

Het verband tussen kijkgedrag en skiniveau in het alpine slalom skiën

Universiteit Gent

Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen

Opleiding Lichamelijke Opvoeding en Bewegingswetenschappen

Academiejaar 2014 - 2015

Masterproef voorgelegd tot het behalen van de graad van Master in de Lichamelijke
Opvoeding en de Bewegingswetenschappen

Door: Decroix Marjolein

Promotor: Prof. Dr. Matthieu Lenoir

Begeleider: Dr. Pieter Vansteenkiste

DANKWOORD

Als topsporter alpine skiën, maar ook als jeugdtrainster en studente lichamelijke opvoeding en bewegingswetenschappen, is slalom skiën voor mij veel meer dan een gewone vrijetijdsbesteding. Het is mijn passie, mijn leven. Toen ik als atleet vaak het advies kreeg om verder voor mij te kijken en hiervoor geen wetenschappelijke evidentie vond, groeide mijn interesse voor eye tracking in het slalomskiën.

Het is vanzelfsprekend dat ik dergelijk wetenschappelijk onderzoek niet helemaal op mijn eentje klaar kon krijgen en beroep moest doen op specialisten. Ik wil via deze weg de mensen bedanken die een grote rol speelden in het schrijven van dit werkstuk.

Bedankt Prof Dr Matthieu Lenoir om mij in de eerste plaats de toestemming te geven 2 jaar rond mijn passie te kunnen werken en uw apparatuur ter beschikking te stellen.

Ik wil natuurlijk ook mijn begeleider Dr. Pieter Vansteenkiste bedanken voor het bieden van structuur in een soms chaotisch zoekproces naar een coherent verhaal. Zijn wetenschappelijke expertise was een waardevolle bijdrage. Verder wil ik hem ook bedanken om zich te verdiepen in de skisport. Ik hoop dat hij na het opdoen van deze theoretische kennis dit ooit ook zal toepassen in de praktijk! Ik sta te wachten om hem met evenveel geduld en ondersteuning hierin te begeleiden.

Daarnaast wil ik Stephane Fievez bedanken voor het gratis openstellen van zijn indoor skipiste Ice Mountain.

Ook Cyril Cauwelier en Linus Zeuwts verdienen een bedanking omdat zij twee volle dagen kou geleden hebben tijdens het afnemen van de testen. Jullie waren een zeer grote hulp!

Ik wil ook alle proefpersonen bedanken voor hun medewerking aan dit onderzoek en wensen hen nog veel skiplezier.

Last but not least zou ik graag mijn familie bedanken omdat iedereen op zijn manier een bijdrage heeft geleverd in deze masterproef. Mijn ouders gaven mij de kans om mijn expertise binnen de skisport te ontwikkelen. Mijn broer was een voorbeeldige proefpersoon en mijn zus las alles met veel geduld na. Bedankt!

SAMENVATTING

In deze thesis werd het visueel gedrag van experts en beginnende slalomskiërs onderzocht. Door middel van een eye tracker werden de oogbewegingen geregistreerd die de proefpersonen maakten tijdens het skiën door een slalom op voorkeursnelheid. De testresultaten van 5 experts en 14 novices werden geanalyseerd. Het doel van dit onderzoek was om meer inzicht te krijgen in het verschil in kijkgedrag van ervaren en beginnende slalomskiërs. Dit zou in de toekomst kunnen leiden tot betere trainingsadviezen betreffende visueel gedrag van slalomskiërs.

De resultaten toonden aan dat experts de slalom sneller aflegden dan beginners, maar er werd geen significant verschil gevonden in het moment waarop de bocht werd ingezet. Er werd geen verschil gevonden in gemiddelde fixatieduur, fixatiefrequentie of procentuele fixatieduur, maar experts keken wel meer naar paal $n+1$ en minder naar het sneeuwoppervlak tussen zichzelf en de eerstvolgende paal dan beginners. De visuele buffer van experts was even groot in duur, maar gezien hun hogere snelheid wel groter in afstand. Er werd geen link gevonden tussen het moment waarop de ogen switchen naar de op een na volgende paal en de bochtinzet bij experts, noch bij de beginnende slalomskiërs.

Deze resultaten wijzen er dus op dat meer ervaren skiërs verder voor zich kijken waardoor ze beter kunnen anticiperen. Dit visueel anticipatievermogen beperkt zich echter tot 1 paal aangezien amper 2 palen vooruit gefixeerd werd. Experts kijken ook naar strategische punten zoals de palen zelf, terwijl beginners meer naar het sneeuwoppervlak tussen de palen kijken. Experts gebruiken dus efficiëntere zoekstrategieën. Beide groepen keken voor het bereiken van de eerstvolgende paal al naar toekomstige obstakels, maar experts deden dat procentueel gezien vroeger in hun bocht wat het anticipatievermogen bevordert.

Op basis van de gevonden resultaten, zouden trainers hun atleten kunnen aanraden om voor het raken van de paal al te kijken naar de volgende paal. Verder kan men aanraden om naar de palen zelf te kijken in plaats van naar de sneeuw rond of tussen de palen. Het advies om meerdere palen voor zich te kijken, blijkt uit dit onderzoek visueel onrealistisch.

