

3DTV

van Camera

tot Huiskamer

Het productieproces van stereoscopisch beeldmateriaal voor 3D
televisie



3DTV van Camera tot Huiskamer

***Het productieproces van stereoscopisch beeldmateriaal voor 3D
televisie***

Door	: Ingmar Kops
Studentnummer	: 1507835
Opdrachtgever	: AVI Team Groep
1 ^e examiner	: Paul Go

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 3DTV van Camera tot Huiskamer. Dit is mijn afsluiting van de opleiding MediaTechnologie aan de Hogeschool Utrecht. Ik heb voor dit onderzoek gekozen, omdat ik mijzelf graag verdiep in nieuwe technologieën en van een uitdaging houd. Het realiseren van een onderzoek is namelijk een totaal andere werkwijze dan ik normaal gewend ben.

De realisatie van dit document is dan ook zeker niet gemakkelijk geweest. Aangezien het hier gaat om een nieuwe toepassing van technieken, lag de informatie over dit onderwerp vaak niet voor het oprapen. Graag wil ik daarom een aantal mensen bedanken voor hun medewerking, want zonder deze personen was deze scriptie niet tot stand gekomen.

De heren David Klooker (Avi-Drome), Marco Korzelijs (Team Facilities), Jurriën Steenkamp (Tree-on), Bert Klaver (ParkPost) en Frank van den Nieuwenhuizen (Panasonic) dank ik daarom zeer voor hun medewerking. Daarnaast wil ik vooral Paul Go bedanken voor de steun bij de realisatie van het afstudeerproject.

Dit document is geschreven voor personen met enige technische achtergrond binnen de media en is gebaseerd op het maken van een 3D televisieproductie. Vooral voor medewerkers van Mediaproductie bedrijven, met interesse in de realisatie van Stereoscopisch beeldmateriaal, bevat dit document veel informatie.

De samenvatting zal een beknopte beschrijving geven van het gehele document, welke voor alle geïnteresseerden bedoeld is.

Ingmar Kops
25-05-2010, Hilversum

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Inleiding	8
1. Stereoscopie & 3D televisie	10
1.1 Inleiding	10
1.2 Stereopsis & Stereoscopie	10
1.3 Technieken voor Stereoscopie	11
1.4 De Passive Stereo techniek	11
1.4.1 Anaglyph	12
1.4.2 Linear Polarisation	12
1.4.3 Circular Polarisation	13
1.5 De Active Stereo techniek	14
1.6 Autostereoscopic schermen	14
1.6.1 Single View Autostereoscopic	14
1.6.2 Multi View Autostereoscopic	15
1.7 De 3D televisie	15
1.8 3DTV - Polarisatie	16
1.9 3DTV - Shutter	17
1.10 Beeldweergave	18
1.11 3D televisie conclusie	19
2. 3D Registratie	20
2.1 Inleiding	20
2.2 Pre-Production	20
2.3 Production	23
2.3.1 Maximum Positive Parallax	23
2.3.2 Maximum Negative Parallax	23
2.3.3 Depth Bracket	23
2.3.4 Interaxial Distance	24
2.3.5 Convergence	24
2.3.6 Stereoscopic Calculator	25
2.3.7 Convergence of Parallel	25
2.3.8 De Camera afstellen	26
2.3.9 Bewegingen in het beeld	27
2.3.10 Licht gebruik	28
2.3.11 Kalibreren	28
2.4 3D Stereoscopic Rigs	29
2.4.1 Side – by – Side	29
2.4.2 Mirror-Rig	29
2.4.3 Standaard model	30
2.4.4 Geavanceerd model	31
2.5 3D camera's	31
2.5.1 Dual-Lens camera	31
2.5.2 Single-Lens camera	32
2.6 De Stereographer	32
2.7 3D Processor Boxen	33
2.7.1 Initiation Stereobrain 3D Processor	33
2.7.2 JVC	34
2.7.3 Sony	35
2.7.4 Axon	36

2.7.5	Cine-tal.....	36
2.7.6	3Ality	36
2.8	3D Monitoren.....	37
2.8.1	JVC	37
2.8.2	Hyundai.....	38
2.8.3	Zalman	38
2.8.4	True3Di.....	38
2.8.5	Planar	39
2.8.6	Transvideo.....	39
2.9	Live 3D	39
2.10	3D Registratie conclusie.....	40
3.	3D PostProduction	42
3.1	Inleiding.....	42
3.2	Offline Postproduction	42
3.2.1	2D & 3D montage	42
3.2.2	Do's & Dont's	43
3.2.3	Avid Media Composer.....	44
3.2.4	Final Cut pro	45
3.3	Online Post.....	45
3.3.1	Stereoscopic corrections	45
3.3.2	Floating Windows	47
3.3.3	Compositing & Graphics	49
3.3.4	3D Kleurcorrectie	50
3.4	3D correctiesystemen	51
3.4.1	Quantel.....	51
3.4.2	Avid DS	52
3.4.3	Nuke & Ocula.....	52
3.4.4	Pirahna	53
3.4.5	Scratch	53
3.4.6	Film master	53
3.5	3D Postproduction conclusie	53
4.	3D Distributie	55
4.1	Inleiding.....	55
4.2	3D Opslagmedium.....	55
4.2.1	3D Blue-ray DVD.....	55
4.2.2	HDMI 1.4.....	55
4.3	3D Broadcasting.....	56
4.3.1	Multiplexing.....	56
4.3.2	Multi-View coding	57
4.4	3D Distributie conclusie	57
5.	Conclusie & Aanbeveling	59
6.	Evalutatie.....	62
7.	Afkortingen en Woordenlijst.....	63
8.	Lijst van Figuren.....	70
9.	Bronnen	73
	Bijlage I - 3D Monitoren.....	77
	Bijlage II - Werking Stereoscopie	79

Samenvatting

De laatste tijd maakt 3D een grote stap vooruit. Door een film als Avatar van James Cameron heeft 3D veel interesse gewekt bij de consumenten. Daarnaast zijn de consumentenelektronicabedrijven 3D televisies aan het ontwikkelen om de beleving van 3D mogelijk te maken in de huiskamer. Het zien van 3D wordt gegenereerd door onze twee ogen en de hersenen. Doordat wij met onze ogen twee beelden zien die horizontaal net iets van elkaar verschillen, wordt dit door de hersenen omgezet in een enkel beeld met diepte. Om het zien van diepte in platte beelden als foto of video mogelijk te maken, moet ervoor gezorgd worden dat beide ogen een ander beeld ontvangen. Op deze manier kunnen de hersenen, uit de twee (verschillende) 2D beelden, een 3D beeld maken. Al in 1833 werd het zien van diepte met de twee ogen beschreven. Dit wordt stereopsis genoemd. Later, met de komst van fotografie, ontstaat de term Stereoscopie, wat de techniek beschrijft voor het weergeven van twee beelden, waardoor er een enkel beeld met diepte ontstaat.

In 1858 werd de Anaglyph bekendgemaakt. Anaglyph bestaat uit twee kleurenfilters, rood en cyaan. Deze worden in een Anaglyph bril en voor twee projectoren geplaatst waardoor alleen het linker oog de cyaan beelden ziet en het rechter oog alleen de rode. Zo werd het 3D effect bereikt, doordat beide ogen een ander beeld waarnemen. De Anaglyph techniek maakte het mogelijk met meerdere personen tegelijk het 3D effect te ervaren. Tot op heden is Anaglyph nog steeds de bekendste techniek voor het zien van stereoscopische beelden.

Naast de Anaglyph zijn de Polarisatie, Shutter en Autostereoscopische techniek bedacht.

De Polarisatie techniek maakt gebruik van twee polarisatiefilters in een bril welke de twee beelden op verschillende manieren doorlaten, zodat elk oog het juiste beeld ontvangt.

Bij de Shutter techniek worden beide ogen om en om verdonkerd door de bril. De beelden worden ook om en om weergegeven, waardoor elk oog alleen het juiste beeld zal zien.

Via de Autostereoscopische techniek is het stereoscopische effect te ervaren zonder het gebruik van een bril. Dit is mogelijk door het licht van het scherm af te buigen, zodat deze alleen in het juiste oog valt. Helaas moet men wel op een vaste plek staan om het 3D effect goed te ervaren.

3D televisies zijn beschikbaar met de Polarisatie en de Shutter techniek. De voorkeur gaat uit naar de shutter techniek, omdat de productie hiervan veel makkelijker en goedkoper is dan de polarisatie techniek. 3D televisies kunnen de twee stereoscopische beelden standaard niet los van elkaar ontvangen. De twee beelden worden samengevoegd, waarbij beide beelden tot één enkel 3D signaal verwerkt worden.

Omdat een stereoscopische effect uit twee beelden bestaat, zullen er ook twee beelden opgenomen moeten worden. Dit gebeurt via twee High Definition camera's welke in een Stereoscopic Rig geplaatst worden. Dit is een speciaal montagesysteem voor de camera's, waarop speciale aanpassingen mogelijk zijn voor het creëren van het stereoscopische effect. Het is erg belangrijk om de afstand tussen de twee camera's in ieder geval 6,5 centimeter te maken, zodat deze overeenkomen met de afstand tussen de ogen. In deze afstand is ook nog enige variatie mogelijk, welke de Interaxial Distance genoemd wordt. Daarnaast zullen de camera's de mogelijkheid moeten hebben om naar elkaar toe te kunnen draaien, zodat close-up opnamen ook mogelijk zijn. Er ontstaat zo een brandpunt tussen de twee camera's, welke de Convergence genoemd wordt.

Door het naar elkaar toe draaien en het verschuiven van de camera's is de positie en sterkte van het stereoscopische effect te bepalen. Het is belangrijk om de twee camerabeelden exact gelijk te leggen. Alleen horizontaal mogen deze van elkaar verschillen. Als er andere verschillen tussen de twee beelden zijn, zal er snel hoofdpijn en een ongemakkelijke kijkervaring bij de kijker ontstaan. De verticale gelijkheid tussen de twee beelden is hierbij het meest belangrijke aandachtspunt. Het goedleggen van de camerabeelden wordt vaak gedaan via een kleine monitor met Anaglyph modus. Hierop zijn goed de verschillen tussen de twee camerabeelden te herkennen.

Om het beeld op de set af te kunnen kijken is er een 3D monitor nodig. Deze zijn alleen beschikbaar met de Polarisatietechniek, omdat er bij shutterbrillen flikkeringen kunnen ontstaan

door de frequentie van omringende lichtbronnen. Om deze 3D monitor aan te sluiten op de camera's is er een 3D processor box nodig. Deze kan het signaal van de twee camera's omzetten in één enkel 3D signaal. Deze wordt vervolgens doorgestuurd naar de monitor. Sommige 3D processor boxen kunnen ook meer dan alleen het signaal omzetten naar een 3D signaal. Er zijn boxen met uitgebreide aanpassingsmogelijkheden beschikbaar, welke het opnemen registreren van stereoscopische beelden een stuk gemakkelijker maken. Bij de registratie is er ook een 3D specialist aanwezig, de Stereographer. Deze is gespecialiseerd in het registreren van stereoscopische beelden en weet welke afstellingen nodig zijn, om een zo goed mogelijk stereoscopisch effect te creëren. Voor de registratie zijn er hierdoor duidelijke richtlijnen beschikbaar.

Dit is echter niet zo bij de postproduction. Hier is geen specialist voor beschikbaar die alles weet over het monteren van 3D. Voor de postproduction zijn er namelijk erg veel verschillende systemen beschikbaar die elk op hun eigen manier omgaan met 3D. Een postproduction bestaat uit een offline en een online montage. Bij de offline montage wordt het materiaal geknipt en in een gewenste volgorde geplaatst. Bij de online montage worden er onderdelen toegevoegd aan het materiaal en correcties gemaakt. Voor de professionele offline 3D montage is er alleen 3D monitor ondersteuning aanwezig. Voor een simpele offline 3D montage zijn er geavanceerdere oplossingen beschikbaar, zodat er geen online 3D montage meer nodig is. Vaak zal bij de professionele offline montage voor een standaard 2D werkwijze gekozen worden. Dit scheelt namelijk veel tijd, omdat het materiaal niet omgezet hoeft te worden naar een enkel 3D signaal. Daarnaast blijft het materiaal uit twee losse videosignalen bestaan, zodat er nog aanpassing aan beide signalen mogelijk zijn bij de online 3D montage. Bij de online 3D montage is het mogelijk stereoscopische correcties te maken aan het materiaal, als er fouten aanwezig zijn in het stereoscopische effect. Denk hierbij aan bijvoorbeeld het gelijkmaken van de kleuren, het aanpassen van de convergence of de beelden verticaal uitlijnen. Door de grote beschikbaarheid aan systemen, worden deze correcties bij ieder systeem anders uitgevoerd. Deze kunnen automatisch of handmatig gedaan worden, afhankelijk van het gebruikte systeem. Bij de postproduction zullen er meestal drie systemen gebruikt worden, een offline montage systeem, een compositing of high-end finishing systeem en een kleurcorrectie systeem. Afhankelijk van de functionaliteiten van deze gebruikte systemen, zal er een specifieke werkwijze gemaakt moeten worden van het 3D postproduction proces.

De distributie van 3D materiaal is de lastigste opgave. Aangezien 3D televisie net pas opkomt, is er nog geen duidelijke richtlijn voor een distributiemethode. De twee mogelijkheden van 3D distributie zijn via een opslagmedium of via een televisiekanaal. Het distribueren van 3D via een opslagmedium kan via een Blue-ray DVD. Het distribueren van 3D via een televisiekanaal is mogelijk door het gebruik van Multiplexing of Multi-View coding.

Bij 3D distributie via een opslagmedium hebben Blue-ray DVD's al de mogelijkheid om 3D op te kunnen slaan. Het is via een Blue-ray DVD namelijk mogelijk om twee verschillende video's tegelijk af te spelen. Zo is het ook mogelijk om dit bij twee stereoscopische beelden toe te passen. Alleen is er wel een HDMI 1.4 verbinding nodig om twee beelden tegelijk te van de Blue-ray DVD naar de 3D televisie toe te sturen. Op dit moment wordt er bij het afspelen van HD via Blue-ray gebruik gemaakt van een HDMI 1.3 verbinding tussen de Blue-ray speler en de televisie. Er zal daarom een nieuwe Blue-ray speler nodig zijn met HDMI 1.4 ondersteuning, om de stereoscopische beelden naar de 3D televisie te verzenden.

Voor het distribueren van 3D via een televisiekanaal, wordt er gebruik gemaakt van Multiplexing of Multi-View coding. De Multiplexing techniek is de verwerking van twee losse stereoscopische beelden binnen een enkele HD resolutie. Deze techniek wordt ook bij de monitoren tijdens de productie toegepast. De Multi-View coding techniek maakt gebruik van één van de twee stereoscopische beelden en metadata. In deze metadata wordt de informatie opgeslagen van het verschil tussen de twee stereoscopische beelden. Zo is het niet nodig om beide beelden te versturen over het televisiekanaal.

De registratie van 3D materiaal verschilt niet erg veel van film. Hierdoor is er al veel informatie over 3D registratie beschikbaar. Bij de filmindustrie wordt er enige jaren met 3D registratie gewerkt. De postproductie en vooral de distributie van 3D voor televisie verschillen echter wel erg veel. Voor beide is er helaas nog geen duidelijke richtlijn beschikbaar, omdat de 3D televisie nu pas een grote stap vooruit maakt. Voor het creëren van 3D televisie producties zal er een richtlijn moeten komen, om deze zo goed en snel mogelijk te realiseren. Daarnaast is het erg belangrijk dat er hoge kwaliteit 3D geleverd gaat worden. Eerder pogingen om 3D in de consumentenmarkt te zetten zijn onder andere mislukt, doordat de kwaliteit van 3D hier niet voldeed aan de eisen van de consument.

Inleiding

Recentelijk heeft 3D een grote stap vooruit gemaakt. In de voorgaande jaren was 3D vaak alleen te zien in attracties van bijvoorbeeld pretparken. Maar hiernaast is de filmindustrie steeds meer gaan experimenteren met 3D. Het 3D resultaat in de pretparken is altijd erg overweldigend. Bij films is het alleen erg lastig om 3D op een juiste manier toe te passen, want bij film wordt er een verhaal verteld wat een aantal uren kan duren. Dit is een ander scenario dan bij een attractie waar 3D de kijker in korte tijd moet amuseren. Tot dusver waren 3D films in de bioscopen niet erg overweldigend en interessant. Met de komst van de film “Avatar” van *James Cameron* is hier echter verandering in aangebracht. Bij deze film is 3D ineens beter en groter toegepast dan ooit tevoren. De komst van deze film heeft bij de consumenten daarom veel interesse gewekt in 3D. Hierdoor zijn er steeds meer 3D films in de maak, maar de kwaliteit van het 3D effect laat vaak te wensen over. Veel films gaan namelijk alleen met de rage mee en kiezen de makkelijkste en goedkoopste weg om hun film in 3D op te leveren. Wat erg jammer is, want dit brengt de 3D kwaliteit weer terug naar de eerdere 3D films voor Avatar.

Door de grote groei van 3D wordt hier ook op ingespeeld door de consumenten elektronica bedrijven. Want zou het niet geweldig zijn om een film als Avatar ook vanuit je eigen huiskamer in 3D te kunnen zien? Daarom zijn veel bedrijven begonnen met de ontwikkeling van 3D televisies. De productiebedrijven die het beeldmateriaal voor de televisie leveren, zullen echter ook de stap naar 3D moeten gaan maken. Zo kan er namelijk 3D beeldmateriaal gecreëerd worden voor deze nieuwe 3D televisies. Deze overgang naar 3D producties is echter niet zo simpel als men zou denken. Er zullen bij televisie veel veranderingen plaats moeten gaan vinden om kwalitatief goede 3D producties op te kunnen leveren. De consument zal namelijk alleen hoge kwaliteit 3D verwachten. In het verleden zijn er namelijk vele pogingen geweest om 3D in de consumenten markt te zetten, maar dit is echter nooit echt van de grond gekomen. De voornaamste reden hiervoor was de kwaliteit van het 3D effect. Deze viel zo tegen bij de consument, dat 3D hier nooit een goede doorstart heeft kunnen maken en eigenlijk alleen in pretpark attracties de aandacht trok. Om een hoge kwaliteit 3D te kunnen leveren zal het hele productieproces voor televisie drastische aanpassing moeten ondergaan. Veel standaard werkwijzen bij normale televisie zullen niet meer mogelijk zijn bij 3D.

Om deze reden wil de AVI Team Groep weten wat de benodigdheden zijn voor 3D en welke veranderingen er plaats moeten gaan vinden in de registratie, de postproduction en de distributie van een televisieproductie. Het doel is, om zo goede kwaliteit 3D bij de consument in de huiskamer te krijgen. De AVI Team Groep bestaat uit een groep bedrijven gericht op het maken van televisieproducties. Deze groep bestaat uit de bedrijven Team Facilities, Avi-Drome, ParkPost en Glasvezelring Hilversum. De drijvende kracht achter deze bedrijvengroep ligt in het verwerken van moderne en innovatieve technieken bij het maken van televisieproducties.

Mijn taak als afstudeerder is, om het nieuwe 3D productieproces in kaart te brengen. Dit is gedaan doormiddel van literatuuronderzoek, overleg met bedrijven en testen in de praktijk met 3D. Uiteindelijk is deze scriptie het resultaat van geworden van mijn onderzoek naar het 3D televisie productieproces. (Deze scriptie is in een half jaar afgerond.) In eerste instantie is er begonnen met het verzamelen van basis informatie via Internet en verschillende boeken. Hierna zijn er ook bezoeken bij bedrijven geweest, is er contact geweest met verschillende personen in de televisieproductie branche en zijn er testen gedaan met 3D in de praktijk.

De scriptie is ingedeeld in vier onderdelen. Stereoscopie & 3D televisie, 3D Registratie, 3D Postproduction en 3D Distributie. De planning van deze delen is iets veranderd, doordat er erg veel informatie beschikbaar was over de 3D Registratie en erg weinig over de 3D Distributie. Hierdoor heeft vooral het 3D Registratie gedeelte meer tijd ingenomen dan verwacht en heeft de 3D Distributie minder tijd gekost.

Bij deze scriptie stopt het onderzoek echter niet. Er zijn ontwikkelingen gaande voor het creëren van een 3D Promotiefilm. Dit zal een extra toevoeging aan mijn afstudeeronderzoek. Daarnaast zal

deze voor promotiedoeleinden gebruikt worden door de Avi Team Groep. Bij de productie van deze film heb ik de taak van projectleider op mij genomen en zal er vooral gebruik worden gemaakt van interne faciliteiten en medewerkers. Naast deze promotiefilm zal er ook een *3D production Workflow* voor de Avi Team Groep gecreëerd worden en wordt er een kort verslag opgeleverd over de productie van deze film.

1. Stereoscopie & 3D televisie

1.1 Inleiding

3DTV maakt op dit moment een grote stap vooruit, maar het bekijken van videomateriaal in 3D bestaat al veel langer. Voor de beleving in 3D zijn er door de jaren heen een aantal verschillende technieken bedacht. Al deze technieken gaan echter uit van dezelfde theorie, namelijk stereopsis.

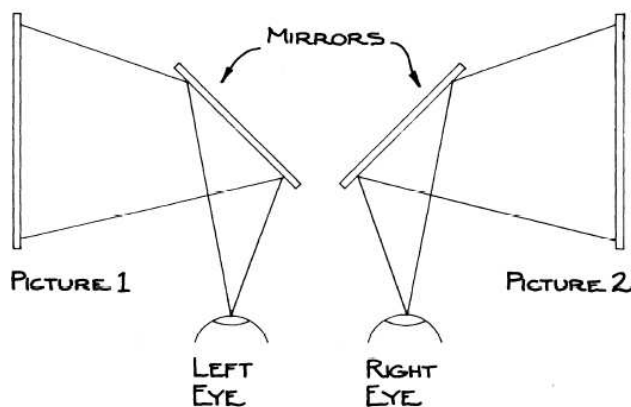
1.2 Stereopsis & Stereoscopie

In 1833 is 'Stereopsis' ontdekt door Sir Charles Wheatstone. Wheatstone beschrijft in zijn *'Contributions to the Physiology of Vision – Part the First: On some remarkable, and hitherto unobserved, Phenomena of Binocular Vision'* (1838), dat er, door het zien van twee verschillende beelden met de ogen, diepte ontstaat. Voor deze beschrijving van Wheatstone was het nog niet duidelijk waar de twee verschillende beelden van de ogen toe dienden.

In de tweede eeuw na Christus was het al wel bekend dat men twee verschillende beelden ziet met beide ogen. In deze tijd gaf de Griekse arts Galen in zijn publicatie *'On the Use of the Parts of the Human Body'* de eerste duidelijke omschrijving over het zien van verschillende beelden met het linker en rechter oog. Deze beelden verschillen horizontaal iets van elkaar doordat de ogen gemiddeld 6,5 centimeter uit elkaar staan. Later in 1613 is er door Aguilonius, in zijn publicatie *'Optics'*, een verklaring gegeven voor het zien van maar één beeld, terwijl de ogen twee verschillende beelden opvangen. Hij verklaart dit door middel van een rechte lijn die parallel loopt aan een getrokken lijn tussen de ogen, de "Horofter". Het uitgangspunt van deze Horofter is, dat alle objecten die op deze lijn vallen te zien zijn als één enkel beeld. Maar als er objecten niet op deze lijn staan worden ze dubbel gezien. Deze personen hebben onder andere meegewerkt aan de uiteindelijke ontdekking van stereopsis door Wheatstone.

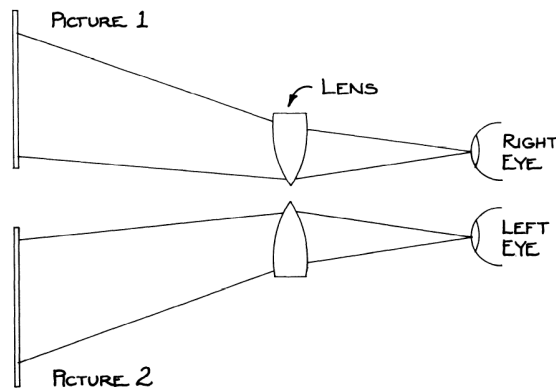
Met Stereopsis geeft Wheatstone aan, dat door de twee verschillende beelden van de ogen het idee van diepte ontstaat. Door middel van een aantal lijntekeningen in zijn Stereoscope verklaart hij dat de hersenen een volledig beeld met diepte kunnen reproduceren vanuit twee verschillende afbeeldingen.

Zijn Stereoscope, die hij uitvond in 1833, bestaat uit twee spiegels en twee afbeeldingen waarbij de afbeeldingen op de horizontale as ongelijk zijn aan elkaar.



Figuur 1. Diagrammatic view of mirror stereoscope. (Lipton, 1982, p. 23)

Doordat men met elk oog door een andere spiegel kijkt, ontstaat er, via de Stereoscope, van twee verschillende afbeeldingen één beeld met diepte. De afbeeldingen die hij gebruikt in zijn Stereoscope zijn allen handgetekend, aangezien de uitvinding van fotografie pas in 1839 aangekondigd wordt. De meest populaire Stereoscope is ontwikkeld door Sir David Brewster in 1844. In zijn Stereoscope gebruikt hij twee helften van een lens voor elk oog, waardoor de afstand van de ogen tot de afbeeldingen verkleind wordt. Daarnaast zorgen de lenzen ervoor dat de afbeeldingen naast elkaar geplaatst kunnen worden op een enkele kaart, die in het apparaat gezet wordt. Dit leverde een veel kleinere Stereoscope op dan het model van Wheatstone.



Figuur 2. Diagrammatic view of Brewster's stereoscope. (Lipton, 1982, P.25)

Met de komst van fotografie en film wordt in de jaren hierna de Stereoscope steeds populairder. Hier ontstaat de term Stereoscopie wat de techniek beschrijft voor het weergeven van twee foto's waardoor er één enkel beeld met diepte ontstaat. De Britse pionier in fotografie, Friese-Greene, is in 1889 de eerste persoon die een camera ontwikkelde die stereoscopisch bewegende beelden kon vastleggen. Zijn instrument gebruikt helaas een wat eigenaardig film formaat en is nooit uitgebracht voor commercieel gebruik. Twee jaar na de uitvinding van Friese-Green komen de bedenkers van de filmcamera, Edison en Dickson, beiden met een patent voor een stereoscopische film camera. Dit maakt het mogelijk stereoscopisch bewegende beelden te registreren en te bekijken via een Stereoscope. In de jaren hierna worden er, naast de Stereoscope, meerdere methoden bedacht om Stereoscopische film te bekijken.

1.3 Technieken voor Stereoscopie

In 1858 wordt zowel de Anaglyph als de Eclipse Shutter techniek bekend gemaakt, om zo met meerdere personen tegelijk een bewegend stereoscopisch beeld te kunnen ervaren. In de jaren hierna zijn er meerdere technieken bedacht en werd de mogelijkheid voor het zien van Stereoscopische films een feit.

Deze en andere technieken voor het bekijken van Stereoscopisch beeldmateriaal met meerdere personen zijn in te delen in een aantal categorieën, namelijk: De Passive stereo techniek, de Active stereo techniek en de Autostereoscopische techniek.

1.4 De Passive Stereo techniek

Bij het bekijken van een stereoscopisch materiaal via de Passive Stereo techniek wordt er gebruik gemaakt van een bril. Passive Stereo wil zeggen dat er geen elektronische componenten in de brillen zijn verwerkt.

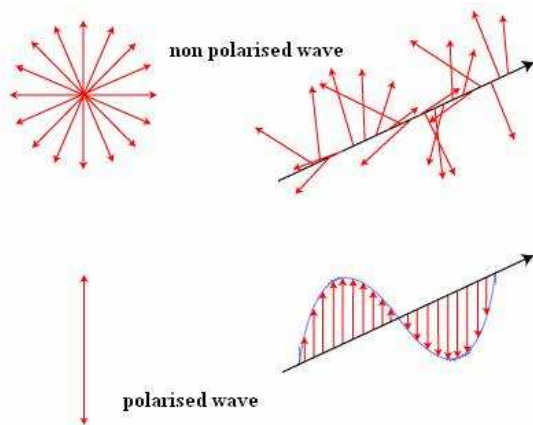
1.4.1 Anaglyph

Rond 1858 is door experimenten van Joseph D'Almeida en Louis Du Hauron de Anaglyph uitgevonden. In 1920 is deze techniek voor het eerst in commercieel gebruik genomen. Dit is nog steeds de bekendste en, tot voor kort, de meest gebruikte techniek voor het bekijken van Stereoscopische filmmateriaal. Bij deze methode worden de twee stereoscopische beelden over elkaar heen geprojecteerd op een scherm, waarbij het eerste beeld door een rood filter wordt gestuurd en het tweede beeld door een cyaan filter. Als er nu door een bril met een rood en een cyaan glas naar de beelden wordt gekeken, zal elk oog alleen het goede beeld ontvangen en er diepte te zien zijn. Zo ziet het oog met het cyaan glas alleen de rode beelden en het oog met het rode glas alleen de cyaan beelden. Het was niet goed mogelijk kleuren beelden te zien via deze techniek, aangezien er gebruik wordt gemaakt van kleurenfilters. Later zijn hier wel oplossingen voor gevonden, waardoor kleuren wel mogelijk waren. Hoewel er in de tijd dat Anaglyph bedacht werd ook andere technieken waren die wel al kleur aankonden, was het gebruik van Anaglyph veel makkelijker. Het was namelijk niet nodig aanpassingen te verrichten aan het beeldmateriaal zelf of aan de film zalen.

1.4.2 Linear Polarisation

Voor de uitvinding van Anaglyph werd in 1852 polariserend materiaal gecreëerd. Vanaf de ontdekking van polariserend materiaal was er al sprake om dit toe te passen voor stereoscopische doeleinden.

Bij de Linear Polarisation wordt er gebruik gemaakt van lineaire polarisatiefilters.



Figuur 3. *Electric field orientation for polarized and non polarized electromagnetic wave.* (bron: zie lijst van figuren)

Bij film worden er vanuit twee projectors beelden op een Silver Screen geprojecteerd. Dit Silver Screen bestaat uit een zilveren coating op het scherm, waardoor deze niet depolariserend wordt. Normale schermen zullen de polarisatie namelijk absorberen waardoor de reflectie geen polarisatie meer heeft.

Op beide projectoren wordt een lineair polarisatie filter geplaatst. Dit polarisatie filter wordt bij de eerste projector horizontaal gepositioneerd en bij de tweede projector verticaal.

De bril waarmee men naar het scherm kijkt bevat ook twee polarisatie filters die horizontaal en verticaal zijn geplaatst. De filters op de brillen laten vervolgens alleen het licht door wat bij de projector op de zelfde manier gepolariseerd is.

Het voordeel van deze techniek is dat het een relatief goedkope manier is om een stereoscopisch beeld te kunnen weergeven. De briljetjes kosten weinig en er is een grote variatie aan projectoren beschikbaar. Daarnaast is er bij gebruik van Polarisatiefilters ook het weergeven van kleur mogelijk, in tegenstelling tot de Anaglyph techniek.

Het nadeel is echter dat, bij Linear Polarisation, de twee projectoren perfect afgesteld moeten zijn, om de beelden op een goede manier bij de kijker te laten komen en het stereoscopische effect te genereren. Daarbij moet het hoofd van de kijker relatief recht gehouden worden, omdat anders de signalen niet goed gefilterd kunnen worden door de bril. Als het signaal niet recht in de filters valt kunnen er weer twee losse beelden te zien zijn of er kan een pseudoscopic effect ontstaan, waarbij het diepte effect van het beeld wordt omgekeerd. Dit is te berekenen met de wet van Malus. Hierin wordt de intensiteit **I** van het uiteindelijke lineair gepolariseerde licht berekend. Dit is mogelijk door middel van de intensiteit **I₀** van de gepolariseerde lichtbron en de hoek tussen de bron en het uiteindelijke polarisatiefilter. De relatie tussen deze onderdelen wordt weergegeven via de formule:

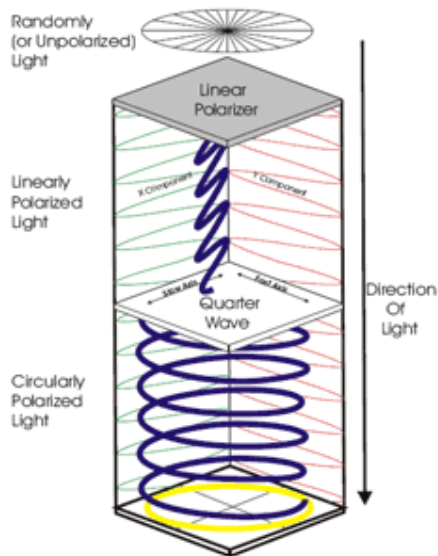
$$I = I_0 \cdot \cos^2(B)$$

Als er nu een klein verschil ontstaat in de hoek **B**, zorgt dit voor een grote verandering in het uiteindelijke gepolariseerde licht **I**. Hierdoor kan er bij een kleine kanteling van het hoofd al verlies van het stereoscopische effect ontstaan.

Op deze manier is vrij bewegen niet goed mogelijk bij het kijken naar het stereoscopische beeld. Dit is echter op te lossen door gebruik te maken van Circular Polarisation.

