

Het bewaren van fotografisch materiaal



a



b

Figuur 1.

a. Dia uit circa 1960 waarin cyan en geel zijn verbleekt (Spaarnestad Fotoarchief)

b. Chromogene kleurenfoto uit 1952, afgedrukt op barietpapier; verkleuring in de hoge lichten naar geel als gevolg van instabiliteit van de kleurkoppelaar (archief Clara von Waldthausen)

Inleiding

In vrijwel alle museum-, archief-, en bibliotheekcollecties wordt fotografisch materiaal bewaard, in de vorm van negatieven, dia's, afdrukken en films, zowel in zwart-wit als in kleur. Deze beeld dragers zijn gemaakt met een verscheidenheid aan technieken en procédés, waardoor ze variëren in samenstelling, vorm, opbouw en formaat.

Fotografisch materiaal kent een aantal algemene conserveringsproblemen, zoals gevoeligheid voor licht, vocht, warmte, luchtverontreiniging en hantering. Daarnaast kennen verschillende procédés hun eigen problemen, die samenhangen met de instabiliteit van de gebruikte materialen.

Fotografisch materiaal kan in het algemeen het best bij een lage temperatuur (T) en lage relatieve luchtvochtigheid (RV) worden bewaard, in het donker en in de juiste verpakking.

Dit informatieblad geeft een overzicht van de meest recente kennis omtrent het verpakken en koud bewaren van fotografisch materiaal, waarbij problemen als gevolg van blootstelling aan licht buiten beschouwing worden gelaten.

Conserveringsproblemen

Fotografisch materiaal bestaat uit een drager met daarop de beeldlaag die beeldvormende verbindingen bevat in een emulsie of bindmiddel. Soms is hierop nog een beschermende coating aangebracht tegen het krassen of de inwerking van ultraviolette straling.

Dragers De meest bekende dragers zijn: glas, cellulosenitraat, celluloseacetaat en polyester voor negatieven en dia's, en (bariet)papier en polyethen (PE) papier voor afdrukken. Van deze dragers is glas zeer gevoelig voor mechanische schade (breuk) en chemische afbraak (glasdegradatie). Cellulosenitraat en -acetaat zijn chemisch zeer instabiel. Ze zijn autonoom verval onderhevig, waarbij afbraakproducten worden gevormd die de degradatie verder katalyseren.

Beeldlaag - emulsie en bindmiddel De fotochemische processen vinden plaats in de beeldlaag. In de emulsie (gelatine) of het bindmiddel (albumine of collodium) zijn zilverdeeltjes, en bij kleur-procédés organische kleurstoffen en anorganische toevoegingen verwerkt. Gelatine is een eiwit dat vooral gevoelig is voor fysische factoren. Het is zeer hygroscopisch en trekt water aan. Bovendien is de glasovergangstemperatuur (Tg) afhankelijk van het vochtgehalte.

De glasovergangstemperatuur is de temperatuur waarbij een amorf materiaal, zoals glas of een hoge polymeer, verandert van een breekbare, glasachtige toestand tot een plastische, gelachtige toestand. Boven de glasovergangstemperatuur wordt de gelatine een kleverige gel die gevoelig is voor veranderingen in het oppervlak (krassen, ferro-typing), redoxreacties van zilver (bijvoorbeeld zilverspiegel), diffusie van ionen en schimmelgroei. Om dat te voorkomen moet de temperatuur dus onder de Tg blijven. Bij een RV van 75% bedraagt de Tg van gelatine slechts 22°C. Bij een RV van 65% loopt de Tg op tot 30°C. Bij lagere RV stijgt de Tg en neemt de kans op overschrijding ervan verder af. Hoe droger de omgeving, hoe kleiner de kans is dat er gelvorming optreedt. Daarbij mag men echter bij 20°C niet beneden de 30% RV komen omdat anders de gelatine uitdroogt. Een uitzondering vormen de acetaat- en nitraatfilms die als ondergrens 20% RV hebben vanwege de hydrolysegevoeligheid van de drager. Bij invriezen mag de RV zakken naar 20% zonder dat gevaar voor uitdroging van gelatine ontstaat.

Albumine, een ander eiwit, is ook hygroscopisch, maar minder dan gelatine. Door direct contact met water of schommelingen in RV breekt het eiwit skelet en craqueleert de beeldlaag. Voor albumine geldt ook dat de RV laag moet zijn, zo stabiel mogelijk, met een ondergrens van 30% RV. De aanbevolen bovengrens bedraagt 45% bij 20°C. Albumine is bovendien gevoelig voor chemische factoren. Suikers kunnen in een alkalische omgeving reageren met de amines uit de eiwitketen, de zogenaamde Maillard-reactie, wat leidt tot vergeling. Albumine foto's zijn heel gevoelig voor degradatie onder invloed van zwavelhoudende verbindingen en oxidanten zoals peroxides, vooral wanneer er een hoge RV heerst. Verder zijn ze heel gevoelig voor UV-straling.

Collodium is een harde cellulosenitraat-lak, die in combinatie met barietpapier wordt gebruikt. Collodium is, in tegenstelling tot cellulosenitraatfilm, weinig gevoelig voor hydrolyse. Het is wel heel gevoelig voor schommelingen in RV, omdat het barietpapier meer zwelt en krimpt dan de inflexibele lak, waardoor er spanning in de beeldlaag ontstaat en deze kapot trekt. Voor collodium geldt dat de RV zo stabiel mogelijk moet zijn met een ondergrens van 30%.

Beeldlaag - beeldvormende verbindingen

De verbindingen die het beeld vormen, zijn vooral gevoelig voor chemische factoren. In zwartwitmateriaal kunnen de

zilverdeeltjes redoxreacties ondergaan, wat leidt tot rood-oranje vlekken en zilverspiegeling. Bij kleurenmateriaal zijn de organische kleurstoffen (cyaan, magenta, geel) instabiel. Het tot op heden meest gebruikte procédé voor kleurenfoto's, dia's en negatieven is het chromogene procédé. Voortbouwend op dit kleurkoppelaarsysteem, zijn onder andere het Kodachrome-, Cibachrome- en Ilfochrome-proces ontwikkeld (de *silver dye-bleach* procédés). Tot begin jaren '80 was het chromogene procédé in het algemeen erg instabiel. Sindsdien is de stabiliteit onder druk van de consumptie sterk aan het verbeteren. Parallel aan deze ontwikkeling vond die van het *silver dye-diffusion* proces plaats, bekend van het direct-klaar-systeem van Polaroid. Van al het kleurenmateriaal behoren de vroege chromogene foto's tot de meest kwetsbare. Bij veroudering verbleken de kleurstoffen en kan de gelatine gaan vlekken. Verbleken leidt in kleurenmateriaal tot het verlies van de detaillering in de lichte partijen, een even sterke afname van contrast en dichtheid van het beeld of juist een verschuiving in de kleurbalans, omdat de kleurstoffen in verschillende mate verkleuren (figuur 1). Opmerkelijk is dat sommige kleurstoffen niet alleen in het licht, maar ook in het donker verbleken. Een bekend voorbeeld is de rood-bruin geworden foto in albums als gevolg van het verbleken van cyaan en geel.