INHOUDSOPGAVE

1. LITERATUURSTUDIE	1
1.1. SLALOM	2
1.1.1. Een poort	2
1.1.2. Figuren in de slalom	3
1.1.3. De verkenning	4
1.1.4. FIS-punten	4
1.1.5. Fasen in een ski bocht	5
1.2. WERKING VAN HET VISUELE SYSTEEM	6
1.2.1. Het oog en het zicht	6
1.2.2. Fixaties en saccades	7
1.2.3. Perceptie en actie	8
1.2.4. Beweging in de omgeving: flow	8
1.2.5. Mechanismen voor een stabiel zicht	9
1.3. EYE TRACKING	9
1.4. OOGBEWEGINGSPATRONEN	10
1.4.1. Oogbewegingen zijn proactief	10
1.4.2. Oogbewegingen zijn taak specifiek	11
1.4.2.1. Strategieën bij het mikken op een doel	11
1.4.2.2. Strategieën bij het sturen	11
1.5. ERVARINGSGEBONDEN VERSCHILLEN IN KIJKGEDRAG	14
1.5.1. In sport	14
1.5.2. Locomotie: autorijden	15
1.6. ERVARINGSGEBONDEN VERSCHILLEN IN HET ALPINE SKIËN	16
1.6.1. Fysieke en antropometrische profiel van een skiër	16
1.6.2. Skitechnische verschillen	16
1.6.3. Verkenning	17
1.6.4. Kijkgedrag tijdens simulatie van een reuzenslalom	17
1.6.5. Kijkgedrag in de reuzenslalom	17
1.7. PRESTATIEVERBETERING D.M.V. VISUELE PERCEPTIETRAINING	19
1.8. PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSVRAGEN	19
1.9. HYPOTHESEN	20
2. METHODIEK	21
2.1. POPULATIE	21
2.2. TESTAPPARATUUR	22
2.2.1. Eye Tracker	22

2.2.2.	<i>Externe camera's</i>	22
2.2.3.	<i>De slalom</i>	22
2.2.4.	<i>Skimateriaal</i>	23
2.3.	TESTVERLOOP	23
2.4.	DATA-ANALYSE	24
2.4.1.	<i>Verzamelde data</i>	24
2.4.1.1.	Skigedrag	24
2.4.1.2.	Kijkgedrag	25
2.4.1.3.	Koppeling kijk- en skigedrag	27
2.4.2.	<i>Statistische analyse</i>	28
2.4.2.1.	Skigedrag	28
2.4.2.2.	Kijkgedrag	28
a)	<i>Fixatieduur, fixatiefrequentie en procentuele fixatietijd</i>	28
b)	<i>Fixatiepercentages per zone</i>	29
c)	<i>Vershil in zonepercentages tussen de groepen</i>	29
2.4.2.3.	Koppeling kijk- en skigedrag	29
3.	RESULTATEN	30
3.1.	SKIGEDRAG.....	30
3.2.	KIJKGEDRAG	30
3.2.1.	<i>Fixatieduur, fixatiefrequentie en procentuele fixatietijd</i>	30
3.2.2.	<i>Fixatiepercentages per zone</i>	31
3.2.3.	<i>Vershil in zonepercentages tussen de groepen</i>	34
3.3.	KOPPELING TUSSEN KIJK-EN SKIGEDRAG.....	35
4.	DISCUSSIE	37
4.1.	DUUR RUN	37
4.2.	FIXATIEDUUR, FIXATIEFREQUENTIE EN PROCENTUELE FIXATIETIJD	38
4.3.	FIXATIEZONES	39
4.4.	VISUELE BUFFER EN SWITCH	40
4.5.	CORRELATIE SWITCH EN BOCHTINZET	43
4.6.	BEPERKINGEN VAN DE STUDIE.....	44
4.7.	TOEKOMSTIG ONDERZOEK	45
4.8.	CONCLUSIE	46

1. LITERATUURSTUDIE

Alpine skiën is een uiterst complexe sport waar de prestatie beïnvloed wordt door tal van factoren. Deze sport omvat meerdere disciplines die elk op zich subtiel verschillende vaardigheden eisen. Zowel op technisch, fysiek, mentaal als tactisch vlak.

De techniek zal in de eerste plaats bepalen of een atleet succesvol is of niet, maar ook de fysieke capaciteiten spelen een belangrijke rol. Skiërs moeten mentaal zeer sterk zijn en de nodige intensiteit kunnen kiezen naargelang de situatie. Enerzijds moet men voldoende risico's nemen om een maximale snelheid te bereiken, maar anderzijds moeten de genomen risico's afstemmen op de capaciteiten van de skiër om de finish te halen. Blessures liggen dan ook altijd op de loer. De keuze van het materiaal moet in harmonie zijn met de eigenschappen van de skiër. Op tactisch vlak kunnen we in analogie met de autosport de gekozen lijn of het spoor als prestatiebepalende factor benoemen. Het kijkgedrag van de skiër zal hierbij een cruciale rol spelen. De beschikbare literatuur hierover is echter zeer beperkt. Nochtans zijn de instructies van heel wat trainers duidelijk: je moet ver voor je kijken. Die tegenstrijdigheid vormde de basis van deze masterproef.