1.4.3 Circular Polarisation

Circular Polarisation is vergelijkbaar met Lineair Polarisation, maar hier wordt er gebruik gemaakt van circulaire polarisatiefilters. Een circulaire polarisatiefilter bestaat uit een lineaire polarisatiefilter met daarvoor een speciaal stuk polymeerfilm, de Quarter Wave Retarder. Deze Quarter Wave Retarder wordt in de bril bij het linker glas 45 graden gedraaid ten opzichte van het polarisatiefilter. Hierdoor wordt het lineair gepolariseerde licht omgezet naar circulaire polarisatie. Bij het rechter glas wordt de Quarter Wave Retarder 135 graden gedraaid ten opzichte van het polarisatiefilter, waardoor er circulaire polarisatie ontstaat in tegengestelde richting.



Figuur 4. Circular Polarizer. (Bron: zie lijst van figuren)

Op de eerste projector wordt een polarisatiefilter geplaatst die rechtsom polariseert en op de tweede een filter die linksom polariseert. Door de weerkaatsing van het scherm wordt de polarisatierichting alleen omgedraaid. Het is daarom van belang dat de polarisatierichting in de brillenglazen het tegenovergestelde is van de polarisatie op de projectoren.

Tegenwoordig is het ook mogelijk een enkele projector te gebruiken door middel van een Zscreen. De rechter en linker beelden worden om en om door geprojecteerd door dezelfde projector. Vóór de projector wordt er een zogenaamde Zscreen geplaatst, die synchroon met het weergeven van de beelden, om en om de beelden van een circulaire polarisatie met tegengestelde draairichtingen voorziet. Door maar één projector te gebruiken, is het perfect afstellen van de twee verschillende beelden niet nodig aangezien de beelden maar door één projector wordt weergegeven. De projector stelt de beelden automatisch perfect af. Circular Polarisation geeft hetzelfde beeldresultaat als Linear Polarisation, maar hierbij kan de gebruiker het hoofd gewoon vrij bewegen zonder het stereoscopische effect te verliezen.

1.5 De Active Stereo techniek

Naast de Anaglyph werd rond 1858 ook de Eclipse Shutter techniek uitgevonden om stereoscopische beelden weer te geven. Ook deze werd in 1920 in gebruik genomen op commercieel niveau. Op dat moment werd deze techniek toegepast in een aantal theaters door middel van een shutterbril die aan de stoel van de kijker was gemonteerd en shutters voor de lenzen van twee projectoren. Deze shutters werden dan om en om gesloten. Als de shutter van de rechter projector dicht ging, gebeurde dit ook met de rechter shutter van de bril. Hetzelfde geldt voor de linker shutter. Door deze shutters ontvangt elk oog alleen het juiste beeld. Zowel de bril als de projector shutters werden aangestuurd door dezelfde motor, om zo alle shutters synchroon aan elkaar te houden. Deze techniek, die ook wel “Alternate-frame sequencing” wordt genoemd, had in 1920 niet de voorkeur omdat de toepassing van Anaglyph veel goedkoper en gemakkelijker was. Voor Anaglyph was het niet nodig om de apparatuur aan te passen of dure apparatuur in het theater te plaatsen.

Op dit moment is deze techniek nieuw leven ingeblazen en wordt er gebruik gemaakt van een losse bril met ingebouwde elektronische componenten waarbij deze voorzien is van glazen die om en om verdonkerd worden.

Het voordeel van deze techniek is dat er tegenwoordig nog maar één bron voor het beeld gebruikt hoeft te worden in plaats van twee, aangezien de projectoren tegenwoordig genoeg snelheid hebben om de beelden snel achter elkaar te tonen. Het nadeel is echter wel dat de brillen vrij fragiel en prijzig zijn door de geavanceerde elektronica die hierin is verwerkt. Ook kan er bij bewegende beelden vervaging ontstaan, doordat beide ogen niet tegelijk de twee beelden ontvangen.

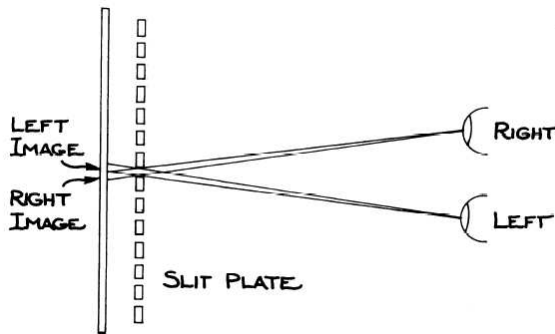
1.6 Autostereoscopic schermen

In 1940 begint in de Sovjet-Unie met het gebruik van de Autostereoscopie techniek. Bij de Autostereoscopic techniek is er diepte te ervaren zonder het gebruik van een bril. Dit effect wordt bereikt door het licht van de verschillende beelden zo te blokkeren, dat elk beeld alleen in het juiste oog waar te nemen is. Van dit effect bestaan er twee varianten. Single View Autostereoscopic en Multi View Autostereoscopic.

1.6.1 Single View Autostereoscopic

Bij een Single View Autostereoscopic scherm is het stereoscopische effect zonder bril te ervaren, maar alleen vanaf één plek. Dit wordt ook wel de “Sweet-spot” genoemd.

Net als bij de methoden met bril, worden hier ook twee beelden weergegeven. In het scherm worden filters geplaatst die het licht van het beeld maar in één bepaalde richting doorlaten. Deze techniek maakt gebruik van de parallax stereogram, waarbij er parallax barriers voor het beeld geplaatst worden. Als men in de Sweet-spot staat valt het juiste beeld alleen in het juiste oog en wordt diepte ervaren.



Figuur 5. Parallax stereogram. (Lipton, 1982, p. 70)

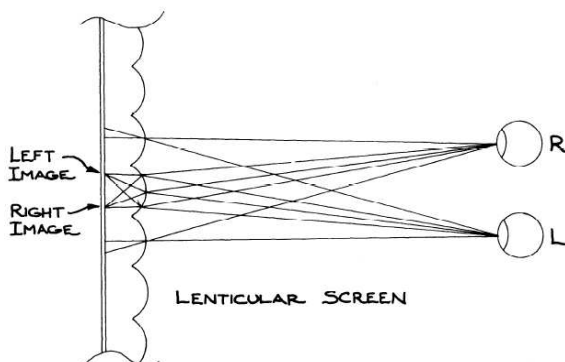
Het grootste nadeel van dit scherm is alleen dat, vanwege de Sweet-spot, er maar één gebruiker per keer naar dit scherm kan kijken om het effect te ervaren. Als men niet precies op de juiste plek staat zal er een heel vertekend beeld te zien zijn, wat niet prettig is om naar te kijken.

Een oplossing hiervoor is de Multi View Autostereoscopic techniek.

1.6.2 Multi View Autostereoscopic

Bij Multi View Autostereoscopic worden er niet twee maar, acht of negen beelden weergegeven. Hierdoor kan de gebruiker niet alleen op één plek, maar binnen een bepaalde zone het stereoscopische beeld ervaren. Het is onmogelijk om dit met de parallax barriers te doen, omdat er dan te weinig licht zou worden doorgelaten van het scherm. In plaats daarvan wordt er hier gebruik gemaakt van een *lenticular*. Een lenticular is een laag van lenzen die over elke pixel in het beeld vallen. Deze lenzen zijn bolvormig waardoor het licht wordt afgebogen naar één bepaalde richting. Als de gebruiker zich verplaatst binnen de zone zal er een ander beeld in elk oog vallen en is het stereoscopische effect nog steeds waar te nemen.

Het nadeel van deze methode is echter wel dat het maken van videomateriaal hiervoor erg veel



Figuur 6. Lenticular screen and panoramagram image. (Lipton, 1982, P. 71)

moeite kost. Er moeten namelijk niet twee, maar acht of negen beelden geschoten worden van dezelfde scène die iets van elkaar afwijken. Naast de hoge prijs van de technologie is dus ook het maken van dit materiaal erg duur en ingewikkeld. Tevens is de resolutie van het beeld erg laag, omdat er acht of negen beelden tegelijk op het scherm weergegeven moeten worden.

1.7 De 3D televisie

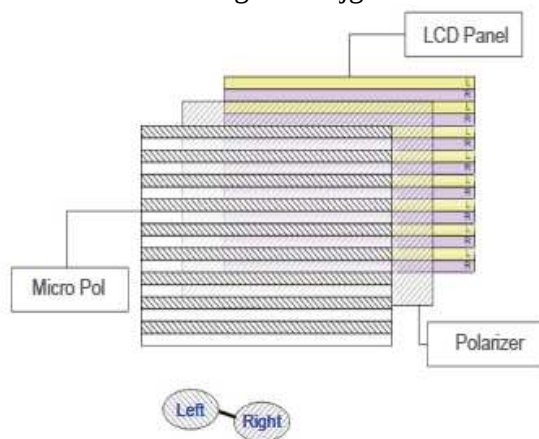
Al rond 1980 hebben elektronica bedrijven getracht een televisie te ontwikkelen en op de markt te brengen, die stereoscopische beelden kan weergeven. Helaas heeft dit tot op heden nog geen succes gehad. Een aantal jaar geleden heeft Philips nog geprobeerd een Autostereoscopische televisie op

de markt te zetten voor consumenten. Helaas is de productie hiervan gestopt in Maart 2009. Maar nu met de groeiende populariteit van 3D films in de bioscopen, willen de consumenten-elektronica fabrikanten toch weer een poging gaan wagen. Met alle positieve reacties van het publiek lijkt het er op dat het deze keer een grote kans van slagen heeft. In het voorjaar van 2010 willen verschillende consumenten-elektronica fabrikanten 3D televisies op de markt gaan brengen. De televisies van Sony, Panasonic, Samsung en LG zullen gebruik gaan maken van de Actieve Stereo Shutterbril. Japan loopt echter al aardig voor in deze markt. Al sinds 2008 heeft BS11 een 3D kanaal beschikbaar gesteld op de Japanse televisie. Hiervoor heeft elektronicabedrijf Hyundai 3D televisies uitgebracht, maar dan met de Polarisationstechniek. Ook andere minder bekende elektronica bedrijven zijn bezig met het ontwikkelen van 3D televisies met de Polarisationstechniek. Door het gebrek aan kleur wordt de Anaglyph techniek al enige tijd niet meer gebruikt. Deze is daarom ook niet ideaal bevonden voor de ontwikkeling van 3D televisies. Van de Autostereoscopic techniek zijn er al vele schermen beschikbaar. Helaas is de productie van deze schermen erg duur en is het ontwikkelen van Real-life beeldmateriaal op dit moment nog niet mogelijk. Deze schermen worden dan ook vooral gebruikt in de reclame en business markt. Het is duidelijk dat de Polarisation en de Shutter techniek op de consumenten markt zullen verschijnen. Welke van deze twee technieken de voorkeur zal krijgen is nog maar de vraag. Hierna zullen beide technieken in meer detail behandeld worden.

1.8 3DTV - Polarisation

Bij beeldprojectie wordt de Polarisationstechniek toegepast door een polarisation filter voor 2 projectoren te plaatsen. Het beeld van de projectoren wordt dan geprojecteerd op een Silver Screen wat niet depolariseert. Vervolgens kan de gebruiker via een bril met polarisation filters het stereoscopische beeld ervaren. Bij een 3D LCD monitor gaat dit echter anders. In deze schermen wordt er gebruik gemaakt van de "Xpol" techniek.

Om er voor te zorgen dat er twee verschillende beelden te zien zijn door de gebruiker, wordt er bij deze techniek vóór het LCD scherm eerst één groot polarisation filter geplaatst. Dit filter polariseert het beeld circulair en geeft daarbij een rechter of linker draairichting mee aan het licht. Vervolgens worden er, vóór dit polarisation filter, Xpol filters geplaatst. Deze filters worden over horizontale lijnen verdeeld in een even of oneven patroon. De Xpol polarisation filters zorgen ervoor, dat het licht, wat hierdoor gaat, een tegenovergestelde polarisation richting meekrijgt. Als er hierna twee beelden, verdeeld in lijnen, op het scherm geplaatst worden, zal elk van de beelden een eigen polarisation draairichting meekrijgen.



Figuur 7. Xpol structure. (The principle of 3D technology.)

Vervolgens kan er via een polarisatie bril naar het scherm worden gekeken. Via deze bril worden in het linker oog alleen de oneven lijnen getoond en in het rechter oog alleen de even lijnen waardoor men het stereoscopische effect ervaart.

Het voordeel van de polarisatie techniek is dat de benodigde brillen erg goedkoop en stevig zijn. Daarbij is er geen extra elektronica nodig voor het aansturen van de brillen.

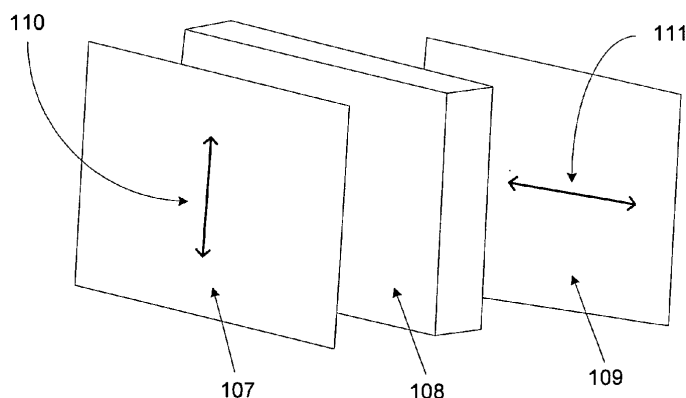
Een nadeel echter is het gebruik van duur materiaal voor het LCD 3D scherm zelf. Een standaard LCD monitor heeft namelijk al een polarisatie filter als standaard onderdeel in het apparaat verwerkt. Als men daar daarbovenop dan nog eens extra polarisatie filters gaat plaatsen, voor het bereiken van een stereoscopisch effect, wordt er te weinig licht doorgelaten en zal het beeld nagenoeg zwart worden. Hierdoor is wordt het effectief toepassen van deze techniek erg duur en ingewikkeld. Daarom is er op dit moment nog weinig aanzet gedaan om deze techniek op de consumentenmarkt te zetten. Naast de dure productiekosten kan er in het beeld ook het “Ghosting” effect ontstaan. Dit effect ontstaat doordat de twee afzonderlijke beelden niet perfect gescheiden worden van elkaar, waardoor de gebruiker gedeeltelijk twee beelden gaat zien. Hierdoor ontstaat er een waas in het beeld wat niet prettig is voor de waarneming van het stereoscopische beeld.

1.9 3DTV - Shutter

Stereoscopische beeldprojectie door middel van de Shutter techniek wordt veel toegepast voor het weergeven van 3D beeldmateriaal op zowel 3D televisies als bioscopen. Hier wordt er geen gebruik gemaakt van een apart scherm, zoals bij de polarisatietechniek, maar van een snelle beeldverversing en actieve brillen.

Deze actieve brillen, ook wel Shutter brillen genoemd, hebben twee Liquid Crystal Shutters als glazen die om en om worden verdonkerd.

Liquid Crystal Shutters bestaan uit drie componenten. Deze zijn hieronder schematisch weergegeven.



Figuur 8. Shuttering eyewear technology. (US 2008/0062259 A1, 2008, Fig. 1B)

De shutter bestaat uit twee lineaire polarisatiefilters, die haaks op elkaar worden geplaatst (**107** & **109**) en een Twisted Nematic instrument(**108**) met een Liquid Crystal cell. Op het Twisted Nematic Instrument kan een elektrische stroom gezet worden vanuit de bril.

Het Twisted Nematic Instrument zorgt ervoor, dat het binnenkomende gepolariseerde licht 90 graden gedraaid wordt. Als er licht in de Liquid Crystal Shutter valt wordt deze eerst gepolariseerd door polarisatiefilter **107**. Als er vervolgens géén stroom op het Twisted Nematic Instrument staat, zal het gepolariseerde licht door dit instrument met 90 graden worden gedraaid. Hierdoor komt het gepolariseerde licht parallel te staan aan polarisatiefilter **109** en zal het licht worden doorgelaten. Als er licht door polarisatiefilter **107** valt en er wordt stroom op het Twisted Nematic Instrument

gezet, zal de polarisatie niet gedraaid worden en blijven de polarisatierichtingen haaks op elkaar waardoor er geen licht doorgelaten wordt. De shutters in elk glas zijn identiek, maar staan uit fase met elkaar. Door het Twisted Nematic Instrument in elk glas snel te activeren en te deactiveren, via een elektrische stroom, kan er een shutter effect gegenereerd worden. Het activeren en deactiveren van het Twisted Nematic Instrument kan vervolgens gesynchroniseerd worden aan de beelden op de 3D televisie via een infrarood signaal dat binnenkomt op de infrarood ontvanger van de bril. Op de televisie wordt een Frame-Sequential stereoscopisch beeld weergegeven. Dit wil zeggen dat de twee stereoscopische beelden met een hoge snelheid om en om op het scherm getoond worden. Hierbij wordt er een synchronisatie signaal verstuurd naar een infrarood zender. Vervolgens wordt dit signaal doorgestuurd naar de infrarood ontvanger in de shutter bril. Dit signaal bestaat uit informatie over de timing, hoe lang het beeld te zien is op het scherm in Hertz en of het om een linker of rechter beeld gaat. Hierdoor wordt het verdonkeren van de Liquid Crystal Shutters in de bril volledig gesynchroniseerd aan het weergeven van de beelden op het scherm. Om er voor te zorgen dat elk van de twee beelden bij het juiste oog terecht komt, worden de glazen van de bril om beurten verdonkerd door middel van het synchronisatie signaal.

De Frame-Sequential stereoscopische beelden worden met een beeldverversing van minimaal 120 Hertz op het scherm geplaatst. Deze hoge snelheid is nodig om er voor te zorgen dat er geen zichtbare flikkering gaat ontstaan in de bril. Doordat er twee beelden na elkaar getoond worden, wordt de gebruikte snelheid per beeld 60 Hertz. De shutters in de bril worden hier vervolgens aan gesynchroniseerd. Vanaf een snelheid van 60 Hertz gaat het wisselen van de beelden en de shutters zo snel, dat het oog het wisselen niet kan waarnemen. Hierdoor zal het lijken of er een constant beeld wordt weergegeven, terwijl wel elk oog alleen het juiste beeld ontvangt. Dit is voor de consumenten markt de meest gebruikte technologie. Voor deze techniek is het namelijk niet nodig de hele LCD televisie aan te passen. Hiervoor kunnen gewone Full HD LCD televisies gebruikt worden, waarbij alleen de beeldversnelling verhoogd is naar 120 Hertz of meer. Daarnaast wordt er een decoder en infrarood zender geplaatst in de televisie. Deze schermen zijn daarom ook een stuk goedkoper, aangezien er geen speciale televisie ontwikkeld hoeft te worden.

1.10 Beeldweergave

Het is mogelijk stereoscopische beelden via verschillende technieken te bekijken op 3D televisies. Maar deze televisies hebben ook een eigen manier van beeld weergave. Deze is nodig om de twee beelden zo weer te kunnen geven, dat het stereoscopische effect gezien kan worden via het scherm. Er zijn een aantal verschillende methodes voor het weergeven van de stereoscopische beelden afhankelijk van de 3D televisie. Deze methodes zijn Frame-Sequential en Line-by-Line. De Frame-Sequential techniek wordt gebruikt door de Active Shutter televisies. Hierbij worden de twee beelden snel achter elkaar weergegeven op het scherm. Deze opvolging gaat zo snel dat het lijkt of er één enkel beeld op de televisie te zien is. De shutters in de bril worden vervolgens gesynchroniseerd aan deze wisseling, waardoor elk oog alleen het juiste beeld ontvangt. De Line-by-Line methode wordt toegepast bij de Xpol techniek. Deze zorgt er voor dat de twee beelden verdeeld worden in even en oneven lijnen. Door de Xpol filter zullen de even lijnen anders gepolariseerd worden dan de oneven lijnen. Hierdoor is er via een Polarisatiebril het stereoscopische effect waar te nemen.

Bij de montage van het materiaal, zal er een output formaat gekozen moeten worden welke de 3D televisie kan vertalen in één van deze methodes. De output formaten zijn Frame-Sequential, Interlaced, Over-Under, Side-by-Side en Checkerboard. De verschillende televisietypes kunnen vaak maar een aantal van de formaten verwerken. De televisies met polarisatie brillen ondersteunen bijvoorbeeld de Side-by-side en Interlaced formaten en de televisies met shutter brillen de Side-by-Side en Frame-Sequential. Hiernaast gebruikt een klein aantal schermen ook de DLP techniek van Texas instruments, welke alleen het Checkerboard formaat herkent. Door rekening te houden met deze specificaties, kan er bij de montage bepaald worden welke formaten er wel en niet geschikt

zijn voor het verwerken van het beeldmateriaal. Hier zal meer over terug komen bij de onderdelen Postproduction en Distributie.

1.11 3D televisie conclusie

In dit stadium is het lastig om te bepalen welk type 3D televisie vooral bij de consument in de huiskamer komt te staan. Er is echter wel een goed beeld te vormen. Hyundai en JVC hebben beide een 3D televisie met de polarisatie techniek, maar de televisie van Hyundai wordt op dit moment alleen verkocht in Japan, waar 3D televisie al enige tijd in gebruik is genomen. De 3D televisie van JVC is echter te duur om in de consumentenmarkt gezet te worden en wordt op dit moment alleen op professioneel gebied gebruikt. De televisies met de shutter techniek van bijvoorbeeld Sony, Panasonic en Samsung kosten echter niet veel meer dan een normale Full HD LCD televisie. Dit maakt het introduceren van deze televisies op de consumenten markt een stuk gunstiger. Er zit hier echter wel een ander nadeel aan. De shutterbrillen zijn vrij duur en fragiel. Dit betekent dat de consument voor het aanschaffen van extra brillen aardig wat geld zal moeten neerleggen. Ook als er een kapot zou gaan is dit het geval. Bij de polarisatie brillen is dit probleem niet aan de orde, want deze brillen zijn stevig en goedkoop. Mocht er één kapot gaan, dan is een dergelijke bril makkelijk te vervangen. Ook zijn er al erg veel van deze brillen in de omloop en niet gebonden aan bepaalde apparatuur.

Naast het kijken van alleen 3D, heeft de shutter techniek nog een ander voordeel wat wellicht erg zal meehelpen bij de verkoop van dergelijke televisies. Met de shutters is het namelijk mogelijk games op de Playstation 3 met twee personen te spelen, zonder dat er een verdeling van het scherm nodig is. Doordat de televisie voor het creëren van het stereoscopische effect gebruik maakt van opeenvolgende beelden, is het ook mogelijk één van deze beelden aan één bepaalde bril te koppelen. Hier wordt de shutterbril dan gesynchroniseerd met alleen het eerste of tweede beeld in plaats van beide beelden. Hierdoor ziet de speler alleen zijn eigen speelveld via de bril. Hiernaast beschikken de consumenten die al een Playstation 3 hebben ook over een Blue-ray speler die 3D Blue-ray films aankan. Met alle extra's die de shutter technologie biedt, ligt het voor de hand dat de 3D televisies met shutter het meeste verkocht zullen worden. Ook doordat deze als eerste geïntroduceerd wordt in de consumentmarkt. Het maken van 3D materiaal zal dus vooral gespitst zijn op de 3D televisies met de shutter technologie.

2. 3D Registratie

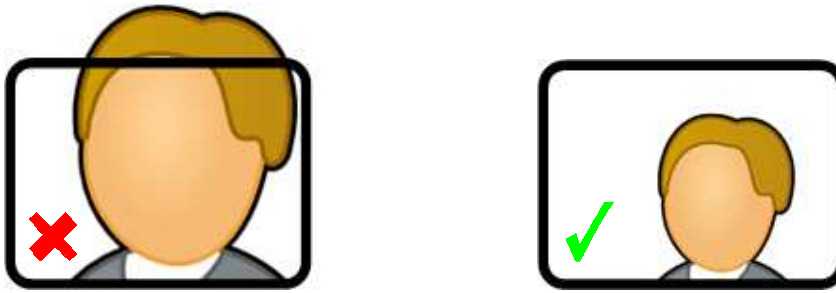
2.1 Inleiding

Op dit moment is er een hoge interesse in Stereoscopic 3D. Objecten lijken bij het zien van dit beeld niet meer op, maar voor of achter het scherm te liggen. Het kijken naar stereoscopische beelden wordt vaak geassocieerd met objecten die uit het scherm komen. Dit zou betekenen dat er zo veel mogelijk extreme 3D effecten uit het beeld moet springen om deze associatie waar te maken. Deze aanpak past men vaak toe bij 3D attracties in pretparken. Hier is dit ook goed mogelijk, want deze films zijn relatief kort en er moet in korte tijd een extreem effect meegegeven worden aan de kijker. Maar als dit zou gebeuren bij een lange film van 1, 2 of zelfs 3 uur, wordt het kijken naar deze extreme effecten al snel te druk en te zwaar voor de kijker. De ogen en hersenen zullen veel moeite hebben om al deze extreme effecten te verwerken. Hierdoor kan er snel hoofdpijn en misselijkheid ontstaan bij de kijker na het zien van een dergelijk lange film. Om dit te voorkomen zullen extreme 3D effecten niet constant toegepast moeten worden, maar eerder af en toe langs moeten komen. Ook zijn bijvoorbeeld snelle bewegingen en overgangen in een 3D registratie niet erg goed toe te passen. Dit weerhoudt de kijker ervan om de het hele beeld tot zich te kunnen nemen. Het is beter om alles wat rustiger aan te doen, zodat de kijker de tijd heeft om het volledige beeld te kunnen registreren. Mochten er toch snelle camera bewegingen en overgangen in het beeld voorkomen, is het een goed idee om het 3D effect wat minder heftig te maken zodat het makkelijker wordt om de shots te volgen. Het is daarom belangrijk om stereoscopic 3D niet te zien als een “must”, maar als een meerwaarde. Een intensere kijkervaring waarin er meer emotie en realisme meegegeven kan worden aan de kijker. Dit is een belangrijk aspect, wat bepaalt met welk uitgangspunt er in een 3D project wordt gestapt. Het maken van 3D materiaal voor televisie is niet anders. Ook hier zullen personen voor lange tijd naar 3D materiaal kijken. Het is dus belangrijk een goede voorbereiding en gestructureerd opnameproces te doorlopen, om zo het beste resultaat met de minste problemen te creëren.

2.2 Pre-Production

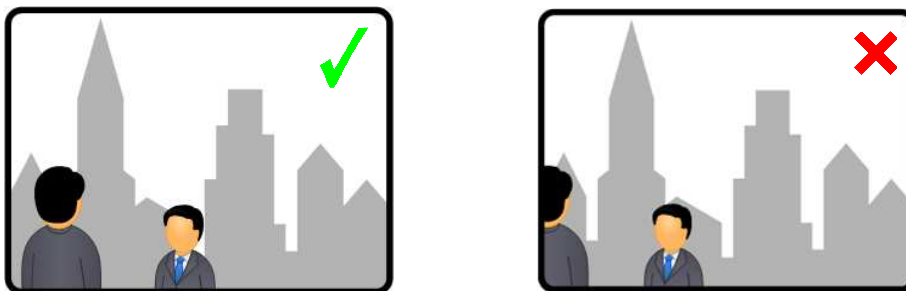
Voor er begonnen kan worden met het schieten van beeldmateriaal, zal er een duidelijke richtlijn bepaald moeten worden voor het verloop van de registratie. Bij het creëren van een televisie programma of film is er daarom een script aanwezig. Hierin staat hoe de registratie en het programma zal verlopen. Bij het filmen van stereoscopisch materiaal zal dit script er ook moeten zijn, maar er worden hier nog een aantal aspecten aan toegevoegd, die specifiek voor het filmen van stereoscopische beelden.

Om er voor te zorgen dat het filmen van stereoscopisch materiaal goed verloopt, moet er van tevoren rekening worden gehouden met het volume en de diepte waarin gewerkt wordt. Het bioscoop scherm of de televisie is niet langer een vlak waarop het materiaal geprojecteerd gaat worden, maar meer een raamwerk naar de ruimte toe waarin zich het beeld afspeelt. In het script zal er rekening gehouden moeten worden met de plaatsing van de objecten in deze ruimte. Daarnaast moet er rekening worden gehouden met het maken van bepaalde shots. Veel gestandaardiseerde shots in 2D film, zijn niet toepasbaar bij het maken van 3D beeldmateriaal. Een veelgebruikte toepassing bij registratie is het maken van close-up shots waarbij het hoofd van de acteur het volledige scherm vult, of hier zelfs buiten gaat. Dit is niet goed toepasbaar bij het maken van stereoscopisch materiaal wat vóór het scherm wordt geplaatst. De randen van het scherm zorgen er namelijk voor dat men de 3D perceptie verliest, dit zijn “Stereoscopic Window Violations”.



Figuur 9. *Stereoscopic Window Violation - close-up.*

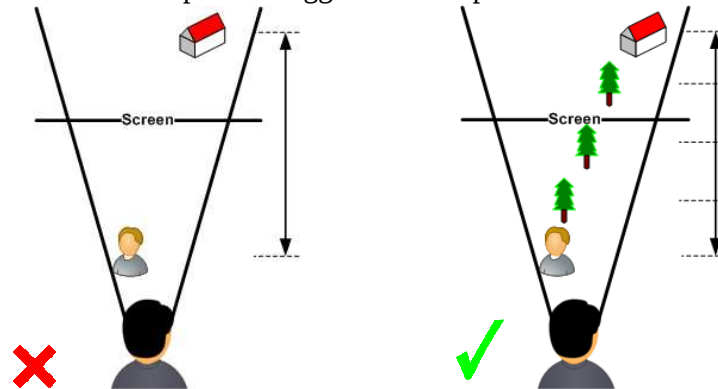
Als er namelijk daadwerkelijk een persoon voor de rand van het scherm zou komen te staan, zou de rand van het scherm niet meer te zien moeten zijn. In het geval van een stereoscopisch beeld verdwijnt de persoon achter de rand van het scherm en houdt het beeld op. Hierdoor realiseren de hersenen zich, dat de persoon niet voor het scherm kan staan en verdwijnt het stereoscopische effect bij de randen. De meest simpele oplossing is door deze persoon achter het scherm te plaatsen. Hierdoor is het veel logischer dat deze verdwijnt achter de rand, de rand staat immers voor het object. Maar bij sommige shots zal het gewenst zijn een persoon of object voor het scherm te plaatsen. Daardoor zal er altijd een gebied om dit object zichtbaar moeten blijven, zodat het stereoscopische effect niet verloren gaat. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor een over-the-shoulder shot, waarbij de acteur die over de schouder wordt gefilmd vaak voor de helft achter het scherm verdwijnt. Ook hier geldt dat het stereoscopische effect verloren zal gaan als deze acteur voor het scherm geplaatst wordt. Hier zal de acteur dus ook volledig in beeld gebracht moeten worden zodat er meer ruimte om deze persoon ontstaat.



Figuur 10. *Stereoscopic Window Violation - over-the-shoulder.*

Hieruit is te concluderen dat het verstandig is om met een veiligheidskader rekening te houden binnen een 3D beeld, om zo het verlies van het stereoscopische effect zo klein mogelijk te houden. Naast alleen de acteur is ook de overige invulling van het shot erg belangrijk. Buiten de acteurs moet ook de compositie van het shot aan een aantal voorwaarden voldoen, om zo een goed stereoscopisch effect te creëren. Een erg rommelige en volle compositie is hier een goed voorbeeld van. Rommelige composities kunnen binnen tweedimensionale film een ongemakkelijk en verwarrend gevoel meegeven aan de kijker, daarom wordt een compositie hier vaak wat meer ruimtelijk en kaler gemaakt. In 3D werkt dit precies tegenovergesteld. Een rommelige compositie in 3D kan namelijk een extra sterk stereoscopisch effect en meer diepte genereren. Gladde en kale composities in 3D verminderen de perceptie van diepte juist. Het kan daarom in het voordeel werken om de overige invulling van het shot een wat onregelmatig of rommelig patroon te geven, zodat er meer perceptie van diepte ontstaat. Maar objecten in de achtergrond mogen ook weer niet te ver verwijderd zijn van objecten in de voorgrond. Als de ruimte hiertussen te groot is, zal het voor de kijker lastig zijn het object voor het scherm goed te plaatsen in het 3D spectrum. Het is beter om hier een geleidelijke lijn in te maken door bijvoorbeeld iets vanuit het scherm naar de

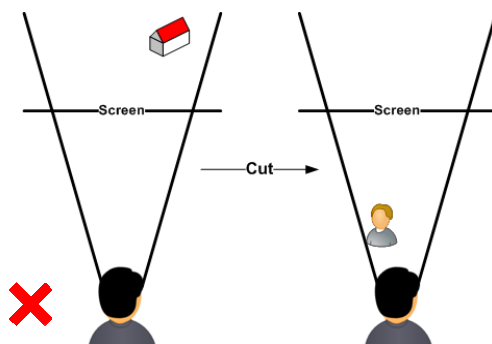
kijker toe te bewegen. Het is ook mogelijk om de opbouw van het schot aan te passen, waarbij de objecten in het shot dichters op elkaar liggen in de diepte.



Figuur 11. Objectplaatsing in 3D.

