenzijden.

7.2.6. Gedeeltelijk beweegbaar noppenfolie

Een eenvoudige manier om een gedeeltelijk beweegbaar noppenfoliescherm te installeren is gebruik maken van een bestaande schuifscherminstallatie. Bij het

systeem is één baan noppenfolie vast aangebracht en één baan beweegbaar. Deze baan kan over de vaste geschoven worden. Figuur 7.7. geeft een indruk van dit systeem. Een groot nadeel is echter het optredende lichtverlies. Dit lichtverlies is zo groot dat toepassing beperkt zal blijven tot enkele speciale teelten.

7.2.7. Oprolbaar scherm

Een installatie werkend van goot-naar-goot of van spant-naar-spant kan ook bestaan uit een rolbaar scherm. Hierbij komen aan de orde systemen met korte rollen zoals genoemd bij 2.2. en 2.3.2. en systemen met lange rollen. Deze installaties kunnen in principe ook schuin gemonteerd worden. Bij korte rollen moeten wij dan denken aan een scherm werken van goot-naar-nok of nok-naar-goot waar de rollengte ongeveer gelijk is aan de afstand tussen de spanten. Bij lange rollen wordt onder meer gedacht aan een scherm bewegend van gording-naar-gording, zie figuur 2.1.1. en figuur 2.4.c. Wij zullen hier hoofdzakelijk ingaan op de horizontaal werkende principes omdat de schuinwerkende systemen wat ingewikkelder zijn. Ook is geen hogere besparing te verwachten. Een uitzondering vormen verticaal rolbare schermen, zoals genoemd bij punt b.

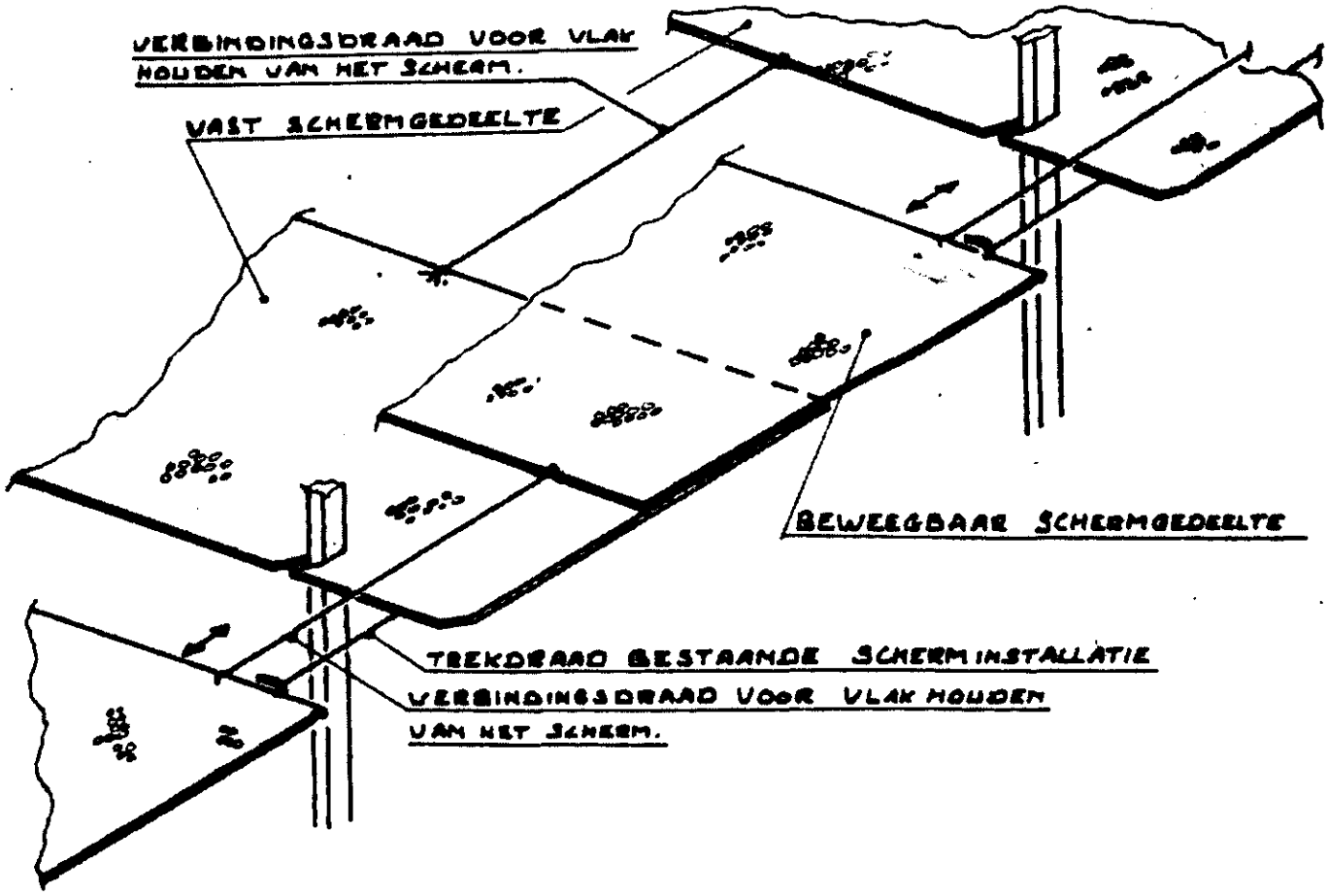
a. Korte rollen

Op het gebied van rolbare schermen met korte rollen zijn tot nu toe twee werkende systemen ontwikkeld. Het eerste bestond uit rollen van ± 3 meter lengte en een uitrollengte van 3,2 meter. Zie figuur 7.8. Het oprollen vond plaats door een veer in de rol, uitrollen door een trekdraad en een buisas. Hoewel het systeem redelijk goed heeft gewerkt is het verder niet toegepast omdat de kosten te hoog waren. Een tweede systeem bestaat eveneens uit rollen van ± 3 meter lengte. Hierbij is echter de uitrollengte 6,4 meter. Het oprollen vindt ook hier plaats door een veer in de rol, het afrollen met trekdraad en buisas.
Bij het eerste systeem steunde het scherm op kunststof steundraden zoals bij een schuifscherm. Bij het tweede systeem wordt het scherm aan de randen vastgehouden door een klitteband bevestigd op de spanten. De ligging van het scherm is weergegeven in figuur 4.6. Hierdoor wordt een goede afdichting verkregen terwijl geen steundraden toegepast worden. Het is nog niet duidelijk of het klittebandprincipe in de praktijk voldoende lang blijft werken. Er wordt aan de ontwikkeling niet verder gewerkt.
Bij beide systemen komt als bezwaar duidelijk naar voren dat de werking van een veer voor optimaal op- en afrollen van het scherm niet ideaal is; Bij afrollen en sluiten van het scherm traden grote krachten op. Bij oprollen, wanneer wij een zo strak mogelijk opgerold scherm willen hebben neemt de veerspanning af naarmate het scherm verder opgerold wordt en wordt het scherm steeds slapper opgerold. Om dit bezwaar op te heffen zou gedacht kunnen worden aan het doorkoppelen van rollen en het plaatsen van een motoraandrijving. Dit is echter bij het "klittebandsysteem" niet mogelijk omdat hierbij de rol zich verplaatst en tussen de spanten beweegt. Wij spreken daarbij dan ook van een afrolprincipe.

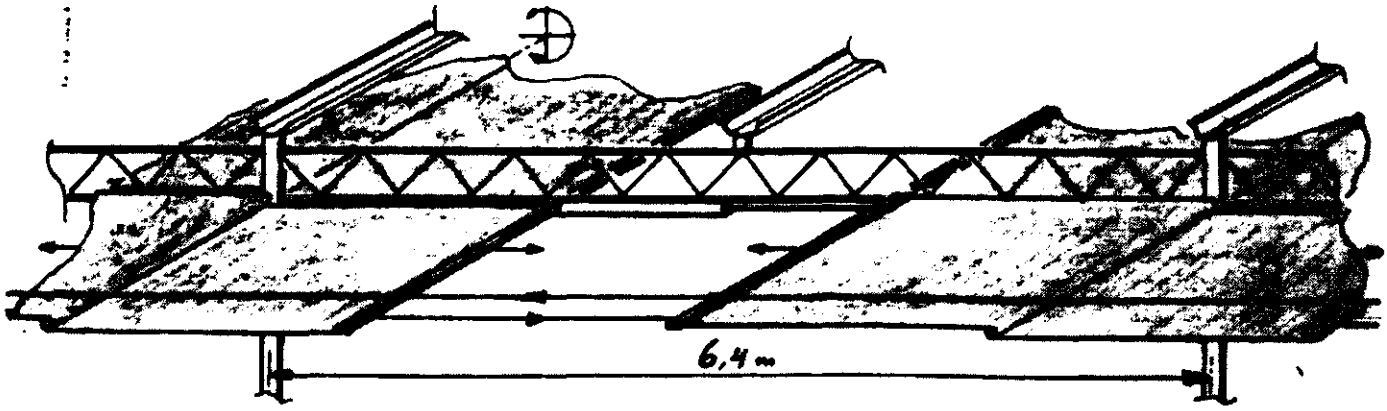
b. Lange rollen

Een voorbeeld van een horizontaal rolbaar scherm geeft figuur 7.9. Hoewel het werken met lange rollen al lang in de praktijk bekend is is dit principe als energiescherm nog niet toegepast. Dit komt omdat horizontaal rollen technisch gezien problemen kan geven. Verticaal rollen, waarbij de rol als het ware omhoog klimt terwijl het scherm opgerold wordt, is bekend bij het maken van tussengevels, bijvoorbeeld bij de chrysantenteelt. Ook in het buitenland, met name in Japan, wordt het lange rolprincipe veel toegepast, maar steeds verticaal of schuin omhoog. Verticaal rollen geeft weinig problemen. Zie ook punt 2.3.2.b.
Bij het IMAG is onderzoek verricht naar de werking van een horizontaal oprolbaar scherm. Men heeft twee systemen beproefd. Ten eerste een systeem waarbij een lange rol over traliespanten van goot-naar-goot rolde en ten tweede eveneens een systeem werkend van goot-naar goot echter met een rol welke op zijn plaats bleef terwijl op- en afgerold werd. Bij beide systemen zijn een aantal problemen naar voren ge-

Figuur 7.7. Gedeeltelijk beweegbaar energiescherm met noppenfolie.