Door de complexiteit van de sport zullen alle opgesomde factoren elkaar onderling beïnvloeden. Het succesrecept van een wereldtopper zit hem in de combinatie van alle ingrediënten. Deze masterproef moet meer duidelijkheid brengen over het ingrediënt 'kijkgedrag'. Oogbewegingspatronen van beginnende slalomskiërs zullen vergeleken worden met dezelfde data van geoefende slalomskiërs.

1.1. Slalom

De slalom is één van de vier hoofddisciplines in het alpine skiën. Een slalomwedstrijd bestaat uit twee runs in een verschillend parcours waarvan de tijd wordt opgeteld. In de slalom staan de palen gemiddeld genomen op een tiental meter van elkaar. In de reuzenslalom is dit tussen de twintig en de dertig meter. Slalom is de meest technische discipline en onderscheidt zich van de andere onderdelen door het feit dat er enkelvoudige palen staan in plaats van dubbele palen met een vlaggetje ertussen (zie figuur 1). Dit maakt het mogelijk om de kortste weg te nemen waarbij het lichaam aan de binnenkant van de paal blijft en enkel de ski's aan de juiste kant van de paal gaan (zie figuur 2).



Figuur 1: Tanja Poutiainen in de reuzenslalom in Val d'Isère (2009) door Agence Zoom/Getty Images

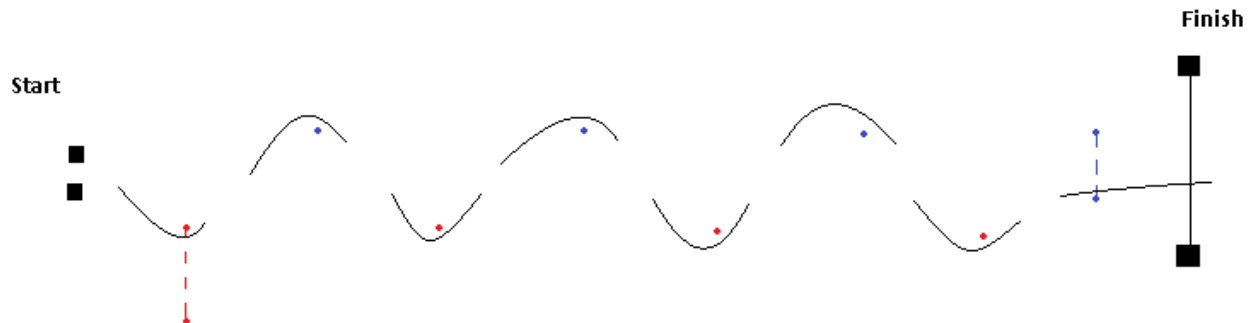


Figuur 2: Mikaela Shiffrin in de slalom in Levi (2013) door Christophe Pallot/Agence Zoom/Getty Image

1.1.1. Een poort

Een slalomparcours bestaat uit een opeenvolging van verschillende poorten waar de skiër reglementair door moet skiën om de finish te bereiken (figuur 3). In principe bestaat een poort uit 2 palen van hetzelfde kleur (rood of blauw), beide kleuren worden steeds afgewisseld. De poort wordt reglementair genomen indien beide voeten, de denkbeeldige lijn tussen beide palen van dezelfde poort passeren. Idealiter blijft in de slalom het bovenlichaam aan de binnenzijde van de poort. Indien de skiër de paal tussen zijn benen neemt, wordt hij gediskwalificeerd. Naast het slalomparcours staan uiteraard poortrechters die moeten controleren of alle palen correct genomen werden.

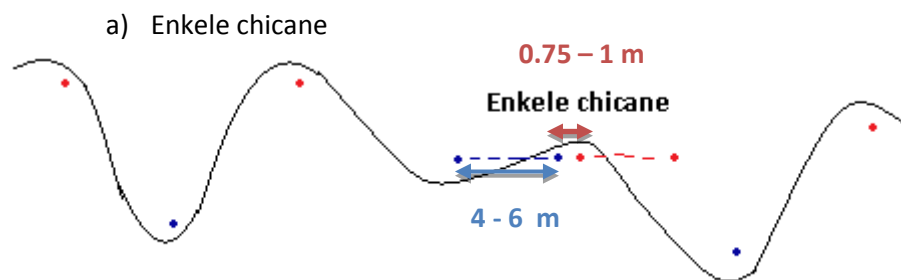
Sinds enkele jaren wordt enkel nog bij de eerste en de laatste poort van de slalom een buiten- en binnenpaal gezet. Daartussen staat er enkel nog een binnenpaal waar men reglementair rond moet skiën. Dit verbetert aanzienlijk het overzicht op de piste en maakt het focussen op relevante informatie zoals de paal gemakkelijker.