Stabiel bewaren

Figuur 2 toont de invloed van temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) op het verbleken van moderne kleurenfoto's. De lijn rechtsboven in de grafiek verbindt de condities waarbij de minst stabiele kleurstof in een moderne kleurenfoto (meestal geel) in 40 jaar tijd 30% van zijn dichtheid verliest. Zowel het verlagen van de temperatuur (naar links in de grafiek) als het verlagen van relatieve luchtvochtigheid (naar beneden in de grafiek) verlengen de levensduur van de kleurenfoto's. Een lage temperatuur en relatieve luchtvochtigheid zijn derhalve de belangrijkste condities voor het behoud van fotografisch materiaal. Uit de grafiek valt op te maken dat het verlagen van de temperatuur met 10°C een groter effect heeft dan het verlagen van de relatieve luchtvochtigheid met 10%. Bij een temperatuur onder het vriespunt liggen de degradatieprocessen vrijwel stil.

Wat de meest geschikte bewaarcondities zijn, hangt echter sterk af van de raadpleegfrequentie en de raadpleegduur, of

liever het aantal dagen per jaar dat het fotomateriaal buiten de ideale bewaarcondities verblijft, de zogenaamde *time-out-of-storage*. In tabel 1 zijn verschillende bewaarcondities op een rijtje gezet met daarbij de relatieve chemische stabiliteit van kleurenmateriaal bij een *time-out-of-storage* van 0 tot 30 dagen per jaar. De relatieve chemische stabiliteit bij normale museumcondities (20°C/50% RV) is gesteld op 1,0.

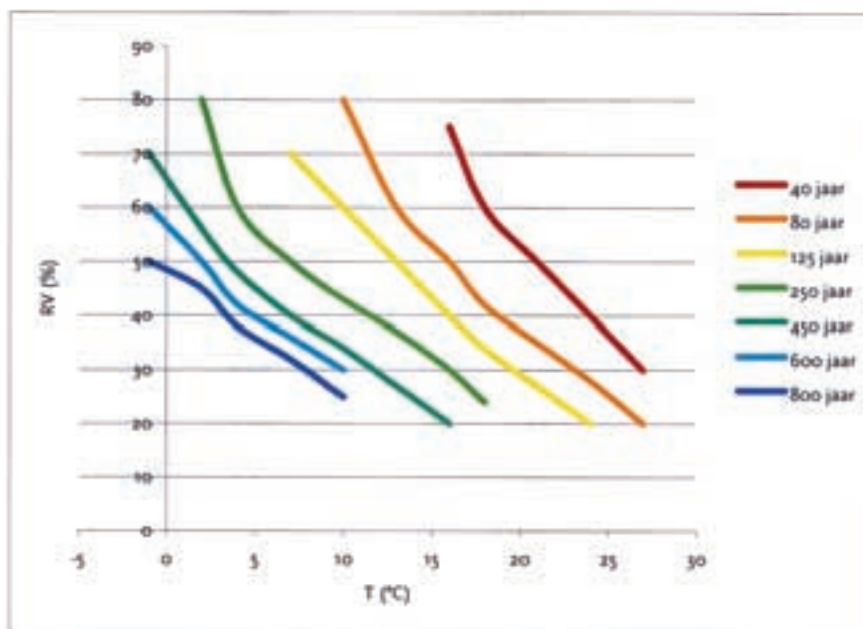
Wanneer fotomateriaal onder betere omstandigheden wordt bewaard en niet wordt geraadpleegd (*time-out-of-storage* = 0 dagen/jaar), gaat het bij -20°C en 42% RV 380 x langer mee. Als bij -20°C de RV tot 21% wordt verlaagd, gaat het zelfs 690 x langer mee. Wanneer het fotomateriaal echter gemiddeld 5 dagen/jaar buiten de vriezer verkeert (één keer raadplegen per jaar), bedraagt de toename in stabiliteit nog maar circa 60 x en doet verlagen van de RV er weinig toe. Voor een object dat gemiddeld 30 dagen/jaar buiten de vriezer verblijft (één tentoonstelling van 4 maanden in 4 jaar), levert bewaren in de vriezer nog maar een winst van 12 x op. In dat geval kan men het object bijna net zo goed bewaren bij +5°C met een lage RV, dan bedraagt de toename in stabiliteit nog altijd 8 x. Dit is weliswaar iets minder dan de factor 12 in de vriezer, maar men zal zich afvragen of die geringe toename in stabiliteit de extra kosten voor vriesapparatuur rechtvaardigt. Bij een T van +15°C wordt de stabiliteit ten opzichte van normale museumcondities verdubbeld en levert de verlaging van de RV van 56% naar 32% ook nog eens een verdubbeling op. De *time-out-of-storage* doet er onder die condities weinig toe.

In tabel 2 is het effect van temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en *time-out-of-storage* op de afbraak van verse acetaatfilm weergegeven, uitgedrukt als het aantal jaren dat zal verstrijken tot het begin van degradatie en de vorming van azijnzuur (het 'azijnzuursyndroom'). Als begin van degradatie wordt een gehalte aan vrij zuur in de film van 0,5 gehanteerd (het gehalte vrij zuur wordt uitgedrukt als het aantal ml 0,1 mol/L natriumhydroxide oplossing dat nodig is om 1 gram film te neutraliseren). Ook hier geldt dat verlagen van T en RV de degradatie vertraagt maar dat de *time-out-of-storage* bepaalt welke investering gerechtvaardigd is. Voor reeds gedegradeerde film gelden dezelfde principes, alleen zijn de tijden veel korter. Voor oude acetaat- en nitraatfilms geldt daarom dat ze zo koud mogelijk moet worden bewaard en dat de *time-out-of-storage* nul moet zijn.