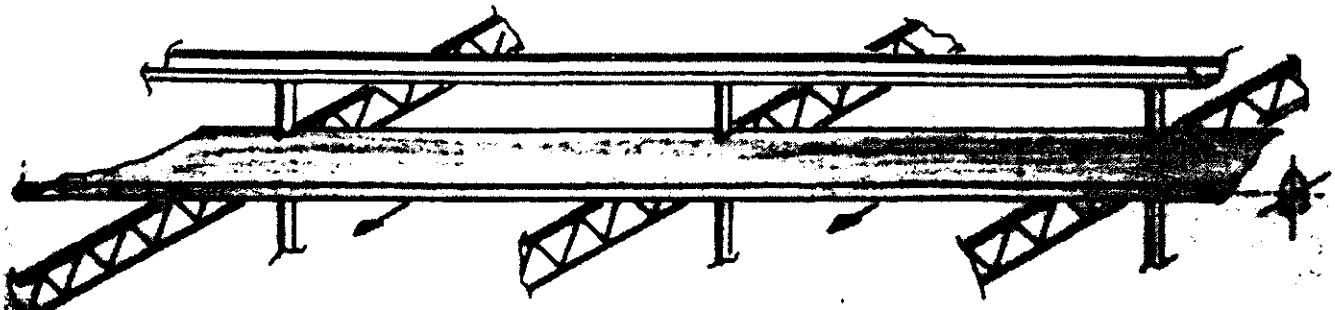


Figuur 7.8. Rolscherm met korte + rollen en 3,2 m uitrollengte.



Oprolbaar scherm (tweezijdig, niet beproefd).

Figuur 7.9. Voorbeeld van een horizontaal rolscherm met lange rollen.



komen. Bij het eerste bleek het niet mogelijk de rol recht te houden omdat het scherm niet vlak, zonder plooien, op te rollen was. Bij het tweede werd als grootste probleem gezien de slijtage bij de ooleggingen van de rol. Ook de aandrijving bleek niet eenvoudig.
Een mogelijkheid om het eerstegenoemde systeem met de bewegende rol te verbeteren zou kunnen zijn het inwikkelen van trekbanden. De rollen zouden met deze trekbanden gedwongen worden om recht op- en af te rollen. Er is met dit principe een eenvoudige praktijkproef genomen. Met redelijk goed resultaat. Het principe is weergegeven in figuur 7.10.

7.2.8. Railscherm met kunststof rails

Behalve het railscherm met stalen rails dat is uitgevoerd met railafstanden van 3 meter of 3,2 meter bestaat er een engels railscherm met kleine kunststof railprofielen.
Over het algemeen wordt hierbij gewerkt met railafstanden van 1,5 meter of 1,6 meter. In principe kunnen verschillende soorten schermmateriaal worden gebruikt, maar door de manier van bevestigen moet het materiaal redelijk sterk zijn. In tegenstelling tot het eerder genoemde railsysteem steunt bij het engelse systeem het scherm niet op draden, maar wordt met behulp van glijhaakjes (afstand ± 25 cm) welke rechtstreeks aan het scherm bevestigd zijn geleid langs railprofielen.
Een indruk van het systeem is weergegeven in figuur 7.11.a.
Een interessante kant van dit scherm is de mogelijkheid om zelfs in 3,2 meter warenhuizen te schermen over bijvoorbeeld 6,4 meter of 9,6 meter zonder de noodzaak van een extra "energiespant". Met name voor breedkappers biedt dit dan een zeer aantrekkelijke mogelijkheid. Wanneer de railprofielen namelijk langs de onderrand van het spant worden gemonteerd, of langs de trekstang, dan kan het schermpakket heel dicht bij de goot gesitueerd worden en kan men tevens een extra spant uitsparen. Zie figuur 7.11.b. Een duidelijk voordeel wat betreft lichtverlies en kasklimaat.
Een probleem bij dit scherm is nog het bevestigen van de grote aantallen glijhaken ("sliders" of "runners") aan het scherm. Tevens dient de breedte van het scherm goed afgestemd te zijn op de kas. Het lijkt dan ook noodzakelijk dat om dit probleem op te lossen een machine wordt ontwikkeld waarmee nauwkeuriger en veel snelde glijhaken bevestigd kunnen worden. Het gehele systeem is vrij bewerkelijk.

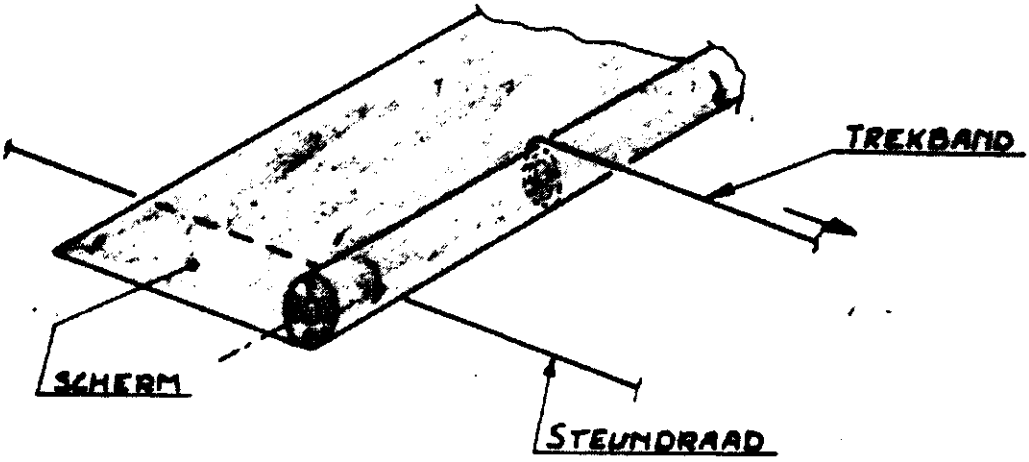
7.3. Ideëen voor scherminstallaties voor gebruik binnen een kas welke nog nader moeten worden uitgewerkt

Bij de systemen welke zijn beschreven in het vorige stuk 7.2. is gesteld dat deze misschien op korte termijn mogelijkheden zouden kunnen bieden. Behalve deze ideëen bestaan er echter nog een aantal, waarvan moeilijker in te schatten is of deze voor de praktijk bruikbaar gemaakt kunnen worden. Wij zullen er hier toch een paar van noemen.

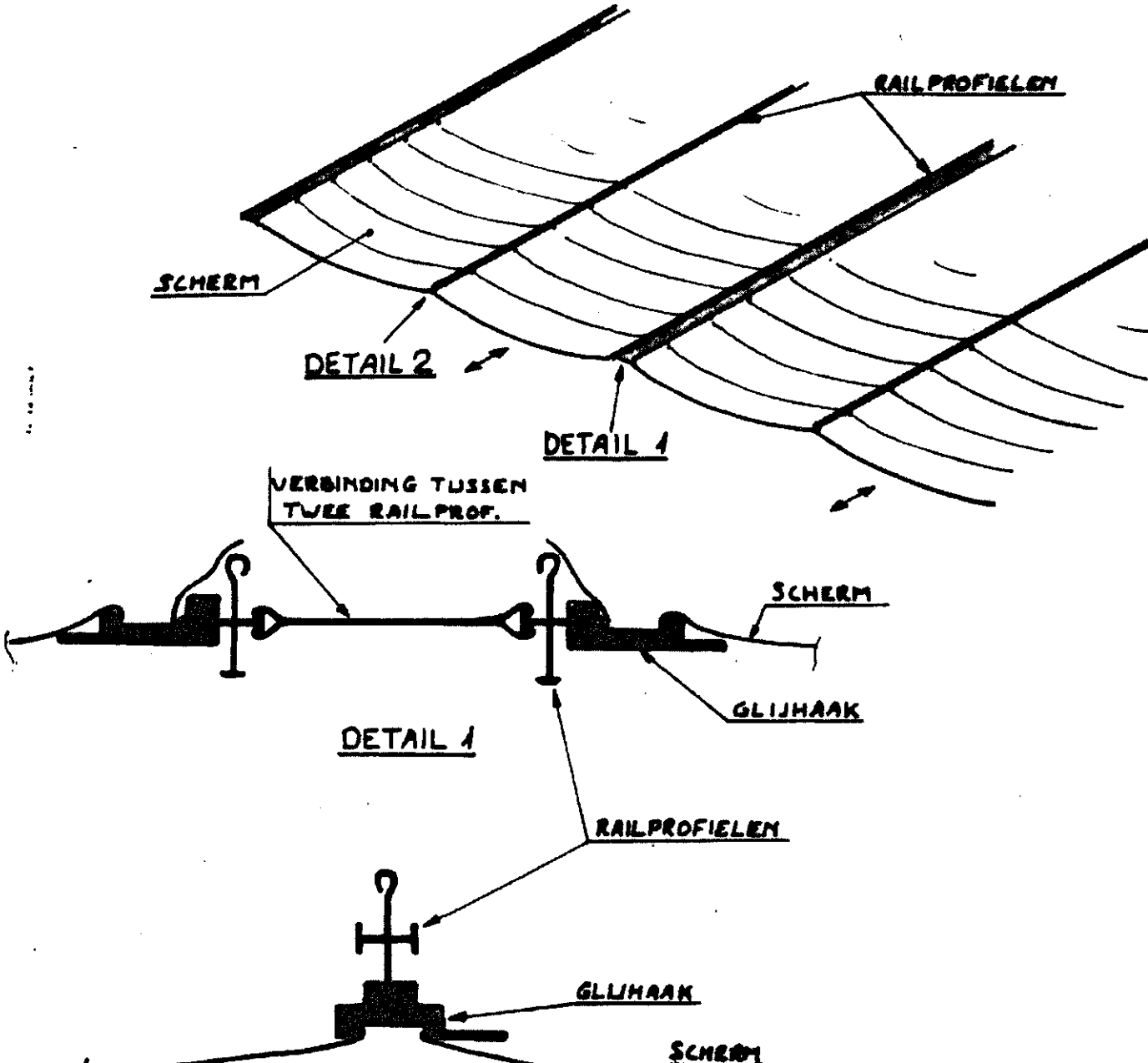
7.3.1. Schermsysteem met toepassing van schuim