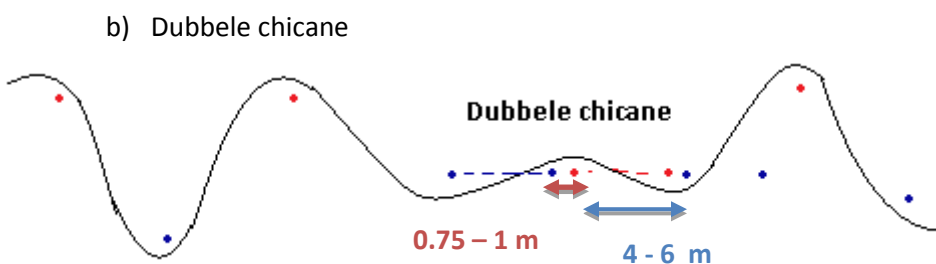
Figuur 3: slalomparcours

1.1.2. Figuren in de slalom

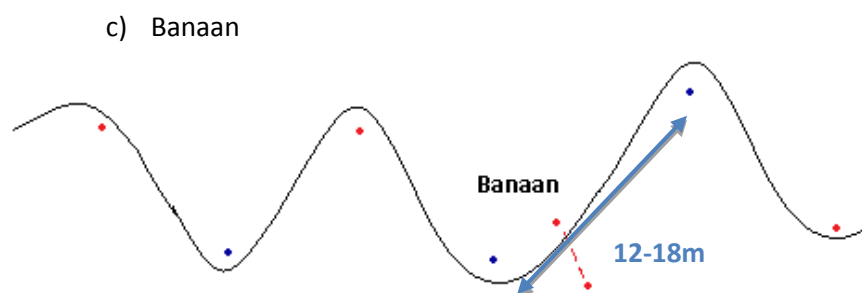
Naast eenvoudige ritmische poorten, moet elke slalom op internationaal niveau ook minimaal 3 enkele chicanes, 1 dubbele chicane en 1 banaan bevatten.



Figuur 4: Enkele chicane



Figuur 5: Dubbele chicane



Figuur 6: Banaan

1.1.3. De verkenning

Tijdens de verkenning mogen de atleten het slalomparcours aan een rustig tempo bezichtigen. Zo kunnen ze de moeilijke poorten en figuren memoriseren en de ideale lijn inbeelden. Sommige atleten leren paaltje per paaltje de slalom uit hun hoofd, anderen onthouden enkel de plaatsen waar ze meer of minder risico's kunnen nemen. Tijdens de verkenning mogen ook coaches door de slalom om hun atleten te begeleiden. Op normale FIS-wedstrijden duurt de verkenning maximaal 30 minuten. Volgens het FIS-reglement kan de organisatie de verkenning toelaten van boven (start) naar onder (aankomst), alsook van onder naar boven, te voet of met ski's aan de voeten. In de praktijk gebeurt de verkenning meestal van start tot aankomst met ski's. Hierbij mag de skiër niet op reële snelheid door de palen skiën en mogen geen gesneden bochten gemaakt worden. De verkenning gebeurt dus al rutschend (zijwaarts afglijden) of in ploeg. De atleet mag zoveel stoppen als hij wil.

Verkennen is een echte kunst en bepaalt indirect de prestatie. Ook op training wordt dit meestal geoefend voordat men aan volle snelheid door de slalom skiet. De verkenning laat toe om vooraf de tactiek en de ideale lijn in te beelden. Tussen de verkenning en de start wordt zeer veel gebruik gemaakt van visualisatietechnieken om zich optimaal voor te bereiden op de wedstrijd. De invloed van verkenningscapaciteiten op de prestatie is nog niet onderzocht, noch de invloed van de verkenning op het visuele gedrag.

1.1.4. FIS-punten

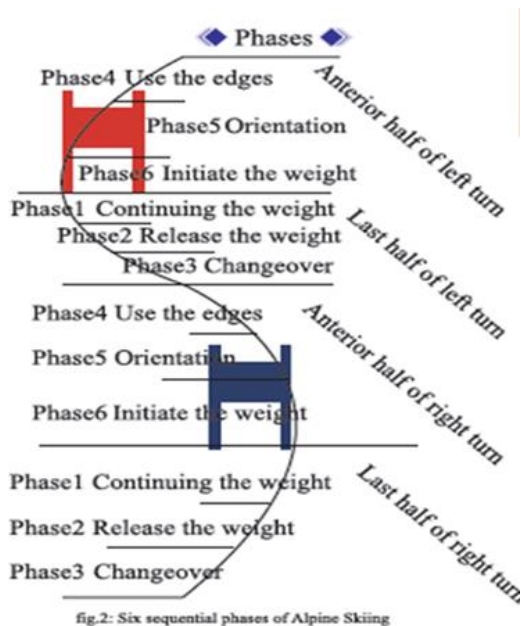
De FIS-punten (Fédération Internationale de Ski) van een skiër die deelneemt aan internationale wedstrijden geven objectief zijn niveau weer en bepalen zijn plaats op de wereldranglijst. Op het einde van elk seizoen wordt het gemiddelde berekend van de twee beste resultaten (in termen van FIS-punten) binnen eenzelfde discipline. Er kunnen meerdere atleten dezelfde punten hebben. In tegenstelling tot vele andere sporten, hebben de besten van de wereld de laagste punten. Een 16-jarige skiër die aan zijn eerste internationale wedstrijd deelneemt, heeft 999.99 punten en start helemaal achteraan.