Algemeen geldt voor het koud bewaren van fotomateriaal:

glas en glasnegatieven	niet onder nul
kleurenpolaroids	niet onder nul
zwartwitpositieven	koel, maar niet persé onder nul
zwartwitnegatieven	zo koud mogelijk
kleurenpositieven	zo koud mogelijk
kleurennegatieven	zo koud mogelijk

Figuur 2. Tijd (jaren) waarin 30% verlies optreedt van de minst stabiele kleurstof in nieuw kleurenmateriaal, in het donker bij verschillende temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV). (Data van de 'Storage Guide for Color Photographic Materials', Image Permanence Institute, Rochester, New York)



Bewaarcondities	T (°C)	RV (%)	Time-out-of-storage (dagen/jaar)				
			0	2	5	10	30
Museumcondities	21	50	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Koel, hoge RV	15	56	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8
Koel, lage RV	15	32	4.1	4.0	3.9	3.8	3.3
Koud, hoge RV	5	52	9	8	8	7	5
Koud, lage RV	5	28	18	16	15	12	8
Vriezen, hoge RV	-20	42	380	124	61	33	12
Vriezen, lage RV	-20	21	690	145	66	35	12

Tabel 1. Relatieve chemische stabiliteit van chromogene kleurstoffen in het donker (t.o.v. museumcondities, waarbij de chemische stabiliteit op 1 is gesteld). De getallen geven aan hoeveel langer de kleurstoffen chemisch stabiel blijven. (Bron: M.H. McCormick-Goodhart, 1996).

Bewaarcondities	T (°C)	RV (%)	Time-out-of-storage (dagen/jaar)				
			0	1	5	10	30
Museumcondities	21	50	40	40	40	40	30
Museum, lage RV	21	20	90	90	80	80	70
Koel, hoge RV	16	60	60	60	60	60	50
Koel, lage RV	16	20	175	175	175	150	100
Koud, hoge RV	4	60	250	250	200	200	125
Koud, lage RV	4	20	800	800	500	400	200
Vriezen, hoge RV	-18	60	>>3500	3500	1250	700	250
Vriezen, lage RV	-18	20	>3500	>3500	1500	700	250

Tabel 2. Effect van temperatuur (T), relatieve luchtvochtigheid (RV) en *time-out-of-storage* op de afbraak van verse acetaatfilm, uitgedrukt als het aantal jaren tot het begin van het azijnzuursyndroom (gehalte aan vrij zuur van 0,5) (Bron: J.M. Reilly: *Storage guide for Acetate Film*).

Conditie	T (°C)	RV (%)	Dauwpunt (°C)
Zomer	niet geconditioneerd	25	70
	ontvochtigd	25	50
Museumcondities		20	50
Winter	verwarmd	20	40

Tabel 3. Temperatuur waarbij aan het oppervlak van een materiaal een RV van 100% wordt bereikt, wanneer het in contact komt met lucht van bepaalde condities (dauwpunt).

Dat betekent in praktijk dat men het originele materiaal vóór invriezen analoog (op polyester) of digitaal moet dupliceren.

Samenvattend kan worden gesteld dat verlaging van de temperatuur de meeste winst in chemische stabiliteit oplevert; dat bij temperaturen boven de 0°C verlaging van de relatieve luchtvochtigheid een significante winst oplevert, maar dat de raadpleegfrequentie en de tijd die het fotomateriaal buiten de koude bewaarcondities doorbrengt, uiteindelijk bepalen welke investering gerechtvaardigd is. Bij een *time-out-of-storage* van minder dan gemiddeld 30 dagen/jaar heeft opslag bij -20°C zin, bij meer dan 30 dagen/jaar is een temperatuur van 5°C voldoende. Door de luchtbehandelingsinstallatie zo af te stellen dat de laagst mogelijke T en RV worden bereikt, kan de houdbaarheid van fotomateriaal vaak al met een factor 4 worden verlengd.

Koude opslag

Koude opslag is cruciaal voor het behoud van fotomateriaal. Ook als de foto of film al is verbleekt, is het van belang om verdere degradatie te remmen. Het nog resterende beeld kan wellicht in de toekomst digitaal worden bewerkt.

De nadelen van koude opslag zijn dat de toegankelijkheid van de collectie aanzienlijk wordt verlaagd en dat er procedures moeten worden gevolgd om schade als gevolg van de overgang van een koude naar een warme omgeving, en vice versa, te voorkomen. Koud bewaren houdt dan in dat het raadplegen van het materiaal tot een minimum beperkt moet kunnen worden.

Er zijn verschillende mogelijkheden voor koude opslag waarbij zowel temperatuur, relatieve luchtvochtigheid als volume van de ruimte variëren.

De koude kluis Met het begrip 'koude kluis' wordt een speciaal ontworpen ruimte aangeduid waarin temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en ventilatie worden geregeld. Er wordt ook wel van een koud depot gesproken. De temperatuur ligt meestal tussen +1 en +10°C bij een RV van circa 35%. De ruimte moet zijn voorzien van een koele sluis waarin materiaal kan acclimatiseren.

De kosten voor aanleg, onderhoud en gebruik zijn hoog. Een koude kluis is interessant voor opslag van grote collecties waardevol materiaal, waarvan niet alle onderdelen bijzonder in dampdichte verpakkingen hoeven te worden opgeborgen.

Koel- of vriescel Een koel- of vriescel wordt uit isolatieplaat in een al bestaande ruimte opgebouwd. De temperatuur wordt met een koelsysteem geregeld. Een koelcel heeft over het algemeen een temperatuur van +1 tot +5°C, een vriescel van -10 tot -20°C. In overleg met de leverancier kunnen andere temperaturen worden ingesteld.

De relatieve luchtvochtigheid wordt normaal gesproken niet geregeld en ligt bij koelen tussen de 70 en 80% en bij vriezen tussen de 80 en 90%.

Een koelcel van circa 3x3x3 m³, met een geïsoleerde vloer, kan voor € 4000-7000 worden geplaatst; een vriescel voor € 5500-9000. Daar komen kosten voor onderhoud en gebruik bij. Tegen meerprijs is het bij sommige leveranciers ook mogelijk de relatieve luchtvochtigheid te regelen. Dan wordt de cel een soort koude kluis en moet hij worden voorzien van een sluis voor het acclimatiseren van het fotomateriaal. In alle andere gevallen moet het materiaal worden verpakt in dampdichte plastic zakken (zie 'Koel/ vriesverpakking').