Wanneer wij spreken over een toepassing met schuim moeten wij denken aan een laag zeepbellen welke tussen twee lagen folie is opgesloten. De zeepbellen ontstaan door het blazen van lucht door een geperforeerde buis in een gootje met een soort zeepoplossing. In de Verenigde Staten zijn met dit systeem proeven genomen. Hieruit is gebleken dat het principe goed is en op praktijkschaal eventueel toe te passen zou zijn. In Nederland is het "schuimprincipe" in een proefkas toegepast op praktijkschaal. Een bijzonderheid hierbij was dat werd gewerkt met een enkele laag vaste folie over bogen als kasbedekking en een beweegbaar binnenscherm eveneens in boogvorm. Het principe van een dergelijke installatie is: 's nachts zo veel mogelijk besparen en overdag zoveel mogelijk licht laten toetreden. In figuur 7.12. is het systeem schematisch weergegeven. Positief bij deze proefkas was een grote energiebesparing wanneer het scherm gesloten was en de tussenruimte volgeschuimd. Dit is echter slechts een paar nachten het geval geweest. Negatief waren de ervaringen met het beweegbare scherm, het grote schermpakket en soms enige schade door inwerking van "zeep" op het gewas. De conclusie welke bij dit systeem mag wor-

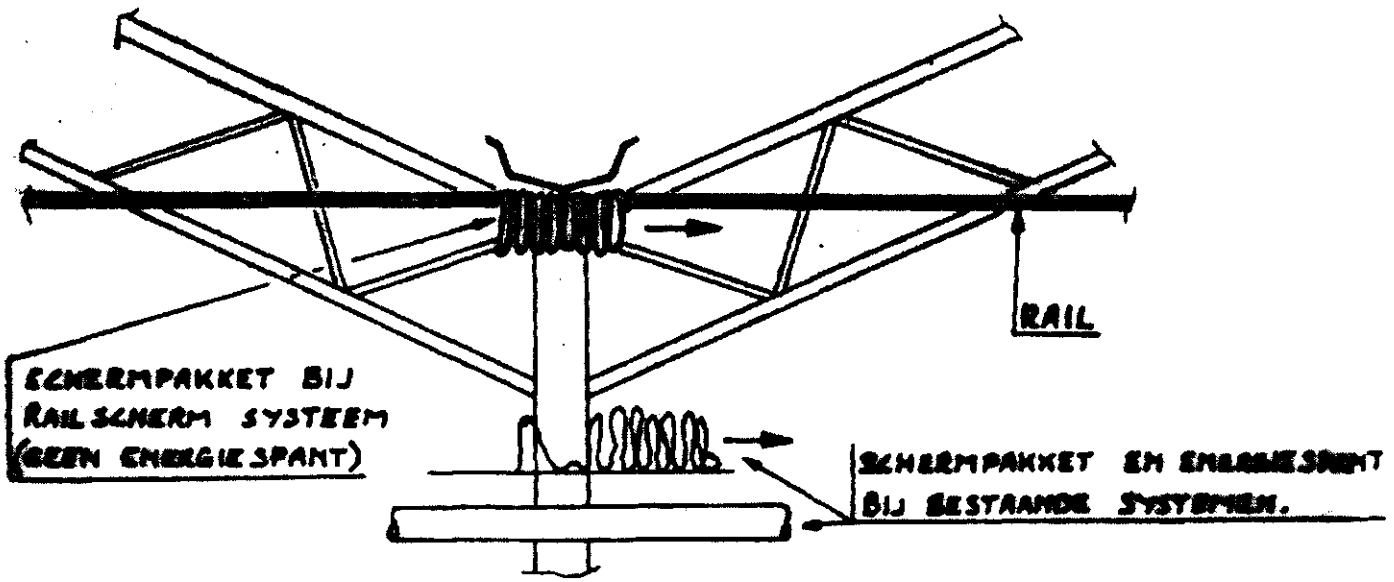
Figuur 7.10. Rolscherm met meegewikkelde trekbanden.

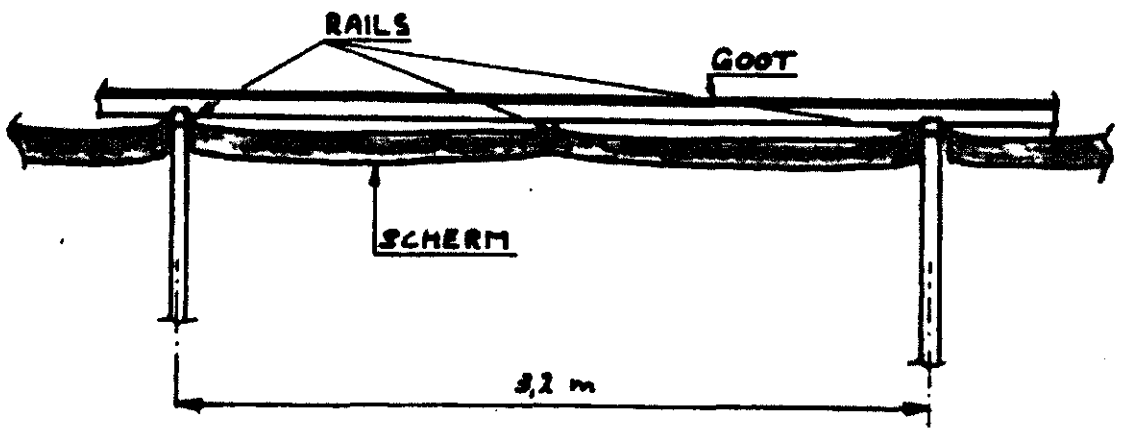


Figuur 7.11.a. Overzicht railsysteem met kunststof rails.

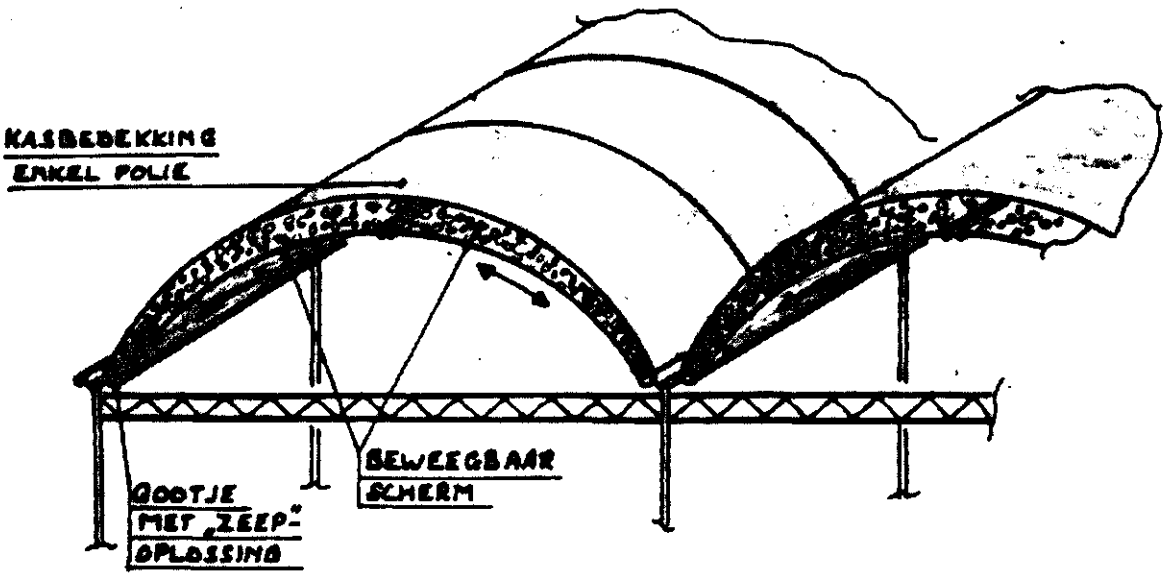


Figuur 7.11.b. Railsyateem met kunststof rails in breedkapper.