Tabel 1: wereld ranking en FIS-punten voor de mannen in de slalom
(www.fis-ski.com, 6th FIS points list 2013/2014)

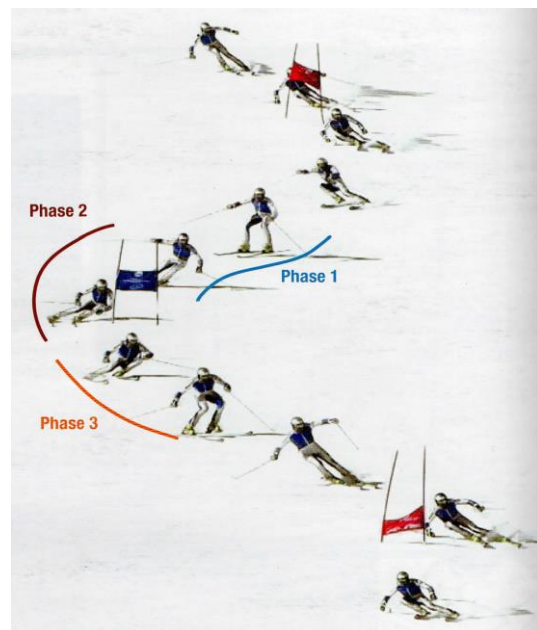
Wereld ranking slalom	FIS-punten slalom
1	0.00
10	4.86
50	8.12
100	12.07
1000	44.52
2000	69.53

1.1.5. Fasen in een ski bocht

Saso et. al (2005) koppelden in hun onderzoek over eye tracking bij reuzeslalomskiërs, de oogbewegingen aan de timing in de bocht. Men verdeelde de bocht in zes fasen te beginnen bij het passeren van de paal (figuur 7). Net na de paal is de eerste fase het aanhouden van de opgebouwde druk. In een tweede fase wordt de druk losgelaten, waarna de kantenwissel plaatsvindt om de volgende bocht in te zetten. De vierde fase werd benoemd als ‘gebruik van de kanten’. Ten vijfde volgde de oriëntatiefase en als laatste kwam de fase van de drukopbouw net voor de volgende paal.



Figuur 7: Zes fasen in een ski bocht
(Saso et al., 2005)



Figuur 8: Drie fasen in een ski bocht
(Mémento ski français)

In Franse ski technische handboeken (Syndicat national des moniteurs du ski français, 2006) worden in een competitiebocht echter drie fasen omschreven (figuur 8). Het is vanzelfsprekend dat deze drie fasen dezelfde facetten bevatten als de zes fasen die beschreven werden door Saso et al. Enkel de afbakening van de fasen is verschillend. De eerste fase begint in het Franse model met de bochtinzet of kantenwissel. Tijdens deze fase worden de ski's in de richting van de bocht gezet, de toekomstige buitenski progressief belast en het lichaam komt naar de binnenkant van de bocht. De tweede fase wordt gekenmerkt door een maximale druk op de ski's net voor het passeren van de paal. Tijdens de laatste fase wordt de druk uitgespreid terwijl de onderste ledematen passief in flexie gebracht worden. De inkanting van de ski's vermindert tot ze plat op het sneeuwoppervlak staan. De lengte van elke fase is afhankelijk van het ritme van de slalom of reuzenslalom en de gekozen lijn.

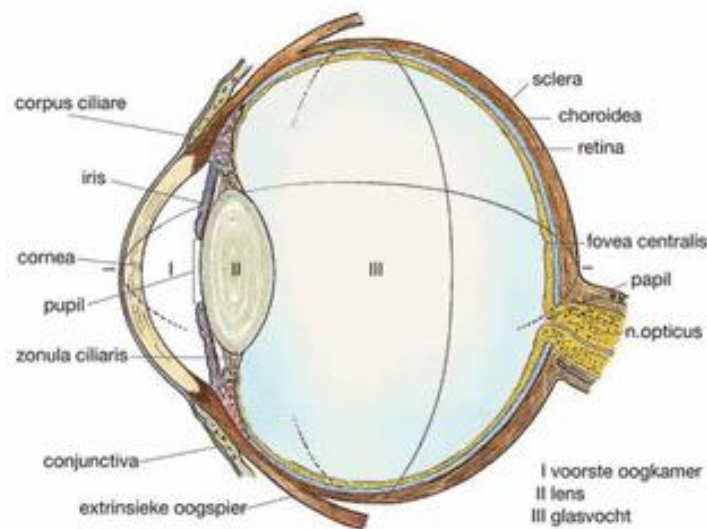
1.2. Werking van het visuele systeem

Skiën gebeurt in een open en veranderlijke omgeving. Er is m.a.w. een permanente interactie tussen de skiër, de omgeving en de taak: het zo snel mogelijk afleggen van de slalom zonder het evenwicht te verliezen. Bij het uitvoeren van motorische taken is een continue wisselwerking nodig tussen sensorische informatie uit de omgeving (de sneeuwkwiteit, de piste, de palen) en de uitgevoerde handeling die voortdurend moet worden bijgestuurd. Dit kan door samenwerking van het centrale en perifere zenuwstelsel (Bernstein, 1967). De acties van de skiër, alsook de keuze van het spoor, zijn afhankelijk van de capaciteit om een geheel te vormen uit alle zintuigelijke informatie: het zicht, de tast, het gehoor, het vestibulair evenwicht en de proprioceptie van de spieren en pezen (Berthoz, 2012). Het hoofd, het lichaam en het oculomotorisch controlesysteem werken als een sterk gekoppeld systeem (Guitton en Volle, 1987; Zangemeister en Stark, 1982). Om een beter inzicht te krijgen in het visueel gedrag van skiërs is het belangrijk om enkele basisprincipes van het visuele systeem te kennen.