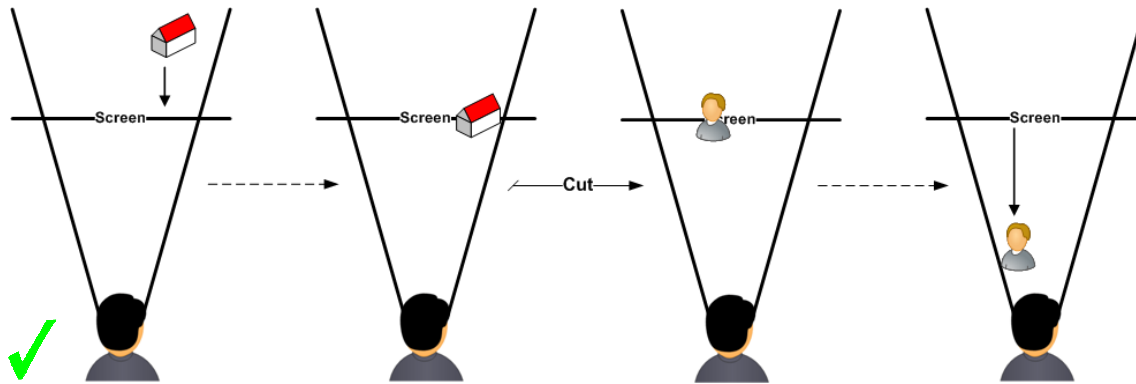
Een derde mogelijkheid is een object te gebruiken wat vanuit het scherm naar de kijker reikt, zoals een arm of zwaard. Dit alles bepaald hoe goed het stereoscopische effect door de kijker ervaren zal worden.

Bij het zien van diepte in de 3D beelden, wordt het schatten van de grootte van een object veel preciezer. Dit komt doordat het zien van diepte aangeeft hoe ver een object precies van de kijker verwijderd staat. Als er bijvoorbeeld een vliegtuigje achter het scherm staat en het hele scherm vult zal dit meer op de grootte van een jumbojet lijken dan op een klein vliegtuig. Dit effect heet “Gigantism”, het object lijkt namelijk groter te zijn dan dat het in werkelijkheid zou moeten voorstellen. Als ditzelfde vliegtuig echter ver voor het scherm zou liggen, lijkt het meer ter grootte van een modelvliegtuigje. De plaatsing en afstand tot objecten is in stereoscopie daarom erg belangrijk voor het bepalen van de grootte. Maar teveel wisselen in deze plaatsing werkt echter tegen. In het beeldmateriaal zullen natuurlijk directe overgangen gemaakt naar volgende scènes. Als hier een directe overgang gemaakt zou worden tussen een object wat ver achter het scherm staan en een object wat in de volgende scene ver voor het scherm staat, is het voor de kijker lastig om direct deze grote overschakeling te maken.



Figuur 12. Slechte overgang in 3D.

Dit kan een onprettig effect creëren doordat de spieren van de ogen extreem moeten aantrekken. Het is beter om dergelijke overgangen zo veel mogelijk te vermijden. Als het echter echt niet anders kan, is het mogelijk om voor de overgang het object naar het scherm toe te brengen. Hierna kan de overgang gemaakt worden naar een nieuwe scène, waarbij het volgende object ook ter hoogte van het scherm is geplaatst. Vervolgens kan dit object weer op de juiste plek gezet worden in het scherm. Een dergelijke overgang zal voor de kijker een stuk prettiger zijn.



Figuur 13. Juiste overgang in 3D.

2.3 Production

Voor het registreren van stereoscopisch materiaal, zijn er 2 bronnen nodig. Eén voor het rechter oog en één voor het linker oog. Dit wordt normaalgesproken gedaan door middel van twee camera's gemonteerd in een Stereoscopic Camera Rig. Dit is een systeem waarop de twee camera's geplaatst kunnen worden en het mogelijk maakt om stereoscopische beelden te filmen. Voor het creëren van een bepaald stereoscopisch effect in een scène zijn er bepaalde instellingen mogelijk van de camera's en de stereoscopic rig. Deze instelling hangen nauw samen met de apparatuur die gebruikt wordt en waar het geregistreerde materiaal uiteindelijk voor bedoeld is. Voor het bepalen van het 3D effect in een scène zijn er een aantal belangrijke onderdelen waar aan gedacht moet worden.

2.3.1 Maximum Positive Parallax

In stereoscopie draait eigenlijk alles om parallax.

Parallax is de positie van een object dat verandert ten opzichte van een ander object, als het van verschillende punten wordt bekeken. In stereoscopie bepaald dit de plaats van een object in het stereoscopische gebied.

De maximum positive parallax is het maximale punt waar een object achter het scherm kan staan in het stereoscopisch gebied. Als hier aan voorbij wordt gegaan, gaan de twee beelden zo ver uit elkaar staan dat het moeilijk en zwaar wordt om hiernaar te kijken. Daarnaast vervalt het diepte effect doordat er weer 2 losse beelden te zien zullen zijn.

2.3.2 Maximum Negative Parallax

De maximum negative parallax is het maximale punt waar een object voor het scherm kan staan in het stereoscopisch gebied. Als hier aan voorbij wordt gegaan, vervalt ook hier het diepte effect, doordat de twee beelden te ver uit elkaar gaan staan. Zowel de maximum negative parallax als de maximum positive parallax worden bepaald door middel van de Interaxial Distance en de Convergence afstelling van de stereoscopic rig.

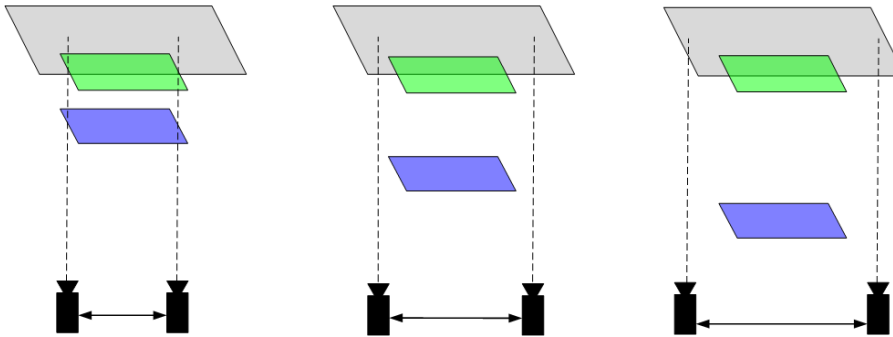
2.3.3 Depth Bracket

De Depth Bracket is het totale stereoscopische gebied. Deze loopt van de maximum positive parallax tot de maximum negative parallax.

Als er buiten dit gebied wordt gegaan zal het stereoscopische effect onprettig zijn om naar te kijken en kan deze verdwijnen, doordat de twee beelden te ver uit elkaar gaan staan.

2.3.4 Interaxial Distance

De interaxial distance is de horizontale afstand tussen de twee cameralenzen, ofwel de horizontale parallax. Dit simuleert de afstand tussen de twee ogen, de 6,5 centimeter, maar kan ook groter of kleiner worden gemaakt. Interaxial Distance is de belangrijkste parameter bij het schieten van stereoscopische beelden. Dit bepaalt namelijk de sterkte van het 3D effect. Hiermee kan afgesteld worden hoe groot de Depth Bracket is. Als de camera's verder uit elkaar gaan, zal de Depth Bracket groter worden en zullen de voorste objecten dichterbij de kijker komen.

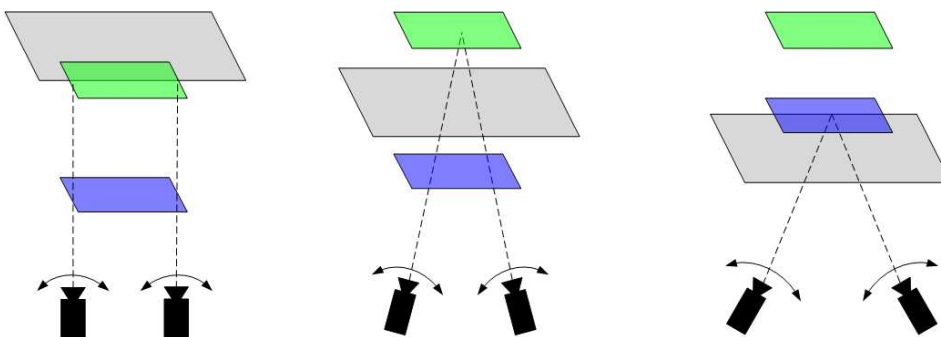


Figuur 14. Interaxial Distance.

Dit kan echter niet te ver en hangt nauw samen met de Convergence, want onze ogen kunnen immers niet verder naar buiten draaien dan parallel. Als de camera's dichterbij elkaar gaan staan zal dit veld kleiner worden en zal het voorste object en het maximum negative parallax punt dichterbij het scherm gaan staan. Interaxial Distance en Interocular Distance worden vaak door elkaar gebruikt voor het beschrijven van deze parameter, maar eigenlijk beschrijft de Interocular Distance alleen de afstand tussen de twee ogen en betekent Interaxial Distance de afstand tussen de twee camera's.

2.3.5 Convergence

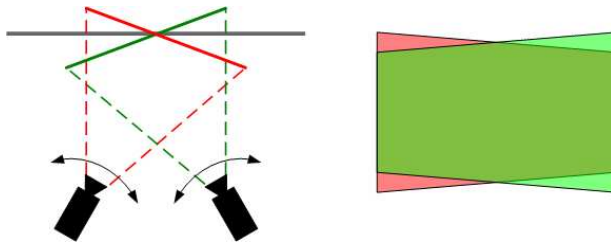
De Convergence beschrijft hoe ver de lenzen van de camera's over de horizontale as naar elkaar toe zijn gedraaid. Er ontstaat zo een brandpunt tussen de twee camera's. Dit simuleert de draaiing van de ogen als naar een punt dicht bij het hoofd gekeken wordt. Hierbij zullen de ogen naar elkaar toe gaan staan om zich op het punt te richten.



Figuur 15. Convergence.

De Convergence bepaalt waar de Depth Bracket zich bevindt ten opzichte van het scherm. Als de twee camera's parallel naast elkaar staan zal de hele Depth Bracket voor het scherm komen te staan. Daarnaast zal de maximum positve parallax op oneindig komen te liggen, doordat er geen brandpunt van de twee camera's aanwezig is. Zodra de camera's naar elkaar toe gedraaid worden,

zal de gehele Depth Bracket dieper komen te liggen in het scherm. Hierdoor zal de positive parallax achter het scherm kunnen staan en de negative parallax voor het scherm. Bij zware Convergence zal de gehele Depth Bracket achter het scherm komen te liggen. Een bijkomend probleem met de convergence is Keystoning. Doordat de twee camera's naar binnen zijn gedraaid, worden de twee kijkvlakken van de camera's schuin op de scène geplaatst. Dit zorgt ervoor dat het linker materiaal aan de linker kant korter is en het rechter materiaal aan de rechterkant korter is. De twee beelden staan namelijk haaks op elkaar, waardoor de rechtse camera een punt of object aan de zijkant van het beeld op een heel andere plek in de diepte zal zien dan de linker camera.



Figuur 16. Keystoning.

Uiteindelijk staat dit punt op twee verschillende plekken in het 3D beeld en zal deze naar de kijker toekomen. Doordat dit aan allebei de zijden van het beeld gebeurt zal er een bolling ontstaan in het beeld. Een oplossing is om de scene alleen parallel te schieten en vervolgens in de Post-production de convergence aan te passen. Het is echter vaak ook mogelijk het Keystoning effect te repareren in de postproduction als er toch met Convergence gefilmd wordt.

2.3.6 Stereoscopic Calculator

Het afstellen van de Interaxial Distance en de Convergence van de camera's aan de hand van het gewenste stereoscopische effect is erg lastig. Dit hangt namelijk nauw samen met aantal verschillende parameters. Er moet namelijk rekening worden gehouden met:

- De grootte van de camera sensor
- De Focal length van de lens
- De Field of View van de lens
- De grootte van het scherm waarop het materiaal geprojecteerd gaat worden
- De afstand van de camera tot het voorste object (maximum negative parallax)
- De afstand van de camera tot het achterste object (maximum positive parallax)

Het zelf uitrekenen van de juiste Interaxial Distance en de Convergence wordt hierdoor aardig ingewikkeld. Er zijn hiervoor software Calculators beschikbaar om de juiste afstelling te berekenen door al deze gegevens in te vullen.

2.3.7 Convergence of Parallel

Er is veel discussie gaande of een 3D registratie met Convergence of parallel gefilmd moet worden. Zo is al eerder genoemd dat een opname met Convergence Keystoning kan veroorzaken. Maar er bestaat nog een ander belangrijk probleem. Doordat de camera's naar elkaar toe zijn gedraaid zullen objecten op de maximum positive parallax platter lijken en objecten op de maximum negative parallax langwerpig worden. Als er echter parallel wordt geschoten met de camera's zal dit probleem niet voorkomen. Hier wordt namelijk de maximum positive parallax in het oneindige gelegd. Daardoor blijven de objecten altijd hun vorm behouden, ongeacht van de plek waar deze staan. Alleen zal wel de Convergence in de postproduction aangepast moeten worden, om ervoor te zorgen dat er ook objecten achter het beeld komen te staan. Dit kan alleen erg veel tijd gaan kosten, aangezien deze per shot een andere afstelling nodig kan hebben. Bij aanpassen van de Convergence in de postproduction blijft de vorm van objecten wel intact doordat het bronmateriaal al vastligt. In

theorie zal parallel een beter resultaat geven, doordat de objecten hun vorm behouden. In de praktijk blijkt echter dat het gebruik van Convergence een rustiger beeld genereert voor de kijker. Doordat de achtergrond van het shot platter wordt, hebben de hersens minder moeite om het beeld goed te interpreteren.

Beide methoden hebben zo hun voor en nadelen. De keus voor het parallel of met Convergence filmen van een scène, zal bij de regisseur en de stereographer liggen.

2.3.8 De Camera afstellen

Er zijn veel specifieke onderdelen waarmee rekening gehouden moet worden bij het bepalen van het stereoscopische effect. Maar ook specifieke afstellingen van de camera's zelf zijn belangrijk. Stereoscopische beelden worden op dit moment meestal in Progressive Full HD (1080p) opgenomen. Het kiezen voor een progressive opname methoden komt door het interlaced 3D output formaat. Bij interlaced worden de beeldlijnen in twee delen weggeschreven op het scherm. Hier wordt ook gebruik van gemaakt bij dit 3D formaat. Interlaced schrijft namelijk eerst de even beeldlijnen weg op het scherm en daarna de oneven beeldlijnen. Deze methode wordt ook door de Xpol techniek toegepast bij Polarisatieschermen voor het weergeven van 3D. Door bij de even lijnen het eerste beeld weg te schrijven en bij de oneven lijnen het tweede beeld, geeft dit het stereoscopische effect weer via het scherm. Als het bronmateriaal interlaced zou zijn, zal er maar één van de twee camerabeelden op het scherm worden weergegeven. Dit komt doordat het eerste beeld door het interlaced formaat al verdeeld wordt over zowel de even als de oneven lijnen op het scherm. Hierdoor is er voor het tweede beeld geen ruimte meer om weggeschreven te worden. Zo zal alleen het linker beeld zichtbaar zijn op het scherm en wordt er geen stereoscopisch beeld weergegeven.

Hiernaast is de keus in lenzen ook erg belangrijk bij het schieten van 3D. De lenzen zullen in ieder geval in focus en diafragma afstelling gelijk aan elkaar gezet moeten worden, zodat de twee camerabeelden zo gelijk mogelijk zijn. Bij professionele lenzen wordt dit gemotoriseerd gedaan via dezelfde externe motor, maar bij bijvoorbeeld Broadcast lenzen wordt dit gedaan op de lenzen zelf. Hierdoor zal het meer werk kosten om deze aan elkaar gelijk te leggen. De Focal Length van statische lenzen is ook een belangrijk aandachtspunt, omdat dit gekoppeld is aan de afstand tot het te filmen object. Het veranderen van de Focal Length betekend ook een verandering in het stereoscopische effect. Door het gebruik van de grote Focal Length bij 3D zal de daadwerkelijke afstand van de camera tot het object groter moeten worden om het object scherp in beeld te kunnen krijgen. Maar het object zal door het gebruik van deze lens toch dicht bij de camera lijken te staan. Dit kan een bijeffect met zich meebrengen in 3D. Door het gebruik van een grote focal length kan er bij objecten Cardboarding ontstaan. Door de grotere afstand tot het object zullen deze in de scène volume verliezen. Hierdoor lijkt het net alsof er naar uitgeknipte stukken karton wordt gekeken binnen het 3D beeld. Het is daarom verstandiger om brede lenzen te gebruiken met een kleine Focal Length en dicht bij het object te gaan staan dat gefilmd wordt. Vaak worden er bij het schieten van stereoscopisch materiaal zoomlenzen in plaats van statische lenzen gebruikt. De reden hiervoor is dat het vervangen van lenzen in een stereoscopische Rig erg lastig kan zijn. Daarbij zal er na het wisselen ook weer een volledige callibratie gedaan moeten worden, wat erg veel tijd kost. Bij zoomlenzen vind er een vergroting plaats zodra er aan de zoom ring gedraaid wordt. Hoe meer er aan de ring gedraaid wordt, hoe groter of kleiner het beeld. Deze progressie is echter niet lineair in een zoomlens en het probleem is dan ook dat geen enkele lens hetzelfde is. Dit komt doordat deze lenzen mechanisch geproduceerd worden. Bij het schieten van 3D is dit een groot probleem, omdat er gebruik wordt gemaakt van twee lenzen tegelijk. Door een verschil in zoom progressie is de vergroting van het beeld bij de lenzen niet gelijk en zal het ene beeld bij het zoomen kleiner kunnen zijn dan het andere beeld. Dit zorgt er onder andere voor dat de objecten in de beelden verticaal ongelijk gaan staan. Zodra de twee beelden bij 3D verticaal niet gelijk zijn, wordt dit erg

ongemakkelijk voor de kijker en kan er hoofdpijn ontstaan. Het is dus erg belangrijk om de beelden verticaal perfect gelijk te leggen, of via de stereoscopic rig of later in de montage.

De verticale gelijkheid van de twee beelden is bij 3D het meest gevoelige punt waardoor er een ongemakkelijk beeld en hoofdpijn kan ontstaan bij de kijker. Dit komt doordat de ogen verticaal niet in tegengestelde richting kunnen draaien.

Bij het filmen in 2D wordt er vaak gebruik gemaakt van een kleine scherpte diepte. Dit zorgt ervoor dat de achtergrond of voorgrond van de scène uit focus ligt en dit geeft in 2D een idee van diepte. Ook geeft dit een duidelijk punt weer waar de aandacht van de kijker op zou moeten liggen. In 3D wordt er echter vaak gebruik gemaakt van een zo groot mogelijke scherpte diepte. Een kleine scherpte diepte is vaak minder goed toe te passen, omdat dit de kijker niet meer mogelijk maakt de hele scène tot zich te nemen.

Daarnaast wordt de perceptie van diepte veel minder als bijvoorbeeld de achtergrond uit focus zou liggen. Door de achtergrond uit focus te leggen kan deze er egaal uit gaan zien. Egale vlakken zullen er in 3D erg plat uit zien, omdat hierin bijna geen structuur aanwezig is. Hierdoor wordt het voor de kijker moeilijk om de diepte te bepalen. Het uit focus zetten van de voorgrond is helemaal een scenario die niet logisch is in 3D. In het dagelijkse leven is dit namelijk ook geen veel voorkomende situatie. Daarnaast zal de kijker in 3D de neiging hebben om juist te letten op iets dat in de voorgrond plaatsvindt dan op de achtergrond. Als men naar objecten in de voorgrond gaat kijken die niet in focus liggen kan dit een erg onprettig effect geven of zelfs hoofdpijn veroorzaken. Het beste is om deze objecten in focus te leggen of ze weg te halen uit het shot.

Naast al deze afstellingen, zal het materiaal opgenomen moeten worden. Het opnemen van het materiaal zal synchroon tussen de camera's moeten gebeuren, zodat er in de postproduction geen complicaties ontstaan met het gelijkleggen van de beelden. Als het opnemen in de 2 camera's zelf worden gedaan, is het synchroon opnemen mogelijk door middel van een genlock. Deze zorgt ervoor dat de twee camera's op het zelfde moment hun beeld doorgeven vanaf de CCD chip naar het opnamemedium. Hierdoor zullen de frames van de camera's gelijk aan elkaar opgaan. Zo kan het niet gebeuren dat er minder dan een frame verschil tussen de twee beelden ontstaat.

Veelal worden er bij meer-camera en studio projecten Dual-Stream recorders gebruikt voor de opname, hiermee is het mogelijk twee signalen tegelijk op te nemen. Dit kan een groot voordeel opleveren bij het schieten van stereoscopisch materiaal. De beelden worden hierdoor simultaan opgenomen binnen één recorder. Zo zijn de beelden makkelijk synchroon te leggen en is er geen kans op verloop mogelijk. Helaas zijn deze Recorders erg duur. Bij het gebruik van meer dan twee camera's in een live of studio situatie zijn deze kosten nog goed te overzien, maar op een kleine schaal met bijvoorbeeld maar één stereoscopic rig zijn deze kosten toch erg hoog. Dit zal dus op kleine schaal geen ideale oplossing zijn. Normaal zou een genlock of een Dual-Stream recorder er voor moeten zorgen dat de beelden synchroon lopen. Mocht het toch zo zijn dat de beelden niet synchroon liggen, is het bij testopnames gebleken dat het handig is om een Slate met frameteller te gebruiken. De klap van de Slate of de teller zijn een mooi referentiepunt om beide beelden gelijk te kunnen leggen in de postproduction. Vaak zal het synchroon leggen van de beelden goed gaan bij de opname. Een Slate zou alleen een extra referentie punt voor het synchroon leggen van de beelden kunnen zijn.

2.3.9 Bewegingen in het beeld

Camera bewegingen bij een stereoscopische registratie zijn vaak lastig te realiseren. Bij bewegende shots wordt er standaard vaak een dolly, rails of Steadicam gebruikt.

Het gebruik van een steadicam is bij stereoscopische opnamen erg lastig. De meeste Stereoscopic rigs zijn namelijk erg groot en zwaar. Hierdoor wordt het lastig om deze via een steadicam te bedienen. Er zijn echter wel kleinere stereoscopic rigs beschikbaar die speciaal gemaakt zijn voor steadicam gebruik.

Een ander probleem bij bewegende camera shots is het juist afstellen van de Convergence en Interaxial Distance. Het dynamisch aanpassen van de Interaxial Distance kan eerder een ongewenst effect geven in bewegende shots. Daarnaast is het aanpassen van de Convergence vaak wenselijk om de Depth Bracket ten opzichte van het scherm op dezelfde plek te houden. Dit is beter te volgen door de kijker. Als er namelijk met de camera naar een object wordt toegegaan of er bijvoorbeeld wordt ingezoomd, zal de scène verder naar het scherm toekomen. De plaats van de Depth Bracket is via de Convergence aan te passen en kan zo op zijn plek blijven staan. Deze afstelling zal dynamisch gedaan moeten worden tijdens het filmen van de scène. Bij het gebruik van een Steadicam kan het lastig zijn de bewegingen te volgen. De cameraman kan hier namelijk vrij mee bewegen en dit zal gevolgd moeten worden met de afstellingen. Bij het gebruik van een dolly of rail gaat het dynamisch afstellen een stuk makkelijker, omdat de stereoscopic rig hier vaststaat op een rijdend plateau. Zo kan de beweging van de rig makkelijk gevolgd worden. Dit zal echter niet te snel moeten gebeuren.

Bij het snel bewegen van de camera's kan er nog een extra effect optreden, namelijk Motion Blur. Motion Blur kan er bij 3D voor zorgen dat de achtergrond van het shot vaag wordt. Dit kan, net als bij het uit focus probleem, ervoor zorgen dat de achtergrond er uit gaat zien als een egaal vlak, waardoor er minder diepte ontstaat.

Zoals al eerder genoemd worden er bij stereoscopic rig vaak zoomlenzen op de camera's geplaatst en hebben deze niet dezelfde zoom progressie. Het is daarom erg lastig om dynamische zoomshots te maken met een stereoscopic rig. De twee beelden zullen hierdoor vooral verticaal uit elkaar gaan lopen, doordat het beeld van de ene camera kleiner is dan het andere. Hierdoor kan er vervolgens een ongemakkelijke kijkervaring en hoofdpijn ontstaan bij de kijker. Het is ook niet erg makkelijk deze fout bij te stellen op de set, doordat de twee lenzen tegelijk bediend worden. Het is dus beter om alleen shots met een vaste Focal Length te gebruiken en alleen te zoomen tussen de shots.

2.3.10 Licht gebruik

Bij de registratie van 3D is het vaak van belang om erg veel licht te gebruiken. Dit is nodig omdat er vaak een oneindige focus gebruikt wordt, om de hele scène scherp in beeld te krijgen. Hierdoor is alles van de voorgrond tot de achtergrond in focus en zal dit ook belicht moeten worden. Anders zouden er namelijk schaduwen kunnen ontstaan in de scène. Schaduwen zijn niet wenselijk bij 3D, omdat deze in 2D getoond zullen worden. Dit kan een slechte indruk van de diepte geven bij de kijker. Het is wel van belang dat licht niet rechtstreeks in de cameralenzen valt. Zo kunnen er bijvoorbeeld lens flares ontstaan. Vaak worden deze gebruikt om een extra effect mee te geven aan het beeld, maar doordat deze lens flare door een combinatie van de lichtbron en de cameralens gegenereerd wordt, zal de plek van deze lens flare bij beide beelden verschillend zijn. Dit komt doordat het licht niet op dezelfde manier in de twee lenzen zal vallen. Deze staan namelijk beide op een andere plek. Dit kan vervolgens voor een erg ongemakkelijk beeld zorgen. Het is daarom beter de camera's bij 3D nooit direct tegenover een lichtbron te plaatsen.

Een ander belangrijk punt is anders uitlichten van bepaalde plekken in de scene. Punten voor en achter in het scherm zullen zacht belicht moeten worden anders kan er namelijk "Ghosting" ontstaan. Doordat de 3D systemen niet perfect zijn kan er overloop van licht van het ene naar het andere oog plaatsvinden. Door het overlopen van het licht ontstaat er een soort transparante kopie van het object wat met "Ghosts" noemt. Dit geeft een ongewenst effect en kan storend werken bij de kijker. Ghosts zijn in de postproduction echter vaak nog weg te werken.

2.3.11 Kalibreren

Al deze voorwaarden en af te stellen parameters zorgen ervoor dat de voorbereidingen van de opname erg veel tijd gaat kosten. Vooral het afstellen van de camera's en de stereoscopic rig voor productie nemen erg veel tijd in beslag. Dit vergt namelijk veel precisie werk en het kan zeker een paar uur duren voordat er daadwerkelijk begonnen kan worden met het schieten van scènes. Het is

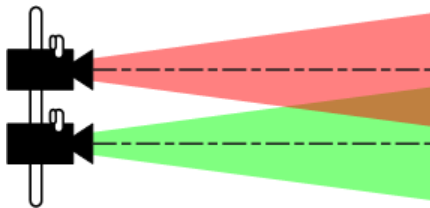
echter ook erg afhankelijk van de stereoscopische registratiemethode die gebruikt wordt. Er zijn verschillende mogelijkheden voor het registreren van stereoscopische beelden en deze kunnen erg verschillen in flexibiliteit en afstelling.

2.4 3D Stereoscopic Rigs

In de loop der tijd zijn er voor het schieten van 3D materiaal een aantal zogenaamde stereoscopic rigs ontworpen. Een stereoscopic rig is een montagesysteem om het mogelijk te maken met twee camera's stereoscopisch materiaal te schieten. Het mooiste is om deze camera's zo dicht mogelijk bij elkaar te krijgen, zodat de gemiddelde oogafstand van 6,5 centimeter is na te bootsen. Daarnaast moeten de twee camera's tegelijk kunnen zoomen, scherpstellen en afgesteld worden.

2.4.1 Side – by – Side

De Side-by-Side rig is de meest simpele onder de stereoscopic rigs. Deze bestaat eigenlijk alleen uit een simpele rail met twee montagepunten voor de camera's. Op de Side-by-Side rig is het veelal alleen mogelijk de twee camera's parallel naast elkaar te plaatsen.



Figuur 17. Side-by-Side Rig. Bovenaanzicht.

Door het parallel plaatsen van de camera's, zal het geschoten beeld in 3D altijd voor het scherm komen te staan. Op Side-by-Side rigs is het niet goed mogelijk om closeup shots te nemen, aangezien de Convergence hier niet aan te passen is. Grote camera's kunnen niet dicht genoeg naast elkaar geplaatst worden om de afstand tussen de twee lenzen 6,5 centimeter of kleiner te maken. De beelden zullen bij een closeup met grote camera's daarom vaak te ver uit elkaar staan.

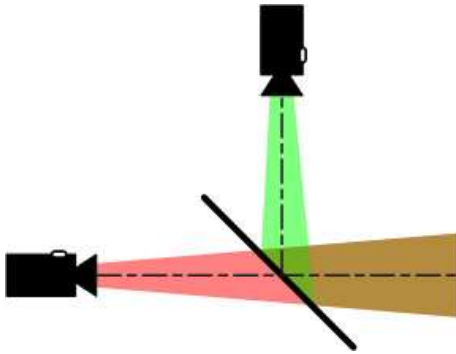
Het afstellen van de camera's en de rig gaat vrij gemakkelijk, omdat de rig open is en de camera's daardoor goed bereikbaar zijn. Erg veel tijd voor het afstellen van de rig is dus niet nodig. Door de goede bereikbaarheid van de camera's is het op een Side-by-Side rig ook goed mogelijk de lenzen van de camera's snel te vervangen. De rig is echter wel vrij klein waardoor het plaatsen van grote camera's vaak niet mogelijk is en er kleine camera's met vaste lenzen gebruikt worden.

Het dynamisch afstellen van deze rig is erg lastig. Hiervoor zijn wel motoren met bediening beschikbaar, maar dit maakt de rig een stuk duurder. Ook wordt door de afwezigheid van de Convergence het dynamisch afstellen van deze rig eigenlijk overbodig.

Side-by-Side rigs zijn een goede goedkope oplossing voor simpele stereoscopische opnamen. Bij professionele producties zijn deze echter niet echt goed inzetbaar, omdat het plaatsen van grote camera's op een dergelijke rig niet mogelijk is. Daarnaast blijft de afstand tussen de camera's vrij groot, omdat deze afhankelijk is van de breedte van de camera's. Deze rigs zijn wel erg handig voor shots van afstand, omdat het wel goed mogelijk is de camera's erg ver uit elkaar te zetten.

2.4.2 Mirror-Rig

De Mirror-rig, ook wel Beam-Splitter Rig genoemd, is op dit moment het meest gebruikte systeem voor het registreren van stereoscopisch materiaal. De Mirror-rig bestaat uit een Half-Mirror welke in een behuizing staat onder een hoek van 45 graden.



Figuur 18. Mirror/Beam-splitter rig. Zij aanzicht.

Daarnaast zijn er twee camera montagepunten beschikbaar. De eerste camera wordt achter de spiegel geplaatst en de tweede camera wordt onder een hoek van 90 graden op de Mirror-rig gemonteerd. Doordat er gebruik wordt gemaakt van een Half-Mirror, reflecteert deze alleen via de voorzijde. Hierdoor kan de eerste camera het beeld door de spiegel heen zien en zal de tweede camera alleen de reflectie van de spiegel registreren. Door het gebruik van deze spiegel zijn de camera's veel dichter bij elkaar te zetten. Deze kunnen elkaar namelijk nooit raken omdat ze beide op een andere plek gemonteerd zijn. Zo is de afstand van 6,5 centimeter tussen de lenzen gemakkelijk te realiseren bij grote camera's en zijn zelfs kleinere afstanden mogelijk. Dit geeft veel meer vrijheid bij het filmen van de stereoscopische beelden. Ook is bij een Mirror-rig de Convergence van de twee camera's nauwkeurig af te stellen. Een nadeel zou echter wel kunnen zijn dat de Field of View van de gebruikte camera's zo groot is, dat de randen van de spiegelbehuizing in zit in de hoeken van het camerabeeld te zien zijn. De Mirror-rigs zijn op te splitsen in twee types.

2.4.3 Standaard model

De standaard Mirror-rig bestaat uit een montagesysteem voor twee camera's en een Half-Mirror op 45 graden geplaatst in een behuizing. Afhankelijk van de rig kan de tweede camera boven of onder de rig gemonteerd worden. Bij de meeste rigs staat de tweede camera bovenaan en wijst naar onder, maar er zijn ook rigs waar de camera onderaan geplaatst wordt en naar boven wijst. Bij het plaatsen van een camera onder de rig is de spiegel ook naar onder gericht. Dit zorgt voor een mindere verzameling van stof en minder ongewenst licht dat op de spiegel kan vallen. De spiegel zal goed schoon en stofvrij gehouden moeten worden, omdat er anders rare vlekken in het beeld te zien zullen zijn. Doordat deze vlekken op de spiegel liggen, komen ze voor het scherm te staan en zijn ze overduidelijk aanwezig in het beeld. Dit kan voor een onprettig effect zorgen bij de kijker. Ook regen is hierdoor een groot probleem. Als er regendruppels op de spiegel komen zal dit ook een vertekend en onprettig beeld geven.

Door de bouw van de spiegel zal deze de lichtintensiteit van het beeld erg afnemen. Hier zal rekening mee gehouden moeten worden bij het bepalen van de shots, de afstelling van de camera's en de plaatsing van het licht. De vermindering in licht ontstaat doordat de Half-Mirror een polariserend effect meegeeft. Naast een vermindering van de lichtinval zorgt deze polarisatie er ook voor dat er maar op één camera reflecties te zien zullen zijn op bijvoorbeeld water of glas. Het is goed om hier rekening mee te houden bij het plaatsen van de Mirror-rig en de belichting.