Figuur 7.12. Toepassing van schuim bij beweegbaar scherm.



den getrokken is dat een verdere verbetering en ontwikkeling zinvol lijkt. Het effect van een dergelijk systeem kan zeer gunstig zijn (hoge energiebesparing) en de meeste technische problemen zullen op te lossen zijn. Het ziet er naar uit dat na voldoende onderzoek en ontwikkeling het systeem bruikbaar gemaakt kan worden. Of een beweegbaar dubbelwandig scherm volgens dit principe ook voor bestaande kassen geschikt gemaakt kan worden is nu nog niet te overzien.

7.3.2. Schermsysteem met toepassing van polystyreenschuim bolletjes

Het systeem met polystyreen korrels of bolletjes is in het buitenland (onder andere Verenigde Staten) op kleine schaal beproefd. Het lijkt erg veel op het "schuimsysteem" beschreven onder 7.3.1. In plaats van het blazen van schuim tussen twee lagen folie worden vanuit een soort voorraadtank polystyreen bolletjes door een ventilator tussen twee lagen folie geblazen. Het vullen levert weinig problemen meer op. Een moeilijkheid ontstaat echter indien de korrels weer verwijderd moeten worden. De korrels zijn vaak statisch geladen en "kleven" tegen de folies aan waardoor het onmogelijk is ze allemaal te verwijderen. Er wordt daarom gewerkt met hulpmiddelen zoals glycerine waardoor het kleefeffect praktisch verdwijnt.

Evenals het toepassen van schuim kan het gebruik van polystyreen op zich een zeer goede energiebesparende maatregel zijn. Er zijn echter een paar moeilijkheden waardoor toepassing op groter schaal voorlopig nog niet mogelijk lijkt. Wij moeten hierbij met name denken aan het geheel verwijderen van de korrels en aan de opslag van de korrels. Een korrellaag met een dikte van circa 10 cm geeft bij een oppervlak van 1 ha een totaal volume van circa 1.000 m3.

7.4. Schermen buiten de kas

7.4.1. Motieven voor aanbrengen van een scherm buiten de kas

Voordat wij ingaan op een paar technische mogelijkheden van schermen buiten een kas zullen wij kort stilstaan bij de motieven die een rol kunnen spelen om te kiezen voor een scherm buiten de kas.
Zoals in het schema bij punt 2.2. is aangegeven is het schermen buiten het kasdek al een bekend principe. Er bestaan diverse mogelijkheden hiervoor. Tot nu toe is hierbij vrijwel uitsluitend gedacht aan zonwering. Hiervoor is een buitenscherm zeer effectief. Tegenwoordig wordt soms ook gesproken over energieschermen buiten de kas, wegens het grote aantal kassen waar plaatsing van een scherm binnen niet zonder grote problemen mogelijk is. In hoofdstuk 3 is hierover al gesproken.
De bestaande systemen van buitenschermen zijn wat lichtverlies betreft minder gunstig, vooral wanneer wij de mogelijkheden voor kassen met kleine kapbreedte bekijken. Daarom worden in het volgende punt een aantal andere ideëen beschreven welke minder lichtverlies zouden kunnen geven.

7.4.2. Algemene punten bij scherminstallaties buiten de kas

Bij het ontwerp en de uitvoering van een buitenscherminstallatie moet rekening gehouden worden met de volgende punten:

a. Weersinvloeden

De scherminstallatie moet bestand zijn tegen de optredende windbelasting. De installatie moet zodanig uitgevoerd zijn dat geen opeenhoping van water kan optreden. Bekeken moet worden welke maatregelen mogelijk en nodig zijn bij sneeuwval. Tenslotte moeten de gebruikte materialen bestand zijn tegen de invloed van hoge en lage temperaturen, vocht en zonnestraling.

b. Lichtverlies

De scherminstallatie moet in geopende toestand zo weinig mogelijk lichtverlies veroorzaken.

c. Kasconstructie

Wanneer een buitenscherminstallatie op bepaalde punten aan het kasdek wordt bevestigd moet bij het dek gerekend worden met extra krachten, veroorzaakt door het scherm. Denk bijvoorbeeld aan het spannen van draden en het effect van wind.

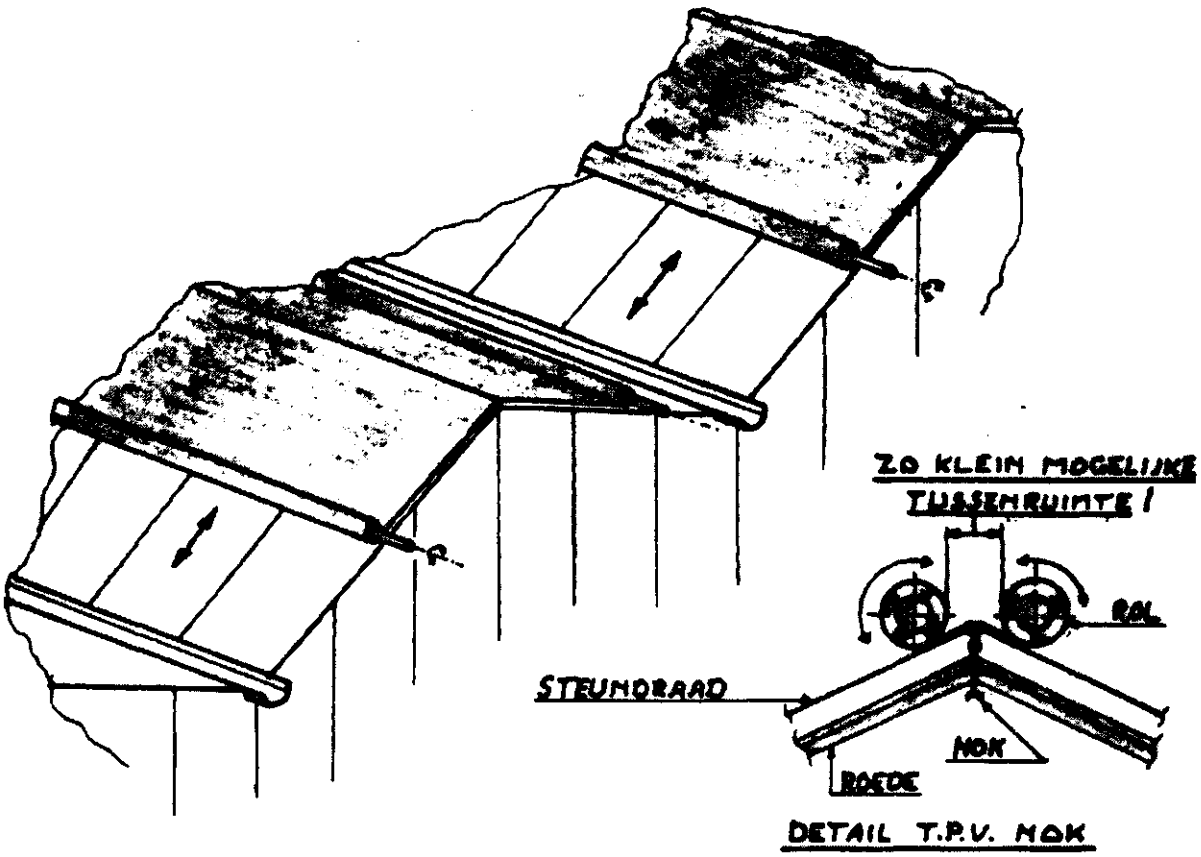
7.4.3. Enkele ideëen voor scherminstallaties buiten de kas

De ideëen welke bestaan over scherminstallaties buiten een kas zijn in een paar groepen te onderscheiden. Er zijn namelijk verschillende manieren van schermen mogelijk:

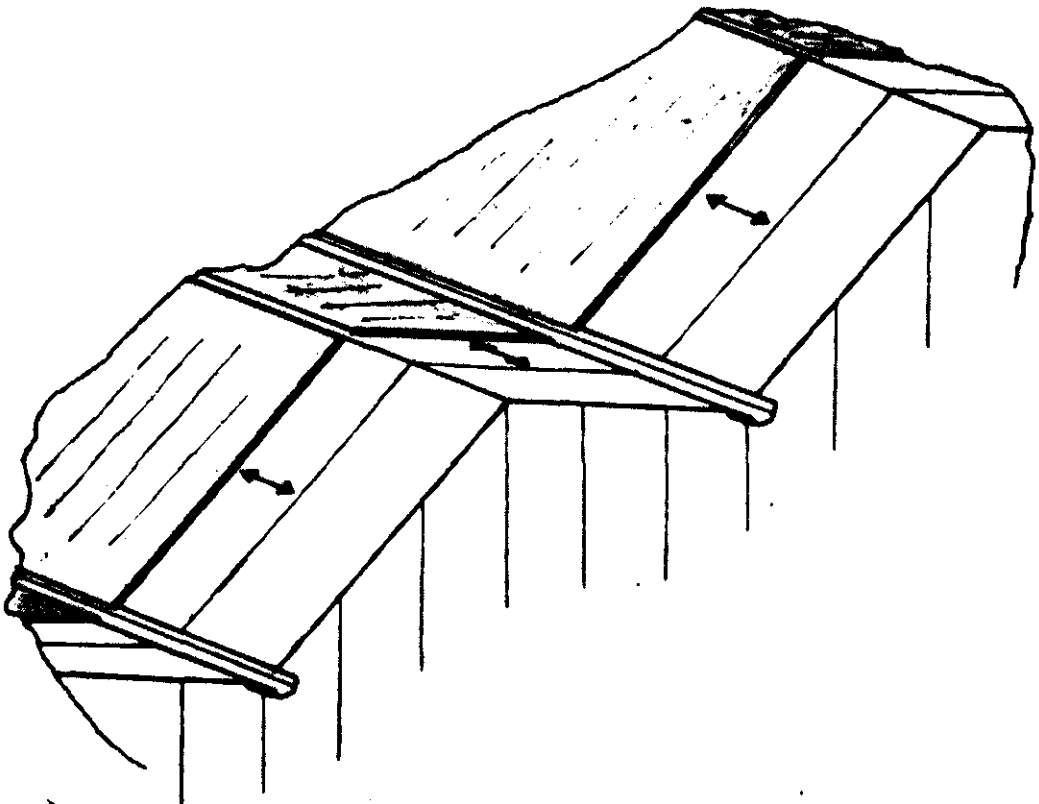
a. Schermen van nok naar goot met een rolscherm.
b. Schermen van kopgevel-naar-kopgevel met een geleiding aan de nok en bij de goot.
c. Schermen van kopgevel-naar kopgevel met alleen geleidingen op de nok.
d. Schermen met een installatie geheel vrij van het dek.