1.2.1. Het oog en het zicht

Het oog is het instrument waarmee informatie uit de omgeving kan worden ontvangen en doorgegeven naar de hersenen. Binnenkomende beelden worden scherp gesteld via de lens en komen terecht op het netvlies, van daaruit wordt een signaal verzonden via de oogzenuw naar de hersenen. De visuele cortex in de occipitale hersenkwab is verantwoordelijk voor de visuele perceptie van die informatie. Pas dan worden we ons bewust van de voorwerpen die we zien.

In figuur 9 ziet men de anatomie van het oog. De wand van de oogbol is opgebouwd uit drie lagen. De buitenste laag, het sclera zorgt voor ondersteuning. De middelste laag regelt hoeveel licht kan binnenkomen en welke vorm de ooglenzen heeft via de oogspier. De binnenste laag, het netvlies bevat lichtgevoelige cellen (kegeltjes en staafjes) die beeldvorming mogelijk maken en het visueel signaal doorsturen naar de hersenen. Staafjes zijn zeer lichtgevoelig waardoor men in een duistere omgeving nog kan zien. De kegeltjes staan in voor kleurenzicht en zijn minder lichtgevoelig. De gele vlek bevat de meeste kegeltjes en bevindt zich centraal op het netvlies. Centraal op de gele vlek kan men het scherpst zien, deze kleine plaats is de fovea (De Haan en Cowey, 2011).



Figuur 9: De anatomie van het oog (uit Het oog Anatomie/Fysiologie, 2012)

1.2.2. Fixaties en saccades

Een beeld uit de omgeving dat op het netvlies valt, kan enkel scherp waargenomen worden op de fovea (zie 1.2.1. Het oog en het zicht). Dit gebied is uiterst klein, dus de oogspieren moeten zorgen dat het binnengekomen beeld altijd op deze plaats op het netvlies valt. Daarom maakt het oog meerdere malen per seconde een oogsprong of saccade (Land, 1993). Het duurt echter ongeveer twintig milliseconden voor de kegeltjes lichtveranderingen kunnen waarnemen waardoor men tijdens een saccade nagenoeg niets ziet (Friedburg et al., 2004). Om voldoende informatie op te nemen en door te kunnen sturen naar de hersenen, moet het oog zich op een bepaald voorwerp kunnen fixeren. De fixaties geven dus informatie over de waargenomen voorwerpen.

1.2.3. Perceptie en actie

Gezien het netvlies slecht tweedimensionaal geprikkeld wordt, zijn andere strategieën nodig om ook afstand of diepte in 3D waar te nemen. Retinale dispariteit houdt in dat beide ogen door hun ligging een klein verschillend beeld zien. Wanneer deze beelden samen komen in de hersenen, kan de diepte geschat worden (Schouppe, 2006). Ook de ervaring speelt een rol in het dieptezicht. Doordat de reële grootte van een object gekend is, weet men hoe ver zich men van het voorwerp bevindt (Gogel, 1963). Een persoon in beweging gebruikt ook de bewegingsparallax als strategie om de diepte in te schatten. Voorwerpen die dichterbij gelegen zijn, bewegen sneller op de retina dan veraf gelegen voorwerpen (Wicklein, 2002).

Voorts verloopt de visuele perceptie via 2 stromen die door samenwerking een perceptie-actie koppeling mogelijk maken. De ventrale stroom registreert wat men ziet en zorgt voor het herkennen van objecten. Dankzij de dorsale stroom weten we waar (positie en afstand) het waargenomen voorwerp zich bevindt (De Haan en Cowey, 2011).

1.2.4. Beweging in de omgeving: flow

Wanneer de skiër zich voortbeweegt in een stabiele omgeving terwijl men het zicht focust op een vast punt (de paal) waarnaar men beweegt, ontstaat een flow rondom dit punt (figuur 10). De voorwerpen uit de omgeving zullen schijnbaar bewegen en worden groter naarmate men het punt nadert. Hoe sneller men zich verplaatst naar het punt, hoe sneller de optische informatie nadert. De optische flow geeft informatie over de richting van beweging, alsook een driedimensionaal beeld van de omgeving (Cornilleau en Gielen, 1996).

Het oog maakt echter enkel momentopnames van de omgeving (fixaties). Tijdens de beweging worden zeer frequent 'foto's' gemaakt die samengebracht worden in de hersenen. Zo ontstaat een vloeiende interpretatie van de optische flow bij locomotie (Eifuku en Wurtz, 1999).



Figuur 10: Optische flow bij focus op een statisch punt in de horizon. (uit Warren et al. , 1990)

Retinale flow is de combinatie van optische flow en de oogbewegingen. In tegenstelling tot de optische flow, waar het hoofd stil blijft, bewegen het hoofd en de ogen nu mee. Dit zorgt voor

een complexer beeld van de omgeving op het retina (Land,2006). Compenserende oogbewegingen trachten gefixeerde punten te stabiliseren (Warren et al., 1990; Lappe en Hoffman, 2000).