Op de Mirror-rig zijn een aantal afstellingen mogelijk. Zo zijn er mogelijkheden voor het afstellen van de Interaxial Distance, ofwel de afstand tussen de twee camera's. Maar hiernaast is het op een Mirror-rig ook mogelijk de Convergence af te stellen. Dit zorgt er voor dat de camera's naar elkaar toe draaien waardoor er zelfs close-ups gemaakt kunnen worden. Het afstellen van de Interaxial

Distance en de Convergence wordt standaard handmatig gedaan via twee draaiwielen, maar het is ook mogelijk deze handelingen te motoriseren. Zo hoeft deze afstelling niet meer aan de Mirror-rig zelf gedaan te worden. Deze afstellingen zijn nu mogelijk via een afstandsbediening.

Naast de afstellingen voor het stereoscopische effect zullen de camera's ook goed uitgelijnd moeten worden, zodat de twee camerabeelden alleen nog horizontaal van elkaar verschillen. Dit is erg belangrijk, omdat het 3D beeld anders een onprettig effect zal geven. De uitlijning wordt gedaan met de camera die door de spiegel heen wijst. De andere camera staat vast en dient als referentie. Het is bij deze uitlijning, of callibratie, mogelijk de hoogte van de camera af te stellen en deze zowel verticaal als horizontaal te kantelen via draaiwielen. Dit is nodig om de camerabeelden verticaal goed te kunnen leggen. Het is vaak ook mogelijk de camera wat dichter of verder van de spiegel af te zetten. Hiermee kan het beeld iets kleiner of groter gemaakt worden als deze bij twee camerabeelden niet hetzelfde is.

Deze afstellingen worden bij normale Mirror-rigs handmatig gedaan en kosten vaak veel tijd.

Doordat de lenzen van de camera's in de behuizing van de spiegel vallen is het lastig om deze snel te vervangen. Vaak worden er om daarom zoomlenzen in plaats van statische lenzen gebruikt, zodat het vervangen van lenzen niet direct nodig is. Er zijn echter ook Mirror-rigs beschikbaar waarbij de callibratie mogelijk is door het afstellen van de spiegel. Daarbij staan de camera's hier op een afneembaar plateau, waardoor ze makkelijk van de rig af kunnen. Het vervangen van lenzen wordt hierdoor een stuk makkelijker. Ook omdat de callibratie zo zal blijven staan als de camera's van de rig worden verwijderd.

Zoals gezegd is de Mirror-rig op dit moment het meest gebruikte systeem voor het registreren van 3D. Er zijn namelijk erg veel specifieke instellingen mogelijk waardoor het op de set erg goed te bepalen is hoe de shots er in 3D uit gaan zien. Maar het belangrijkste is nog het gebruik van grote camera's in combinatie met deze rig. Vooral bij het gebruik van professionele of filmcamera's zal alleen een Mirror-rig toe te passen zijn voor het schieten van stereoscopische beelden.

2.4.4 Geavanceerd model

Sommige grote bedrijven die zich bezighouden met stereoscopische registratie hebben geautomatiseerde Mirror-rigs. Dit betekent dat deze rigs automatisch kunnen callibreren. Dit haalt de zorg van de lange callibratie tijd weg. Ook kunnen deze real-time afstellingen maken bij bijvoorbeeld zoomfouten. Deze rigs zijn goed voor het registreren van live events, omdat hier vaak snel gereageerd moet worden. Helaas zijn deze rigs wel erg prijzig en worden ze vaak alleen voor bijvoorbeeld film en grote producties gebruikt.

2.5 3D camera's

Naast de stereoscopic rigs zijn er ook andere ontwikkelingen gaande voor het registreren van 3D. Zo zijn er camera's die uitgerust zijn met twee lenzen en is er een idee voor een camera met één lens van Sony die 3D moet kunnen registreren.

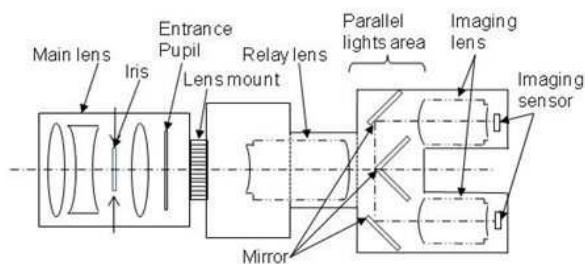
2.5.1 Dual-Lens camera

Een Dual Lens Stereoscopic camera bestaat uit één body en twee dicht op elkaar geplaatste lenzen. Een groot voordeel van een dergelijke camera is de mobiliteit. Doordat er maar één lichte camera behuizing wordt gebruikt, is het schieten vanuit de hand goed mogelijk. Daarnaast hoeft er niet veel tijd besteed te worden aan callibratie van de camera doordat de twee lenzen op een vaste plek staan. 21st Century 3D was het eerste bedrijf dat een dergelijk camera gecreëerd heeft. Dit bedrijf heeft twee Panasonic DVX-100 prosumer camera's bij elkaar gevoegd om de afstand van 6,5 centimeter tussen de twee lenzen te realiseren. Naast deze twee camera's bestaat het apparaat uit twee Apple Mac Mini's en Solid State harde schijven voor het verwerken van het beeldmateriaal. Aangezien de camera's en lenzen op een vaste plek zijn gemonteerd, is het niet mogelijk deze uit elkaar te

schuiven voor de Interaxial Distance of Convergence. Het aanpassen van de Convergence is echter wel mogelijk binnen deze camera, doordat de optische elementen in de lenzen kunnen draaien. Deze camera wordt op dit moment alleen door 21st Century 3D gebruikt. Panasonic heeft zelf een Dual Lens 3D camera ontwikkeld die beschikbaar is voor commercieel gebruik. Het materiaal wordt in Full HD AVCHD opgeslagen op twee SD kaarten, één voor het linker- en één voor het rechteroog. De camera heeft een klein formaat en is daarom erg makkelijk inzetbaar. Deze is ook vooral gespitst op mobiliteit. De camera is namelijk opgebouwd uit een Panasonic HPX170 camcorder. Dit is een prosumer model camera van Panasonic, welke een stuk kleiner is dan een professioneel model. Ook heeft de camera een automatische horizontale en verticale correctie aanboord, zodat de camera gemakkelijk 'handheld' te gebruiken is. Het afstellen van de Convergence is ook mogelijk via deze camera. Dit is simpel te doen met een extra schuifje wat overeenkomt met een standaard zoom knop. Bij deze camera is er geen callibratie nodig, wat een groot voordeel is tegenover de rigs. Maar de camera zal in eerste instantie minder goed inzetbaar zijn voor professionele doeleinden, aangezien het hier om camcorder kwaliteit gaat. Toch zou dit wel een snelle en mobiele toevoeging kunnen geven aan live of meercamera opnames en een goede keus zijn voor bijvoorbeeld camerajournalisten.

2.5.2 Single-Lens camera

Bij Sony is er een Single Lens 3D camera in ontwerp. Deze is net als de Panasonic gericht op mobiliteit, maar hier wordt er uitgegaan van een broadcast camera en geen camcorder. De camera werkt eigenlijk net als een gewone broadcast camera, maar het beeld wat in de lens komt wordt opgesplitst. Dit gebeurt door middel van spiegels. Als het beeld door de lens op de spiegels valt, wordt het beeld in de camera gesplitst en naar twee Image sensors gestuurd. Deze kunnen vervolgens ieder een eigen beeld uitsturen zodat deze opgenomen kunnen worden. Helaas is er op dit moment nog geen verdere concrete informatie over dit model. De grote vraag is of een dergelijke camera Convergence of Interaxial Distance zou kunnen afstellen, aangezien er maar één beeld wordt geregistreerd door de lens.



Figuur 19. Optical system for single lens 3D camera. (bron: zie lijst van figuren)

2.6 De Stereographer

Om een stereoscopisch beeld zo goed mogelijk te registreren is het van belang om iemand te hebben die weet hoe en wat hij moet instellen bij een 3D registratie.

Hiervoor wordt de stereographer ingezet. Deze is op de set de specialist bij het schieten van 3D. De voornaamste taak, die de stereographer heeft, is het afstellen van de stereoscopic rig. Alvorens er begonnen kan worden met de daadwerkelijke opname zullen de rig en de camera's juist afgesteld moeten worden.

De stereographer bepaalt met het bedienen van de rig hoe het beeld er in 3D uit komt te zien. Dit stelt hij af door middel van de Interaxial Distance en de Convergence. Een handig hulpmiddel bij het afstellen van deze waarden is een stereoscopic calculator, maar vaak heeft de stereographer genoeg ervaring om dit zonder extra middelen te kunnen doen. De stereographer staat bij de

opname naast de Rig om met de hand of gemotoriseerd de Interaxial Distance en de Covergence te kunnen bedienen. Daarbij is er ook een kleine monitor aanwezig voor de directe afkijk. Vaak is het handig om gebruik te maken van een 50/50 Overlayed scherm waarbij beide beelden 50% transparant zijn. Dit zorgt voor een goede indicatie van de plek van beide beelden. Ook Anaglyph wordt hier vaak voor gebruikt. Dit geeft namelijk de extra mogelijkheid om het beeld toch enigszins in 3D weer te kunnen geven op een normale broadcast monitor. Het is voor de stereographer belangrijk om de beelden tijdens het schieten zo goed mogelijk uitgelijnd te houden, zodat het beeld een goed resultaat geeft en er niet veel aanpassing meer nodig is in de postproduction. Vooral de verticale afstelling is hier van belang, want verticale ongelijkheid van de twee beelden veroorzaakt snel hoofdpijn en een ongemakkelijk beeld. Bij bewegende shots op een rail, dolly of steadycam kan de stereographer dynamisch de Convergence en de Interaxial Distance aanpassen, om het object of de acteur die gefilmd wordt op de juiste plek te houden in de Depth Bracket.

2.7 3D Processor Boxen

Om het mogelijk te maken de twee beelden direct vanaf de camera's te kunnen weergeven op een 3D monitor of in Anaglyph, zal er een tussenstap moeten plaatsvinden. Het signaal wordt namelijk vanuit de camera's via twee losse HD-SDI signalen verstuurd en deze kunnen vaak niet direct worden aangesloten op een 3D monitor. Daarnaast herkent een 3D monitor vaak niet een dubbel video signaal, maar alleen een enkel signaal met beide beelden hierin verwerkt. Dit kan gerealiseerd worden via de formaten Side-by-Side, Over-Under, Interlaced, Checkerboard of Frame-Sequential. Alleen zal niet elke monitor hetzelfde formaat aankunnen. Als er gebruik wordt gemaakt van een Mirror-rig zal ook het signaal van de tweede camera horizontaal of verticaal gespiegeld zijn.

Om de aansluiting op de monitors en het omzetten van de twee videosignalen mogelijk te maken is er een 3D processor box nodig. Dit apparaat kan via zijn software de videosignalen spiegelen en omzetten naar elk gewenst formaat en het uitsturen via een DVI of HDMI aansluiting. Maar veel 3D processor boxen hebben meer functionaliteiten aan boord dan alleen het omzetten van een videosignaal. Er zijn op dit moment een aantal verschillende 3D processor boxen op de markt met elk eigen functionaliteiten.

2.7.1 Inition Stereobrain 3D Processor

Dit is een erg simpele en kleine 3D processor box. De Inition Stereobrain heeft twee HD-SDI ingangen, twee HD-SDI uitgangen en een DVI/HDMI uitgang. Als de twee camerasignalen binnenkomen in de Stereobrain, zal deze automatisch detecteren welk video formaat er gebruikt wordt. Mocht het nodig zijn, dan is er nog de mogelijkheid het tweede video signaal horizontaal of verticaal te spiegelen. Dit is essentieel als er gebruik wordt gemaakt van een Mirror-rig en er één van de twee camerabeelden gespiegeld binnenkomt. Hiernaast is het mogelijk via de software een gewenst output formaat te selecteren per uitgang. Bij de DVI/HDMI uitgang kan er gekozen worden tussen Checkerboard, Interlaced, Side-by-Side, Over-Under en Frame-Sequential voor het weergeven van 3D op een polarizatie of shutter monitor. De beelden kunnen ook Anaglyph, 50/50 Overlayed en Subtractive worden weergegeven. Het 50/50 Overlayed formaat maakt beide videosignalen 50 procent transparant, zodat er goed te zien is hoe deze over elkaar liggen. Subtractive trekt het linker signaal af van het rechter signaal. Hierdoor zal alleen het verschil tussen de twee beelden zichtbaar worden op het scherm. Via de HD-SDI outputs kunnen dezelfde formaten worden verstuurd. Deze aansluitingen zijn vooral nuttig voor monitoren bij de cameraman, maar vooral bij de stereographer. De stereographer bepaald namelijk het shot in 3D en zal direct het resultaat moeten zien van zijn acties. Ook bij de callibratie zal hij een goed beeld

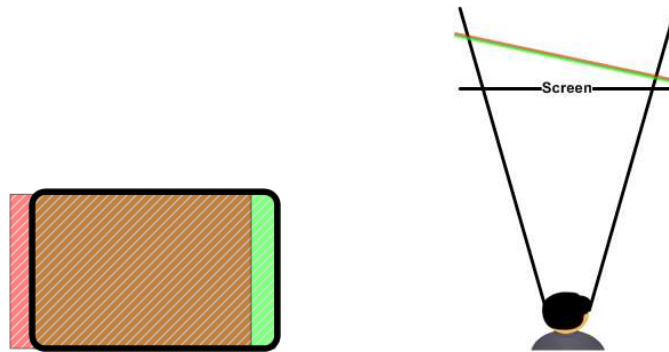
nodig hebben dat helpt bij het uitlijnen van de camera's. De prijs van de Stereobrain 3D Processor is laag doordat deze alleen de meest essentiële functies levert voor 3D.

2.7.2 JVC

De JVC IF-2D3D heeft als 3D processor box de zelfde functionaliteiten als de Initon StereoBrain, maar biedt nog iets meer.

Met deze 3D processor box is het mogelijk om 2D geschoten beelden vanuit één camera zonder enige vertraging om te zetten naar een 3D beeld. Dit is erg handig in live situaties, als er bijvoorbeeld gebruik wordt gemaakt van archiefmateriaal wat in 2D geschoten is, terwijl de rest van de beelden in 3D opgenomen wordt. Het resultaat van deze conversie is alleen wel minder dan het schieten met een daadwerkelijke stereoscopische rig.

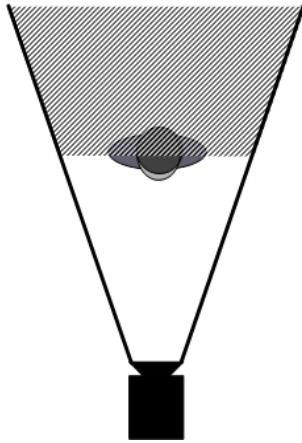
Om een zo rustig mogelijk beeld weer te geven zal de JVC de 3D beelden altijd achter het scherm plaatsten. De parallax kan hierbij worden aangepast waardoor het beeld dieper of minder diep weergegeven kan worden. Zo biedt deze processor box ook de mogelijkheid tot aanpassen van de 3D weergave. Alleen ontstaat er hierbij wel een ongewenst effect. Bij het dieper maken van de 3D weergave, wordt namelijk alleen het nieuw gecreëerde beeld verschoven worden naar links. Aangezien er niet meer beeldinformatie beschikbaar is dan wordt weergegeven op het scherm, zal de rechter rand van het nieuw gecreëerde beeld hierdoor meeschuiven. Zo is er aan de rechterkant van het scherm enkel het originele beeld te zien en vervalt daar de diepte. Het dieptebeeld zal hierdoor diagonaal op het scherm geplaatst worden.



Figuur 20. JVC Floating window effect.

De rechterkant van het beeld staat namelijk op het scherm en de linkerkant van het beeld geeft de volledige diepte weer. Hierdoor ontstaat er een zogenaamde Floating Window. Dit kan bij sommige beelden een verwarrend diepte effect geven, maar het kan ook als een extra toevoeging dienen voor een andere ervaring van het beeld. Bij de postproduction zal er dieper worden ingegaan op dit effect. Om dit effect uit het beeld te verwijderen zou er een vergroting op het beeld toegepast moeten worden, maar helaas is dit binnen deze 3D processor box niet mogelijk.

Het 3D beeld dat gegenereerd wordt door deze box komt wel erg rustig over. Dit komt vooral doordat er eigenlijk een soort kopie van het bestaande 2D materiaal gemaakt wordt en deze naar links is verplaatst. Er is immers geen verdere beeldinformatie beschikbaar. De conversie geeft hierdoor het effect alsof men naar een dieper 2D beeld aan het kijken is en niet zozeer naar een daadwerkelijke 3D weergave. Dit ontstaat doordat er geen extra volume in het 3D beeld wordt weergegeven. Als een persoon bijvoorbeeld van voren wordt gefilmd in 2D, is er namelijk geen verdere beeldinformatie beschikbaar over de zijkant of achterzijde van deze persoon. De enige beschikbare beeldinformatie is wat geregistreerd wordt in 2D.



Figuur 21. 2D camera perspectief.

Hierdoor ontstaat er Cardboarding bij de 3D weergave, waarbij personen of objecten vervolgens weergegeven worden als een soort uitgeknipte stukken karton. Deze 2D naar 3D conversie heeft echter ook voordelen. Zo maakt deze conversie het wel mogelijk een Dissolve tussen 2 beelden te maken zonder dat er hierdoor een onprettig effect ontstaat. Dit komt doordat de JVC box alle 3D beelden op één bepaalde diepte legt. Zo zal er nooit een overgang kunnen ontstaan tussen twee verschillende dieptepunten. Hierdoor zal een Dissolve in 3D net zo gemakkelijk ervaren kunnen worden als bij een 2D weergave. Ook directe lichtinval en bijvoorbeeld lens flares zijn door deze conversie mogelijk, omdat deze gekopieerd worden van het oorspronkelijke beeld en er geen tweede camera gebruikt is. Nu bestaat er geen mogelijkheid dat bijvoorbeeld een lens flare op een andere plek in beide beelden staat.

Naast de 2D naar 3D conversie biedt deze box van JVC ook de mogelijkheid een waveform monitor signaal uit te sturen van het linker en rechter signaal. Hiermee zijn ongelijkheden tussen de twee bronnen snel te herkennen. Ook zijn ongelijkheden als witbalans, exposure en verticale ongelijkheid gemakkelijk te herkennen via de Split functie. De beelden worden via deze functie over elkaar heen geplaatst en via een verschuifbare verticale grens zijn de beelden op verschillende plekken te vergelijken met elkaar.

Naast ongelijkheden in het beeld komt het bij een stereoscopische opname vaak voor dat de camera's niet synchroon registreren. De JVC Box heeft de mogelijkheid deze signalen synchroon aan elkaar te leggen, zodat het 3D beeld zo goed mogelijk uitgestuurd wordt.

De functionaliteiten van deze 3D processor box zijn vooral gericht op live situaties. Hier zal een dergelijke 3D processor box erg goed te gebruiken zijn voor snelle afstelling van de camera's en mogelijkheden tot het weergeven van archief materiaal in 3D. Een nadeel is echter wel dat er maar twee HD-SDI ingangen op de processor box aanwezig zijn. Dit betekent dat er maar één rig per box aan te sluiten is en de instelling maar voor één rig kunnen worden ingesteld. Voor meercamera doeleinden is het gebruik van deze box op dit moment nog niet goed toe te passen.

2.7.3 Sony

De Sony 3D processor box is een erg geavanceerde box. Deze box heeft naast de standaard 3Dmonitor functionaliteiten ook aanpas mogelijkheden voor bijna alle 3D problemen en afstellingen die nodig zijn bij het schieten van stereoscopische beelden. Het doel van deze box is om lastige fouten en afstellingen die de stereographer of de postproduction moet oplossen, direct aan te pakken. Zo kan deze box bijvoorbeeld Keystoning weghalen, kleuren gelijk leggen, zoom fouten corrigeren en de Convergence vergroten of verkleinen. De meeste instellingen in deze box zullen automatisch gegenereerd moeten worden.

Er kan bijvoorbeeld vaak door een verschil in zoomcurve van de gebruikte lenzen een ongelijke zoom ontstaan. Hierdoor kan de positie van het beeld, de grootte van de beelden en de verticale gelijkheid verlopen. Dit zorgt bij de kijker voor ongemakkelijke beelden in 3D en het is de taak van de stereographer om deze problemen op te lossen. Dit is vaak erg lastig en kost even tijd als er snelle zooms gemaakt worden.

Het is de bedoeling dat deze en andere afstellingen automatisch door de 3D processor box aangepast kunnen worden. Dit zou mogelijk moeten zijn door middel van data die de lenzen van de camera's versturen naar de box, waarin alle instellingen van de lenzen worden weergegeven.

Hierop zal de box automatisch zijn instellingen aanpassen die vooraf zijn gedefinieerd. Als deze box daadwerkelijk met deze lens connectiviteit op de markt gaat komen, zal dit de ideale oplossing betekenen bij live situaties met bijvoorbeeld goedkopere lenzen.

Door de box kunnen alle correcties en afstellingen automatisch worden afgesteld. Hierdoor zal de stereographer zich niet meer druk hoeven maken over de correctie van een shot, maar alleen nog het bepalen van het 3D effect. Op deze manier kan er ook live direct een correct beeld verstuurd worden. Dit zal dan zo min mogelijk ongewenste effecten opleveren voor de kijker.

2.7.4 Axon

Axon heeft als extensie van zijn Synapse Rack module een kaart uitgebracht voor stereoscopische processen. Deze kaart kan, net als de andere processing boxen, een dubbel HD-SDI signaal omzetten naar een enkel 3D formaat. Hiernaast legt deze kaart de twee signalen synchroon en zijn er wat kleurcorrectie mogelijkheden aanwezig. Het is mogelijk het signaal Anaglyph of 50/50 Overlayed weer te geven op een tweede monitor. Een nadeel van deze stereoscopic processing optie is wel dat er een Synapse Rack aanwezig moet zijn om de kaart in te bouwen. Het is niet mogelijk deze kaart los te gebruiken. Als de gebruiker al over een Synapse Rack beschikt, is het erg gemakkelijk deze uit te breiden met een stereoscopic processing kaart.

2.7.5 Cine-tal

De Cine-tal Davio is een processor box die niet alleen gericht is op 3D.

Deze box werkt door middel van software library's, met verschillende functionaliteiten waar 3D processing er één van is. Eigenlijk heeft deze box dezelfde 3D functionaliteit als de StereoBrain van Initon. Het is mogelijk om twee binnenkomende HD-SDI signalen om te zetten in een Side-by-Side, Interlaced, Checkerboard, Frame-Sequencial en Anaglyph signaal. Een extra functionaliteit bij deze box is de mogelijkheid om een enkel stereoscopisch formaat weer terug om te zetten naar twee losse beelden. Deze zijn dan weer aan te sluiten op normale monitoren.

De Cine-tal Davio is een erg veelzijdig apparaat dat voor veel verschillende doeleinden te gebruiken is. Helaas zijn de stereoscopische functies op zichzelf niet erg uitgebreid.

2.7.6 3Ality

Net als de processor box van Sony heeft de Stereo Image Processor van 3Ality erg uitgebreide functies. Maar 3Ality gaat nog een stap verder. Naast hun standaard box, de SIP 2100, heeft 3Ality ook de SIP 2900 ontwikkeld. Dit is een stereoscopic processor box waarop maximaal negen camera's aangesloten kunnen worden. Dit is een groot voordeel ten opzichte van de overige processor boxen. Bij een meercamera registratie zal er per camera een stereoscopic processor box nodig zijn om alle camera's te kunnen corrigeren. In het geval van de SIP 2900 is er maar één box nodig die alles regelt. De functies van de twee boxen zijn hetzelfde. Met deze boxen is het mogelijk de Convergence aan te passen en de Interaxial Distance te controleren. Bij het controleren van de Interaxial Distance wordt deze automatisch berekend door de box, aan de hand van de twee beelden. Er worden een aantal lijnen geplaatst die aangeven hoe ver de beelden uit elkaar staan. Hiernaast is het ook mogelijk de kleur van de beelden aan te passen. Door onder andere het gebruik van een Mirror-rig kan er kleurverschil ontstaan tussen de twee camerabeelden. Deze processor box

kan automatisch dit kleurverschil analyseren en de kleur van de twee beelden gelijk leggen. Dit is onder andere een handige stap voor de kleurcorrectie in de postproduction, waarbij er geen extra werk nodig zal zijn om de beelden in kleur gelijk te krijgen. Mocht er een synchronisatie probleem zich voordoen bij de opname, dan kan de Stereo Image Processor dit probleem verhelpen en daarbij een constante weergave geven van de synchronisatie tussen de twee camera's. Hierdoor kan goed bijgehouden worden of de synchronisatie tussen de camera's goed is en of deze gecorrigeerd moet worden. Zoals al eerder genoemd, zorgen verticale ongelijkheden tussen de camera's voor een slecht 3D beeld. De processor kan deze problemen verhelpen via simpele pan en zoom gereedschap, maar geeft hierbij een Difference map weergave waardoor er goed te zien is waar de ongelijkheden liggen. Deze weergave laat namelijk alleen de verschillen tussen de twee beelden zien. Dit geeft een duidelijker beeld van de ongelijkheden dan bijvoorbeeld Anaglyph. Een extra speciale functie van deze processor, is het controleren van overgangen tussen twee beelden. Zoals eerder beschreven kunnen overgangen tussen twee beelden met een extreem verschil in diepte een storend en moeizaam effect creëren voor de ogen. De Stereo Image Processor maakt het mogelijk het diepteverschil bij een overgang tussen twee beelden te analyseren en de Convergence tijdens deze overgang dynamisch aan te passen. Dit zorgt ervoor dat het verschil in diepte tussen de twee beelden een geleidelijke overgang krijgt, om zo een rustiger beeld weer te geven. Al deze functies maken deze processor niet alleen een goede oplossing voor de registratie, maar ook voor de postproduction waarbij dergelijke functies erg goed van pas kunnen komen.

2.8 3D Monitoren

Bij een cameraregistratie, ook in 3D, zal er altijd monitoring aanwezig moeten zijn voor de regie en vooral voor de stereografer. In 3D is het voor de stereografer belangrijk om via een monitor in de gaten te houden hoe het shot er uit gaat zien. Een simpele oplossing is door via een standaard Broadcastmonitor de beelden in zwart/wit en Anaglyph te bekijken. Door middel van Anaglyph zijn de twee camerabeelden gemakkelijk te onderscheiden en is het goed te zien of de beelden in 3D kloppen. Een geavanceerdere oplossing is natuurlijk het afkijken op een echte 3D monitor. Hierop is er daadwerkelijk te zien hoe het beeld er in 3D uit ziet. Vooral bij Live registraties zal dit erg belangrijk zijn, omdat er hier geen postproductie meer plaatsvindt. Het beeld zal direct uitgezonden worden en dit moet er zo goed mogelijk uitzien.

Er zijn een aantal verschillende monitoren beschikbaar. Deze lopen van grote dure schermen tot kleine simpele oplossingen. De meeste monitoren zijn gemaakt met de polarisatie techniek. Hierdoor is er van een afstand en zonder enige synchronisatie naar het beeld te kijken en is het goedkoop meerderen brillen aan te schaffen. Het gebruik van de polarisatie techniek bij de regie of postproductie zal beter werken dan de shutter techniek. Door de shutter frequentie van de brillen zullen lichtbronnen als lampjes op apparatuur, CRT monitoren en verlichting mee gaan flikkeren. Dat kan vooral bij de regie aardig irritant zijn, aangezien hier erg veel lichtbronnen en CRT schermen aanwezig zijn. Dit kan erg vervelend zijn als er voor meerdere uren achtereen door deze bril wordt gekeken. Er zijn op dit moment een aantal polarisatie monitoren beschikbaar die het mogelijk maken om 3D te bekijken.

2.8.1 JVC

(Zie figuur 28)

De JVC 3D Monitor werkt met de XPol techniek. Zoals al eerder genoemd deelt het scherm de beelden hierbij op in lijnen en polariseert de even en oneven lijnen in tegengestelde draairichting. Dit scherm heeft veel weg van een grote LCD televisie. Daarnaast beschikt het scherm over Full HD, maar deze is alleen beschikbaar in 46-inch. Hierdoor is het bij registratie lastig om een goede plek voor het scherm te vinden, omdat deze aardig wat ruimte in beslag neemt. Een groter scherm geeft echter wel beter het 3D effect weer en er is goed te zien hoe het shot er uit ziet. In live

situaties met Registratie wagens is dit scherm niet echt goed te gebruiken, omdat er niet veel ruimte in een dergelijke wagen is voor het plaatsen van een 46-inch monitor. Het voordeel van deze monitor is wel dat het makkelijk is om met meerdere personen tegelijk naar het beeld te kijken. Dit kan met veel mensen op een klein scherm erg lastig zijn. De personen zullen alleen wel op een aardige afstand van het scherm moeten staan om het beeld goed te kunnen waarnemen. Ook is de aansluiting van het scherm bij registratie niet erg handig. De enige aansluiting voor 3D is HDMI wat een Side-by-Side of Interlaced beeld aankan. Bij camera's en registratie wordt er echter vaak met het SDI of HD-SDI formaat gewerkt en wordt het rechter en linker signaal via twee losse kanalen verstuurd. Dit maakt het dus niet mogelijk om een directe aansluiting naar het scherm te maken bij de regie. Hier zal altijd een 3D processor box tussen gezet moeten worden om de beelden te kunnen converteren naar een enkel 3D formaat en te versturen via een HDMI verbinding.

2.8.2 Hyundai

(Zie figuur 29)

Het scherm van Hyundai werkt net als de JVC monitor ook met de XPol techniek en beschikt over een Full HD weergave. De Hyundai monitor is in tegenstelling tot de JVC wel in meerdere maten beschikbaar, namelijk in 24, 32 en 46 inch. Dit scherm is meer te vergelijken met een Computer LCD monitor wat het makkelijker maakt om deze te plaatsen in kleine ruimtes. Het scherm beschikt over een DVI aansluiting waardoor deze direct aan te sluiten is op een computer, maar nog steeds is dit lastig aan te sluiten bij registratie toepassingen. Hierdoor zal er ook een 3D processor box nodig om de twee SDI signalen te kunnen converteren naar een 3D formaat en te versturen via DVI.

2.8.3 Zalman

(Zie figuur 30)

De Zalman monitor is echt ontwikkeld als 3D computer monitor. Daarom is deze dan ook alleen aan te sluiten via DVI. Dit scherm is beschikbaar in een 19 en 22 inch formaat, wat het weer makkelijker maakt deze te plaatsen in kleine ruimtes. Helaas beschikt deze monitor niet over een Full HD resolutie. Ook dit scherm gebruikt een vergelijkbare techniek als XPol en er is dus via een Polarisatiebril 3D te zien. Door het gebruik van DVI is hier ook weer een 3D processor box voor nodig om het dubbele SDI camera signaal om te kunnen zetten naar één DVI 3D signaal.

2.8.4 True3Di

(Zie figuur 31)

De True3Di monitor is veel meer te vergelijken met een broadcast monitor dan de monitoren van JVC, Hyundai en Zalman. Deze monitor komt ook voor in erg kleine formaten van zelfs 8-inch en is in de grotere formaten in Full HD beschikbaar. Dit maakt het veel makkelijker om te gebruiken bij een registratie. Alleen zal het 3D effect wel minder worden bij een dergelijk klein scherm. Dit systeem werkt doormiddel van twee LCD schermen die geplaatst zijn in een behuizing. Het eerste scherm is tegen de achterkant van de behuizing geplaatst, waardoor deze naar de kijker wijst. Het tweede scherm is aan de bovenkant van de behuizing geplaatst en wijst naar onder. Hiertussen wordt net als bij de Mirror-rig een Half-Mirror gezet op 45 graden, waar het achterste beeld doorheen zal gaan en het bovenste beeld gereflecteerd wordt. Doordat de Half-Mirror een polariserende werking heeft is er via een polarisatiebril het 3D beeld te ervaren bij de kijker op volledige resolutie. Helaas is deze monitor ook weer alleen uitgerust met een DVI aansluiting en is er dus nog steeds een 3D processor box nodig om het camerabeeld in 3D te bekijken.

2.8.5 Planar

(Zie figuur 32)

De Planar monitor werkt op dezelfde methode als de True3Di monitor. Ook hier wordt er een Half-Mirror tussen twee LCD monitors geplaatst, maar deze is wat simpeler uitgevoerd. Er is om de LCD schermen geen behuizing geplaatst. Deze zijn aan elkaar gemonteerd via een simpel montagesysteem. Dit maakt de monitor een stuk goedkoper dan de True3Di. Ook deze is in meerdere formaten te verkrijgen en word er bij de grotere formaten Full HD ondersteund. Deze monitor is door het simpele systeem handig te plaatsen bij een registratie set.

Maar door het gebruik van LCD monitors zijn er 2 DVI ingangen nodig. Dit kan een probleem geven bij het gebruik van 2 SDI signalen, omdat deze omgezet moeten worden naar 2 keer DVI.