De figuren 7.13. tot en met 7.16. geven een indruk van deze principes.
Zie ook het schema bij 2.2.

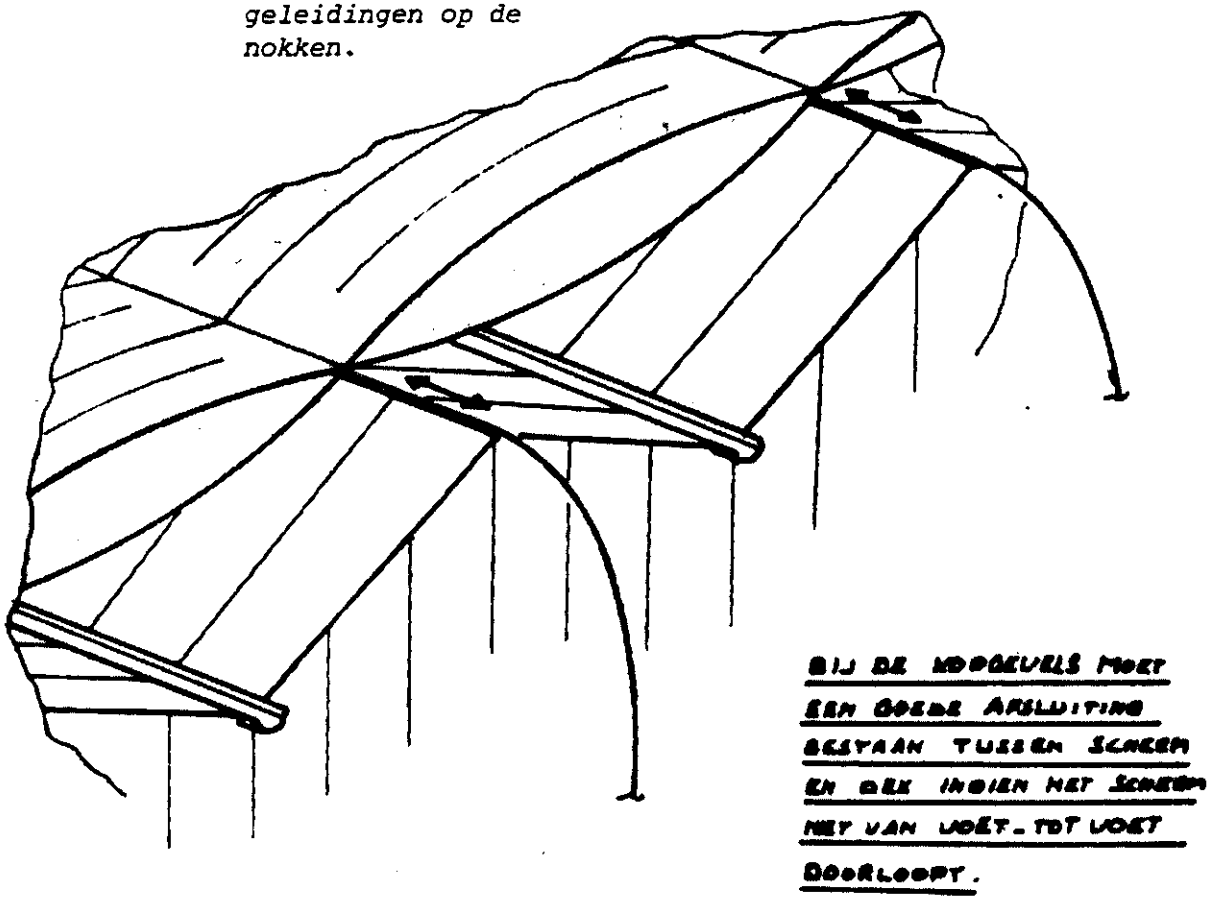
Figuur 7.13. Voorbeeld van een rolscherm buiten een kas.



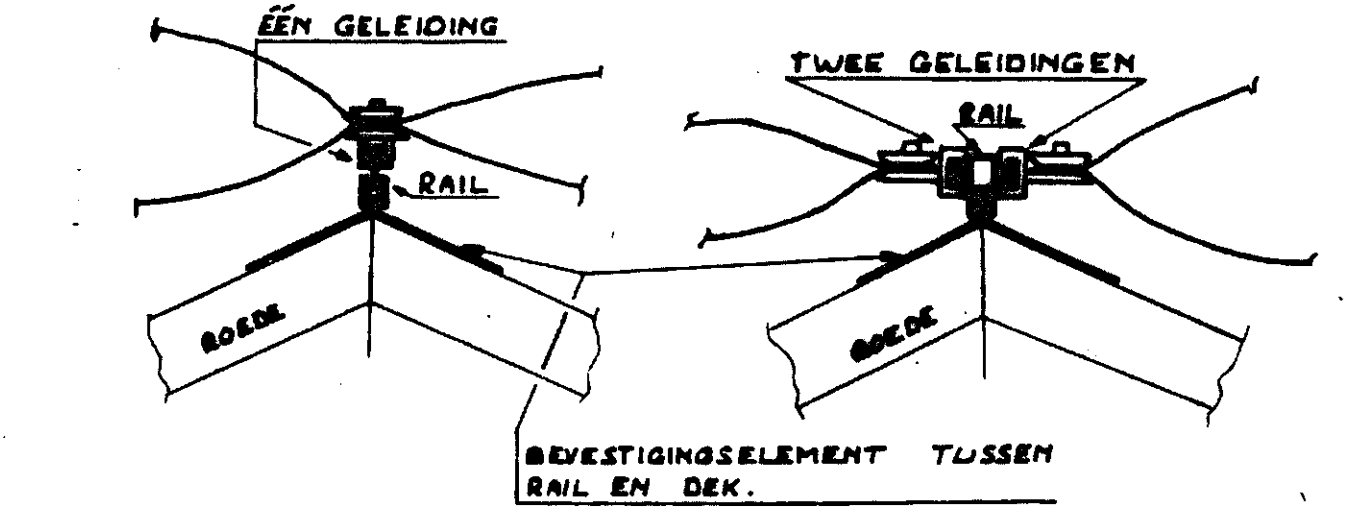
Figuur 7.14. Voorbeeld van een railscherm buiten een kas, met geleidingen aan goot en nok.

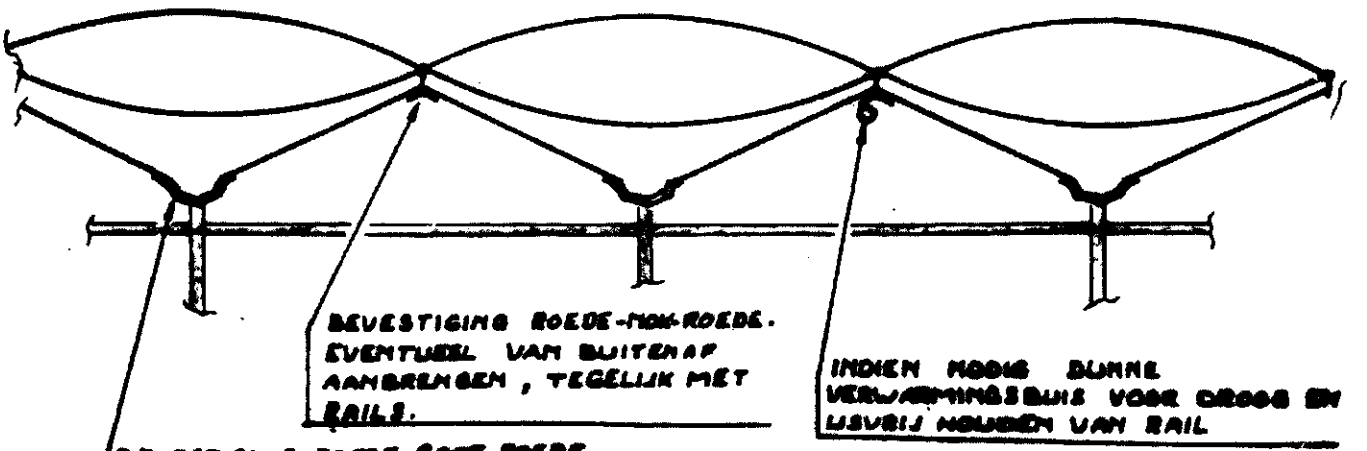


Figuur 7.15.a. Voorbeeld van een railscherm buiten een kas, met alleen geleidingen op de nokken.