Een vriescel is met name geschikt voor opslag van grote hoeveelheden materiaal dat niet veel wordt geraadpleegd en goed verpakt kan worden. Voor materiaal dat gemiddeld meer dan 30 dagen/jaar wordt geraadpleegd, is een koelcel goed genoeg.

Huishoud koel- en vrieskast Koelkasten voor huishoudelijk gebruik koelen van +4 tot +10°C. De prijs voor een koelkast met 300 L inhoud ligt rond de € 700. Diepvrieskasten of -kisten voor huishoudelijk gebruik vriezen tot -18°C (***) . Ze kosten € 800-1000 voor een inhoud van 250 L. Een kast is toegankelijker dan een kist.

In geen van beide typen wordt de relatieve luchtvochtigheid geregeld. Koel- en vrieskasten zijn relatief goedkoop in gebruik en vergen weinig onderhoud. Ze zijn met name geschikt voor kleinere collecties waarvan het materiaal afzonderlijk in dampdichte plastic zakken kan worden verpakt. Verder gelden dezelfde overwegingen als voor de koel- en vriescellen.

Let bij aanschaf op:

- KEMA-keur (elektrische veiligheid),
- volautomatische ontdooiing met afvoer van dooiwater,
- alarmsignaal bij uitvallen,
- temperatuuraanduiding,
- constante temperatuur (geen grote pieken door aan- en afslaan),
- 'no-frost',
- geforceerde ventilatie.

Een 'no-frost' systeem heeft de verdampers gescheiden van de koelruimte. Daardoor heerst er een lagere relatieve luchtvochtigheid in de koelruimte en treedt er geen rijpvorming op. Een koel- of vrieskast met geforceerde ventilatie heeft een meer gelijkmatige verdeling van temperatuur onder en boven in de kast.

Plaats een betrouwbare thermometer en hygrometer in de kast en controleer T en RV regelmatig.

Zet de kast in een ruimte waar de warmteontwikkeling van het koelsysteem het klimaat niet nadelig verstoort.

Koelkasten die in aanmerking komen, zijn o.a. de AEG Santo 3873-6 KA, Bauknecht GKEA 3400, Bosch KDR 3000 en de 4000, Marynen CM 3135 C en de Whirlpool ART 571 H.

Vrieskasten die in aanmerking komen, zijn o.a. de Bauknecht GKEA 2900, Bosch GSD 3601 en de GSS 3201, Gram K 500 B (RV), Marynen CM 2890 F, Miele F 7561 S-I en de Whirlpool AFG 399 H

Bedrijfskoelkast Bedrijfskoelkasten worden gemaakt voor het bewaren van onder andere gebak en wijn. Ze regelen de relatieve luchtvochtigheid op 50-60% bij een temperatuur van circa 2°C. Prijzen variëren van € 1000-3000. Voor een relatieve luchtvochtigheid van 30-40% moet € 1000 extra worden betaald.

Bedrijfskoelkasten die in aanmerking komen, zijn o.a. de Bosch KDW 4000 en de Gram KG 400T.

Kijk voor een actueel overzicht van geschikte koel- en vrieskasten op de website van het ICN: www.icn.nl

Koelen en opwarmen

Wanneer men onverpakt materiaal uit een koele ruimte naar een warme ruimte verplaatst, bestaat het risico dat aan het koude oppervlak van het materiaal de temperatuur beneden het dauwpunt komt. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij afkoelende lucht juist verzadigd is met waterdamp. Als de temperatuur onder het dauwpunt komt, treedt condensvorming op. Warme zomerlucht (25°C, 70% RV) raakt bij 19°C reeds verzadigd. De lucht in een verwarmde ruimte in de winter (20°C, 40% RV) kan tot 6°C afkoelen voordat condensvorming optreedt. Materiaal dat uit een koude kluis komt met een temperatuur van 4°C, kan niet in één keer worden overgebracht naar een ruimte van 20°C



Figuur 3. Het verpakken van fotografisch materiaal voor koelen of vriezen.
 a en b. foto's in PAT-goedgekeurde papieren hoesjes of omslagen
 c. stapeltje foto's in omslag in dampdichte plastic zak (aluminium gecoat); nadat er zoveel mogelijk lucht uit is gedrukt, wordt de zak gesloten
 d. verpakking in een doorzichtige polyetheen zak, samen met een stuk vochtbufferend karton waarop gegevens omtrent inhoud zijn geschreven en een vochtindicator
 e. gehele verpakking gereed om geleidelijk te koelen (foto's Clara von Waldthausen)

zonder dat de RV aan het oppervlak oploopt tot ver over de acceptabele grens. Voor de overgang naar een ruimte met een RV van 50% is een temperatuurtoename van 7°C het maximaal aanvaardbare (zie tabel 3).

Om plastische deformaties van de emulsie te voorkomen, moet het vochtgehalte van het fotomateriaal tijdens koelen en opwarmen constant blijven. Het vochtgehalte van het materiaal is altijd in evenwicht met de relatieve luchtvochtigheid. Wanneer fotomateriaal wordt gekoeld, wil het vocht opnemen. Daarom zou de relatieve luchtvochtigheid voor iedere 10°C temperatuurverlaging met 3-4% moeten worden verlaagd; voor 10°C opwarmen moet de relatieve luchtvochtigheid 3-4% worden verhoogd. Een manier om het vochtgehalte constant te houden, is te zorgen voor minimale uitwisseling van vocht met de omgeving. Dat kan door het materiaal met zo min mogelijk lucht erbij in een dampdichte verpakking te stoppen. Hoewel zich ook dan een evenwicht zal instellen tussen de relatieve luchtvochtigheid en het vochtgehalte van het materiaal, zijn de absolute hoeveelheden vocht die daarbij zijn betrokken, zo klein dat het effect op het vochtgehalte van het materiaal minimaal is. De verpakking fungeert bovendien als bescherming tegen vocht uit de warme buitenlucht, dat bij het opwarmen op de koude verpakking condenseert. Geschikte verpakkingen zijn dampdichte aluminiumgecoate plastic zakjes met sluitstrip of *heat seal*.