2.8.6 Transvideo

(Zie figuur 33)

De CineMonitor van Transvideo is de enige 3D monitor met HD-SDI ondersteuning. Deze is alleen niet af te kijken via polarisatie, maar alleen via Anaglyph. De monitor is dan ook echt ontwikkeld voor directe simpele afkijk op de set en is daarom ook beschikbaar in een klein 6-inch formaat. Dit is eigenlijk een normale broadcast monitor, zoals deze nu ook gebruikt worden bij registratie, maar dan met extra 3D mogelijkheden. Aan deze monitor kunnen direct twee HD-SDI inputs worden gekoppeld waardoor een 3D processor box niet nodig zal zijn. Een dergelijke monitor is erg handig voor de stereographer om de goede uitlijning te maken door middel van bijvoorbeeld Anaglyph of 50/50. Dit is één van de enige monitoren die echt gespits is op directe simpele afkijk bij een cameraregistratie. Alleen de afkijk in 3D is niet mogelijk via polariserende brillen waardoor het eindresultaat minder goed te beoordelen is.

2.9 Live 3D

Voor een live 3D registratie is er een andere procedure nodig dan bij bijvoorbeeld een studio opname in 3D. Bij live registratie is er geen mogelijkheid meer om de beelden in postproduction na te bewerken. Alle aanpassingen moeten terplekke gedaan worden.

Bij veel live registraties wordt er gebruik gemaakt van meerdere camera's om de beelden van verschillende punten te registreren en vaak een regiewagen die op locatie kan worden neergezet. In het geval van 3D zal dit gedaan moeten worden met meerdere rigs en een aangepaste regiewagen. Bij een live registratie in 3D zijn er veel punten waarop gelet moet worden. De shots moeten eigenlijk vanaf het moment dat ze geschoten worden al perfect zijn omdat er geen postproduction plaatsvindt. Bij 3D live heeft vooral de stereographer een zwaardere taak. Deze moet er namelijk te allen tijde voor zorgen dat de beelden bij de kijker geen hoofdpijn veroorzaken en dat de diepte op een goede manier wordt weergegeven. Vaak moet dit bij de rig zelf worden afgesteld, dus bij meerdere camera's kan dit een probleem geven, want de stereographer kan niet bij meerdere camera's tegelijk staan.

Er zullen dan ook meerdere stereographers aanwezig moeten zijn om alle rigs te kunnen bedienen. Het is echter ook mogelijk om gebruik te maken van een geavanceerde 3D processing box. Deze kan alle fouten die veroorzaakt worden door de twee verschillende camera's wegwerken, zodat de stereographer alleen nog op het shot zelf hoeft te letten. Vanuit de camera's moet er een signaal worden verstuurd naar de regiewagen. Binnen deze wagen zal er geschakeld moeten worden tussen de verschillende stereo rigs. Dit betekent dat er met twee camera's tegelijk geschakeld moet worden. Er zijn Dual-Link schakel systemen beschikbaar die twee signalen tegelijk kunnen verwerken, maar deze zijn erg prijzig en het aanpassen van en regiewagen is erg lastig aangezien alle apparatuur is ingebouwd.

Een andere mogelijkheid is om een normaal schakel systeem te gebruiken en hierin de camera's per rig te groeperen. Hiermee kan er geschakeld worden tussen de rigs door middel van de groepen. Het opnemen van het beeld zal echter wel Dual-Link moeten gebeuren, omdat de signalen synchroon moeten blijven. Het is bij live geen goed idee om de opname te doen op de camera's zelf, aangezien er dan te veel tapes zouden komen en de cameraman zijn eigen tapes moet wisselen. Via een Dual-Link recorder kunnen er twee signalen op twee tapes tegelijk worden opgenomen. Bij 3D is dit een vereiste, omdat er een signaal voor het rechter en het linker oog verstuurd wordt. Dit is ook het geval bij het versturen van het signaal via de kabel. Deze zullen ook synchroon verstuurd moeten worden. Sommige 3D processing boxen kunnen hierbij helpen, doordat zij de twee signalen synchroon kunnen leggen. Ook het afkijken van het materiaal is erg belangrijk bij een live opname: dit zal gedaan moeten worden binnen de regiewagen. Maar veel plek voor een groot 3D scherm is hier niet. Er zal een kleinere monitor aanwezig moeten zijn om het beeld te bekijken of er kan afgekeken worden op Anaglyph. Ook de regisseur zal een omslag moeten maken in het aansturen van de shot. Hij zal moeten bepalen hoe de shots geschakeld gaan worden. Dit kan in 3D niet te snel, omdat de kijker tijd nodig heeft om het hele beeld tot zich te nemen. Daarnaast zal er ook goed rekening gehouden moeten worden met het invoegen van titels of overgangen tussen shots. Deze zullen op beide camera's tegelijk toegepast moeten worden, om zo geen verstoord beeld te geven.

2.10 3D Registratie conclusie

Voor het registreren van stereoscopische beelden bestaan er duidelijke richtlijnen. Zo is het belangrijk om voor de daadwerkelijke registratie de gewenste stereoscopische effecten al op te nemen in het script. Op deze manier is alleen nog de afstelling nodig bij de opnames zelf en hoeft er niet meer bepaald te worden hoe het stereoscopische effect eruit gaat zien. Bij de registratie is zal er veelal een Stereo Rig gebruikt moeten worden om de beelden op te kunnen nemen in 3D. Het beste systeem om hierbij te gebruiken is de Mirror-rig. Deze maakt het mogelijk een Interaxial Distance 6,5 centimeter of minder te bereiken door gebruik te maken van een Half-Mirror. Daarnaast kan hiermee de Convergence afgesteld worden en is deze handmatig of gemotoriseerd dynamisch te bedienen. Deze afstellingen zijn met een Side-by-Side rig niet mogelijk en hierbij is het gebruik van grote professionele camera's erg lastig.

Bij de afstelling van de camera's en de stereoscopic rig is de belangrijkste afstelling de verticale gelijkheid tussen de twee beelden. Deze kan namelijk erg snel hoofdpijn en een ongemakkelijk beeld veroorzaken. Daarnaast zullen de camera's en de stereoscopic rig erg precies afgesteld moeten worden, zodat de twee camerabeelden alleen horizontaal nog van elkaar verschillen. De ontwikkeling van 3D camera's staat op dit moment nog in een erg vroeg stadium. De Panasonic Dual Lens camera is op nu nog de enige commerciële 3D camera die beschikbaar is. Deze bestaat uit een prosumer camcorder model waardoor de kwaliteit niet overeen zal komen met een professionele camera. Een dergelijke camera zou handig kunnen zijn voor het snel verkrijgen van 3D shots waarbij mobiliteit van belang is. Bij grote 3D projecten zal dit model echter niet goed toe te passen zijn.

Om het stereoscopische effect van de opname zo goed mogelijk te maken, is een goede stereographer erg belangrijk. Deze zal op de set gedetailleerde kennis hebben van het maken van stereoscopische opnamen en het afstellen van de camera's en de stereoscopic rig regelen. Daarnaast zal hij, tijdens het schieten, de stereoscopic rig dynamisch afstellen en het beeld op 3D kwaliteit controleren. Voor het afstellen van de stereoscopic rig en het direct controleren van het materiaal zal er een 3D monitor beschikbaar moeten zijn. Omdat deze monitoren, afgezien van de Transvideo cineMonitor, geen directe aansluiting hebben voor SDI zal er een 3D processor box tussen de camera's en de monitor geplaatst moeten worden. De meest simpele en goedkope oplossing hiervoor is de StereoBrain van Inition. Deze heeft alleen basis functionaliteiten, maar vaak is er ook niet meer nodig. Bij grote projecten met bijvoorbeeld meerdere stereoscopic rigs zal een 3Ality SIP

2900 erg bruikbaar zijn, omdat hier maximaal negen camera's op aangesloten kunnen worden. Als er maar één stereographer beschikbaar is op de set zal deze processor box een hoop afstelwerk zelf uit kunnen voeren. Zo kan de stereographer zich vooral concentreren op het stereoscopische effect dat gemaakt moet worden. De 3D processor box van Sony zou ook een goede optie kunnen zijn, maar deze is gelimiteerd tot het aansluiten van maar één stereoscopic rig. Hierdoor zou er per stereoscopic rig een dergelijke box aangesloten moeten zijn om het beeld te corrigeren. Het afstellen van deze boxen zal een aardige klus worden als er veel rigs gebruikt worden. De 3D processor box van JVC zal erg handig zijn als er bij live registraties in 3D, 2D archief materiaal getoond moet worden. De kwaliteit van de stereoscopie zal niet zo goed zijn als bij de stereoscopic rig, maar hiermee is wel de continuïteit van 3D te behouden.

Vanuit de processor box zal er een connectie gelegd worden naar een 3D monitor. Voor een goedkope en simpele afkijk in 3D zouden de Planar en True3Di monitoren een zeer goede keus zijn. Een nadeel is echter dat deze systemen via twee DVI inputs aangesloten moeten worden aangezien deze twee schermen gebruiken. Hierdoor is het lastig om de camerabeelden weer te geven op deze monitoren. De meeste 3D processor boxen kunnen bijvoorbeeld alleen een 3D formaat uitsturen over het DVI signaal. Het is niet mogelijk deze op te splitsen in twee losse signalen. Het is daarom beter om voor de Zalman, Hyundai of JVC monitor te kiezen. Deze zijn aan te sluiten via een enkele DVI aansluiting of via HDMI. Hierdoor kan er makkelijk een 3D processor box geplaatst worden tussen de camera's en de monitor waarbij het signaal als een enkel 3D formaat verstuurd wordt.

Vaak zal er in de praktijk maar één stereoscopic rig gebruikt worden. Op dit moment bestaat de registratie van 3D vaak nog maar uit kleine projecten, omdat de omslag naar 3D een duur en ingewikkeld proces is. Grote 3D registraties zullen alleen door grote mediabedrijven gedaan worden die al enige ervaring hebben met het registreren van 3D beelden. Mochten er toch meerdere 3D shots tegelijkertijd nodig zijn, is het wellicht praktisch om hiervoor een Side-by-Side rig of 3D camera in te zetten. Zo kunnen de geavanceerde shots met de Mirror-rig geregistreerd worden en zijn overige simpele shots met de Side-by-Side rig of 3D camera te maken. Op deze manier zal er niet veel meer tijd nodig zijn voor het afstellen van de camera's en de stereoscopic rigs.

3. 3D PostProduction

3.1 Inleiding

Nadat het 3D materiaal geschoten is, zal dit doorgegeven worden aan de postproduction. Bij de postproduction zal er een montage gemaakt worden van het materiaal. Om er voor te zorgen dat de kijker geen hoofdpijn krijgt en geen rare effecten waarneemt in het beeld, zullen alle fouten in de 3D beelden weggewerkt moeten worden. Voor de postproduction in 3D zijn er veel systemen beschikbaar met verschillende functies die kunnen helpen bij het corrigeren van de fouten in het materiaal. Helaas is er voor de postproduction nog geen vaste werkwijze beschikbaar. Door de grote variatie aan systemen en methoden voor het aanpassen van de beelden, is het een lastige taak om de processen van de postproduction op elkaar af te stemmen.

3.2 Offline Postproduction

Na het registreren van het 3D materiaal zal er begonnen worden met de Offline postproduction. De Offline postproduction houdt in dat het materiaal gemonteerd gaat worden in een systeem als Avid Media Composer of Final Cut pro. Hier wordt het materiaal nog niet op de hoogste kwaliteit ingeladen om ruimte te besparen.

Voor de Offline postproduction wordt het geschoten materiaal eerst ingeladen via een tapedeck. Aangezien er met twee camera's gewerkt is, zijn er ook twee keer zoveel tapes om in te laden dan bij een normale productie. Over het algemeen genomen wordt de camera voor het linker oog als leidende video gezien van de twee beelden.

Na het inladen van het materiaal zal er eerst gekeken moeten worden of de videobeelden van de twee camera's synchroon lopen aan elkaar. Als dit niet het geval is kunnen er rare vervormingen gaan ontstaan in het uiteindelijke 3D beeld, waardoor dit voor de kijker een onprettige kijkervaring zal geven. Vaak wordt het gelijkleggen van de beelden gedaan via de tijdcodes van de verschillende tapes, maar dit kan soms toch niet helemaal gelijk opgaan. Uit testen is gebleken dat het beter is om een Slate met een frameteller te gebruiken. Aan de klap of de cijfers in de Slate zijn de twee beelden precies gelijk te leggen doordat deze per geschoten frame telt, ofwel 25 keer per seconde. Na het synchroon leggen van de beelden kan het geschoten materiaal gemonteerd worden. Het tweede videosignaal kan alleen wel gespiegeld zijn als er gebruik is gemaakt van een Mirror-rig bij de registratie. Doordat er geschoten wordt door een spiegel wordt het tweede videosignaal horizontaal of verticaal gespiegeld. Hier zal dus eerst een correctie op gedaan moeten worden, zodat het beeld goed staat. De twee geschoten beelden van de camera's worden tegelijkertijd gemonteerd, om er voor te zorgen dat het materiaal van beide ogen dezelfde montage krijgt. De montage kan echter ook gedaan worden door gebruik te maken van een enkel 3D beeld bestaande uit de twee camera beelden.

3.2.1 2D & 3D montage

Bij de Offline postproduction is het mogelijk de montage in 2D of 3D te doen. 3D montage houdt in dat het controleren van het materiaal direct op een 3D monitor gedaan wordt en het materiaal in een 3D formaat gemonteerd wordt. De 2D montage wordt gedaan op één beeld en deze zal later geconverteerd worden naar 3D. Beide methoden hebben voor- en nadelen.

Bij een 2D montage wordt het materiaal op een standaard 2D monitor afgekeken en worden de twee beelden tegelijkertijd geknipt. Hierna worden de beelden doorgestuurd naar de Online postproduction. Hier worden beide camerabeelden ingeladen en worden de nodige stereoscopische aanpassingen gemaakt via een 3D monitor. 2D montage is een logischere stap dan 3D, want er zijn

op dit moment nog niet veel Offline montagesystemen die goed met 3D beelden overweg kunnen. Een voordeel van de 2D montage is ook dat al het materiaal niet van tevoren omgezet hoeft te worden naar 3D, maar dat dit alleen nodig is voor de overgebleven stukken in de montage bij de Online postproduction. Dit bespaart veel tijd, want het omzetten naar 3D en het inladen van dubbel zo veel tapes kan veel tijd kosten als het om grote projecten gaat. Een nadeel is echter wel dat het niet mogelijk is om stereoscopische aanpassingen te zien, die gemaakt zijn tijdens de registratie. Zo kan het voorkomen dat de Convergence of Interaxial distance van de camera's dynamisch is aangepast in een scène. Als er midden in een dergelijk beweging een overgang wordt gemaakt naar een ander shot zal dit een onprettig beeld geven voor de kijker. Ook is het goed mogelijk dat in sommige shots het stereoscopische effect niet goed is of niet meer gecorrigeerd kan worden. Deze shots zijn dan niet te gebruiken in het uiteindelijke resultaat. Door de afwezigheid van een 3D monitor is het niet mogelijk de beelden op deze punten te controleren. Hierdoor zou het ook kunnen voorkomen dat er tijdens de Offline montage een overgang gemaakt wordt tussen twee shots, waarbij er van een object voor in het scherm direct naar een object achter in het scherm wordt gegaan wat een erg intensieve en verwarrende overgang kan veroorzaken voor de kijker. Vooral als dit gebeurt met het gebruik van Dissolves waarbij het eerste shot naar een andere toe vervaagd. Dit kan erg storend werken bij de kijker, omdat een dergelijke overgang vaak enkele frames duurt. Daar komt bij dat hetzelfde onaangename effect gecreëerd kan worden als verschillende shots verschillende diepte instellingen gebruiken. Hierdoor kan het bij overgangen zo zijn dat het beeld in de diepte verspringt. Dit geeft ook, vooral bij lange registraties, een erg storend effect. Al deze punten zijn bij 2D montage niet te zien, waardoor het voorkomt dat er in de Online postproduction pas ontdekt wordt dat sommige shots of overgangen niet goed werken voor het uiteindelijke resultaat in 3D. Vervolgens zal dit teruggecommuniceerd moeten worden naar de Offline postproduction en zal er een hermontage nodig zijn van het materiaal. Vooral bij grote projecten en veel materiaal is dit een scenario wat erg vaak terug kan komen binnen één project. Hierdoor kan de postproduction erg veel extra tijd in beslag gaan nemen.

Bij 3D montage in de Offline postproduction wordt het materiaal afgekeken op een 3D monitor en wordt het omgezet in een 3D formaat. Van de twee losse camera beelden wordt er namelijk één beeld gemaakt. De afkijk in 3D zorgt er bij het monteren voor dat alle fouten en overgangen in 3D goed te zien zijn tijdens het maken van de montage. Hierdoor is de kans op een hermontage en het maken van fouten in 3D veel kleiner, omdat de fouten in 3D niet pas bij de Online postproduction worden bekeken. Een nadeel is echter wel dat de systemen, die nu op de markt zijn, niet direct vanuit twee videosignalen het beeld in 3D om kunnen zetten of dat deze niet real-time te bekijken zijn. Hierdoor komt er een extra stap bij omdat het materiaal omgezet moet worden naar het juiste 3D formaat. Vooral bij grote projecten zal dit veel te veel tijd gaan kosten. Daarbij is er in de Online postproduction geen mogelijkheid meer om de beelden los van elkaar aan te passen. Het is daarom beter om deze stap te zetten nadat de montage gemaakt is.

Een nadeel van 3D Offline postproduction is ook dat er een 3D monitor extra nodig is. Er is nu een 3D monitor voor zowel de Offline als de Online postproduction nodig en op dit moment zijn deze monitoren nog vrij prijzig.

Beide methoden hebben op deze manier veel goede voordelen, maar ook enige nadelen. De beste keus voor de Offline montage zal afhangen van integratie in de rest van het postProduction proces.

3.2.2 Do's & Dont's

Zowel bij een 2D als 3D montage van stereoscopisch materiaal, zijn er een aantal handelingen die wel en niet mogelijk zijn. Zo zijn de meeste standaard effecten in een montagesysteem bedoeld voor 2D materiaal en hierdoor slecht toe te passen bij 3D. Bijvoorbeeld het plaatsen van een simpele titel in beeld zal altijd in 2D gedaan worden, waardoor deze standaard ter hoogte van het scherm geplaatst wordt en maar half te zien zal zijn. Om een dergelijke titel in de Depth Bracket te plaatsen zullen er twee titels moeten staan in beide videolagen. Door deze titels in tegengestelde

richting te schuiven over de horizontale lijn, is deze voor of achter het scherm te plaatsen. De meeste montage programma's hebben nog niet de mogelijkheid deze plaatsing op een gemakkelijke manier te regelen. Daarnaast is het plaatsen van titels in 3D niet goed mogelijk bij een Offline montage in 2D, omdat hier niet de plek van deze titel in 3D bekeken kan worden. Het plaatsen van een titel zal daarom bij een 3D montage of een Online postproduction moeten gebeuren. Zoals al eerder genoemd is het plaatsen van dissolves ook lastig bij 3D materiaal. Een Dissolve tussen twee shots waarbij de Depth Bracket of een object in de diepte anders geplaatst is, zal veel onprettiger overkomen dan een harde overgang op dit punt. De ogen moeten namelijk langzaam van het ene punt op het andere overgaan en door de Dissolve blijft het onprettige effect bij de kijker langer dan bij een harde overgang. Het is dus van belang dat deze Dissolves gelegd worden op shots met objecten en de Depth Bracket op gelijke diepte. Dit zal standaard echter bijna nooit voorkomen, omdat de afstand tussen de camera en de objecten bijna nooit hetzelfde zal zijn bij verschillende shots.

Omdat het knippen van het beeldmateriaal bij de 2D montage met twee lagen tegelijk gaat, is het lastig om materiaal terug te zetten, als deze verkeert geknipt is. De gewenste stukken van beide camera's moeten namelijk terug gezet worden op de videolagen. Het terugzetten van de beelden kan niet in één keer voor alle twee de lagen, maar wordt per camerabeeld gedaan. Daarbij moeten beide beelden weer opnieuw synchroon gelegd worden als het bronmateriaal niet synchroon is. Dit proces kan veel tijd in beslag nemen voor eigenlijk een erg simpele handeling. Een mogelijke oplossing is het volledige beeldmateriaal van de camera's synchroon in een aparte Sequence plaatsen en vanuit deze Sequence stukken terug te kopiëren in het daadwerkelijke project. De werkwijze van de Offline postproduction zal natuurlijk erg afhangen van de gebruikte software. Er zijn twee verschillende softwarepakketen die bij televisie en film het meest gebruikt worden voor Offline montage. Deze hebben op verschillende manieren ondersteuning voor 3D.

3.2.3 Avid Media Composer

Bij televisie en film is Avid Media Composer op dit moment het meest gebruikte pakket voor de Offline postproduction. In de laatste versie van dit systeem heeft Avid een mogelijkheid voor 3D verwerkt. Avid wordt onder andere veel toegepast, omdat het makkelijk is om erg snel te monteren door gebruik te maken van "Hotkeys". Deze hotkeys zijn aan toetsen op het toetsenbord te koppelen en zo kan er met deze toetsen snel een montage gecreëerd worden. De 3D mogelijkheid in Avid Media Composer is erg omslachtig. Deze heeft de mogelijkheid om het materiaal naar een 3D monitor te sturen, maar Avid kan de twee videosignalen niet direct om te zetten naar een 3D formaat of deze over twee losse uitgangen uit het systeem sturen. Om de beelden in 3D te bekijken op een 3D monitor via Media Composer zullen deze eerst omgezet moeten worden naar een enkel beeld met een geschikt 3D formaat, bijvoorbeeld naar Side-by-Side of Over-Under. Deze stap is te maken via het programma Avid MetaFuse. Het lastige is alleen dat dit programma los staat van Avid Media Composer. Dit betekent dat in het geval van videomateriaal op tapes, deze eerst ingeladen moeten worden via Avid Media Composer. Vervolgens moet al het beeldmateriaal per camera geëxporteerd worden naar een videoformaat wat Avid Metafuse herkent, waarna het mogelijk is om deze twee geëxporteerde bestanden te laden in Avid MetaFuse en ze om te zetten naar een enkel 3D formaat. Bij kleine projecten waarbij er 1 of 2 tapes per camera gebruikt zijn is deze stap nog vrij snel te maken, maar bij projecten van bijvoorbeeld 8 tapes per camera gaat deze stap voor het omzetten veel te veel tijd in beslag nemen. Hierdoor is deze werkwijze voor 3D niet erg praktisch. Het is daarom bij Avid Media Composer beter om het materiaal in 2D te monteren en de 3D afkijk later bij de Online postproduction te doen. Naast de 3D monitor ondersteuning kan Media Composer ook van het 3D formaat alleen het rechter of het linker beeld laten zien op de monitor, maar aangezien het niet handig is om de montage te maken op het 3D formaat zal deze optie niet echt toepasbaar zijn.

3.2.4 Final Cut pro

pro. Als er zich fouten voordoen in het materiaal tijdens de montage is het altijd mogelijk om deze direct via First Light weg te werken. CineForm Neo3D is een Plugin waarbij alle stereoscopische aanpassingen en aanpassingen aan kleur direct gemaakt kunnen worden tijdens en voor de montage in Final Cut pro. Helaas is het niet mogelijk om de aanpassingen in het programma op een handige manier te maken op de twee losse beelden, deze zullen altijd in een 3D bestand gezet moeten worden. Hierdoor is het minder handig om deze werkwijze te gebruiken voor professionele doeleinden. In een Online postproduction zijn er bij een enkel 3D bestand namelijk geen aanpassingen meer te maken aan elk afzonderlijk beeld. Naast de CineForm Neo 3D software is ook de Dashwood Stereo 3D Toolbox Plugin beschikbaar. Dit is een simpele Stereoscopische Plugin die te gebruiken is als effect binnen Final Cut pro. Door deze Plugin op het linker of rechter beeld te plaatsen in de videolaag, kan het andere beeld in het effect geplaatst worden als referentie. Hierdoor zal de Plugin de twee beelden kunnen verwerken in het gewenste 3D formaat. Naast het weergeven van het 3D beeld zijn er ook stereoscopische afstellingen mogelijk, maar helaas behoort kleurcorrectie van de twee beelden hier niet bij. Dit zal echter wel mogelijk zijn via de standaard effecten binnen Final Cut pro.

Een groot voordeel van deze Plugin ten opzichte van de overige programma's is dat het mogelijk is om titels op een juiste manier in 3D te plaatsen. Doordat de Dashwood Plugin gebruikt wordt als een effect is deze ook over een titel te plaatsen binnen Final Cut pro. Door de titel nogmaals als referentie in het effect te plaatsen, wordt het mogelijk om deze titel op een bepaalde plek in de diepte te zetten.

Een nadeel is echter wel, net als bij de overige programma's, dat de beelden alleen in een enkel 3D formaat geëxporteerd worden. Bij de Dashwood Plugin is het ook niet mogelijk om de afstellingen te maken op de twee losse beelden.

Voor kleine 3D projecten waarbij geen Online postproduction vereist is, zal Final Cut pro met de Dashwood of CineForm Plugin een zeer goede keus zijn voor een 3D Offline montage. Echter voor grotere projecten in de Film of Televisie sector waar een Online postproduction wel vereist is, zal een 2D Offline montage een betere optie zijn. Hierdoor blijven de losse camerabeelden intact, zodat deze na de Offline montage nog aanpassingen gedaan kunnen worden aan de losse beelden. Alleen is er hier vaak geen 3D afkijk beschikbaar en bestaat er een grote kans dat er een hermontage nodig zal zijn.

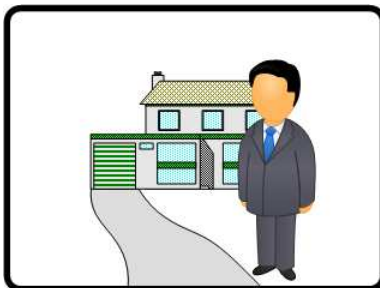
3.3 Online Post

Als de Offline postproduction afgerond is, wordt deze doorgegeven aan de Online postproduction. Omdat het materiaal bij de Offline postproduction op lage kwaliteit is ingeladen, zal het materiaal opnieuw ingeladen moeten worden bij de Online postproduction op hoge kwaliteit. Om er voor te zorgen dat alleen nog het materiaal van de gemaakte montage wordt ingeladen, wordt er gebruik gemaakt van een EDL(Edit Decision List), XML(Extensible Markup Language) of AAF(Advanced Authoring Format) bestand. In dit bestand wordt er data opgeslagen waarin staat op welke manier en op welke plekken het bronmateriaal aangepast is. Het beeldmateriaal zelf wordt niet meegeleverd, omdat dit vervolgens opnieuw ingeladen wordt op hoge kwaliteit. Omdat dit materiaal op hoge kwaliteit wordt ingeladen zal dit meer tijd in beslag nemen dan bij de Offline postproduction. Het is dus van belang dat alleen het benodigde materiaal wordt ingeladen om zoveel mogelijk tijd te sparen. Na het inladen van het materiaal kan er begonnen worden met het controleren en corrigeren van het materiaal in 3D.

3.3.1 Stereoscopic corrections

Bij de Online postproduction zal de montage gecontroleerd moeten worden in 3D, als er bij de Offline postproduction een 2D montage is toegepast. Bij deze controle zal er gekeken worden of

alle geknipte shots een goed resultaat opleveren in 3D. Als dit niet het geval is zal het materiaal gecorrigeerd moeten worden of zal er een hermontage nodig zijn in de Offline postproduction om de foute shots te vervangen. Nadat de montage is gecontroleerd in 3D en is goedgekeurd, kunnen de stereoscopische aanpassingen gemaakt worden in het beeld om het 3D effect zo prettig mogelijk te maken. Het is hier vooral van belang dat de kijker van het materiaal geen hoofdpijn krijgt. De meest belangrijke aanpassing is de verticale uitlijning van de twee beelden. Als deze niet gelijk ligt, zal er direct een onprettig beeld ontstaan. De verticale uitlijning is in de meeste systemen onder andere simpel te doen met een Panning effect, maar er zijn ook systemen beschikbaar die deze aanpassing automatisch kunnen genereren. Als de verticale gelijkheid handmatig gecorrigeerd moet worden is uit testen gebleken, dat dit gemakkelijk te corrigeren is via een zwart/wit beeld met een Anaglyph output. Door de Cyaan en rode kleur zijn de twee beelden gemakkelijk van elkaar te onderscheiden en is het goed te zien hoe de twee camerabeelden liggen ten opzichte van elkaar. Het zwart/wit maken van het beeld zorgt er voor dat de kleuren van het beeld zelf niet gaan mengen met de Anaglyph kleuren. Zo komen de twee Anaglyph kleuren nog duidelijker naar buiten. Nu kunnen de twee beelden gelijk gelegd worden via een simpele verticale afstelling op het rechterbeeld. Het is soms ook mogelijk om deze afstelling te doen doormiddel van een verticale begrenzing in het beeld die naar links en rechts verplaats kan worden. Aan de ene kant van de grens staat het linker camera beeld en aan de andere kant het rechter. Door het verschuiven van de verticale grens is het goed te zien of de beelden verticaal van elkaar verschillen. Het is afhankelijk van het gebruikte systeem hoe de verticale aanpassing gedaan kan worden. Als er in een opname verschillen zitten in de verticale ongelijkheid, zal dit gecorrigeerd moeten worden. Dit kan door Keyframes aan te maken en op deze Keyframes de verticale aanpassing uit te voeren. Zo kan de verticale aanpassing meegaan met de beweging in het beeld en zullen de twee beelden altijd gelijk blijven. Ook zoomfouten tussen de twee camera's kunnen verticale ongelijkheid veroorzaken. Als één van de twee beelden minder ver is ingezoomd dan de ander, zorgt dit ervoor dat de objecten in het ene beeld kleiner zullen zijn dan op het andere beeld. Dit veroorzaakt een verticale ongelijkheid tussen de twee beelden die tijdens het schieten niet goed te krijgen is via de rig. In de postproduction zal deze fout gecorrigeerd moeten worden door zowel verschuiving als schaling toe te passen. Een dergelijke fout zal meer tijd kosten om te verbeteren dan enkel een verticale ongelijkheid. Naast het aanpassen van de verticale gelijkheid in het beeld, is het mogelijk om de Convergence van de twee beelden aan te passen. Door de beelden uit elkaar of naar elkaar toe te schuiven kan de plek van de Depth Bracket verschoven worden ten opzichte van het scherm. Zo is het mogelijk een object voor het scherm te plaatsen, terwijl deze in eerste instantie achter het scherm gefilmd is. Bij het uit elkaar schuiven van de beelden zou het logisch zijn om deze beweging te refereren aan het uit elkaar schuiven van de camera's, de Interaxial Distance. Dit gaat echter niet op, want als de camera's uit elkaar worden geschoven zal dit de plaats van de objecten in de scène veranderen. Dit is bijvoorbeeld goed te zien als er een persoon zich in een shot op de voorgrond bevindt en er op de achtergrond een huis achter deze persoon staat.



Figuur 22. Camerabeweging origineel.



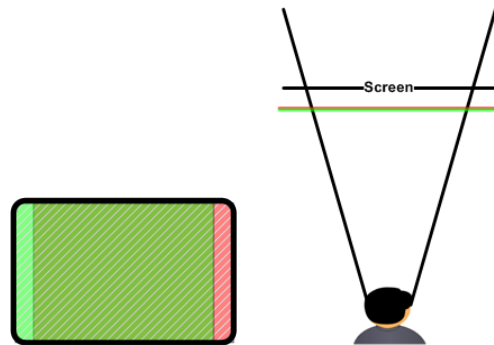
Figuur 23. Camerabeweging verplaatst.

Zoals te zien is in figuur 22 is een deel van het huis niet te zien, doordat de persoon hiervoor staat. Als de camera nu naar links wordt bewogen, zal het resultaat van figuur 23 te zien zijn. Doordat de achtergrond verder weg staat, zal deze bijna niet van plek veranderen bij deze beweging. De persoon die zich dicht bij de camera bevindt zal echter wel van plek veranderen in het beeld. De persoon komt nu veel dicht bij rand van het beeld te staan. Hierdoor is er nu meer van het huis te zien dan in het voorgaande shot. Als het shot al gemaakt is en bewerkt wordt is het niet meer mogelijk meer te laten zien dan dat er is opgenomen. Het aanpassen van de Interaxial Distance is daarom niet mogelijk. Als het beeld in de postproduction verschoven wordt, zal dit daarom overeenkomen met het draaien van de camera. De objecten in het beeld blijven namelijk op dezelfde plek staan. Als de camera gedraaid wordt zal dit een vergelijkbaar effect geven waarbij de objecten ook niet van plek zullen veranderen in het shot. Met het verschuiven van de beelden kan op deze manier de Convergence aangepast worden in de postproduction. Het afstellen van de Convergence in de postproduction is de belangrijkste aanpassing in de postproduction om het beeld anders te kunnen leggen in de diepte. Mocht het zo zijn dat het materiaal met de camera's Parallel geschoten is en er geen Convergence is gebruikt bij de opname, zal deze aanpassing bijna altijd uitgevoerd moeten worden. Het parallel schieten met de camera's zorgt er namelijk voor dat het gehele beeld voor het scherm komt te staan. Met gebruik van Convergence is de plek van de Depth Bracket te veranderen en kunnen objecten ook achter het scherm geplaatst worden. Ook bij close-ups waar er parallel geschoten is, zal deze aanpassing gedaan moeten worden om de twee camerabeelden dicht genoeg bij elkaar te krijgen en de persoon op de juiste plek te zetten in de diepte. Bij een close-up, welke geschoten is met bijvoorbeeld een Side-by-Side rig, zullen de beelden vaak niet dicht genoeg bij elkaar staan om deze close-up juist weer te kunnen geven. Dit kan aangepast worden door de Convergence af te stellen in de postproduction. Hierdoor zal de acteur dicht naar het scherm bewogen worden. Tijdens het schieten van het 3D materiaal kunnen er Stereoscopic Window Violations optreden, doordat een object of persoon achter de rand van het scherm verdwijnt, terwijl deze voor het scherm hoort te staan. Omdat de twee camera's uit elkaar staan, zorgt dit ervoor dat de ene camera net iets meer van een object ziet aan de rand van het beeld dan de ander. Hierdoor kan er een ongemakkelijk beeld ontstaan doordat beide ogen een ander beeld waarnemen. Dit effect zal niet snel herkenbaar zijn als een persoon snel het beeld in of uit beweegt, maar als dit traag gebeurt, kan dit erg ongemakkelijk zijn om naar te kijken. De makkelijkste oplossing is om het beeld hier achter het scherm te plaatsen, maar dit kan soms niet wenselijk zijn. De meest dynamische manier om dit effect te corrigeren is daarom door gebruik te maken van een Floating Window. Dit wil zeggen, dat er een klein stuk van het beeld, dat meer laat zien van het object dan het andere beeld, geblokkeerd wordt, om er voor te zorgen dat er in beide beelden evenveel van het object te zien is. De rand die overblijft in het beeld zal vaak geen directe impact hebben op de kijker. Hierdoor kan deze blijven staan en is er geen verdere aanpassing nodig.