Figuur 7.15.b. Mogelijke details van een railscherm buiten een kas.





van luchtramen. Het monteren zou vrij gemakkelijk kunnen plaatsvinden met behulp van een lichte wagen rijdend in de goten. Indien het dek hiervoor geschikt is zou tegelijk met het monteren van de railprofielen een goede koppeling roede-nok-roede aangebracht kunnen worden. Met een dekwagen zou deze handeling vrij eenvoudig zijn. Proeven zullen nodig zijn om te bepalen in welke mate het dek aangepast zou moeten worden en op welke manier dit zou moeten gebeuren (bijvoorbeeld roede-goot-roede en roede-nok-roede-verbindingen). Indien blijkt dat het railsysteem gevoelig is voor vastvriezen kan in de nok een kleine verwarmingsbuis worden aangelegd waarmee dit risico uitgesloten kan worden. Om die reden zou het scherm zo mogelijk waterdicht moeten zijn, door de vorm van het scherm zal water over de nok weg kunnen stromen. Indien water doorlekt zal dit verder geen enkele hinder opleveren omdat het kasdek deze lekkage opvangt.
Het scherm zelf moet bestaan uit een materiaal dat voldoende sterk is en goed bestendig is tegen veroudering. Te denken val eventueel aan gewapende folies zoals in de bouw worden toegepast met voldoende bescherming tegen UV-straling.
Samengevat: Een buitenscherm volgens figuur 7.15.a. en b. zou misschien uitvoerbaar zijn. Onderzoek en proeven zullen nog moeten plaatsvinden op punten als sterkte van het dek, vorm van rails, bevestiging van het scherm, aandrijving. De kosten van het systeem moeten aantrekkelijk zijn in vergelijking met het alternatief van: Ophogen, versterken van de kasconstructie, plaatsen van nieuwe gevels en enkel of dubbel scherm.

Bij d.
Als mogelijkheid voor een scherm vrij van het dek wordt gedacht aan een buisfoliescherm, in principe gelijk aan het systeem van punt 7.2.2. Dit scherm zal echter wat betreft afmetingen en eigenschappen goed afgestemd moeten zijn op buitenomstandigheden. In plaats van schuiven over korte afstanden zou bij dit systeem in één overspanning van gevel-tot-gevel geschermd moeten worden. Zie figuur 7.16. Dit betekent dat de draden waaraan de buisfolies worden opgehangen een grote overspanning zullen moeten overbruggen. Om ze voldoende recht te houden zullen de draden goed gespannen moeten worden. Dit houdt in dat tevens een goede verankering van deze draden nodig zal zijn aan extra palen welke voldoende boven het dek uitsteken. De ondersteuning van deze palen zal niet zonder meer aan de kasconstructie bevestigd kunnen worden. Wij moeten denken aan scherm of tuidraden voor voldoende stabiliteit. Een vrij hangend systeem zal bij wind grote krachten op zijn bevestigingen kunnen uitoefenen. Het voordeel van een dergelijk buisfoliesysteem zou zijn een goede isolerende werking, geen ophoping van water en een mogelijkheid om ophoping van sneeuw te voorkomen door het laten leeglopen van de buisfolies.

Slot

Bij het ontwerpen van scherminstallaties buiten de kas moet worden gerekend met een aantal bijzondere invloeden die niet gelden voor schermen binnen een kas. Met name wind, sneeuw en ijsvorming kunnen grote problemen geven indien hiertegen geen passende maatregelen worden genomen. Vooral bij schermen die grote afmetingen hebben kan de windbelasting zeer groot zijn. Denk hierbij ook aan een effect als klapperen en slaan. Een voorbeeld hiervan is het scherm van figuur 7.15.a. (railscherm met alleen rails op de nokken). Hier zal bij openen van het scherm een moeilijke situatie ontstaan die men alleen kan proberen op te vangen door bijzondere maatregelen om te voorkomen dat de wind onder het scherm slaat.
Ondanks alle extra problemen die kunnen optreden bij een buitenschem zal moeten worden onderzocht welke mogelijkheden technisch en economisch aanwezig zijn. Bij dit onderzoek zullen ook andere schermsystemen overwogen moeten worden. Gedacht wordt bijvoorbeeld ook aan een vouwbaar dubbelwandig scherm ongeveer in de vorm zoals figuur 7.3. aangeeft of aan een buisfoliesysteem met kleine buisdiameter (± 10 cm). Beide systemen werkend over korte afstand: bijvoorbeeld per vak één schermpakket.

8. INVESTERINGEN EN JAARKOSTEN

In dit hoofdstuk willen wij de kosten gaan berekenen van een energiescherm en wel met een drietal variaties. In het eerste geval zonder rekening te houden met allerlei premies, daarna met alleen de W.I.R.-premie en tenslotte met de premies van het sectorbeleid en de W.I.R. Hierbij is gerekend met de premies zoals ze gelden eind april 1982. De energie toeslag is 20%, hoewel dit officieel nog niet naar buiten is gekomen.

8.1. Investeringen

Er zijn verschillende mogelijkheden om te schermen. De installaties zijn er voor enkel scherm, waarbij ook nog een tweede scherm kan worden aangebracht en een dubbele installatie waarbij direct twee schermen worden aangebracht. Men kan natuurlijk ook een tweede scherm aanbrengen nadat er reeds een enkel scherm is aangebracht.
Daarnaast zijn er verschillende materialen in verschillende prijzen: folies en doeken.

Al deze mogelijkheden, gecombineerd met verschillende aanpassingsinvesteringen geven talloze mogelijkheden voor berekeningen.
Wij willen wel een aantal investeringsbedragen geven (gemiddelde bedragen) maar daarna met een enkel voorbeeld verder gaan.

Tabel 1. Investeringsbedragen (bruto, dat wil zeggen zonder premies, maar exclusief BTW)

Enkele scherminstallatie		ƒ 8,-- - ƒ 13,--/m2
Dubbele scherminstallatie		ƒ 13,-- - ƒ 18,--/m2
Tweede scherminstallatie	±	ƒ 8,--/m2
Folie + aanbrengen	±	ƒ 1,--/m2
Doek + aanbrengen	±	ƒ 4,--/m2
Aanpassing voor plaatsen van scherminstallatie grote variatie		ƒ 2,-- - ƒ 12,--/m2

8.2. Uitgangspunten voor de jaarkosten

Afschrijving van de installatie. De economische levensduur van de installatie hebben wij geschat op 8 jaar. Dit sluit toevallig aan bij de W.I.R. omdat bij langere levensduur, dus bij een lager afschrijvingspercentage, men bij aanpassingen in het bedrijf niet voor de W.I.R. in aanmerking komt (geen basispremie en dan ook geen Energie Toeslag).
De technische levensduur van de installatie kan wel langer zijn dan de aangehouden 8 jaar maar vanwege nieuwe technische ontwikkelingen zal de economische levensduur zeker niet langer zijn. Daarom is deze termijn van 8 jaar aangehouden.
Rente: De gemiddelde rente (50% van 11%): 5½%.
Onderhoud: Voor onderhoud en schermmateriaal is een bedrag genomen van ƒ 10.000,--. Hiervoor kan elk jaar de folie vervangen worden en na een aantal jaren het schermdoek. De rest is dan voor het onderhoud aan de installatie.

Omdat er ook premies te verkrijgen zijn (sectorpremie en W.I.R.) zullen wij daar ook rekening mee houden.

De sectorpremie is gebaseerd op een normatief gasverbruik voor het gehele teeltplan van oktober 1980 tot en met september 1981. Dit normatief gasverbruik voor de verschillende teelten varieert sterk.
Wij hebben hier gekozen voor een normatief gasverbruik van 30 m3/m2 en 60 m3/m2.
Deze normen kunnen en zullen natuurlijk verschillen met de werkelijke bedrijfssituatie. En men moet, wanneer men gaat rekenen voor de eigen situatie uitgaan van het werkelijk verbruik, om te zien of de installatie moet worden aangeschaft of niet.
De normatieve (in het kader van het sectorbeleid) besparing is afhankelijk van de installatie.

Enkele installatie met enkel scherm	- 20%
Enkele installatie met meervoudig scherm	- 30%
Meervoudige installatie	- 35%

In onze berekeningen hebben wij alleen de enkele installatie met enkel scherm genomen, dus 20%.
Hierbij willen wij de volgende opmerking maken. Wij schrijven hier niet over een volgorde problematiek: "Komt er eerst een condensor of een scherminstallatie". Wel is het zo dat wanneer er eerst een condensor wordt aangeschaft, dat dan het normatief verbruik in het kader van het sectorbeleid, verlaagd wordt met de energiebesparing verkregen door de condensor. En de bijdrage die dan verstrekt wordt via het sectorbeleid is dan lager. In een voorbeeld zullen wij dit toelichten.
Op een bedrijf (normatief verbruik 60 m3/m2) wordt een condensor aangeschaft met een normatieve besparing van 15% en daarna een scherminstallatie met een normatieve besparing van 20%. De bijdrage voor de scherminstallatie zal dan zijn: 20% van 51 m3 (60 m3 - 15%) = 10,5 m3 keer het bedrag van 35 ct/m3. Dit is dan ƒ 3,68/m2.
Indien er geen rookgascondensor zou worden aangeschaft zou de bijdrage voor de scherminstallatie zijn: 20% van 60 m3 = 12 m3 keer het bedrag van 35 ct/m3. Dit is ƒ 4,20/m2.
De 25% eis, namelijk dat van een totaal energiebesparingsplan niet meer dan 25% van de investeringen van het sectorbeleid gesubsidieerd mag worden, laten wij buiten beschouwing.