1.2.5. Mechanismen voor een stabiel zicht

De controle van de oogbewegingen omvat bewegingen van zowel de ogen, het hoofd als de romp. Deze bewegingen moeten gecoördineerd zijn zodat een vloeiende beweging mogelijk is terwijl de blik stabiel blijft. Ondanks het feit dat de skiër veel bewegingen maakt met zijn lichaam, kan toch een stabiel zicht verkregen worden dankzij aangepaste mechanismen.

a) *Vestibulo-oculaire reflex (VOR)*

Een snelle roterende beweging van het hoofd in één richting, lokt een reflexmatige oogbeweging uit in de andere richting.

b) *Optokinetische reflex (OKR)*

Deze reflex werkt als een feedbacksysteem voor tragere bewegingen. Hierbij wordt de snelheid van het beeld op het retina gemeten en roteren de ogen in dezelfde richting.

c) *Smooth pursuit*

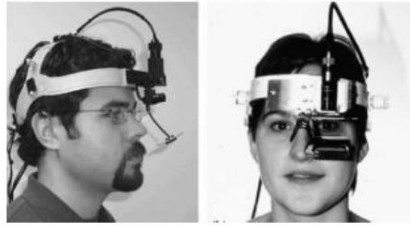
Dit systeem zorgt dat kleine voorwerpen die zich vloeiend voortbewegen aan een snelheid van ongeveer 15° per seconde, gevolgd worden door de ogen. Bij de voorgaande reflexen ging het over een algemeen beeld op de retina, terwijl de ogen hier specifiek een klein object volgen. Indien het voorwerp sneller dan 15° per seconde beweegt, spreekt men van saccades.

d) *Vergence*

Wanneer een voorwerp naar de persoon toe of van de persoon weg beweegt, draaien de ogen naar elkaar of weg van elkaar om een binoculair zicht te behouden. Scheel kijken naar de neus is hier een voorbeeld van (Land,2006).

1.3. Eye Tracking

Om het kijkgedrag te kunnen analyseren moeten oogbewegingen gemeten kunnen worden. Dit kan aan de hand van een eye tracker. De apparatuur die vandaag de dag op de markt is, maakt gebruik van videoregistratie om de oogbewegingen vast te leggen (figuur 11). Er wordt een infraroodsignaal uitgezonden dat de reflexmatige bewegingen van de cornea bepaalt. Via videoregistratie kan men de positie van de pupil meten. De corneale reflex blijft steeds constant ten opzichte van de hoofdband, waardoor de bewegingen van de pupil de werkelijke oogbewegingen en geen hoofdbewegingen zijn (Duchowski, 2007). Deze methode laat dus lichaams- en hoofdbewegingen toe en is vrij gebruiksvriendelijk.



Figuur 11: Eye tracking d.m.v. videoregistratie en infraroodsignaal (uit Land, 1993)

1.4. Oogbewegingspatronen

In een review concludeerde Land (2006) dat de ogen proactief zijn. Ze zoeken de nodige informatie ongeveer een seconde voor de beweging zelf plaatsvindt en lopen dus voor op de beweging. De ogen verlaten hun doel ook voordat de beweging volledig af is, wat wijst op een geheugenbuffer. Deze eigenschap van het visueel gedrag is duidelijk bij verschillende dagdagelijkse taken.

1.4.1. Oogbewegingen zijn proactief

Tijdens het luidop lezen bewegen de ogen over de tekst heen, ongeveer één seconde voor de tekst gezegd wordt. De saccades die gebruikt worden zijn zeven tot negen letters breed. Dit aantal is onafhankelijk van de grootte van het lettertype wat wijst op een aanpassing van het oculomotorisch systeem aan de schaal (Land, 2006; Weger en Inhoff, 2006).

Tijdens het wandelen wordt de plaatsing van de voet gecontroleerd door gemiddeld twee stappen vooruit te kijken. Aan de gemeten snelheid kwam dit overeen met 0.8-1 seconde. Hoe meer oneffenheden het oppervlak vertoonde, hoe meer men naar de plaatsing van de voeten kijkt (Lappe en Hoffman, 2000; Land, 2006; Patla en Vickers, 2003).

Het nemen van een bocht is gerelateerd aan een saccade naar de nieuwe bestemming. De blik wijst in de richting van de bocht en anticipeert op de beweging van het lichaam (Hollands et al., 2002). Ook wanneer men rond zichzelf roteert zonder voorwaartse verplaatsing waren de bevindingen gelijk (Land, 2004).

1.4.2. Oogbewegingen zijn taak specifiek

Land (2006) stelde ook vast dat de oogbewegingspatronen taak specifiek zijn. Verschillende taken lokken dus een specifiek kijkgedrag uit.

Een slomskiër moet elke bocht opnieuw zijn lijn en zijn beweging afstemmen op de eerstvolgende paal. Het kijkgedrag van een slomskiër zou dus wel gelijkenissen kunnen tonen met het mikken op een doel en/of het sturen van een voertuig.