3.3.2 Floating Windows

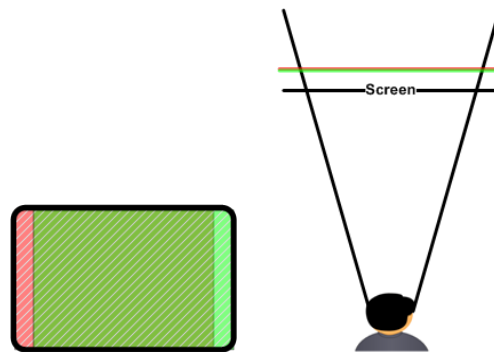
Het doel van een Floating Window is het oplossen van Stereoscopic Window Violations. Hierbij komt deze meestal iets voor het scherm te staan. Maar de Floating window is ook als speciaal effect te gebruiken bij 3D.

Zoals al eerder omschreven bij de 3D processor box van JVC, kan een Floating Window er voor zorgen dat het hele 3D beeld naar voren of naar achteren geplaatst wordt ten opzichte van het scherm. Als het beeld voor het rechter oog namelijk aan de rechterkant geblokkeerd wordt door een zwarte rand in het beeld te plaatsen, lijkt het alsof de rechter rand van het beeld naar de kijker toe komt. Als nu ook de linkerkant van het linker beeld geblokkeerd wordt, zal het gehele beeld zich naar de kijker toe bewegen.



Figuur 24. *Floating Window vóór het beeld.*

Als deze aanpassing wordt omgedraaid, waarbij het rechterbeeld aan de linkerkant geblokkeerd wordt en het linkerbeeld aan de rechterkant, zal het gehele beeld verder in het scherm komen te staan.



Figuur 25. *Floating Window achter het beeld.*

Op deze manier zorgt de Floating Window ervoor dat het beeld niet meer gelimiteerd is aan het scherm, maar hier eigenlijk in zweeft. Zo wordt er een extra optie toegevoegd waarmee het stereoscopische effect aan te passen is. Nu kan het gehele beeld namelijk verplaatst worden in de diepte, zonder dat dit consequenties heeft voor het stereoscopische effect.

Naast het plaatsten van de blokkeringen aan de zijkanten van het scherm is het ook mogelijk deze op andere plekken te plaatsen. Zo kunnen de blokkeringen ook boven en onderaan het scherm geplaatst worden, om het beeld naar de kijker toe te hellen. Door de Floating Window op deze manier in te zetten, kan dit bij sommige scènes een extra sterk stereoscopische effect opleveren. Op andere momenten kan het echter ook gewenst zijn om de Floating Window te animeren. Dit kan soms voor een beter stereoscopisch effect zorgen, bijvoorbeeld als een persoon zich naar de camera toe beweegt. De verwachting is, dat deze persoon in de diepte dichterbij het scherm toekomt. Maar het kan zijn dat hier niet op gelet is bij de registratie. In de postproduction zou dit aangepast kunnen worden door dynamische Convergence te gebruiken, maar dat zorgt er ook voor dat de gehele Depth Bracket naar de kijker toe wordt bewogen. Door hier gebruik te maken van een Dynamische Floating Window kan het idee van camerabeweging gesimuleerd worden. Als de Floating Window begint voor het scherm en langzaam naar het scherm toe beweegt terwijl de persoon op de camera afloopt, zal het lijken alsof de camera naar de persoon toe wordt gebracht. Hierdoor zal in 3D de persoon op de kijker af komen zonder dat de gehele diepte in het beeld wordt veranderd.

Het gebruik van Floating Windows op deze wijze is relatief nieuw en wordt nog niet erg vaak toegepast, maar het zou wel extra mogelijkheden kunnen bieden bij het maken van 3D beeldmateriaal.

3.3.3 Compositing & Graphics

Na het corrigeren van de beelden zullen er wellicht extra elementen aan shots toegevoegd moeten worden om deze echt af te maken. Dit valt onder het Compositing gedeelte van de Online postproduction. Het toevoegen van elementen kan bijvoorbeeld in de vorm van Computer Generated Images(CGI), videoclips, titels en afbeeldingen. Zoals al eerder beschreven is het bij het monteren van Stereoscopisch materiaal lastig om titels toe te voegen aan het materiaal in de Offline postproduction. Deze zullen namelijk op de juiste positie in de diepte geplaatst moeten worden, om zo geen complicaties te geven met de overige onderdelen in het beeld.

Normaal zal een titel vaak ter hoogte van het scherm geplaatst worden, maar als dit bijvoorbeeld zou gebeuren terwijl er een object voor het scherm staat zal er een erg raar beeld ontstaan. De titel staat in dit geval in een videolaag voor het object, maar in de diepte staat deze erachter. Hierdoor is de titel dwars door het object heen te zien. Ook wordt het object naar achteren geduwd doordat de titel ter hoogte van het scherm staat. De hersenen hebben veel moeite om dit ongewone effect te begrijpen en het zal hierdoor ongemakkelijk zijn om naar te kijken. Het is dus belangrijk om titels op je juiste plek in de diepte te plaatsen afhankelijk van de scène in 3D. Omdat dit een erg lastige handeling is in de Offline postproduction en de titels Cardboarding veroorzaken, doordat deze uit platte tekst bestaan, is het beter om deze titels in een CGI softwarepakket te ontwikkelen. Het voordeel van een CGI pakket is dat de objecten die hierin gemaakt worden al 3D zijn. Er zal alleen nog een stereoscopische weergave gemaakt moeten worden van dit object. In een pakket als Autodesk Maya is er standaard een gesimuleerde stereoscopische softwarecamera aanwezig welke twee losse beelden kan genereren voor beide ogen. Deze softwarecamera werkt eigenlijk hetzelfde als een stereoscopic rig met twee camera's. De Interaxial Distance en Convergence zijn bij deze softwarecamera onder andere af te stellen naast de standaard camera instellingen. Hierdoor is het makkelijk om een titel vanuit dit pakket juist te exporteren voor een stereoscopische montage. Een nadeel kan echter wel zijn dat het niet duidelijk is welke afstellingen van de Interaxial Distance en Convergence er gebruikt zijn voor het echte beeldmateriaal. Deze zullen namelijk overeen moeten komen om de CGI titel op een prettige manier in de montage te verwerken. Als deze afstellingen niet bekend zijn is de beste oplossing om de camera in het CGI pakket parallel te plaatsen voor de titel met een Interaxial Distance van 6,5 cm, de gemiddelde afstand tussen de ogen. Zo kan het niet gebeuren dat het Convergence punt van de titel op een andere plek staat en de Interaxial Distance te veel verschilt van het originele materiaal. Daarbij is de Convergence ook bij de Compositing nog af te stellen door de twee beelden horizontaal te verschuiven.

Voor titels is het parallel zetten van de software camera een goede uitkomst, omdat de titel een extra object is dat aan het beeld wordt toegevoegd. Een lastiger scenario is bij het gebruik van bijvoorbeeld Green Screen Compositing. Hierbij wordt de ruimte waar bijvoorbeeld een acteur in staat vaak gemaakt uit CGI. Hier zullen de exacte afstellingen van de camera's en de rig die gebruikt zijn bij de opname erg belangrijk zijn. De acteur zal namelijk op de juiste manier in de ruimte moeten staan binnen de Depth Bracket. Als de afstellingen van de CGI camera en de afstelling van de gebruikte rig en camera's bij de opname te veel verschillen zal het erg lastig zijn om de acteur op de goede plek te zetten in de CGI ruimte. Daarnaast zal het meer kunnen lijken alsof de acteur daadwerkelijk in de scène geplakt is. Hetzelfde effect zou hier kunnen ontstaan als bij het gebruik van titels, waarbij de plek van het CGI object in het beeld niet overeenkomt met de plaatsing van het daadwerkelijke 3D beeldmateriaal. Zo kan het bij het gebruik van green screen lijken alsof de acteur niet in de ruimte staat maar bijvoorbeeld ervoor. Dit zal een erg raar effect kunnen geven bij de kijker, waarbij het op dat moment niet duidelijk is waar deze persoon daadwerkelijk zou moeten staan in de ruimte.

Een ander veel gebruikt element bij Compositing is Picture in Picture (PiP). Hierbij wordt er een klein scherm met beeldmateriaal in een groter stuk beeldmateriaal geplaatst. Een mooi voorbeeld hiervan is een televisie die in een scène staat waar beelden op te zien zijn. Deze beelden kunnen achteraf toegevoegd worden aan het shot, op de plaats van het televisiescherm. Bij stereoscopisch materiaal is Picture in Picture een lastige opgave, want er zal de keuze gemaakt moeten worden of dit beeld op zichzelf ook in 3D te zien is of dat deze 2D in het shot wordt geplaatst. Als dit beeld 2D in het shot geplaatst wordt zal deze plat in het beeld staan en zelf geen diepte geven. Dit kan, afhankelijk van de toepassing, een vergelijkbaar Cardboarding effect geven als een platte 2D titel en verwarring veroorzaken bij de kijker door de onderbreking van 3D. Het plaatsen van een 3D Picture in Picture zal een betere oplossing zijn, maar de toepassing hiervan is vrij complex. Dit beeld zal op zichzelf namelijk een stereoscopisch effect moeten geven binnen het gehele 3D shot zonder een verwarrend effect te creëren bij de kijker. Het zal vaak lastig zijn om hiervoor de juiste afstelling te vinden. Een Picture in Picture beeld parallel in het shot zetten zal sowieso niet goed mogelijk zijn. Bij een parallel 3D beeld zal het maximum positive parallax punt op oneindig liggen en deze oneindig veel diepte geven. Als er bijvoorbeeld een parallel 3D beeld als Picture in Picture op een televisietoestel in het shot zou staan, zal het lijken alsof delen van dit beeld dieper liggen dan de achterzijde van het toestel. Om dit te voorkomen zal dit beeld met Convergence geplaatst moeten worden, waarbij het maximum positive parallax punt op bijvoorbeeld de achterzijde van het toestel komt te liggen. Hierdoor zal er een veel logischer beeld ontstaan in combinatie met het shot. De Compositing is onderdeel van de Online postproduction en zal vaak op hetzelfde systeem plaatsvinden als de Stereoscopic Corrections. Zo zal het wisselen tussen verschillende systemen zo min mogelijk voorkomen.

3.3.4 3D Kleurcorrectie

Na het afronden van de montage, de correcties en de Compositing, zal er kleurcorrectie toegepast worden. Dit is het meest lastige onderdeel van de postproduction om af te stellen, omdat dit zal bepalen hoe de film over gaat komen bij de kijker.

Hoe de kleurcorrectie wordt gedaan hangt altijd af van het uiteindelijke medium waar het beeldmateriaal op weergegeven gaat worden. Bij het uitvoeren van kleurcorrectie op stereoscopisch materiaal is dit net zo belangrijk. Zo zijn er verschillen tussen de weergave via shutterbrillen en de weergave via polarisatie. Doordat er bij de shutterbrillen steeds één oog verdonkerd wordt, zorgt dit voor een halvering van de lichtintensiteit die wordt waargenomen. Daarbij wordt er een zwart signaal tussen de twee weergaven toegevoegd, omdat het encoder systeem tijd nodig heeft om van oog te wisselen. Ook de polarisatiefilters in de glazen en in het LCD scherm zorgen voor een vermindering van licht waardoor er uiteindelijk ongeveer 20 procent van de lichtintensiteit overblijft. Doordat er bij de creatie van het materiaal monitoren met polarisatiebrillen gebruikt worden, is het van belang rekening te houden met dit verschil tussen de twee systemen. Er zal daarom uiteindelijk een controle van het beeld plaats moeten vinden op een shutterbril 3DTV, aangezien veel van de consumenten 3DTV's met deze techniek werken. Naast het licht wordt ook de kleur van het beeld aangetast door de brillen. De polarisatie filters in de brillen hebben van zichzelf een wat groenige kleur waardoor er een deel Magenta kleurdetail weg valt in het beeld. Deze kleur zal dus extra toegevoegd moeten worden, terwijl het beeld er zonder bril eigenlijk goed uit zou zien. Om deze reden is het belangrijk dat de kleurcorrectie met een polarisatiebril op gedaan wordt, om zo het beeldmateriaal de goede kleur te geven voor de uiteindelijke weergave. Een andere kleur aantasting door de shutterbrillen is Color Banding. Dit is een kleurdiepte misvorming, wat strepen en vlakke kleuren kan veroorzaken, waar eigenlijk een gelijkmatige kleurovergang gezien had moeten worden.

Het gebruik van een juiste monitor is bij kleurcorrectie van essentieel belang. De monitor zal namelijk een exacte weergave moeten geven van de kleuren, zoals deze zijn opgenomen. Als dit niet zou gebeuren, zouden kleuren er op sommige schermen heel anders uit kunnen gaan zien. Door

gebruik te maken van schermen die de kleuren exact kunnen weergeven, blijven deze verschillen minimaal en is de kleur op het bronmateriaal op de juiste manier aangepast. Op dit moment zijn er alleen LCD 3D monitoren beschikbaar. Door de bouw van de LCD schermen kunnen deze vaak moeilijk zwart weergeven. Hierdoor zijn deze schermen niet erg geschikt voor kleurcorrectie. Het zwart in de geregistreerde beelden zal via LCD namelijk nooit exact weergegeven worden. De kleurcorrectie zal daarom op een 2D CRT monitor gedaan moeten worden die speciaal ontwikkeld is voor kleurcorrectie. De 3D monitor zal alleen als referentie dienen voor het uiteindelijke resultaat in 3D.

Daarom kan de kleurcorrectie in eerste instantie het beste in 2D gedaan worden. Het is alleen wel van belang dat dit gedaan wordt met een polarisatie 3D bril op, zodat er gecorrigeerd kan worden op de lichtvermindering en kleurveranderingen van deze bril.

Na de kleurcorrectie op het enkele 2D beeld zal het tweede beeld hieraan gelijk gelegd moeten worden. Tussen de twee beelden kan er echter van tevoren al aardig wat verschil zitten als er bijvoorbeeld gebruik is gemaakt van een Mirror-rig. Deze zorgt namelijk voor een verschil in kleur en licht tussen de twee camera's. Ook kunnen er vaak al kleurverschillen zitten tussen de camera's zelf. Het is meestal, door deze kleurverschillen, niet genoeg om de kleurcorrectie van het eerste beeld simpelweg ook toe te passen op het tweede. Mocht er namelijk kleurverschil tussen de twee beelden optreden, zal dit eventuele Ghosting of een oncomfortabel beeld veroorzaken. Hiernaast kan er door het gebruik van twee verschillende kleuren en heel andere kleur weergegeven worden in 3D dan eigenlijk de bedoeling was.

Het is ook mogelijk deze werkwijze om te draaien, waarbij de twee beelden eerst in kleur gelijk worden gelegd. Er zijn namelijk systemen beschikbaar, die automatisch de kleuren van de twee beelden kunnen controleren en gelijk kunnen leggen als dit nodig is. Hierna kan de kleurcorrectie toegepast worden op beide beelden tegelijk, omdat de kleuren hiervan nu aan elkaar gelijk zijn. Aangezien de kleurcorrectie de laatste aanpassing aan het beeld is van de postproduction, is dit de laatste mogelijkheid om de beelden nog volledig na te lopen en eventueel aan te passen. Mochten er nog fouten in het 3D beeld voorkomen, dan is dit hier nog te corrigeren voordat de beelden opgeleverd worden. Er zijn een aantal kleurcorrectie systemen waarin deze aanpassingen nog mogelijk zijn. Hierdoor het niet nodig is om deze beelden terug te sturen naar een ander systeem. Na de kleurcorrectie is het volledige postproduction proces van het stereoscopische beeldmateriaal afgerond.

3.4 3D correctiesystemen

Om de Online postproduction uit te kunnen voeren zijn hier verschillende systemen en software pakketten voor beschikbaar. Een aantal van deze systemen heeft ondersteuning toegevoegd voor stereoscopie. Hier is echter veel variatie in. Dit loopt van enkel de mogelijkheid om de beelden weer te geven op een 3D monitor tot een volledige integratie van stereoscopie met correctie mogelijkheden. De systemen die een ondersteuning leveren voor stereoscopie zijn kleurcorrectie of Compositing systemen.

3.4.1 Quantel

Op dit moment zijn de systemen van Quantel de meest bekend op het gebied van Stereoscopische correcties. De Quantel Pablo en Quantel iQ systemen werken voor de stereoscopische correcties samen met de 3Ality SIP 2100 box. Zoals al eerder genoemd biedt deze 3D Processing box geavanceerde correctie technieken voor stereoscopische beelden. Quantel heeft deze 3D processing box geïntegreerd in zijn systemen om zo op een makkelijke manier aanpassingen te kunnen maken aan de beelden. De Quantel Pablo is een kleurcorrectie systeem en de iQ een High-end Finishing tool. De integratie van stereoscopie bij deze systemen zorgt ervoor dat het niet nodig is constant te wisselen van systeem voor de verschillende postproduction stappen. De Quantel Pablo maakt het,

naast deze correcties, ook mogelijk kleur te corrigeren op beide beelden tegelijk. Beide systemen kunnen uitgerust worden met de 3Ality SIP 2100. Een nadeel is echter wel dat dit systeem bijna een half miljoen kost. Dit systeem wordt het meeste gebruikt bij high-end productiebedrijven. Televisie mediabedrijven zullen een dergelijk systeem niet snel aanschaffen vanwege de hoge prijs.

3.4.2 Avid DS

Avid heeft naast de integratie van stereoscopie bij Media Composer ook een Stereoscopic Container toegevoegd in het High-end Finishing systeem Avid DS. In de Stereoscopic Container van dit systeem zijn twee losse videolagen te plaatsen. Eén voor het linker en één voor het rechter oog. Via deze container zijn de twee beelden weer te geven in Side-by-Side, Over-Under, Interlaced en Anaglyph formaat. Voor de rest zijn er gewone effecten toe te voegen aan de video's en kunnen hiermee de correcties aan het materiaal gedaan worden. Verder zijn er bij de DS geen andere toevoegingen voor stereoscopische correcties. Dit zorgt er ook voor dat het maken van sommige standaard aanpassingen erg omslachtig kan worden. Zo is het knippen van materiaal erg lastig, omdat dit in de container zelf zal moeten gebeuren. Hiernaast heeft de Avid DS wel het voordeel dat er scripting mogelijk is voor de effecten. Zo zijn deze precies af te stellen aan de toepassing waarvoor ze gebruikt worden. Ook kan er gebruik worden gemaakt van Keyframes, zodat bewegingen die problemen geven gecorrigeerd kunnen worden. Door het instellen van deze Keyframes kunnen de camera bewegingen nauw gevolgd worden en zal het beeld altijd goed blijven staan. Binnen het Avid DS systeem is het ook mogelijk Compositing en kleurcorrectie toe te passen. Door een kleurcorrectie op de gehele container te plaatsen is het mogelijk kleurcorrectie op beide beelden te maken. De Avid DS maakt gebruik van een Timeline waardoor de gehele montage in één keer ingeladen kan worden en er nog aanpassingen in de montage zelf te maken zijn.

3.4.3 Nuke & Ocula

Nuke is met de Ocula Plugin heeft naast de Quantel systemen één van de meest geavanceerde correctie mogelijkheden voor stereoscopie. Nuke is een Shot-based Compositing applicatie, welke werkt met een boomstructuur. Zo leveren de Plugins voor Nuke extra elementen, die toegevoegd kunnen worden aan deze boomstructuur binnen een project. Ocula is een Stereoscopic Plugin, die uitgebracht is voor dit programma. Deze levert vergelijkbare mogelijkheden als de 3Ality SIP 2100, maar dan in een software pakket. Zo is het hier mogelijk om verticale ongelijkheden automatisch te repareren. Net als de SIP 2100 kan dit systeem ook een automatische kleurcorrectie uitvoeren om de kleuren van de twee beelden gelijk te leggen aan elkaar. Ocula heeft natuurlijk ook de mogelijkheid om de Convergence tussen de twee beelden aan te passen, maar dit kan echter geavanceerder dan andere systemen. Het is mogelijk een gewenst Convergence punt op het beeld aan te geven, waarna de Convergence precies op deze plek in de beelden zal vallen. Naast deze optie levert Ocula nog een speciale functie, die bij veel systemen onmogelijk is. Door het gebruik van Disparity maps kan de Interaxial Distance van de beelden aangepast worden. Dit is normaal niet mogelijk in de postproduction, omdat de objecten in het beeld niet afzonderlijk van elkaar kunnen schuiven. Ocula maakt het mogelijk deze aanpassing wel te maken, door twee virtuele camera's voor het beeld te plaatsen en deze dichter naar elkaar toe te schuiven. Dit kan echter niet te extreem, omdat er anders bijna een 2D beeld zal ontstaan. Het probleem met het toevoegen van titels is ook verholpen binnen Ocula. Zo wordt er bij het plaatsen van een titel, object of bij het tekenen op één van de twee beelden berekend waar deze aanpassing zou moeten staan op het tweede beeld. Op deze manier zal deze altijd goed geplaatst zijn bij het bekijken van het beeld in 3D. Doordat Nuke en Ocula alleen uit software bestaan is dit een stuk goedkoper dan een systeem als Quantel. Het is echter niet mogelijk geavanceerde kleurcorrectie of montage toe te passen binnen dit softwarepakket.

3.4.4 Pirahna

Het kleurcorrectie systeem Pirahna van ifxSoftware is eigenlijk een goedkopere variant van de Quantel Pablo. Zo levert dit systeem ook geavanceerde correctie mogelijkheden voor stereoscopie. Maar hiernaast is het binnen Pirahna ook mogelijk 2D beelden te converteren naar 3D. Dit zal vooral handig zijn, als er gebruik wordt gemaakt van archief materiaal wat in 2D geregistreerd is. Hierdoor kan de continuïteit van 3D binnen de montage behouden blijven.

3.4.5 Scratch

Assimilate Scratch is één van de eerste systemen geweest, die ondersteuning voor stereoscopie leverde. Scratch is een Finishing systeem wat 3D monitor ondersteuning en een aantal stereoscopische correctie mogelijkheden beschikbaar stelt. Dit systeem is te vergelijken met de Avid DS, maar Scratch werkt alleen Shot-based. Er is dus geen Timeline beschikbaar wat het lastig maakt om de gehele montage in één keer te bewerken of aan te passen.

3.4.6 Film master

De Film Master van Digital Vision is een professioneel kleurcorrectie systeem. Deze maakt het mogelijk om twee videosignalen over twee losse HD-SDI uitgangen te sturen. Zo wordt de eerste videolaag in de Timeline naar de eerste uitgang gestuurd en een tweede videolaag naar de tweede uitgang. Vervolgens kan er een 3D processor box aan de twee signalen gekoppeld worden en zijn deze signalen zo af te kijken op een 3D monitor.

Hiernaast is het mogelijk simpele kleurcorrecties tegelijk of los van elkaar uit te voeren op beide videolagen. Helaas kunnen geavanceerde kleur correctie opties niet gebruikt worden op beide video's tegelijk. Correcties via bijvoorbeeld Color Windows zullen los op elke video geplaatst moeten worden. Hierdoor kan het corrigeren een aardig lange tijd duren, als er gebruik wordt gemaakt van geavanceerde kleurcorrectie technieken.

3.5 3D Postproduction conclusie

Een overzichtelijk postproduction proces voor stereoscopische beelden is erg lastig te realiseren. Dit komt vooral omdat hier nog geen duidelijke richtlijn voor aanwezig is. Bij de registratie is er een stereographer aanwezig die duidelijk weet hoe een stereoscopische registratie moet verlopen. Een dergelijk persoon is er bij de postproduction niet aanwezig. Elk proces binnen de 3D postproduction heeft namelijk zijn eigen werkwijze. Daarnaast is de werkwijze ook nog eens afhankelijk van de gebruikte systemen. Het lastig te creëren proces komt vooral door de verschillen in de systemen die uitgerust zijn met stereoscopische functionaliteiten. Zo zal het corrigeren van stereoscopisch materiaal in een Avid DS anders gaan dan binnen een programma als Nuke. Gelukkig is er binnen de Offline production een minimale keus aan systemen. Avid Media Composer en Final Cut pro zijn eigenlijk de enige Offline montagesystemen, die op dit moment gebruikt worden binnen professionele mediabedrijven. Voor grote 3D projecten zal Avid Media Composer de voorkeur hebben, omdat hierin snel een 2D montage van het materiaal te maken is. Het gebruik van Final Cut pro zal vooral bij kleinere projecten uitkomst bieden. Hierin zijn namelijk veel stereoscopische aanpassingen al te maken aan het materiaal. Het is daardoor niet nodig om het materiaal verder te bewerken in overige systemen. Dit zal daarnaast ook lastig worden, omdat het stereoscopische materiaal geëxporteerd zal worden als een enkel 3D formaat. Hierdoor zijn overige aanpassingen aan het materiaal alleen nog aan beide beelden tegelijk te maken.

Als er gebruik wordt gemaakt van Avid Media Composer, zal het materiaal in de online montage gecorrigeerd moeten worden. Deze stap is een stuk lastiger, omdat er hier erg veel verschillende systemen voor aanwezig zijn. Zo kunnen de stereoscopische correcties plaatsvinden op een kleurcorrectie systeem als Quantel Pablo of via een Compositing systeem als Nuke. Bij beide

systemen zullen er meerdere stappen nodig zijn om de postproduction af te kunnen ronden. Zo zal een kleurcorrectie systeem geen Compositing mogelijkheden hebben en de compositing systemen geen kleurcorrectie. De keus voor het te gebruiken stereoscopische correctie systeem zal daarom erg afhankelijk zijn van de huidige apparatuur die aanwezig is binnen het bedrijf. Het materiaal zal tijdens de gehele postproduction uit twee beelden blijven bestaan, om zo de beste mogelijkheid tot aanpassingen op beide beelden te bieden. Na het hele productieproces zal het materiaal omgezet worden naar een 3D formaat wat op een 3D televisie of monitor te bekijken is.

4. 3D Distributie

4.1 Inleiding

Na het afronden van het gehele productieproces zal het 3D materiaal bij de kijker terecht moeten komen. Als de postproduction voltooid is, kan het beeldmateriaal omgezet worden naar een 3D formaat om gedistribueerd te worden. In de meeste postproduction systemen is het mogelijk om de twee beelden te exporteren naar een enkel 3D signaal. Op deze manier is het mogelijk om de beelden op een 3D Televisie af te spelen. De distributie van dit materiaal is op twee manieren mogelijk. Via een opslagmedium of via Broadcasting.

4.2 3D Opslagmedium

De eerste stap naar 3D distributie zal via DVD's gaan. Vooral omdat er al veel films uitgebracht zijn in 3D en deze verspreid kunnen worden via DVD. Daarnaast zal er alleen een verbinding moeten zijn tussen de 3D DVD speler en de 3D televisie. Het is daarom ook goed mogelijk grote hoeveelheden data in één keer over te sturen. De eerste 3D films zullen uitgebracht worden op 3D Blue-ray DVD's.

4.2.1 3D Blue-ray DVD

Al weer enige tijd geleden is de Blue-ray DVD geïntroduceerd door Sony. Deze DVD maakt het mogelijk om beelden in Full HD resolutie weer te geven. Deze resolutie bedraagt 1920 bij 1080 pixels. Blue-ray biedt naast de opslag van dit hoge beeldformaat ook de mogelijkheid om tegelijk een Picture in Picture beeld weer te geven op het scherm. Hierdoor worden er tegelijkertijd twee verschillende beelden in Full HD afgespeeld. Doordat Blue-ray deze techniek in zich heeft, geeft dit ook de mogelijkheid om een stereoscopisch beeld vast te leggen op deze DVD's. Het stereoscopische beeld bestaat namelijk ook uit twee verschillende Full HD beelden die tegelijkertijd weergegeven moeten worden. Bij de introductie van de 3D televisies werd er door Sony bekend gemaakt dat er 3D films uitgebracht gaan worden op Blue-ray DVD. Het is alleen niet mogelijk om deze films met de huidige Blue-ray spelers af te spelen via een 3D televisie. Hiervoor zal een aparte 3D Blue-ray speler nodig zijn. De Blue-ray DVD's zijn verder niet aangepast. De opslagcapaciteit van deze DVD's is groot genoeg om hier een 3D film op te zetten.

4.2.2 HDMI 1.4

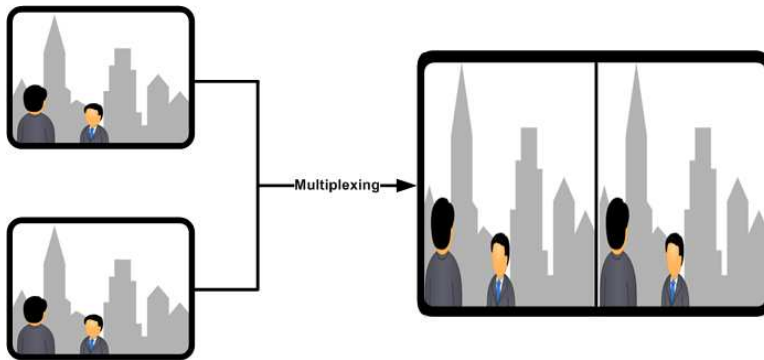
Om het Full HD beeld vanaf de Blue-ray DVD naar de televisie toe te sturen wordt er gebruik gemaakt van een HDMI (High-Definition Multimedia Interface) verbinding tussen de televisie en Blue-ray speler. Op dit moment wordt er voor Full HD televisies HDMI 1.3 gebruikt. Helaas maakt deze variant het niet mogelijk om een dubbel Full HD beeld te versturen, welke nodig is voor de Active shutter 3D televisies. Hiervoor is HDMI 1.4 geïntroduceerd. HDMI 1.4 is even snel als zijn voorganger, maar kan een grotere resolutie versturen. Hierdoor is het mogelijk om de beelden vanaf de Blue-ray DVD in een Side-by-Side formaat naar de 3D televisie te sturen. Dit Side-by-Side formaat bestaat echter niet uit één Full HD resolutie, maar uit twee volledige HD beelden die naast elkaar geplaatst worden. Hierbij is de resolutie van dit formaat niet 1920 bij 1080, maar 3840 bij 1080 pixels. In de televisie worden deze beelden vervolgens van elkaar gescheiden en worden deze na elkaar via de shutter techniek op het scherm getoond. Om ruimte te besparen wordt er ook gebruik gemaakt van de Multi-View technologie. Hierbij wordt alleen het linker beeld op de Blue-ray gezet met daarbij een Depth Map in de Metadata. Als deze naar de 3D televisie wordt verstuurd zal het 2D beeld omgezet worden naar twee stereoscopische beelden van volledige resolutie.

4.3 3D Broadcasting

Op dit moment is er nog geen ideale standaard voor het distribueren van 3D beeldmateriaal naar de huiskamer toe. Er is nog veel onduidelijkheid over de beste manier van verzenden. Er moet namelijk ook rekening mee gehouden worden, dat sommige mensen het signaal ook 2D willen ontvangen, omdat zij bijvoorbeeld geen 3D televisie hebben. Het zou namelijk een stuk duurder worden om zowel een 3D als 2D signaal te versturen van hetzelfde televisieprogramma. Daarnaast is de bandbreedte van het huidige televisie netwerk niet groot genoeg om twee afzonderlijke Full HD signalen te versturen naar de kijker. De kijker zal in ieder geval in het bezit moeten zijn van een digitale HD ontvanger om de mogelijkheid voor HD beeld te bieden. Om het aanpassen van de gehele distributie structuur te voorkomen, worden er oplossingen bedacht om stereoscopische beelden over het huidige HD distributieproces te versturen. Hierin zijn op dit moment twee leidende vormen aanwezig; Multiplexing en Multi-View coding.

4.3.1 Multiplexing

Deze methode is al eerder toegepast bij de productie. Bij multiplexing worden de twee stereoscopische beelden namelijk omgezet naar een enkel 3D signaal. Er wordt hier bijvoorbeeld een Side-by-Side, Interlaced of Over-Under formaat van gemaakt.