Hoewel er in de verpakking slechts een minimale hoeveelheid lucht en vrij vocht aanwezig is, bestaat er tijdens het afkoelen een risico van condensvorming aan de binnenzijde van de verpakking. De verpakking koelt sneller af dan het verpakte materiaal en de lucht in de verpakking. Wanneer het afkoelen van de lucht sneller gebeurt dan de opname van vocht door het verpakte materiaal, condenseert het teveel aan vocht in de iets warmere lucht tegen de binnenkant van de koude verpakking. Om dit verschijnsel te voorkomen kan een hoeveelheid van 10% (gewicht) extra papier of karton in de verpakking worden geplaatst dat fungeert als vochtbuffer. Meestal zijn de individuele verpakkingen van de foto's of negatieven hiervoor al voldoende. Belangrijk is ook om snelle veranderingen in temperatuur te vermijden zodat er voldoende tijd is voor het instellen van het evenwicht tussen vochtgehalte van het verpakte materiaal en relatieve luchtvochtigheid in de verpakking. Bij een overgang van -18°C naar +20°C of

andersom moet de verpakking eerst een etmaal bij een tussenliggende temperatuur worden geplaatst. Dit kan in een koelkast of in een voorgekoelde koelbox of dikke polystyreen doos met koude koelementen.

Koel/vriesverpakking (zie figuur 3)

1. Plaats het fotografisch materiaal bij een RV van 35-60% in droge, individuele, PAT-goedgekeurde papieren hoesjes of omslagen. Gebruik (liever) geen kunststof hoesjes om condensvorming in de verpakking te voorkomen (zie 'Verpakkingen').
2. Pak een stapeltje materiaal in een dampdichte plastic zak. Druk met de hand zo veel mogelijk lucht uit de zak en sluit hem af.
3. Schuif de verpakking in een tweede doorzichtige PE-zak.
4. Schrijf de gegevens over de inhoud van de verpakking op een kaart en schuif die leesbaar tussen de twee zakken.
5. Schuif eventueel nog een stuk vochtbufferend karton tussen de twee zakken en een vochtindicator. De standaard kobaltchloride (CoCl₂) indicator is lavendelblauw bij 25°C/60% en -18°C/40% en wordt roze als het vochtiger wordt.
6. Koel de verpakking een etmaal voor en plaats deze uiteindelijk in de definitieve opslag.
7. Open de verpakking pas weer na een etmaal geleidelijk opwarmen, wanneer de verpakking met inhoud even warm aanvoelt als de omgeving. Houdt er rekening mee dat de kern langer koud blijft dan de buitenkant.

Wanneer de fotocollectie in kartonnen dozen is verpakt, kan men er ook voor kiezen het materiaal in een dampdichte zak in de doos te plaatsen en de gehele doos vervolgens in een doorzichtige PE-zak. De doos doet dan dienst als eerste vochtbuffer en als extra versteviging.

Houd er rekening mee dat bevroren materiaal zeer teer en breekbaar is.

Verpakkingen

De eisen waaraan verpakkingen voor archief- en fotomateriaal moeten voldoen, staan beschreven in een aantal internationale standaarden (zoals de ISO-standaarden) en de ICN-kwaliteitseisen. De specifieke geschiktheid van verpakkingen voor fotografisch materiaal, zoals papier, tissue, karton en plastic, wordt getest met de Photographic Activity Test (PAT) [ISO 14523-1999 (ISO 18916) voorheen ANSI NAPM IT9.16-1993]. De

PAT bepaalt of er schadelijke interacties plaatsvinden wanneer fotografisch materiaal en verpakking gedurende 15 dagen in contact met elkaar worden blootgesteld aan 70°C en 86% RV. Hierbij moet worden opgemerkt dat de PAT is ontwikkeld voor modern zwartwitmateriaal en niet voor kleurenprocédés. Bij gebrek aan een specifieke test voor kleurenmateriaal is de PAT op het moment echter de enige beschikbare test die informatie verschaft over de zuiverheid van de geteste materialen.

De PAT wordt uitgevoerd door het Image Permanence Institute (IPI) in Rochester, New York. Een getest product krijgt een 'Research Report'. Als een materiaal goed uit de test komt, vermeldt de leverancier in zijn catalogus 'passed photographic activity test'. Niettemin wordt aanbevolen om, zeker bij aanschaf van grote partijen verpakingsmateriaal, een kopie van het bijbehorende 'PAT Research Report' op te vragen, om zekerheid te hebben. Soms wordt geadverteerd dat een product PAT-getest is, en dat is wat anders dan PAT-goedgekeurd. Let ook op de datum van de test. Leveranciers kunnen namelijk de samenstelling van hun product veranderen zonder dat te vermelden. Behalve verpakkingen kunnen ook andere producten, zoals inkt en lijmen, schadelijk zijn voor fotografisch materiaal. De inkt die wordt gebruikt voor het bedrukken of beschrijven van de verpakking, mag niet uitbloeden, migreren of afgeven. Lijmen van etiketten en enveloppen kunnen organische oplosmiddelen en weekmakers bevatten. Ook voor deze materialen geldt dat ze met goed gevolg de PAT moeten doorstaan. Daartoe worden ze op Whatman no. 1 filtreerpapier aangebracht en vervolgens aan de PAT onderworpen.

Papier Papier is het gemakkelijkste materiaal om fotocollecties in te verpakken. Het is relatief goedkoop, kan worden beschreven met potlood, biedt bescherming tegen licht, heeft een bufferende werking voor vocht, is poreus en sluit geen gassen in en is eenvoudig in verschillende formaten te vouwen. Papier is misschien wat minder lang houdbaar dan kunststof, maar is eenvoudig te vervangen. Nadeel is dat de foto uit de verpakking moet worden gehaald om hem te bestuderen en dat papier niet waterdicht is. Papier voor verpakkingen moet stevig genoeg zijn om de gewenste steun te bieden, maar mag niet krassen. Het moet PAT-goedgekeurd zijn, gemaakt van 100% lomp, ongekleurd, en mag geen lignine bevatten.

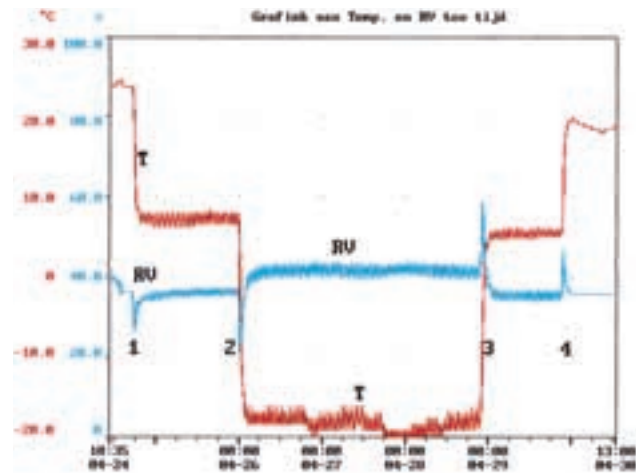
De eisen die worden gesteld aan de zuurgraad (pH) van papier en karton dat in contact komt met fotografische emulsies, wijken af van die voor ander archiefmateriaal. Omdat chromogene foto's tot eind jaren '70 werden gestabiliseerd met een constant lage pH (circa 4), mogen ze niet in contact komen met de alkalische reserve van gebufferd papier. Voor moderne kleurenfoto's geldt dit niet, maar gemakshalve kan als vuistregel worden gehanteerd:

- gebruik voor alle kleurenpositieven en cyanotypieën ongebufferd papier
- gebruik voor alle zwartwitpositieven bij voorkeur ongebufferd papier, maar gebufferd kan ook
- gebruik voor al het nitraat- en acetaatmateriaal (negatieven, dia's, films) gebufferd papier. Het belang van nitraat- en acetaatmateriaal gaat boven dat van kleurenmateriaal (dus kleurenacetaatfilm in gebufferd papier).