De W.I.R.-premie moeten wij onderverdelen in een drietal categorieën:
a. De W.I.R.-basispremie, voor bestaande gebouwen 8% en voor nieuwe gebouwen 14% en voor overige bedrijfsmiddelen 12%.
b. De kleinschaligheidstoeslag varieert van 6 tot 0%.
   In deze berekeningen is 5% en 3% genomen. Dit houdt in dat er in het betreffende jaar totaal voor ± ƒ 190.000,-- geïnvesteerd wordt (bij 5%) en ± ƒ 500.00,-- bij 3%.
c. De energietoeslag van de W.I.R. voor nieuwe gebouwen is voor een scherminstallatie die er ingebouwd wordt nihil.
   Wordt het scherm aangebracht in een bestaande kas dan geldt 20%. Van het totale investeringsbedrag moet dan wel ƒ 5.000,-- afgetrokken worden (franchisebedrag).

Aan de hand van een drietal berekeningen willen wij het geheel nog eens doorlopen:
a. Jaarkosten zonder rekening te houden met premies.
b. Jaarkosten rekening gehouden met alleen de W.I.R.-premie.
c. Jaarkosten rekening gehouden met sectorpremie en W.I.R.-premie.

a. Jaarkosten zonder rekening te houden met premies (opp. 10.000 m2)

	Energiescherm folie	Energiescherm doek
Bruto investering (excl. BTW) met aanpassing van de kas		
Voor de installatie	ƒ 80.000,--	ƒ 80.000,--
Voor aanpassing kas	" 20.000,--	" 20.000,--
Voor folie resp. doek	" 10.000,--	" 40.000,--
Totaal	ƒ 110.000,--.	ƒ 140.000,--
Jaarkosten installatie		
Afschrijving 12½% (van ƒ 80.000,-- + ƒ 20.000,--)	ƒ 12.500,--	ƒ 12.500,--
Rente 5½% (50% van 11%) (van ƒ 80.000,-- + ƒ 20.000,--)	" 5.500,--	" 5.500,--
Onderhoud en schermmateriaal	" 10.000,--	" 10.000,--
Jaarkosten totaal	ƒ 28.000,--.	ƒ 28.000,--.

Conclusie: De jaarkosten van een scherminstallatie met doek of met folie zijn nagenoeg gelijk, wanneer er geen rekening is gehouden met de mogelijk te verkrijgen premies.

Bij een jaarkostenbedrag van 2,80 per m2 moet tenminste een gasbesparing tegenover staan van 8 m3/m2 (bij een gasprijs van 35 ct/m3).

Opmerking: Er is hierbij geen rekening gehouden met een licht-opbrengstrelatie. Stel dat een scherm 5% lichtverlies geeft en dat de licht-opbrengstrelatie ½ is (dat wil zeggen 1% lichtverlies geeft ½% opbrengstverlies) en bij een opbrengst van ƒ 45,--/m2 is dit ƒ 1,12.
De gasbesparing moet dan nog ruim 3 m3/m2 meer zijn dan de reeds eerder genoemde.

b. Jaarkosten, rekening houdend met de W.I.R.-premies; (opp. 10.000 m2) bij energiescherm met folie in bestaand bedrijf en bij nieuw te bouwen bedrijf.

	Energiescherm/folie bestaand bedrijf	Energiescherm/folie nieuwbouw
Bruto investering (excl. BTW)	ƒ 80.000,--	ƒ 80.000,--
Aanpassing kas	" 20.000,--	" -,--
Folie	" 10.000,--	" 10.000,--
W.I.R.-premies		
Basispremie 8% (bestaand gebouw) resp. 14% (nieuw gebouw)	" 8.800,--	" 12.600,--
Kleinschaligheidstoeslag 5% resp. 3%	" 5.500,--	" 2.700,--
Energie Toeslag 20% resp. 0% (franchise ƒ 5.000,--)	" 21.000,--	" -,--
Totaal W.I.R.	ƒ 35.300,--.	ƒ 15.300,--.
Investeringsbedrag na aftrek W.I.R.-premies	ƒ 74.700,--	ƒ 74.700
waarvan: voor installatie c.q. met aanpassing $\frac{10}{11}$ x ƒ 74.700,-- =	" 67.900,--	$\frac{10}{11}$ x ƒ 74.700,-- = " 67.900,--
voor scherm-materiaal $\frac{1}{11}$ x ƒ 74.700,-- =	" 6.800,--	$\frac{1}{11}$ x ƒ 74.700,-- = " 6.800,--.
Jaarkosten installatie		
Afschrijving 12½% van ƒ 67.900,--	" 8.500,--	
resp. 12½% van ƒ 67.900,--		" 8.500,--
Rente 5,5% (50% van 11%) van ƒ 67.900,--	" 3.700,--	
resp. ƒ 67.900,--		" 3.700,--
Onderhoud en schermmateriaal	" 10.000,--	" 10.000,--
Totaal jaarkosten	ƒ 22.200,--.	ƒ 22.200,--.

Conclusie: De jaarkosten verschillen niet, hoewel de uitgangspunten anders liggen (in bestaand gebouw of nieuwbouw) en omdat de W.I.R.-premies verschillend zijn voor de beide uitgangspunten.
Bij het jaarkostenbedrag van ƒ 2,22/m2 moet er bij een gasprijs van 35 ct/m3 minimaal 6,4 m3 gas/m2 bespaard worden.
Ook nu weer dezelfde opmerking als bij a.:
Er is geen rekening gehouden met de regel: lichtverlies geeft produktieverlies.
Bij dezelfde uitgangspunten als eerder genoemd moet dit een extra gasbesparing van min. 3 m3/m2 opleveren.

c. Jaarkosten, rekening houdend met sectorpremie en W.I.R. (opp. 10.000 m2) van een energiescherm met folie in een bestaand bedrijf bij een verbruik van 30 m3/m2 en 60 m3/m2 (normverbruik en werkelijk verbruik zijn hier gelijk verondersteld).

	Energiescherm/folie 30 m3 gas/m2	Energiescherm/folie 60 m3 gas/m2
Bruto investering (excl. BTW)		
Met aanpassing		
Voor installatie	f 80.000,--	f 80.000,--
Voor aanpassing kas	" 20.000,--	" 20.000,--
Voor scherm	" 10.000,--	" 10.000,--
Normatieve besparing 20% dat wil zeggen 60.000 m3 resp. 120.000 m3		
Bijdrage sectorpremie (0,35/m3)	" 21.000,--	" 42.000,--
Investering na aftrek sectorpremie	" 89.000,--	" 68.000,--
W.I.R.-premie (basis 8%, kleinschaligheidstoeslag 5% en energietoeslag 20% met een franchise van f 5.000,--)	" 28.400,--	" 21.400,--
Investering na aftrek sectorpremie en W.I.R.-premies	" 60.600,--	" 46.600,--
Waarvan voor installatie en aanpassing		
$\frac{10}{11}$ x f 60.600,-- en		
$\frac{10}{11}$ x f 46.600,--	" 55.100,--	" 42.400,--
en voor scherm		
$\frac{1}{11}$ x f 60.600,-- en		
$\frac{1}{11}$ x f 46.600,--	" 5.500,--	" 4.200,--
Jaarkosten installatie		
Afschrijving 12½% van f 55.100,--	" 6.900,--	
resp. f 42.400,--		" 5.300,--
Rente 5½% (50% van 11%) van f 55.100,--	" 3.000,--	
resp. f 42.400,--		" 2.300,--
Onderhoud en schermmateriaal	" 10.000,--	" 10.000,--
Totaal jaarkosten	f 19.900,--.	f 17.600,--.

Conclusie: De jaarkosten verschillen na aftrek van de premies nog geen 25 ct/m2 voor een licht gestookt bedrijf ten opzichte van een zwaar gestookt bedrijf (30 m3/m2 resp. 60 m3/m2).
Bij een jaarkostenbedrag van f 1,99/m2 moet er bij een gasprijs van 35 ct/m3 minimaal 5,7 m3 gas/m2 bespaard worden. Bij de jaarkosten van f 1,76/m2 is dit 5 m3 gas/m2.
Wij moeten ook nu weer dezelfde opmerking maken als bij a. en b. over lichtverlies en produktieverlies.

Schema: Minimale energiebesparing per m2 bij een gasprijs van 35 resp. 42,0 ct/m3 zonder licht/opbrengstrelatie en met de relatie ½ en met de uitgangspunten zoals die in dit hoofdstuk zijn omschreven.