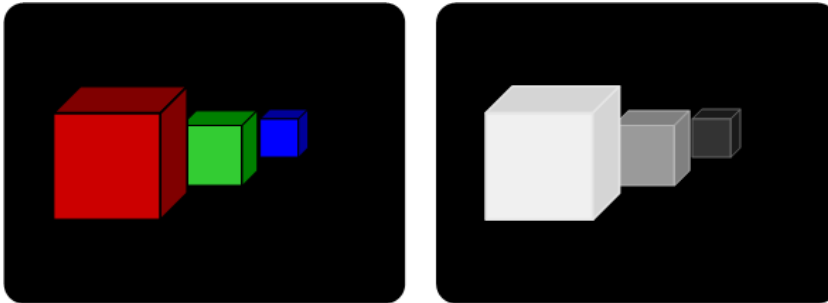
Figuur 26. Multiplexing.

Op dit moment is multiplexing de meest simpele manier van 3D distributie. Zodra er namelijk een multiplex signaal gemaakt is van de twee stereoscopische beelden, kan deze gewoon als standaard HD signaal verder verwerkt worden in het distributieproces. Er is namelijk maar één HD signaal aanwezig waarin de twee beelden verwerkt zijn. Er zijn twee manieren van multiplexing mogelijk, Time Multiplexing en Spacial Multiplexing.

Bij Time Multiplexing wordt het signaal Interlaced gemaakt, waarbij de twee beelden over de interlaced lijnen van het scherm verdeeld worden. Bij Spacial Multiplexing wordt er bijvoorbeeld Side-by-Side of Over-Under gebruikt en worden beide beelden over één HD resolutie verdeeld. Dit brengt echter wel een aantal nadelen met zich mee. Zo is het niet meer mogelijk deze beelden terug te brengen in originele staat. Deze worden namelijk verkleind en kunnen alleen nog uitgerekt worden. Er zal dus altijd maar de helft van de horizontale of verticale resolutie overblijven van het originele signaal. Hiernaast kunnen de huidige HD ontvangers dit signaal niet verder verwerken. Het is niet meer goed mogelijk om dit signaal terug te brengen naar een 2D signaal voor standaard televisie. Er zal daarom op 2D televisie een volledig Side-by-Side of Over-Under signaal te zien zijn, waarbij beide beelden naast elkaar of boven elkaar op het scherm staan. Bij Interlaced is er helemaal geen mogelijkheid meer om een volledig 2D signaal te gebruiken. Op het scherm zal anders alleen nog de helft van de beeldlijnen te zien zijn.

4.3.2 Multi-View coding

De Multi-View coding vorm bestaat al enige tijd. Zo is deze techniek al verwerkt in het MPEG-2 coding systeem uit 1996. Hierna is deze verbeterd voor de toepassing van stereoscopische beelden bij MPEG-4. Bij Multi-View coding worden de twee stereoscopische signalen opgedeeld in één 2D beeld en een gedeelte metadata waarin het verschil van het tweede beeld ten opzichte van het eerste wordt opgeslagen, de zogeheten Depth Map.



Figuur 27. Depth Map.

Deze Depth Map bestaat uit helderheids informatie, welke berekend wordt uit de lichtverschillen tussen de twee beelden. Doordat de twee beelden niet helemaal met elkaar overeenkomen, kan er verschil in helderheid aanwezig zijn op gelijke pixelwaarden van deze beelden. Deze gegevens worden vastgelegd in de Depth Map. Op deze manier hoeft er alleen één 2D beeld gedistribueerd te worden en wordt daarbij de Depth Map meegestuurd als metadata. Deze data vereist alleen wel 50% meer bandbreedte per signaal. Een groot voordeel van deze vorm van distributie is, dat deze het nu mogelijk maakt ook alleen 2D informatie uit dit signaal te halen, zodat er ook een enkel 2D beeld op het scherm getoond kan worden. Daarnaast is ook dit signaal via het huidige HD distributieproces te verwerken. Een nadeel is echter wel dat het volledige 3D effect niet te halen zal zijn door het gebruik van de Depth Map methode, aangezien niet het hele beeld wordt meegestuurd. De daadwerkelijke beeldinformatie voor het tweede beeld, zal alleen vanuit het eerste beeld berekend kunnen worden. Op dit moment heeft de Multi-View Coding de voorkeur, omdat het mogelijk is het gedistribueerde beeldmateriaal zowel in 2D als 3D te bekijken op de televisie.

4.4 3D Distributie conclusie

De distributie van stereoscopisch beeldmateriaal bevindt op dit moment nog in een erg vroeg stadium. Stereoscopische registratie en film zijn al enige tijd aanwezig, maar de 3D televisie maakt nu pas zijn opkomst. Hierdoor is er nog vrij weinig concrete informatie beschikbaar en is er nog geen echte duidelijkheid over de juiste wijze van distributie. De eerste echte testen met distributie naar 3D televisie worden op dit moment gedaan via de Multiplexing methode. Daarnaast zal het eerste daadwerkelijke beeldmateriaal voor de consument alleen via Blue-ray DVD verschijnen. Om 3D broadcasting mogelijk te maken zal elke consument in ieder geval een HD ontvanger in huis moeten hebben, om het verkrijgen van stereoscopisch beeldmateriaal mogelijk te maken. Al het materiaal zal namelijk in Full HD formaat naar de kijker toegestuurd worden. Het maken van Depth Map op Standard Definition beeldmateriaal zal erg lastig worden, omdat hierin de randen erg onscherp zijn. Hierdoor zal de Depth Map nooit helemaal goed gegenereerd worden bij de randen van het licht. Ook bij de Multiplexing methode zal er Full HD materiaal nodig zijn, omdat hier het materiaal altijd in resolutie gehalveerd wordt. Dit is bij Full HD niet echt een groot probleem, omdat dit al een erg hoge resolutie heeft. Bij Standard Definition materiaal zal een halvering van de resolutie echter erg goed zichtbaar zijn. Het is moeilijk te zeggen welke methode van distributie gebruikt zal gaan worden. De meest logische methode zal in eerste instantie Multiplexing zijn,

omdat deze het beste resultaat geeft en het makkelijkste te versturen is. Daarnaast kan hiervoor een apart 3D kanaal aangemaakt worden bij de kabelmaatschappijen en zal een conversie naar 2D niet direct nodig zijn. De Multi-View methode zal op langere termijn wellicht een goede keus zijn, als het 3D kanaal ook bekeken moet worden in 2D. Dit zal bijvoorbeeld bij live registraties een hoop extra tijd en geld schelen. Er wordt bij deze registratie dan alleen nog in 3D gefilmd en toch kunnen consumenten het signaal in zowel 3D als 2D bekijken. Het zou een goede stap zijn om deze methode door te ontwikkelen, om er voor te zorgen dat de benodigde 50% extra bandbreedte voor dit signaal verkleind wordt.

5. Conclusie & Aanbeveling

We hebben gezien dat weergeven van 3D beelden al erg lang bestaat en dat het tot nu toe nog niet gelukt is om 3D op een goede manier in de markt te zetten. Daar komt nu echter verandering in met de komst van 3D televisies. Het is alleen lastig om te bepalen welk type 3D televisie er uiteindelijk bij de consument in de huiskamer zal staan. Een goed beeld is er echter wel te vormen. Zo worden er wel 3D televisies met polarisatie ontwikkeld, maar deze worden op dit moment alleen nog verkocht in Japan. Daarnaast zijn deze televisies erg prijzig, omdat het maken van de speciale polarisatiefilter in de schermen een duur proces is. De polarisatiebrillen zijn daarentegen wel erg goedkoop. Aan de productie van 3D televisies met de Shuttertechniek is er geen duur proces verbonden. Veel van de huidige televisies zijn al krachtig genoeg, om het weergeven van 3D via deze techniek mogelijk te maken. Hierdoor zijn deze een stuk goedkoper dan de polarisatie 3D televisies. De shutterbrillen zijn echter wel prijzig doordat hier veel elektronica in verwerkt is. De grotere consumentenelektronicabedrijven zullen in Europa en Amerika als eerste de 3D televisies met shuttertechniek op de markt brengen. Het is daarom verstandig om 3D beeldmateriaal voor 3D televisies met de shuttertechniek te creëren.

Het produceren van dit materiaal gaat echter niet zomaar. Er moet met erg veel aspecten rekening gehouden worden, om een zo goed mogelijk stereoscopisch effect te creëren. Erg veel standaard registratiemethoden in 2D zullen niet gemakkelijk toe te passen zijn bij een 3D registratie, zoals het uit focus leggen van onderdelen in het beeld. Ook de regisseur en de scriptschrijver zullen een omslag moeten maken om 3D op een goede manier te registreren. Er zijn echter wel duidelijke richtlijnen aanwezig voor het registreren van stereoscopisch materiaal. Dit komt vooral doordat de filmindustrie al erg lang bezig is met de registratie van 3D. Daarom zijn er al veel praktische voorwaarden bekend voor een dergelijke registratie. Zo is het bijvoorbeeld duidelijk dat verticale ongelijkheid tussen de twee stereoscopische beelden de belangrijkste oorzaak is voor een onprettig stereoscopisch effect en de grootste oorzaak van hoofdpijn bij de kijker. Daarnaast is er een Stereographer op de set aanwezig die alle voorwaarden van een 3D registratie kent. Deze is, als 3D specialist, aanwezig op de set, zodat er bij de registratie een zo goed mogelijk 3D beeld gerealiseerd kan worden.

Voor de registratie van 3D wordt er meestal gebruik gemaakt van een Mirror-rig. Dit is een montagesysteem voor twee camera's om stereoscopische beelden te registreren. Door gebruik te maken van een Half-Mirror, is de horizontale afstand van de camera's erg klein te maken. Deze zullen elkaar nooit kunnen raken. De eerste camera kan namelijk het beeld door de spiegel heen registreren en de tweede zal alleen de reflectie van de spiegel opvangen. Het gebruik van een Mirror-rig zal vaak de beste keus zijn voor de registratie van 3D, omdat deze erg veel afstelmogelijkheden biedt en het gebruik van grote professionele camera's mogelijk maakt. Het gebruik van een 3D camera is ook mogelijk, maar deze zal alleen handig zijn als er veel mobiliteit nodig is bij het maken van de beelden. Deze 3D camera's zijn op dit moment alleen nog opgebouwd uit prosumer cameramodellen en bieden daarom niet de beeldkwaliteit van professionele camera's. Als er uiteindelijk 3D camera's met professionele specificaties uit gaan komen, zal dit echter wel een grote aanwinst kunnen zijn voor de 3D registratie.

Om de stereoscopic rig met de camera's op de set goed af te stellen en de camerabeelden te bekijken, zal er een 3D monitor nodig zijn. Hierop is direct het stereoscopische effect te zien. Er zijn enkel 3D monitoren met de polarisatietechniek beschikbaar. Bij een monitor met de shuttertechniek zal er door de shutterbril namelijk te veel flikkering gaan ontstaan bij lichtbronnen en wordt het gebruik van deze bril erg ongemakkelijk.

De beste keus in monitor zal een Hyundai, Zalman of JVC zijn. Deze kunnen het stereoscopische effect erg goed weergeven en zijn goedkoper dan de overige monitoren. Voor de Stereographer zal het gebruik van de 6-inch Transvideo Cinemonitor vooral erg handig zijn. Doordat deze een anaglyph en 50/50 weergave biedt, kan hiermee de uitlijning van de stereoscopic rig en de camera's

goed gecontroleerd worden. Door het kleine formaat is deze ook gemakkelijk op of bij de stereoscopic rig te plaatsen. De Cinemonitor biedt hiernaast ook de mogelijkheid voor het aansluiten van beide SDI signalen vanuit de twee camera's. Dit is bij de overige monitoren niet mogelijk en hiervoor zal er een 3D processor box gebruikt moeten worden.

De meeste simpele en goedkope keus hierin, zal de Initon Stereobrain 3D processor zijn. De simpele functies van deze 3D processor box zijn genoeg om de 3D monitoren aan te sturen. Bij een Live en meercamera registratie zal dit echter niet genoeg zijn. Hier zullen er namelijk meerdere camera's en stereoscopic rigs gebruikt worden. Eén Stereographer zal niet alle stereoscopic rigs tegelijk kunnen bedienen. Daarom zullen er meerdere Stereographers nodig moeten zijn of zal er een geavanceerde 3D processor box gebruikt moeten worden. Een geavanceerde 3D processor box als de 3Ality SIP 2900 kan namelijk maximaal 9 camera's tegelijk bedienen en heeft geavanceerde 3D afstellingen beschikbaar. Deze 3Ality SIP 2900 kan de camerabeelden zelf automatisch corrigeren, waardoor de Stereographer alleen nog deze instellingen in de gaten hoeft te houden. De 3D processor box van JVC kan erg handig zijn bij het gebruik van 2D archiefmateriaal. Omdat deze 3D processor box 2D beelden bijna direct om kan zetten naar 3D, kan 2D archiefmateriaal ook in 3D weergegeven worden. De kwaliteit van het 3D beeld zal niet overweldigend zijn, maar hierdoor kan wel de continuïteit van 3D behouden blijven binnen de registratie.

Bij de postproduction zal het lastig zijn om de overstap te maken naar 3D. Omdat er geen 3D specialist aanwezig is op het gebied van postproductie, zal het enige moeite kosten om hier een goede werkwijze in te vinden. Het gebruik van bepaalde systemen zal erg afhangen van de huidige postproduction infrastructuur van het bedrijf. Het bedrijf zal namelijk zo min mogelijk geld uit willen geven aan nieuwe apparatuur. Het zal, bij nieuwe apparatuur, ook veel tijd en geld gaan kosten om medewerkers te trainen voor het nieuwe systeem. Over het algemeen gebruiken de meeste productiebedrijven Avid Media Composer of Final Cut pro bij de offline montage. De meest simpele stap naar 3D montage, is door gebruik te maken van Final Cut pro, als er geen compositing, graphics of geavanceerde kleurcorrectie nodig is. Door hier bijvoorbeeld gebruik te maken van de CineForm Neo 3D Plugin, kan er een montage in 3D gedaan worden. CineForm Neo 3D maakt het mogelijk om correcties aan beide beelden te maken als deze is omgezet naar een enkel 3D signaal. Hierdoor is het alleen niet meer goed mogelijk van een online montage gebruik te maken, omdat de twee in overige systemen niet meer los van elkaar aan te passen zijn.

Als er bij een postproductie met offline en online montage gewerkt wordt, zal het gebruik van een standaard 2D werkwijze bij de offline productie een goede optie zijn. Hiervoor kan zowel Final Cut pro als Avid Media Composer gebruikt worden. Dit zorgt er namelijk voor dat de twee beelden los van elkaar blijven en er nog mogelijkheden zijn om in de online montage aanpassingen te maken aan de enkele videosignalen. Helaas is het in de offline montage alleen niet mogelijk om het stereoscopische effect van het materiaal te controleren. Hierdoor is er een grote kans, dat er één of zelfs meerdere hermontages nodig zijn, als de stereoscopische effecten van het gebruikte materiaal niet meer te corrigeren zijn. Een hermontage zal ook nodig zijn als er overgangen in de montage gemaakt zijn die niet goed samenwerken met het stereoscopische effect.

Voor het maken van stereoscopic corrections in de online montage zijn er erg veel verschillende systemen beschikbaar. Een systeem van Quantel heeft de beste correctiemogelijkheden voor 3D, maar zal vaak veel te duur zijn voor het gebruik bij televisieproducties. Het Pirahna systeem van ifxSoftware is hier een betere optie, omdat deze vergelijkbare functionaliteiten biedt en goedkoper is dan de Quantel systemen. Het compositing softwarepakket Nuke met de Ocula Plugin zal ook een zeer goede optie zijn voor het corrigeren van stereoscopisch materiaal. Deze is namelijk veel goedkoper dan de Quantel systemen en biedt erg geavanceerde correctie mogelijkheden. Een nadeel is alleen wel dat dit programma Shot-Based werkt. Hierdoor is het niet mogelijk volledige montages in te laden. Dit is bij televisieproducties vaak wel gewenst.

Bij de 3D postproduction zal er vooral rekening mee gehouden moeten worden, dat deze wel eens twee keer langer kan duren dan een 2D postproduction. Dit komt omdat er nu met twee

videosignalen tegelijk gewerkt wordt, waardoor veel handelingen twee keer verricht moeten worden. Daarnaast is het belangrijk om het materiaal ook te controleren op een televisie met de shuttertechniek. Tussen de beeldweergave via een polarisatie- of shuttertelevisie zal namelijk verschil zitten.

Over de distributie van 3D is er nog weinig informatie beschikbaar. Het gebruik van Blue-ray DVD's voor het weergeven van 3D beeldmateriaal is een feit, maar over het verzenden van 3D via een televisiekanaal is er nog veel onduidelijkheid. Zowel de Multiplexing als de Multi-View coding techniek hebben beide veel potentie, maar er is nog geen duidelijke voorkeur voor één van de twee. Afgaande op de informatie, die is opgedaan bij het uitvoeren van dit onderzoek, zal de Multiplexing methode in eerste instantie de voorkeur krijgen voor het distribueren van 3D via een televisiekanaal. Het is niet mogelijk om vanuit deze techniek een 2D beeld voor standaard televisie weer te geven, maar dit zal in het begin wellicht niet nodig zijn. Als er een speciaal televisiekanaal gecreëerd wordt wat enkel 3D afspeelt, zal het voor consumenten met een standaard televisie niet nodig zijn om dit kanaal in gebruik te nemen. Hetzelfde gebeurt op dit moment met de distributie van HD, waarbij men HD televisiekanalen als extra optie kan aanvragen bij de kabelexploitant. Als men geen HD televisie heeft, is het ook overbodig om deze kanalen in gebruik te nemen. Een vergelijkbare werkwijze zou bij de distributie van 3D materiaal toegepast kunnen worden. De Multi-View coding techniek geeft wel de mogelijkheid om zowel een 2D als 3D beeld weer te geven bij de consument, maar dit zal alleen bruikbaar zijn als er televisiekanalen komen die zowel door consumenten met 2D als 3D televisie bekeken gaan worden. In het geval van 3D live registraties kan dit uitkomst bieden, omdat deze dan niet over zowel een 2D als 3D televisiekanaal verstuurd hoeven te worden.

Er is in deze scriptie duidelijk te zien dat, naarmate men verder in het productieproces komt, de richtlijnen en informatie met betrekking tot 3D steeds minder worden. Dit komt vooral omdat er in de loop van een dergelijke productie steeds meer onderscheid ontstaat tussen een productie voor film en een productie voor televisie. 3D wordt in de filmwereld al enige tijd toegepast en hier zijn duidelijke richtlijnen voor gecreëerd. Maar 3D voor de televisie maakt nu pas zijn opkomst en daar zullen nog richtlijnen voor ontwikkeld moeten worden.

Bij de registratie van 3D gaan televisie en film nog aardig gelijk op. Er wordt namelijk van dezelfde technieken gebruikgemaakt voor het creëren van 3D beelden. Alleen zal bij een televisieproductie de gebruikte apparatuur minder kostbaar zijn dan bij film.

Bij de postproductie gaan deze twee al verder uit elkaar staan. Zo wordt er bij film vaak Shot-based gewerkt en is er vaak veel budget beschikbaar om dure systemen aan te schaffen en te gebruiken.

Bij televisie wordt er echter vaak met een Timeline gewerkt in de postproductie en is er minder budget beschikbaar.

Bij de distributie in 3D is er al helemaal een wereld van verschil tussen film en televisie. Zo worden 3D films alleen weergegeven via projectoren in bioscoopzalen en zal beeldmateriaal voor 3D televisie in de huiskamer terecht moeten komen. Het is dus belangrijk dat er, naarmate de tijd vordert, ook richtlijnen en standaarden voor 3D televisie gecreëerd gaan worden. Hoe 3D zich verder in de toekomst zal gaan ontwikkelen is niet met zekerheid te zeggen. In het verleden zijn er al diverse pogingen geweest om 3D in de consumentenmarkt te zetten. Dit heeft tot nu toe alleen nog geen resultaat opgeleverd. Nu lijkt het erop dat 3D, na 90 jaar, toch eindelijk zijn doorbraak gaat maken. Alle betrokken partijen lijken namelijk op dit moment geïnteresseerd in 3D. Het belangrijkste aspect is dat er een hoge kwaliteit 3D verwacht wordt door de consument. De hoop is dat zowel film als televisie deze kwaliteit in de toekomst zal gaan waarmaken.

6. Evalutatie

In een doorlooptijd van een half jaar heb ik mijn afstudeerproject afgerond. Dit was zeker geen gemakkelijke opgave. Vooral omdat dit project gericht was op het doen van een onderzoek en in eerste instantie niet op de creatie van een technisch product. Het doen van een onderzoek heb ik in het verleden namelijk nog nooit gedaan. Er is dan ook een Onderzoeksrapport opgeleverd in de vorm van een scriptie. Hiernaast wordt er nog wel een 3D promotiefilm gecreëerd, welke tot nu toe erg voorspoedig verloopt. Het was in het begin wel erg wennen aan de manier van werken. In plaats van filmen, programmeren of het doen van een montage zat ik ineens met mijn neus in de boeken en werd de meeste tijd gevuld met schrijfwerk. In het verleden is lezen en schrijven nooit een van mijn favoriete bezigheden geweest, maar daar is, door dit afstudeerproject, verandering in gekomen. Allereerst heb ik een Onderzoeksplan opgeleverd en een richtlijn hiervoor was erg lastig te vinden. Uiteindelijk heb ik via de Universiteit Utrecht een richtlijn kunnen vinden voor de creatie van een Onderzoeksplan. Deze heeft ook erg veel meegeholpen bij het invullen van mijn afstudeerovereenkomst.

Bij het plan heb ik een verdeling gemaakt in het onderzoek. Zo heb ik deze opgedeeld in 4 fases. De 3D televisie, 3D productie, 3D postproduction en de distributie. Deze volgorde leek mij erg logisch, omdat de focus in de markt nu vooral ligt op de 3D televisie en de registratie van 3D. Het bleek dan ook dat er over deze twee onderwerpen de meeste informatie beschikbaar was. In eerste instantie heb ik de planning van de 4 fases opgedeeld in gelijke stukken, verdeelt over een half jaar. Hier is echter wat verandering in gekomen in de loop van dit afstudeerproject. Bij de eerste fase en tijdens de tweede, ging het volgen van de planning aardig voorspoedig. Echter kwam er, in de loop van de tweede fase, steeds meer informatie beschikbaar, omdat er ook daadwerkelijke praktijktesten met 3D gedaan werden. Hierdoor heeft de tweede fase meer tijd gekost dan verwacht. Ditzelfde gebeurde bij de 3D postproduction fase, waarbij het 3D testmateriaal gemonteerd werd. Hierdoor kwam er steeds meer praktijkgerichte informatie aan het licht en heeft ook deze fase meer tijd in beslag genomen dan verwacht. De laatste fase, de 3D distributie, koste echter minder tijd dan verwacht. Hierover was helaas weinig concrete informatie beschikbaar. Dit onderdeel zal in de toekomst pas belangrijker gaan worden, aangezien er op dit moment nog geen 3D televisies in de huiskamers staan.

Het communiceren met bedrijven en personen in de televisieproductie branche behoorde ook tot één van de taken in dit onderzoek. Dit was ook nodig om van verschillende kanten informatie te halen. Aangezien 3D nog een relatief nieuw onderwerp is in de televisieproductie branche, was niet alle informatie beschikbaar uit boeken of andere literatuur. Dit was in het begin wat lastig, maar in de loop van dit afstudeerproject is het steeds beter gegaan. Hetzelfde geldt voor het schrijven van mijn rapport. In het begin kostte het me veel moeite, maar later is dit veel gemakkelijker geworden en stond er sneller wat op papier.

Ik ben in dit project gestapt, omdat ik graag iets wilde doen met nieuwe technologieën en technieken. Deze wens is aardig vervuld, want 3D is op het moment één van de meest besproken en vernieuwende technieken binnen de televisiewereld en bij de consument.

Het leuke van dit project was ook dat ik iets geheel nieuws heb geleerd. Dit afstudeerproject is namelijk niet alleen een toepassing geweest van mijn kennis en ervaring die ik heb opgedaan bij de opleiding Mediatechnologie. Ik ben namelijk een heel nieuw leerproces ingestapt, omdat het doen van een onderzoek bij mijn opleiding niet daadwerkelijk aan bod is gekomen. De kennis en ervaring die ik opgedaan heb bij de opleiding, heeft wel veel meegeholpen bij het uitvoeren van dit onderzoek. Alle aspecten van een televisieproductie waren namelijk al bekend door de kennis en ervaring die ik heb opgedaan bij de opleiding Mediatechnologie. Ik kan met enige zekerheid zeggen, dat dit afstudeerproject tot een goed resultaat is gekomen. Ik ben daarom ook erg blij dat de Avi Team Groep mij de gelegenheid gegeven heeft, om dit onderzoek uit te voeren als afsluiting van de opleiding Mediatechnologie.

7. Afkortingen en Woordenlijst

2D	Tweedimensionaal. Iets wat uit de twee meetkundige dimensies Lengte en breedte bestaat.
3D	Driedimensionaal. Iets wat uit de drie meetkundige dimensies Lengte, breedte en diepte bestaat.
3D processor box	Kan via zijn software de videosignalen spiegelen en omzetten naar elk gewenst formaat en het uitsenden via een DVI of HDMI aansluiting. Daarnaast zijn er bij sommige 3D processor boxen geavanceerde stereoscopische correcties mogelijk.
AAF	Advanced Authoring Format.
Active stereo	Het zien van stereoscopische effecten via een bril met elektronische componenten.
Alternate-frame sequencing	Zie Field-sequential stereoscopisch beeld.
Anaglyph	Twee stereoscopische beelden worden over elkaar heen geprojecteerd op een scherm, waarbij het eerste beeld door een rood filter wordt gestuurd en het tweede beeld door een cyaan filter. Als er door een bril met een rood en een cyaan glas naar de beelden wordt gekeken, zal elk oog alleen het goede beeld ontvangen en er diepte te zien zijn.
Autostereoscopic	Diepte ervaren zonder het gebruik van een bril. Dit effect wordt bereikt door het licht van de verschillende beelden zo te blokkeren, dat elk beeld alleen in het juiste oog waar te nemen is. Van dit effect bestaan er twee varianten. Single View Autostereoscopic en Multi View Autostereoscopic.
AVCHD	Advanced Video Coding High Definition. Videoformaat bedacht door Panasonic en Sony voor het opnemen en afspelen van videobeelden.
Bandbreedte	Het verschil tussen de hoogste en laagst doorgelaten frequentie van een signaal. Dit is het totaal aan data wat tegelijkertijd verstuurd kan worden over één signaal.
Beam-Splitter Rig	Zie Mirror-rig.
Blue-Ray DVD	Een optisch opslagmedium in de vorm van een schijf, welke een grotere opslag capaciteit biedt dan gewone DVD's. Op een Blue-Ray DVD kan HD beeldmateriaal geplaatst worden.
Broadcasting	Distributie van video of audiosignalen welke een groote groep mensen in één keer kunnen bereiken.
Cardboarding	Personen en objecten lijken als uitgeknipte stukken karton in het 3D beeld te staan. Deze hebben bijna geen volume. Dit wordt veroorzaakt door het gebruik van lange lenzen.
CCD	Charge-coupled device. Een chip welke de beeldinformatie van camera's omzet naar een digitaal signaal.
CGI	Computer Generated Images.
Checkerboard	3D weergave methode die gebruikt wordt door de DLP techniek. De twee beelden worden opgedeeld in een dambord model, waarbij deze uit de twee stereoscopische beelden bestaat.

Circular Polarisation	Het circulair polariseren van licht. Een circulaire polarisatiefilter bestaat uit een lineaire polarisatiefilter die met daarachter een Quarter Wave Retarder. Deze Quarter Wave Retarder geeft een draaiing aan het gepolariseerde licht mee. Hierdoor wordt de lineaire polarisatie omgezet naar een circulaire polarisatie.
Color Banding	Een kleurdiepte misvorming, wat strepen en vlakke kleuren kan veroorzaken, waar eigenlijk een gelijkmatige kleurovergang gezien had moeten worden.
Compositing	Het proces om meerdere elementen als afbeeldingen, video clips en CGI toe te voegen aan het beeldmateriaal, om deze volledig te maken.
Computer Generated Images	Het produceren en animeren van computer gegenereerde elementen welke via de compositing in het beeldmateriaal geplaatst worden. Dit gaat vaak met programma's als Autodesk Maya of 3D Studio max.
Convergence	Beschrijft hoe ver de lenzen van de camera's over de horizontale as naar elkaar toe zijn gedraaid. Hierdoor ontstaat er een brandpunt tussen de twee camera's.
Depth Bracket	Het totale stereoscopische gebied. Deze loopt van de maximum positive parallax tot de maximum negative parallax.
Depth Map	Metadata bestaande uit helderheids informatie van het verschil tussen de twee stereoscopische beelden.
Dissolve	Een overgang tussen twee camerashots bij de montage, waarbij het eerste shot gelijkmatig transparant wordt over een bepaalde periode totdat alleen het tweede shot nog te zien is.
DLP	Projectie techniek van Texas instruments welke gebruik maakt van een lichtbron en kleurwiel.
Dolly	Een speciaal montagesysteem voor camera's, om geleidelijke en vloeiende bewegingen mee te kunnen maken. Deze worden vaak gebruikt in televisiestudio's.
Dual Lens Stereoscopic camera	Eén camera body met twee dicht op elkaar geplaatste lenzen voor het registreren van 3D beelden. Een groot voordeel hiervan is de mobiliteit.
Dual-Link	Het aan elkaar koppelen van twee verschillende videosignalen.
Dual-Stream recorder	Een taperecorder welke twee videosignalen simultaan kan opnemen.
DVI	Digital Visual Interface. Een digitale interface voor videosignalen welke vaak gebruikt wordt voor het aansluiten van computerschermen.
Eclipse Shutter	Een shutterbril bestaande uit mechanische componenten, aan de stoel van de kijker gemonteerd, en shutters voor de lenzen van twee projectoren. Deze shutters worden om en om gesloten. Als de shutter van de rechter projector dicht gaat, gebeurt dit ook met de rechter shutter van de bril. Hetzelfde geldt voor de linker shutter. Door deze shutters ontvangt elk oog alleen het juiste beeld. Zowel de bril als de projector shutters worden aangestuurd door dezelfde motor, om zo alle shutters synchroon aan elkaar te houden.
EDL	Edit Decision List. Een overzicht lijst van de gecreëerde offline montage, welke het mogelijk maakt de montage in te laden vanaf het ruwe bronmateriaal. Deze wordt gebruikt voor de transport van de offline naar de online postproduction.
Field of View	De totale kijkhoek van een cameralens.