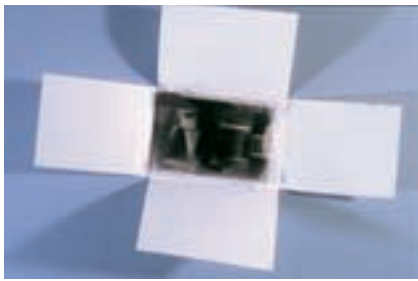
Het karton van de dozen waarin verpakte collecties worden bewaard, moet wel alkalisch gebufferd en PAT-goedgekeurd zijn. De eisen waaraan archiefomslagen en archiefdozen voor permanente bewaring of bewaring op de middenlange termijn moeten voldoen, staan beschreven in de ICN-kwaliteitseisen.

Kunststof Kunststof verpakkingen hebben het grote voordeel dat ze transparant zijn, zodat de afbeelding kan worden bekeken zonder deze uit de verpakking te halen. Dit beperkt de kans op schade tijdens hanteren. Kunststof biedt bovendien bescherming tegen water. Een nadeel van kunststof is dat het vocht en schadelijke gassen insluit. In een niet-geklimateerde omgeving kan de gelatine-emulsie tegen de kunststof plakken of kan *ferrotyping* van de emulsie optreden. De plekken die in contact komen met de kunststof verpakking krijgen dan een andere glans dan de rest van de foto, wat visueel storend is.

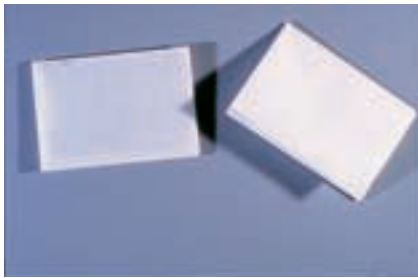
Acetaat- en nitraatfilms mogen nooit in kunststof worden verpakt. Verder is kunststof duurder dan papier, is het moeilijker te beschrijven, krast het snel, is het slap en biedt het weinig ondersteuning en smelt het bij brand. Ook voor kunststoffen geldt dat ze chemisch inert en stabiel moeten zijn en door de PAT moeten komen. Ze mogen geen coating of andere afwerking hebben (zoals een antistatische laag) en geen additieven (zoals weekmakers) bevatten. In principe zijn polyester, zoals Mylar (Du Pont) en Melinex (ICI), polyetheen (PE) en polypropeen (PP) geschikt. Wanneer een kunststof een geur heeft of niet helder transparant is, is hij verdacht.



Figuur 4. Het verloop van temperatuur T (rood) en relatieve luchtvochtigheid RV (blauw) in een aluminium gecoate polyetheen zak met sluitstrip, gevuld met 20 kleurenfoto's in papieren omslag (totaal gewicht van inhoud 72 g). Overgangen:
 1. van kamertemperatuur naar koelkast;
 2. van koelkast naar vriezer;
 3. van vriezer naar koelkast;
 4. van koelkast naar kamertemperatuur.
 De pieken in RV bij verandering in T zijn het gevolg van het vertraagd afkoelen en opwarmen van de datalogger.



a



b

Figuur 5. Four-flap

a. opengevouwen four-flap; foto wordt erop geplaatst met emulsiëzijde naar boven

b. dichtgevouwen four-flap; links met de achterzijde van de foto boven, hierop wordt met potlood het inventarisnummer geschreven, dan valt dat nooit weg onder een flap; rechts de voorzijde met de over elkaar gevouwen flappen

(foto's Clara von Waldthausen)



a



b



c



d

Figuur 6. Fotohoekjes

a. leg een vierkantje PAT-goedgekeurd papier (diagonaal voorgevouwen) onder de hoeken van de foto

b. zorg dat de hoek van de foto tegen de vouwlijnen aanligt en vouw de ene punt van het vierkantje, in verticale richting, naar binnen

c. sluit het hoekje door de andere punt horizontaal naar binnen te vouwen; teken de hoeken van de foto met potlood af op het karton; verwijder de hoekjes van de foto, plak ze (dichtgevouwen) met methylcellulose of stijfjel (zelfgemaakt, zonder toevoegingen) binnen de potloodlijnen op het karton en laat het geheel goed drogen

d. open de hoekjes, plaats de foto en vouw de hoekjes weer dicht

(foto's Clara von Waldthausen)

Verpakkingsmethoden

De keuze voor een bepaalde verpakking wordt bepaald door de gevaren waartegen de collectie moet worden beschermd, waarbij ook zaken als raadpleegfrequentie en gebruik van de collectie een rol spelen. Leveranciers bieden kant-en-klare oplossingen voor zowel individuele verpakkingen (enveloppen, hoesjes, omslagen) als voor opbergssystemen (mappen, dozen). Deze zijn afgestemd op de standaardformaten van negatieven en positieven. Voor afwijkende maten moeten verpakkingen worden gemaakt. Let er bij kant-en-klare verpakkingen op dat ook eventueel gebruikte lijmen goedgekeurd zijn en dat er geen scherpe randen in zitten die schade aan de emulsie kunnen veroorzaken.

Four-flaps Zelfgemaakte of kant-en-klare *four-flaps*, gevouwen uit PAT-goedgekeurd papier, zijn de meest universele manier om fotomateriaal te verpakken (met name glasnegatieven). Ze bieden goede steun en bevorderen het vlak hanteren van het materiaal (zie figuur 5).