O M S C H R I J V I N G	Minimale energiebesparing			
	licht/opbrengst: 0		licht/opbrengst: ½	
	gasprijs 35	42	gasprijs 35	42
a.				
1. Energiescherm folie geen premies	8	7,5	11,0	9,5
2. Energiescherm doek geen premies	8	6,5	11,0	9,5
b.				
1. Energiescherm folie best. bedrijf met W.I.R.	6,5	5,5	9,5	8
2. Energiescherm folie nieuwbouw met W.I.R.	6,5	5,5	9,5	8
c.				
1. Energiescherm folie best. bedrijf met alle premies 30 m3/m2	5,7	4,7	9,0	7,5
2. Energiescherm folie best. bedrijf met alle premies 60 m3/m2	5,0	4,2	8,2	7,0

TOEVOEGING

Na het gereedkomen van deze brochure kwamen alsnog enkele punten naar voren die het bespreken waard zijn. Ze behoren bij hoofdstuk 2 en wij hebben ze daarom als toevoeging opgenomen.
Eveneens was er behoefte figuur 2.6. uit te breiden met enkele voorbeelden. Ook deze tekeningen zijn hier achter toegevoegd.

a. Punten die te maken hebben met het lichtverlies van de installatie

Op de eerste plaats zou het een goede zaak zijn wanneer met de installateur van te voren wordt vastgesteld hoe klein het schermpakket moet worden bij geopend scherm (punt 43). Wanneer een zo klein mogelijk pakket gewenst wordt moet dan aandacht worden geschonken aan punt 6, de bewegingsrichting van het scherm (zie 4.2.d.). Verder moeten motorvermogen, trekdraden, meeneemprofielen en de eindgordingen voldoende sterk zijn. Zie de punten 11, 16, 17, 31, 32, 34, 35 en 48.

b. Punten die van invloed zijn op een goede kwaliteit en uitvoering

Behalve het letten op het lichtverlies en de grootte van het pakket moeten wij rekening houden met een voldoende levensduur van de installatie en van het scherm. Ook de afsluiting moet goed zijn en goed blijven. Dit betekent dat tevens gelet moet worden op punten zoals 19, de afwerking van knopen, de totale lengte van een trekdraad (dus hoeveel pakketten op één draad) punt 27, de afstand tussen de steundraden en punt 18, het feit of de trekdraad vrij blijft van het scherm. Samengevat, de punten 14, 18, 19, 21 en 27 tot en met 41.
Belangrijk in verband met vroegtijdige roestvorming is dat de eindgordingen en de motorbrug en andere stalen onderdelen bestaan uit bij voorkeur thermisch verzinkt materiaal zoals in de kassenbouw gebruikelijk is.

c. Garantie op goede werking

Gezien de hoogte van de investering en het belang van een goede werking van de installatie is een bepaalde vastgelegde garantietermijn op zijn plaats. In de kassenbouw is in de nieuwe Algemene Aannemingsvoorwaarden Kassenbouw (AAK) een termijn van twee jaar voor de gehele kas vastgesteld.
Bij scherminstallaties zou men kunnen stellen dat men van een kortere levensduur uitgaat dan bij kassen zodat een kortere garantieperiode reëel zou zijn. Daar staat echter tegenover dat bijvoorbeeld het luchtmechaniek van een kas een zelfde levensduur behoort te hebben als de kas. Als advies kunnen wij stellen dat een garantietermijn van 1 jaar minimaal is, maar dat ook gestreefd kan worden naar 2 jaar.
De schermmaterialen zelf zijn zeer verschillend wat betreft levensduur. Hier wordt meestal een fabrieksgarantie verstrekt. Het is wel belangrijk dat hierbij wordt vermeld dat de garantie voor het scherm geldt in de situatie waarin het wordt gebruikt dus op het type installatie dat u koopt en bij uw teelt.
Voor de meeste schermmaterialen moeten bepalingen vastgelegd worden met de volgende strekking:
- Garantie houdt minimaal in: beschikbaarstelling van nieuw materiaal of financiële vergoeding eventueel inclusief montage.
- De garantietermijn gaat in bij montage of oplevering.
- De garantie geldt indien:
  Het scherm onbruikbaar wordt door scheurvorming of andere verschijnselen als gevolg van UV-straling, vocht en temperatuur in de kas.
  Het materiaal onbruikbaar wordt als gevolg van krimp, meer dan bijvoorbeeld 1 à 2% (Percentage afhankelijk van materiaalsoort en verwerkingsmethode).
- Het materiaal mag geen bestanddelen afgeven die schade aan het gewas kunnen veroorzaken of schadelijk voor de gezondheid zijn.
- Het geleverde scherm moet op regelmatige afstanden gemerkt zijn met minimaal naam fabrikant, naam/type scherm en datum van produktie (bijvoorbeeld kwartaal en jaar).

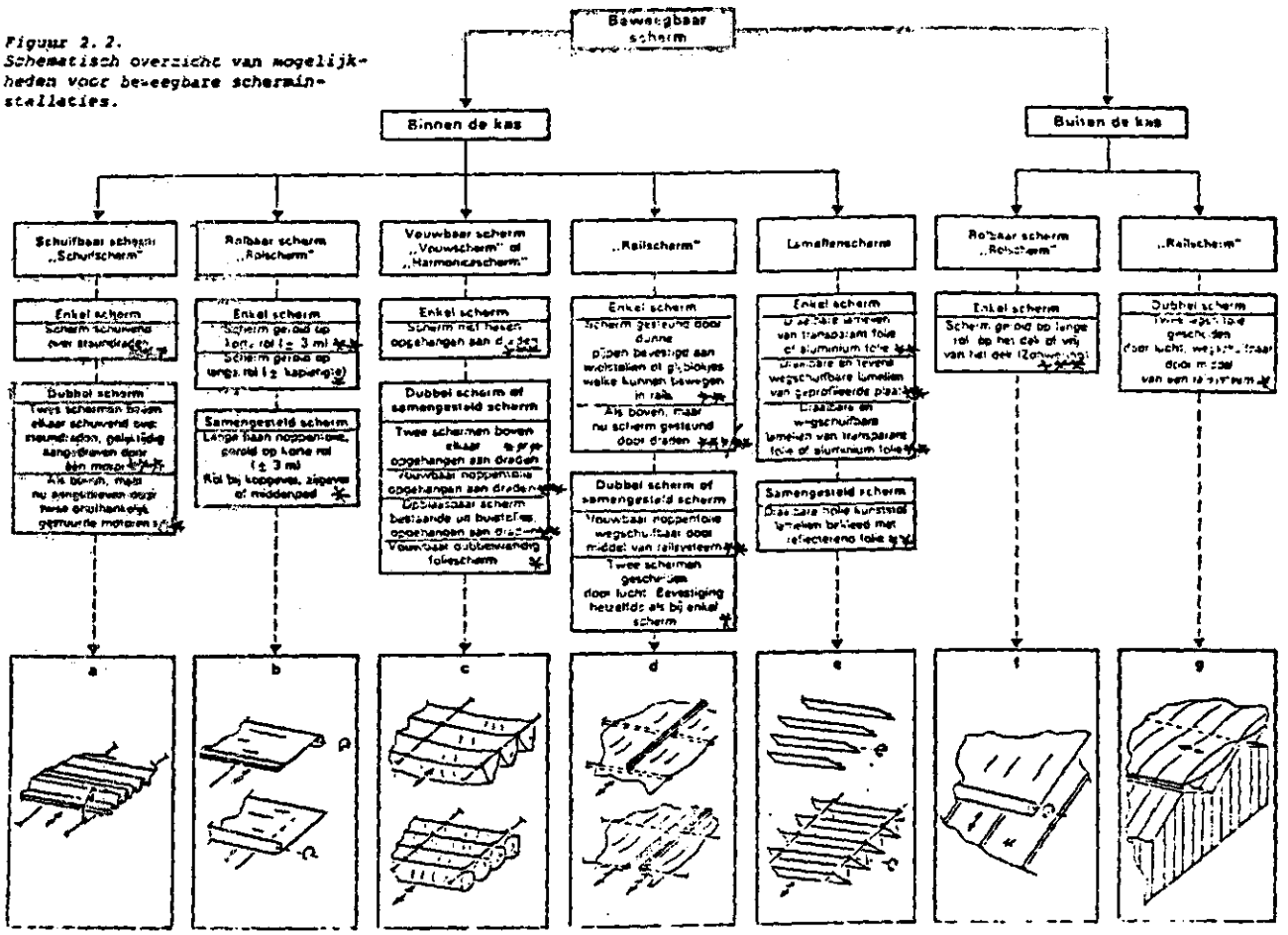
Een bijzondere situatie kan ontstaan wanneer een deel van het werk door de installateur wordt uitgevoerd en een deel door de kweker zelf. Ook dan moet worden uitgegaan van een garantie. Er dient dan echter wel toezicht te zijn van de installateur en goedkeuring bij oplevering.

d. Betalingsvoorwaarden

Doordat bij een scherminstallatie een relatief groot percentage arbeidskosten (gesproken wordt over ± 50%) aanwezig is lijkt het reëel dat hiermee bij de betalingsvoorwaarden rekening gehouden wordt. In de AAK wordt gesproken over 10% bij oplevering van een kas. Bij een scherminstallatie kan een hoger percentage bij oplevering (na proefdraaien) aangehouden worden. Bijvoorbeeld 25% na oplevering/goedkeuring.

Pag. 22. In de diverse schermaanduidingen zijn de *-tekens vergeten. Ze moeten staan, zoals hieronder is afgebeeld.

Figuur 2.2.
Schematisch overzicht van mogelijkheden voor beweegbare scherminstallaties.



pag. 18 en 19. Gezien de tekst op pag. 17 behoort voor het letterteken van van een aantal tekeningen een + te staan. Die zijn vergeten. Er hoort achter een + te staan voor de tekeningen a., b., c., e., f. en g.

Op pag. 19 zijn de tekeningen e. en g. abusievelijk verwisseld.

pag. 85. Op deze pag is op twee plaatsen een teken voor de cijfers vergeten. Hieronder staan ze juist weergegeven.

40 - 45%	* Vliesdoeken/breisels, gealuminiseerd met relatief hoge emissiecoëfficiënt ($\varepsilon \geq 0{,}70$), Hortatex 60S + AL Noppenfolie, PE, transparant Dubbel PE-folie, transparant (drcog)
50 - 55%	Tyvek (nieuw materiaal) (éénzijdig gealuminiseerd) coating naar boven gericht Dubbel Floratex 60
± 55%	* Peritherm Dubbel PE met VA en/of IR-toevoeging waarbij bij 40% wordt (eentrolemeting!) of dubbel zwart PE-folie Noppenfolie gealuminiseerd

Pag. 91. De tekeningen behorende bij de figuren 7.5. en 7.6. zijn verwisseld