Floating Window	Het blokkeren van één of meerdere randen van het beeld, waardoor het beeld loskomt van het scherm en hierin lijkt te zweven.
Focal Length	De afstand van het midden van de cameralens tot een scherpgesteld object.
Frame	Een enkel beeld van een video op een bepaald tijdsmoment. Als er meerdere van deze beelden achter elkaar gezet worden zal er beweging ontstaan.
Frame-Sequencial stereoscopisch beeld	Twee stereoscopische beelden worden met een hoge snelheid om en om op het scherm getoond. Wordt gebruikt door Active Shutter televisies.
Full HD	De grootst mogelijke resolutie van een High Definition videosignaal. Deze bedraagt een resolutie van 1920 bij 1080 pixels en wordt weergegeven in progressive signaal met een snelheid van 60 hertz.
Genlock	Het gelijkleggen van de interne synchronisatie van een camera met een externe bron. Bijvoorbeeld een tweede camera.
Ghosting	Dit effect ontstaat doordat bij polarisatiebrillen de twee afzonderlijke beelden niet perfect gescheiden worden van elkaar. Hierdoor gaat de gebruiker gedeeltelijk weer twee beelden zien. Het tweede beeld zal er transparant en paars uit gaan zien.
Gigantism	Een object lijkt in 3D groter te zijn dan dat het in werkelijkheid zou moeten voorstellen.
Green Screen Compositing	Hierbij wordt de ruimte waar bijvoorbeeld een acteur in staat vaak gemaakt uit CGI. De acteur is hier voor een groen scherm gezet, welke weg te halen is in de postproduction.
Half-Mirror	Een spiegel welke aan één zijde reflecteert en door de andere zijde heen te kijken is.
HD	High Definiton. Dit refereert naar een veel grotere resolutie dan standaard televisie aankan.
HDMI	High-Definition Multimedia Interface. Een aansluiting voor het verzenden van ongecomprimeerde High-Definition audio- en videosignalen.
HD-SDI	High-Definition Serial digital interface. Een veelgebruikte video interface bij televisie. Deze kan afstanden tot maximaal 300 meter overbruggen.
Hermontage	Het opnieuw ordenen van beelden en geluid vanuit een eerder gemaakt montage.
Horopter	een rechte lijn die parallel loopt aan een getrokken lijn tussen de ogen. Alle objecten die op deze lijn vallen zijn te zien als één enkel beeld
Interaxial Distance	De horizontale afstand tussen de twee cameralenzen.
Interlaced	Het creëren van een beeld bestaande uit twee verschillende velden. Eén veld bestaat uit de oneven beeldlijnen, de ander uit de even.
Interlaced 3D output formaat	Toepassing van een enkel 3D formaat door gebruik te maken van de Interlaced beeldweergave. Het eerste stereoscopische beeld wordt verdeeld over de oneven beeldlijnen en het tweede beeld over de even lijnen. Dit resulteert in een Line-by-Line weergave op het 3D scherm.
Interocular Distance	De afstand tussen de twee ogen. Gemiddeld 6,5 centimeter

Keyframes	Een Frame welke een specifieke video instelling bevat. Het gebruik van meerdere Keyframes zorgt voor een animatie tussen de verschillende Keyframe waarden.
Keystoning	Als twee camera's naar binnen zijn gedraaid, worden de twee kijkvlakken van de camera's schuin op de scène geplaatst. Dit zorgt ervoor dat het linker materiaal aan de linker kant korter is en het rechter materiaal aan de rechterkant korter is.
Lens flare	Licht dat direct in de cameralens valt en lichtringen vormt in het beeld door de reflectie van het licht op de lens.
Lenticular	Een laag van lenzen die over elke pixel in het beeld vallen. Deze lenzen zijn bolvormig waardoor het licht wordt afgebogen naar bepaalde richtingen. Als de gebruiker zich verplaatst binnen een bepaalde zone zal er een ander beeld in elk oog vallen en is het stereoscopische effect nog steeds waar te nemen.
Linear Polarisation	Het polariseren van licht via een polarisatiefilter. Hierbij wordt het licht in een rechte lijn doorgegeven.
Line-by-Line	De twee stereoscopische beelden worden verdeeld in even en oneven lijnen op het scherm.
Liquid Crystal Cell	Een Liquid Crystal Cell bestaat uit een vloeibare Liquid Crystal samenstelling welke tussen twee elektroden geplaatst wordt.
Liquid Crystal Shutters	Een gemoderniseerde variant van de Eclipse Shutter. Deze bestaat uit twee haaksgeplaatste polarisatie filters en daartussen een Twisted Nematic instrument met Liquid Crystal Cell. Het Twisted Nematic instrument draait de polarisatie van het signaal met 90 graden waardoor het gepolariseerde licht parallel komt te staan met het tweede polarisatiefilter. Als er stroom op het Twisted Nematic instrument gezet wordt, zal het gepolariseerde licht niet draaien en zal het licht geblokkeerd worden door de tweede polarisatiefilter.
Maximum Negative Parallax	Het maximale punt waar een object vóór het scherm kan staan in het stereoscopisch gebied.
Maximum Positive Parallax	Het maximale punt waar een object achter het scherm kan staan in het stereoscopisch gebied.
Meercamera registratie	De registratie van een televisieproductie waarbij er meer dan één camera tegelijk wordt gebruikt.
Metadata	Digitale informatie over de definitie, structuur en administratie van databestanden.
Mirror-rig	Op dit moment het meest gebruikte systeem voor het registreren van stereoscopisch materiaal. De Mirror-rig bestaat uit een Half-Mirror welke in een behuizing staat onder een hoek van 45 graden. Er zijn twee camera montagepunten beschikbaar. De eerste camera wordt achter de spiegel geplaatst en de tweede camera wordt onder een hoek van 90 graden op de Mirror-rig gemonteerd.
Montage	Het ordenen van beelden en geluid vanuit ruw videomateriaal.
Motion Blur	Een uitsmeer effect als een object snel door het beeld beweegt. Dit komt doordat het object binnen 1 frame op meerdere plekken staat.
MPEG	Een systeem bedacht door de Moving Picture Expert Group voor de compressie van video- en geluidsbestanden.

Multi View Autostereoscopic	Bij Multi View Autostereoscopic worden er niet twee maar, acht of negen beelden weergegeven. Hierdoor kan de gebruiker niet alleen op één plek zonder bril het stereoscopische effect ervaren, maar binnen een bepaalde zone.
Multi View Coding	Een MPEG techniek om via een 2D signaal en Depth Map een stereoscopisch beeld te versturen over het huidige HD distributieproces.
Multiplexing	Een techniek om twee stereoscopische beelden samen te voegen in één HD resolutie.
Offline Postproduction	Het monteren van videomateriaal op een lage beeldkwaliteit. Dit kan schelen in apparatuurkosten en opslagcapaciteit voor het materiaal.
Online Postproduction	Het monteren van videomateriaal op een hoge beeldkwaliteit. De Online Postproduction vindt plaats na de Offline Postproduction. Hier wordt het videomateriaal opnieuw ingeladen door gebruik te maken van bijvoorbeeld een EDL. Zo is het niet nodig al het materiaal op een hoge beeldkwaliteit in te laden, wat scheelt in de opslag.
Over-Under	Toepassing van een enkel 3D formaat waarbij de twee stereoscopische beelden boven elkaar in één Full HD resolutie geplaatst worden.
Panning effect	Het horizontaal en verticaal verschuiven van het beeld via een effect.
Parallax	De positie van een object dat verandert ten opzichte van een ander object, als het van verschillende punten wordt bekeken. In stereoscopie bepaald dit de plaats van een object in het stereoscopische gebied.
Parallax barrier	Een filter welke voor het Autostereoscopische scherm geplaatst wordt om een gedeelte van het beeld alleen in bepaalde kijkhoek weer te geven.
Parallax stereogram	De totale toepassing van Parallax barriers voor een Autostereoscopisch scherm.
Passive stereo	Het zien van stereoscopische effecten via een bril zonder elektronische componenten.
Picture in Picture	Een kleine beeldweergave tegelijkertijd geplaatst binnen een groot beeld.
Postproduction	Het laatste onderdeel van het productieproces. Hier wordt het materiaal gemonteerd en klaargemaakt voor distributie.
Progressive	Het creëren van een beeld bestaande uit één veld in tegenstelling tot Interlaced. Dit resulteert in een betere beeldkwaliteit dan Interlaced.
Prosumer model camera	Een samenvoeging van de woorden Professional en Consumer . Dit is een cameramodel wat tussen een consumenten camera en professionele camera invalt. Vaak levert een dergelijke camera betere kwaliteit dan een consumenten camera en is deze compacter dan een professioneel model.
Quarter Wave Retarder	Wave Retarders zijn een speciaal stuk polymeerfilm welke de polarisatie methode van licht kunnen aanpassen. Een Wave Retarder heeft een snelle en langzame as. In het geval van een Quarter Wave Retarder wordt de snelheid van één polarisatie cyclus een kwart uit fase gebracht. Hierdoor ontstaat er een Circulaire polarisatie.
Scène	Een combinatie van verschillende beelden in een aaneensluitend geheel.
Set	Speciaal ingerichte plaats waar er videomateriaal opgenomen wordt. Op deze plaats bevinden zich personen die betrokken zijn bij deze opname.

Shot-based Compositing applicatie	Binnen een dergelijk programma is per camerashot het beeld aan te passen. Er is geen Timeline aanwezig waarop de gehele video ingeladen kan worden. Deze werkwijze wordt vaak gebruikt bij professionele filmproducties.
Side-by-Side	Toepassing van een enkel 3D formaat waarbij de twee stereoscopische beelden naast elkaar in één Full HD resolutie geplaatst worden.
Side-by-Side Camera Rig	De Side-by-Side rig is de meest simpele stereoscopic rig. Deze bestaat eigenlijk alleen uit een simpele rail met twee montagepunten voor de camera's.
Silver Screen	Een Silver Screen bestaat uit een zilveren coating op het scherm, waardoor deze niet depolariserend wordt. Dit is een vereiste bij het weergeven van stereoscopische beelden met polarisatiebrillen via een projector.
Single Lens 3D camera	Een concept van Sony om een 3D camera te creëren vanuit één enkele lens.
Single View Autostereoscopic	Het stereoscopische effect is zonder bril te ervaren, maar alleen vanaf één plek. Dit wordt ook wel de "Sweet-spot" genoemd.
Slate	Ook wel Clapperboard genoemd of Klapper in het Nederlands. Deze wordt gebruikt voor het synchroniseren van het camerabeeld en het geluid. Op geavanceerdere Slates zijn soms frametellers geplaatst. Bij stereoscopie kan een Slate nuttig zijn voor het synchroniseren van de twee camerabeelden.
Steadicam	Een gestabiliseerd camera montagesysteem welke wordt gedragen door een cameraman. Deze zorgt voor vloeiende camerabewegingen, ook als de cameraman snel zou lopen met dit systeem. Dit geeft een hoge mobiliteit bij het filmen maar zal zo min mogelijk beweging generen in het camerabeeld.
Stereographer	Een productiemedewerker op de set, welke gespecialiseerd is in het registreren van Stereoscopische beelden en de Stereoscopic Rig bedient.
Stereopsis	Het ontstaan van diepte door het zien van twee verschillende beelden met de ogen.
Stereoscope	Een apparaat bedacht door Charles Wheatstone om diepte waar te nemen vanuit twee afbeeldingen.
Stereoscopic calculator	Een software programma wat de juiste Interaxial Distance en Convergence van de camera's kan berekenen aan de hand van camera en set specificaties.
Stereoscopic Camera Rig	Een montagesysteem om het mogelijk te maken met twee camera's stereoscopisch materiaal te filmen.
Stereoscopic correction	Het corrigeren van fouten in het stereoscopische effect.
Stereoscopic Window Violations	Objecten welke voor het scherm staan in de Depth Bracket en breken met randen van het scherm. Hierdoor ontstaat er een onprettig effect bij de kijker omdat het eerste beeld net iets meer van het object ziet dan het tweede. Dit is te corrigeren door gebruik te maken van een Floating Window.
Stereoscopy	Beschrijving van de techniek voor het weergeven van twee foto's waardoor er één enkel beeld met diepte ontstaat.
Sweet-spot	De meest ideale positie bij autostereoscopic televisie.

Synapse Rack module	Een modulaair systeem gemaakt door bedrijf Axon speciaal bedoeld voor Broadcasting. Hiermee zijn geavanceerde aanpassingen aan beeldmateriaal mogelijk door het toevoegen van verschillende modules.
Timeline	Een visuele representatie van het gehele beeldmateriaal over een bepaalde tijd. Hier voor veel gebruik van gemaakt in softwarepakketten als Final Cut pro en Avid Media Composer.
Twisted Nematic Instrument	Een apparaat bestaande uit een Liquid Crystal Cell en connectiemogelijkheden.
Wet van Malus	Vernoemt naar <i>Etienne-Louis Malus</i> . Hierin wordt de intensiteit I van het uiteindelijke lineair gepolariseerde licht berekend.
XML	Extensible Markup Language.
Xpol	Een techniek voor het weergeven van stereoscopische beelden via een LCD scherm met polariserende brillen. Er wordt vóór het LCD scherm eerst één groot polarisatie filter geplaatst. Dit filter polariseert het beeld circulair en geeft daarbij een rechter of linker draairichting mee aan het licht. Vervolgens worden er voor deze polarisatie filter Xpol filters geplaatst. Deze filters worden over horizontale lijnen verdeeld in een even of oneven patroon. De Xpol polarisatie filters zorgen ervoor dat het licht wat hierdoor gaat een tegenovergestelde polarisatie richting meekrijgt. Als er hierna twee beelden, verdeeld in lijnen, op het scherm geplaatst worden, zal elk van de beelden een eigen polarisatie draairichting meekrijgen.
Zscreen	Voorziet beelden, om en om van een circulaire polarisatie met tegengestelde draairichtingen.

8. Lijst van Figuren

Figuur 1.	Pag 10.	: <i>Diagrammatic view of mirror stereoscope.</i> Bron: Lipton (1982), p. 23
Figuur 2.	Pag 11.	: <i>Diagrammatic view of Brewster's stereoscope.</i> Bron: Lipton (1982), p. 25
Figuur 3.	Pag 12.	: <i>Electric field orientation for polarized and non polarized electromagnetic wave.</i> Bron: Differences between light and electromagnetic wave polarization. < http://www.elkadot.com/en/corpuscular/Differences%20between%20light%20and%20electromagnetic%20wave%20polarization.htm >, laatst geraadpleegd 16 mei 2010
Figuur 4.	Pag 13.	: <i>Circular Polarizer.</i> Bron: American Polarisers Inc. – Lineair Polarisers, Circular Polarisers & Wave Retarders – Quarter Wave Retarders < http://www.apioptics.com/quarter-wave-retarders.html >, laatst geraadpleegd op 10 mei 2010
Figuur 5.	Pag 15.	: <i>Parallax stereogram.</i> Bron: Lipton (1982), p. 70
Figuur 6.	Pag 15.	: <i>Lenticular screen and panoramagram image.</i> Bron: Lipton (1982), p. 71
Figuur 7.	Pag 16.	: <i>Xpol structure.</i> Bron: Hyundai IT Corp. – Products – 3D Display – 3D Technology – The principle of 3D technology, p. 4 < http://www.hyundaiit.com/ >, laatst geraadpleegd op 1 maart 2010
Figuur 8.	Pag 17.	: <i>Shuttering eyewear technology.</i> Bron: Lipton (2008). <i>Shuttering eyewear for use with stereoscopic liquid crystal display</i> . US 2008/0062259 A1, Fig. 1B
Figuur 9.	Pag 21.	: <i>Stereoscopic Window Violation - close-up.</i>

Figuur 10.	Pag 21.	: <i>Stereoscopic Window Violation - over-the-shoulder.</i>
Figuur 11.	Pag 22.	: <i>Objectplaatsing in 3D.</i>
Figuur 12.	Pag 22.	: <i>Slechte overgang in 3D.</i>
Figuur 13.	Pag 23.	: <i>Juiste overgang in 3D.</i>
Figuur 14.	Pag 24.	: <i>Interaxial Distance.</i>
Figuur 15.	Pag 24.	: <i>Convergence.</i>
Figuur 16.	Pag 25.	: <i>Keystoning.</i>
Figuur 17.	Pag 29.	: <i>Side-by-Side Rig. Bovenaanzicht.</i>
Figuur 18.	Pag 30.	: <i>Mirror/Beam-splitter rig. Zijaanzicht.</i>
Figuur 19.	Pag 32.	: <i>Optical system for single lens 3D camera.</i> Bron: Sony Global – News Releases – 2009 < http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/200910/09-117E/ >, laatst geraadpleegd op 23 maart 2010
Figuur 20.	Pag 34.	: <i>JVC Floating window effect.</i>
Figuur 21.	Pag 35.	: <i>2D camera perspectief.</i>
Figuur 22.	Pag 46.	: <i>Camerabeweging origineel.</i>
Figuur 23.	Pag 47.	: <i>Camerabeweging verplaatst.</i>
Figuur 24.	Pag 48.	: <i>Floating Window vóór het beeld.</i>
Figuur 25.	Pag 48.	: <i>Floating Window achter het beeld.</i>
Figuur 26.	Pag 56.	: <i>Multiplexing.</i>
Figuur 27.	Pag 57.	: <i>Depth Map.</i>

Figuur 28.	Pag 77.	: <i>JVC 3D monitor.</i> Bron: Inition < http://www.inition.co.uk/inition/product.php?URL_=product_stereovis_jvc&SubCatID_=83 >, laatst geraadpleegd op 6 mei 2010
Figuur 29.	Pag 77.	: <i>Hyundai 3D monitor.</i> Bron: Inition < http://www.inition.co.uk/inition/product.php?URL_=product_stereovis_arisawa&SubCatID_=83 >, laatst geraadpleegd op 6 mei 2010
Figuur 30.	Pag 77.	: <i>Zalman 3D monitor.</i> Bron: Zalman < http://www.zalman.co.kr/eng/product/Product_Read.asp?idx=217 >, laatst geraadpleegd op 6 mei 2010
Figuur 31.	Pag 77.	: <i>True3Di 3D monitor.</i> Bron: EC21 < http://www.ec21.com/offer_detail/Sell_3D_stereoscopic_LC_D_monitor--8576473.html >, laatst geraadpleegd op 6 mei 2010
Figuur 32.	Pag 77.	: <i>Planar 3D monitor.</i> Bron: Inition < http://www.inition.co.uk/inition/product.php?URL_=product_stereovis_planar_sd1710&SubCatID_=83 >, laatst geraadpleegd op 6 mei 2010
Figuur 33.	Pag 77.	: <i>Transvideo 3D monitor.</i> Bron: Inition < http://www.inition.co.uk/inition/product.php?URL_=product_stereovis_transvideo_cinemonitor&SubCatID_=83 >, laatst geraadpleegd op 6 mei 2010

9. Bronnen

Literatuur:

- Assimilate. (2009). *Scratch and Stereoscopic 3D*. Online:
<www.assimilateinc.com/pdfs/SCRATCH_Stereoscopic_3D.pdf>, laatst geraadpleegd 19 april 2010.
- Butler-Smith, B. J. et al. (2007). *TWO CAMERA STEREOSCOPIC 3D RIG IMPROVEMENTS*. US Pat. 2007/0140682 A1.
- Cable, T. (2009). Step by step guide to Stereoscopic 3D Editing & Finishing.
<http://www.avid.com/static/resources/documents/solutions/Stereoscopic_3D_Guide_sec.pdf>, laatst geraadpleegd 2 april 2010.
- Castellano, J. A. et al. (1973). *LIQUID CRYSTAL CELL*. US Pat. 4108793.
- Cowan M. (2007). *REAL D 3D Theatrical System: A Technical Overview*. Online:
<www.edcf.net/edcf_docs/real-d.pdf>, laatst geraadpleegd 25 maart 2010.
- Derobe, A. (z.d.) 3DStereoRig: User Manual. Online:
<http://www.pstechnik.de/downloads/25003_3D%20Rig%20User%20Manual_090406_web.pdf>, laatst geraadpleegd op 3 mei 2010.
- Digital Vision. (2009). *User Manual 2009*.
- Diner, D. B. et al. (1991). *STEREOSCOPIC CAMERA AND VIEWING SYSTEMS WITH UNDISTORTED DEPTH PRESENTATION AND REDUCED OR ELIMINATED ERRONEOUS ACCELERATION AND DECELERATION PERCEPTIONS, OR WITH PERCEPTIONS PRODUCED OR ENHANCED FOR SPECIAL EFFECTS*. US Pat. 5065236.
- Ebben, B. (2009). 3D belicht vanuit verleden en techniek: Wordt 2010 driedimensionaal?. *Pro AudioVideo*. 31-35.
- Emrich, G. W. (2010). *Realtime 2D 3D Converting: JVC's IF-2D3D special 3D Interface*.
- Faris, S. M. et al. (1996). *ELECTRO-OPTICAL DISPLAY SYSTEM FOR VISUALLY DISPLAYING POLORIZED SPATIALLY MULTIPLEXED IMAGES OF 3-D OBJECTS FOR USE IN STEREOSCOPICALLY VIEWING THE SAME WITH HIGH IMAGE QUALITY AND RESOLUTION*. US Pat. 5537144.
- Hendrickson, A. et al. (2009). *GENERATION OF THREE-DIMENSIONAL MOVIES WITH IMPROVED DEPTH CONTROL*. US Pat. 2009/0160934 A1.
- Horton, M. (2008). *Stereoscopic3D Post using the 3alitiy Digital 3flex™ SIP2100*. Online:
<http://www.quantel.com/repository/files/whitepapers_sip2100november08.pdf>, laatst geraadpleegd 23 april 2010.
- Hyundai IT Corp. (z.d.). The principle of 3D technology. Online:
<<http://www.hyundaiit.com/>>, laatst geraadpleegd op 15 maart 2010.
- Hyundai IT Corp. (z.d.). *Technological Principles of Hyundai IT*. Online:
<<http://www.hyundaiit.com/>>, laatst geraadpleegd op 15 maart 2010.
- JVC. (2009). *3D monitor brochure*.
- JVC. (2009). *IF-2D3D: Real-time 2D to 3D converter*.
- Kleinberger, P. et al. (2007). *SYSTEMS FOR AND METHODS OF THREE DIMENSIONAL VIEWING*. US Pat. 7190518 B1.

- Kleunberger P. et al. (2001). *SYSTEMS FOR THREE-DIMENSIONAL VIEWING AND PROJECTION*. US Pat. 6252707 B1.
- Lipton, L. et al. (2007). *3-D EYEWEAR*. US Pat. 2007/0263169 A1.
- Lipton, L. et al. (1989). *ACHROMATIC LIQUID CRYSTAL SHUTTER FOR STEREOSCOPIC AND OTHER APPLICATIONS*. US Pat. 4884876.
- Lipton, L. et al. (2008). *ALGORITHMIC INTERAXIAL REDUCTION*. US Pat. 2008/0049100 A1.
- Lipton, L. (1982). *Foundations of the Stereoscopic Cinema*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Lipton, L. et al. (1990). *LIQUID CRYSTAL SHUTTER SYSTEM FOR STERESOPIC AND OTHER APPLICATIONS*. US Pat. 4967268.
- Lipton, L. et al. (2008). *LOW-COST CIRCULAR POLARIZING EYEWARE*. US Pat. 2008/0018851.
- Lipton, L. et al. (1988). *METHOD AND SYSTEM EMPLOYING A PUSH-PULL LIQUID CRYSTAL MODULATOR*. US Pat. 4792850.
- Lipton, L. et al. (2008). *SHUTTERING EYEWEAR FOR USE WITH STEREOSCOPIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY*. US Pat. 2008/0062259 A1.
- Lipton, L. et al. (1985). *STEREOSCOPIC TELEVISION SYSTEM*. US Pat. 4523226.
- Lipton, L. et al. (1995). *WIRELESS ACTIVE EYEWARE FOR STEREOSCOPIC APPLICATIONS*. US Pat. 5463428.
- Mendiburu, B. (2009). *3D movie making*. Burlington: Focal Press.
- Montgomery, D. J. et al. (2003). *3D CAMERA*. US Pat. 6512892 B1.
- Panasonic. (z.d.). *Current 3D Production Workflow*.
- Panasonic. (z.d.). *Twin Lens 3D Camera Recorder*.
- Routhier, P. et al. (2009). *MODULAR STEREOSCOPIC RIG*. US Pat. 2009/0296212.
- Sammons, E. (1992). *The world of 3D movies*. Delphi.
- Shaw, W. C. et al. (1990). *METHOD OF PRODUCING AND DISPLAYING A 3-D MOTION PICTURE*. US Pat. 4957361.
- Vaal, M. et al. (2005). *Uitwerken van een onderzoeksplan*.
< <http://www.bio.uu.nl/wetenschapswinkel/content/rapporten/pdf/onderzoeksplan-versie-2006.pdf>>, laatst geraadpleegd 10 februari 2010.

Interviews:

- Interview met dhr. Frank van den Nieuwenhuizen, Coördinator business products Panasonic, maart 2010.
- Interview met dhr. Jurriën Steenkamp, Creative & Technical Director Tree-on, april 2010.
- Interview met dhr. Marco Korzelius, Technical Manager Team Facilities, februari 2010.
- Interview met dhr. Tetsuya Miyazawa, Senior Manager Technical Products Panasonic AVC, maart 2010.

Websites:

21st Century 3D. <<http://www.21stcentury3d.com/>>, laatst geraadpleegd 15 maart 2010.

3Ality. <<http://www.3alitydigital.com/>>, laatst geraadpleegd 27 april 2010.\

3D Vision. <<http://www.3d-vision.biz/>>, laatst geraadpleegd 22 april 2010.

American Polarizers, Inc. <<http://www.apioptics.com/>>, laatst geraadpleegd 13 mei 2010.

AVHub. (2009). *3DTV to use BonusView?*.

<<http://www.avhub.com.au/NewsArticle.aspx?MagazineID=4&NewsArticleID=1489>>, laatst geraadpleegd 11 februari 2010

Axon - Video Processing - Miscellaneous Video processing - G3D100. <<http://www.axon.tv/EN/products/3/49/563>>, laatst geraadpleegd 18 maart 2010.

Broadcast Engenering. (2008). 3ality Digital tackles live 3-D HD stereoscopic interview for IBC2008.

<<http://broadcastengineering.com/products/3ality-digital-tackles-stereoscopic-interview-0812/>>, laatst geraadpleegd 12 februari 2010.

Cine-tal - Davio. <http://cinetal.com/products/davio_main.asp>, laatst geraadpleegd op 16 maart 2010.

Cineform Neo3D. <<http://www.cineform.com/neo3d/>>, laatst geraadpleegd 15 april 2010.

Dashwood Stereo 3D toolbox. <http://www.timdashwood.com/stereo3dtoolbox/Stereo3D_Toolbox_Home.html>, laatst geraadpleegd 15 april 2010.

Edwards, L. (2009). *Active Shutter 3D Technology for HDTV*.

<<http://www.physorg.com/news173082582.html>>, laats geraadpleegd 24 februari 2010.

Ford, A. (2009). *World's First 4K 3D Digital Cinema Camera System For Studio, Location, and Underwater Filming With RED Cameras*.

<<http://www.filmofilia.com/2009/03/04/worlds-first-4k-3d-digital-cinema-camera-system-for-studio-location-and-underwater-filming-with-red-cameras/>>, laatst geraadpleegd 15 maart 2010.

Forrester, C. (2010). *BSkyB selects 3ality 3D camera rigs*.

<<http://www.rapidtvnews.com/index.php/bskyb-selects-3ality-3d-camera-rigs.html>>, laatst geraadpleegd 12 februari 2010.

Google - Patents <<http://www.google.com/patents>>, laatst geraadpleegd 6 april 2010

Grass Valley. (2010). *3D Television*.

<<http://www.broadcastpapers.com/whitepapers/3D%20Television%20Prelim%20Whitepaper.pdf?CFID=17425444&CFTOKEN=b13ade1995b36f00-95A958FE-0A30-6551-B81BB71F92B7D66B>>, laatst geraadpleegd 13 mei 2010.

Hur, J. ed al. (z.d.). ILLUMINATION CHANGE-ADAPTIVE INTER CODING METHOD FOR H.264/AVC-BASED MULTI-VIEW VIDEO CODING.

<http://dms.sejong.ac.kr/thesis/abroad_conference/P1-15.pdf>, laatst geraadpleegd 14 mei 2010.

Inition. <<http://www.inition.co.uk/>>, laatst geraadpleegd 29 april 2010

JVC 3D Monitor. <http://www.jvc.eu/3d_monitor/index.html>, laatst geraadpleegd 4 maart 2010.

Light Illusion - Stereoscopic 3D. <<http://www.lightillusion.com/stereoscopic3d.htm>>, laatst geraadpleegd 2 april 2010.

MarketSaw. (2009). *First Affordable 3D Beam-Splitter Rig For Red One Cameras Introduced*.

<<http://marketsaw.blogspot.com/2009/11/first-affordable-3d-beam-splitter-rig.html>>, laatst geraadpleegd 11 maart 2010.

MarketSaw. (2007). *Interview with John Rupkalvis, CEO of StereoScope International*.
< <http://marketsaw.blogspot.com/2007/10/interview-with-john-rupkalvis-ceo-of.html>>, laatst geraadpleegd 11 maart 2010.

Nieuwenhuizen, M. (2008). *3D-TV in de woonkamer*.
< <http://www.kennislink.nl/publicaties/3d-tv-in-de-woonkamer>>, laatst geraadpleegd 15 februari 2010.

P+S Technik. <<http://www.pstechnik.de/>>, laatst geraadpleegd 2 april 2010.
Post Produciton Glossary. <<http://www.digitalrebellion.com/glossary.htm>>, laatst geraadpleegd 18 mei 2010.

Panasonic - Panasonic technologie - Research & Development. <<http://www.panasonic.nl/>>, laatst geraadpleegd 17 februari 2010.

Panasonic. <<http://3d.panasonic.net/>>, laatst geraadpleegd 21 februari 2010.

Seymour, M. (2008). *Art of Digital 3D Stereoscopic Film*.
< <http://www.fxguide.com/article471.html> >, laatst geraadpleegd op 19 februari 2010.

Seymour, M. (2010). *The Tech Behind the Tools of Avatar Part 1: Ocula*.
<<http://www.fxguide.com/article594.html>>, laatst geraadpleegd op 5 maart 2010.

Sony - Professional Products - Press Centre. <<http://www.sony.nl/>>, laatst geraadpleegd 2 maart 2010
Sony 3D World. <<http://www.sony.net/united/3D/static/>>, laatst geraadpleegd 18 februari 2010.

Sony. (z.d.). SRW-5000/5500/5800: HD Digital Videocassette Recorder.
<<http://www.sony.co.uk/res/attachment/file/06/1157030651806.pdf>>, laatst geraadpleegd 22 april 2010.

Sony Corp. info. (2009). *Sony Develops High Frame Rate Single Lens 3D Camera Technology*.
<<http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/200910/09-117E/>>, laatst geraadpleegd 14 april 2010.

Sun, H. ed al. (z.d.). *Multiview Video Coding*.
<http://www.ensc.sfu.ca/~jiel/ieee/20080715_sun.pdf> laatst geraadpleegd 14 mei 2010.

Telegraaf. (2010). *Plannen voor Amerikaanse 3D-televisiezender*.
< http://www.telegraaf.nl/digitaal/5717764/_Plannen_voor_Amerikaanse_3D-televisiezender_.html>, laatst geraadpleegd 8 februari 2010.

Telegraaf. (2010). *Sony zet hevig in op 3D-tv*.
< http://www.telegraaf.nl/digitaal/5434318/_Sony_zet_hevig_in_op_3D-tv_.html>, laatst geraadpleegd 8 februari 2010.

Texas Instrumentes - Technology. <<http://www.dlp.com/technology/>>, laatst geraadpleegd 18 februari 2010.

Audiovisueel:

Discovery Chanel. (z.d.) *Science of the Movies: Bumblebee Rises*.

The Foundry. (2008). *Ocula Demonstration*. Online:
<http://www.thefoundry.co.uk/pkg_overview.aspx?ui=39DEE70B-C88F-48F1-9BEC-99A9BAFE2850>, laatst geraadpleegd 22 april 2010.

Youtube. (2008). *Steve Owen, Quantel, on 3D Post & Broadcast Technology*. Online:
<<http://www.youtube.com/watch?v=zqSirrV-rVQ>>, laatst geraadpleegd 30 maart 2010.

Bijlage I - 3D Monitoren



Figuur 28: JVC 3D monitor



Figuur 29: Hyundai 3D monitor



Figuur 30: Zalman 3D monitor



Figuur 31: True3 Di 3D monitor

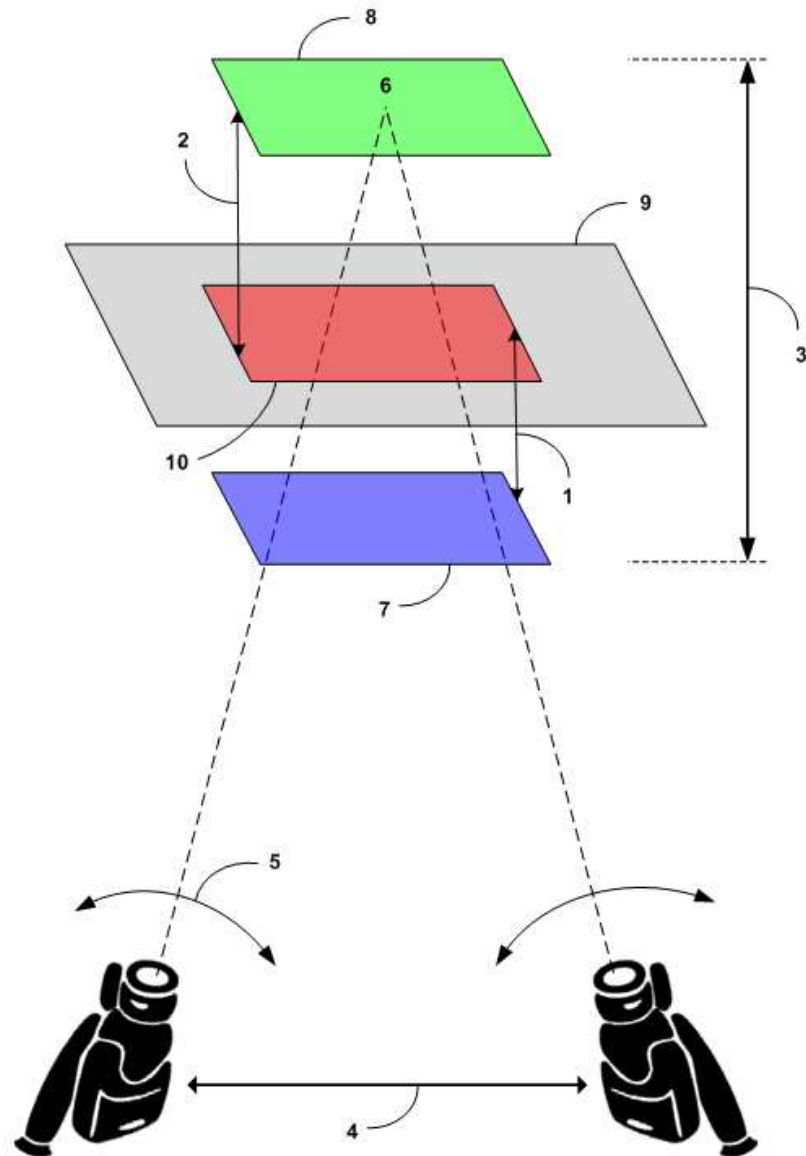


Figuur 32: Planar 3D monitor



Figuur 33: Transvideo 3D monitor

Bijlage II - Werking Stereoscopie



1.	Maximum Negative Parallax
2.	Maximum Positive Parallax
3.	Depth Bracket
4.	Interaxial Distance
5.	Convergence
6.	Convergence point
7.	Near Plane
8.	Far Plane
9.	Screen
10.	Screen Plane