Formaten Groot formaat foto's worden vlak bewaard, klein formaat foto's kunnen verticaal worden bewaard, mits ze met een opzetkarton worden ondersteund. Het opzetten van de foto's gebeurt met fotohoekjes. Men kan zelf hoekjes vouwen uit vierkantjes papier die met lijm worden opgeplakt (alles PAT-goedgekeurd), zie figuur 6. Tegenwoordig wordt afgeraden foto's in passe-partout met uitgesneden venster te bewaren. In de uitsnede kan zich een microklimaat vormen, waardoor verbruining van het object optreedt. Het is beter om foto's in een dichte omslag op te bergen.

Nitraatfilm is een brandgevaarlijk materiaal. Verse film heeft een zelfontbrandingstemperatuur van 109°C maar gedegradeerde nitraatfilm kan al bij 36°C overgaan tot zelfontbranding. In bevroren toestand is nitraatfilm veilig, maar het materiaal vraagt de grootste voorzichtigheid in de omgang. Brandschade als gevolg van nitraatontbranding wordt door de verzekering niet gedekt. Richtlijnen voor de opslag van en omgang met cellulosenitraatfilm worden gegeven in: *Standard for the storage and handling of cellulose nitrate film* van de National Fire Protection Association in de Verenigde Staten.

Producten en leveranciers

Koel- en vriescellen

• ADR.Speirings

Rijkevoortsedijk 31
Postbus 1, 5447 ZG Rijkevoort
T 0485 37 14 27
F 0485 37 16 31
www.adr-speirings.nl

• Coldvink

A 138, 2975 BE Ottoland
T 0184 64 21 01
F 0184 64 15 22
www.witgoedvink.nl

• Dalmolen Wolvega

Nijverheidsstraat 16
8471 AB Wolvega
T 0561 61 72 10
www.dalmolen.com

• Javeco

Goeseelstraat 25
Postbus 9400, 4801 LK Breda
T 076 572 0586
F 076 572 9936
www.javeco.nl

• JH Koeltechniek

De Lind 15
4841 KC Prinsenbeek
T 076 542 44 10
F 076 542 84 90

• Unisol-Paneel

De Lasso 13
Postbus 200, 2350 AE Leiderdorp
T 071 541 36 35
F 071 541 55 46
www.unisol.nl

Huishoud vries- en koelkasten

Witgoed winkels algemeen
www.aeg.nl
www.bauknecht.nl
www.bosch-huishoudelijke-
apparaten.nl
www.liebherr-koelen-vriezen.nl
www.marynen.nl
www.miele.nl
www.siemens.nl
www.whirlpool.nl

Bedrijfskoelkast met instelbare RV

Fabriek Gram Nederland

• Koudebureau IJskoud

Zeeburgerpad 55
1019 AC Amsterdam
T 020 693 96 63
F 020 668 43 19
www.yskoud.nl

• Dalmolen Wolvega

Nijverheidsstraat 16
8471 AB Wolvega
T 0561 61 72 10
www.dalmolen.com

Verpakkingsmateriaal

• Gaylord

www.gaylord.com/archival
vertegenwoordigd in NL door
Helicon conservation support
Boerhaaveweg 9/II
2408 AD Alphen a/d Rijn
T 0172 23 45 56
F 0172 23 32 13
E @helicon-cs.com

Kant-en-klaar producten

• Jansen Wijsmuller & Beuns

Veerdijk 44
Postbus 166, 1530 AD Wormer
T 075 621 10 01
F 075 621 68 11
E info@jwb-ceka.nl
Four-flaps, ongebufferd/zuurvrij
papier en karton

• Moorman Karton

Postbus 72, 1380 AB Weesp
T 0294 41 39 51
Zuurvrij papier en karton, dozen

• Veba

Postbus 200, 3770 AE Barneveld
T 0342 49 04 09
F 0342 49 09 75
E info@veha.nl
Dozen op maat

• Peter van Ginkel

Dennenlaan 28
1161 CR Zwanenburg
T 020 407 44 07
F 020 407 44 00
E peter.van.ginkel@wxs.nl
Verscheidene producten

• Klug Conservation Walter Klug & Co

Postfach 1341
D-87503 Immenstadt, Duitsland
T 00 49 83 23 61 54
F 00 49 83 23 72 87
www.klug-conservation.com
Nomi dozen, karton, papier, four-
flaps

• Monochrom Archiverings- und Photoprodukte

Kunoldstrasse 10-14
D-34131 Kassel, Duitsland
T 00 49 561 93 51 90
F 00 49 561 935 19 19
www.monochrom.com
Papier, karton, dozen, hoesjes

• Anton Glaser

Theodor-Heuss Strasse 34A
D-70174 Stuttgart, Duitsland
T 00 49 711 29 78 83
F 00 49 711 2 26 18 75
Photosafe producten, Silversafe
papier

• Atlantis Silversafe Photostore

26, Rue des Petits-Champs
75002 Parijs, Frankrijk
T 00 33 1 4296 53 85
F 00 33 1 4927 92 81
Eatlanfra@club-internet.fr
Silversafe producten, four-flaps,
Microchamber

• Crush

12, Cours Lafayette BP5
34480 st Genies de Fontedit,
Frankrijk
Contact in Nederland
T 0317 31 74 88
F 0317 31 83 93

Vochtindicator

• AGM Container Controls, Inc.

Contactpersoon Paul Felix (Sales
Engineer)
T 00 1 800 995 55 90
F 00 1 520 881 49 83
felix@agmcontainer.com
Humidity Indicator Cards

Dampdichte zakken

• Minigrip Nederland

Lamigrip zakken
PET/PE/Aluminium/PE/EVA-PE
Industrieweg 14, 3881 LB Putten
T 0341 35 45 44
F 0341 36 01 08
E info@minigrip.nl
www.minigrip.nl

Photographic Activity Test

• Image Permanence Institute

Rochester Institute of Technology
Frank E. Gannett Memorial
Building
Post Office Box 9887
Rochester, NY 14623-0887
T 00 1 716 475 51 99
F 00 1 716 475 72 30
www.rit.edu/~661www1/

Fotorestatieateliers in Nederland

Clara von Waldthausen
Kromme Palmstraat 5
1015 HS Amsterdam
T 06 11 37 8974

Michiel Kort

Nieuwe Poortkade 2A
1055 RX Amsterdam
T&F 020 606 07 91

Nationaal Fotorestatieatelier

Witte de Withstraat 63
3012 BN Rotterdam
T 010 233 16 96
F 010 233 19 65

Literatuur

*ICN-Kwaliteitseisen voor archieven,
bibliotheken en musea* (2001);
Instituut Collectie Nederland,
Amsterdam.

Waterschadewiel (1999); Instituut
Collectie Nederland, Amsterdam.

International Organisation for
Standardisation (2001) *Imaging
Materials – Processed photographic
materials – Filing enclosures for sto-
rage and storage containers*; ISO
18902:2001 (ISO 10214:1991),
ISO, Genève.

International Organisation for
Standardisation (1999) *Imaging
Materials – Processed photographic
materials - Photographic Activity
Test*; ISO 14523:1999 (ISO
18916), ISO, Genève.

McCormick-Goodhart, M.H.
(1996) 'The allowable temperatu-
re and relative humidity ranges
for the safe use and storage of
photographic materials'; Journal
of the Society of Archivists,
17(1):7-21.

McCormick-Goodhart, M.H.
(1999) 'Methods for creating
cold storage environments'; in
*Care of photographic moving image
and sound collections, Conference
papers, York 1998* (ed. S. Clark),
Institute of Paper Conservation,
Leigh, pp. 19-24.

Museums and Galleries
Commission (1996) *Standards in
the museum care of photographic
collection*; Museums and Galleries
Commission, London, 76 pp.

Reilly, J.M. (1993) *Storage Guide
for Acetate Film*, Image
Permanence Institute, Rochester,
New York, 23 pp.

Reilly, J.M. (1998) *Storage Guide
for Color Photographic Materials,
Caring for color slides, prints, nega-
tives and movie films*, Image
Permanence Institute, Rochester,
New York.

Wilhelm, H. (1993) *The perma-
nence and care of color photo-
graphs: traditional and digital color
prints, color negatives, slides, and
motion pictures*; Preservation
Publishing Company, Grinnell,
Iowa, 744 pp.

I N S T I T U U T
I N S T I T U U T
C O L L E C T I E
C O L L E C T I E
N E D E R L A N D
N E D E R L A N D

ICN-Informatie

Nummer 9, juni 2002
Verschijnt onregelmatig

Redactiesecretariaat:

Afdeling Conserveringsonderzoek
Postbus 76709, 1070 KA Amsterdam
T 020 305 47 71
F 020 305 47 00
E nel.oversteegen@icn.nl

© 2002 Instituut Collectie Nederland (ICN).
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uit-
gave mag worden vermenigvuldigd, opgesla-
gen in een geautomatiseerd gegevensbestand,
of openbaar gemaakt, in enige vorm of op
enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch,
door fotokopieën, opnamen of enige andere
manier, zonder voorafgaande toestemming
van het ICN. Het ICN kan niet verantwoordelijk
worden gesteld voor schade veroorzaakt
door het toepassen van de beschreven metho-
den en/of materialen.

Tekst Agnes Brokerhof, Janien Kemp,
Clara von Waldthausen en Han Neevel.

Dit infoblad is geschreven als hulp bij het
bewaren van fotografisch materiaal. Het geeft
geen volledige informatie over alle materialen
die in fotocollecties voorkomen, het herken-
nen ervan of de conserveringsproblemen.
Voor die onderwerpen wordt verwezen naar de
cursussen van o.a. het ICN en de standaard-
werken over fotoconservering

Prijnspeil (ex btw) december 2001

Druk drukkerij Mart.Spruijt bv, Amsterdam

Issn 1566-760x

Koel- en vrieskasten voor het bewaren van fotografisch materiaal

Bijlage bij ICN-Informatie Nr 9 'Het bewaren van fotografisch materiaal'

merk en type	prijs 1) €	inhoud (neto) L	energieverbruik kWh/j	T °C	RV %	invriesvermogen kg/24 h	bewartijd bij stroomuitval h	Eigenschappen 2)
KOELKASTEN								
AEG Santo 3873-6 KA	900	370	179	0/+10	-	nvt	nvt	AO, DWA, LCDT
Bauknecht KRA 3400	620	323	175	0/+10	-	nvt	nvt	AO, LCDT
Bosch KDR 3000	730	290	161	0/+10	-	nvt	nvt	AO, AL, AG
Bosch KDR 4000	980	381	128	0/+10	-	nvt	nvt	AO, AL, AG
Liebherr KSPV3660	980	348	124	0/+10	-	nvt	nvt	AO, LCDT, GK
Marynen CM 3135 C	610	313	172	0/+10	-	nvt	nvt	AO
Siemens KD 40R420	960	381	128	0/+10	-	nvt	nvt	AO, LCDT
Whirlpool ART 571 H	540	289	281	0/+10	-	nvt	nvt	AO
BEDRIJFSKOELKAST								
Bosch KDW 4000	940	340	161	+6/+14	-	nvt	nvt	AO, LCDT, A
Gram KG 400 T	1200	377	1723	+2/+18	50-60	nvt	nvt	AO, LCDT
Liebherr UKS3600	p.o.a.	352	584	+2/+12	-	nvt	nvt	AO, V, LCDT, GK
Siemens KD 40W00	920	340	161	+6/+14	-	nvt	nvt	AO, LCDT
VRIESKASTEN								
Bauknecht GKEA 2900	870	241	288	<-18	-	30	40	DWA, LCDT, AL, AG
Bosch GSD 3601	800	300	500	<-18	-	30	32	V, A
Bosch GSS 3201	870	263	299	<-18	-	30	40	V, LCDT, A
Gram K 500 B	3000	448	2175	-5/+12	50-60	nvt		AO, H, LCDT, A
Gram K 500 B (RV)	4100	448	2175	-5/+12	30-40	nvt		AO, H, LCDT, A
Liebherr GSN3326	1250	290	350	-22/-10	-	22	39	NF, DWA, LCDT, A, GK
Marynen CM 2890 F	660	194	263	-18	-	22	44	DWA, AL
Miele F 7561 S-1	970	297	325	<-18	-	33	-	NF, DWA, LCDT, AL
Siemens GS 32S01	870	263	299	<-18	-	32	40	AO, DWA, LCDT, AL
Whirlpool AFG 399 H	800	282	293	<-18	-	30	-	DWA, LCDT, AL

1) richtprijs uit catalogus ex BTW

p.o.a. = prijs op aanvraag

2) AO = automatische ontdooi

DWA = dooiwaterafvoer

LCDT = lcd temperatuurweergave

A = alarm bij uitval

AL = lichtalarm

AG = geluidsalarm

V = dooiwaterafvoer door verdamping

H = dooiwaterafvoer door herverdamping

NF = no frost

GK = geforceerde koeling

Gebaseerd op informatie uit catalogi en websites van leveranciers, versie december 2001

Copyright © Instituut Collectie Nederland 2002