1.4.2.1. Strategieën bij het mikken op een doel

Abrams et al. (1990) maakte een onderscheid tussen drie fases in de motorische controle bij het mikken op een nabijgelegen doel. Tijdens de voorbereidingsfase wordt de beweging gepland, in de impulsfase start de werkelijke beweging en ten slotte past men de beweging aan om het doel te bereiken tijdens de error-correction fase. Abrams omschreef een drie-oogbewegingshypothese die de coördinatie van het kijkgedrag bij het mikken op een ver gelegen doel beschrijft. In de position-only hypothese lokaliseren de ogen het doel en blijven daar gefixeerd tot het einde van de beweging. De movement-only hypothese stelt dat de ogen gelijktijdig bewegen met de mikbeweging. Motorische en proprioceptieve informatie zijn hierbij noodzakelijk om de beweging accuraat uit te voeren. In de movement-plus-position hypothese komen beide theorieën samen. De oogbewegingen volgen het begin van de beweging en fixeren vervolgens op het doel.

Schmidt (1988a,b, 1991) stelde in zijn location-suppression hypothese dat tijdens de vroege fase van het mikken, een langdurige fixatie op het doel noodzakelijk is. Eens de mikactie volbracht is, blijkt het zicht overbodig te zijn en dus onderdrukt te worden via het knipperen van de ogen. Een belangrijk verschil tussen eenvoudige miktaken en slomskiën, is dat de skiër continu in beweging is. Skiën kan dus eerder vergeleken worden met sturen dan met mikken.

1.4.2.2. Strategieën bij het sturen

a) Algemeen

De eenvoudigste manier om een doel te bereiken is om je blik erop te richten en je via een rechte lijn naar dit punt te bewegen (Wilkie et al., 2008). Bij snelle verplaatsingen zoals skiën zou dit voor een te bruuske richtingsverandering zorgen ter hoogte van de paal.

Fajen en Warren (2003) stelden een non-lineair dynamisch model voor om perceptie en actie te koppelen. Hierbij werd de oriëntatie en de afstand tot het doel (de paal) gebruikt om de ideale lijn te nemen. Vooral de visuele richting van de paal zou van belang zijn in dit proces, terwijl optische flow enkel gebruikt zou worden voor onmiddellijke bijsturing.

Het punt waarop men fixeert blijkt een aantrekkingskracht uit te oefenen: je kijkt naar waar je wilt en zo wordt je ook aangetrokken door dat fixatiepunt (Wilkie en Wann, 2002, 2003a). Ook in praktische handboeken voor motorrijders wordt aangehaald dat het correct gebruiken van je ogen cruciaal is voor het kiezen van de juiste lijn. Men raadt aan om te kijken naar waar je wilt sturen (Ienatsch, 2003). Aangepaste kijkpatronen kunnen de perceptuele controle van het sturen vergemakkelijken (Wilkie al., 2008).

Land en Horwood (1995) stelden vast dat informatie van de weg vlak voor de auto wordt gebruikt om centraal op de baan te blijven terwijl informatie van de verder af gelegen weg helpt bij het nemen van bochten. In analogie vond men dat feedback signalen informatie gaven met betrekking tot het afwijken van de middellijn van de weg. Deze signalen lokken compensatiegedrag uit, zoals het bijsturen in de bocht. Feed forward signalen maken het mogelijk om te anticiperen en bevatten visuele informatie over zaken die zich 2 seconden voor de auto bevinden. Aan een snelheid van 30 m.p.h. (13.8 m/s) komt dit overeen met 27 m voor de auto (Donges, 1978).

b) Het nemen van een bocht

In onderzoek naar het kijkgedrag bij het nemen van bochten werd vastgesteld dat chauffeurs hun blik voornamelijk richten naar een punt aan de binnenkant van de bocht (Land, 2001; Lappi et al., 2013; Land & Tatler, 2001; Land, 2006; Land & Furneaux, 1997; Land & Lee, 1994). Vooral de regio rond het punt dat vanuit het oogpunt van de chauffeur meest uit de bocht steekt (het 'Tangent punt'; zie X op figuur 12), wordt vaak beschreven als een ideaal fixatiepunt voor het nemen van bochten. Het tangent punt is het punt waar de blikrichting de rand van de weg raakt. Het is echter nog niet duidelijk of bestuurders dit als een strategisch punt fixeren of dat men naar dit punt kijkt omdat het op de ideale lijn in de bocht ligt (Lappi et al., 2013; Wilkie et al., 2010).



Figuur 12: Autorijders kijken in de buurt van het tangent punt in de bocht. (uit Lappi et al., 2003)

Het is mogelijk om dit punt te fixeren omdat het op dezelfde plaats in het visueel veld blijft terwijl alle andere punten lateraal bewegen in de flow (Land & Furneaux, 1997). De fixatie start één tot twee seconden voordat de bocht ingezet wordt en blijft behouden tot het einde van de bocht (Land & Lee, 1994). Bij echte piloten vond men een sterke relatie tussen de hoofdrotaties en de rotatie van de auto in de bocht 1 seconde later. Men concludeerde dat de hoofdrotaties bepaald worden door dezelfde informatie die de chauffeur gebruikt om zijn snelheid en zijn kijkgedrag te controleren namelijk de kennis van het parcours en zijn gekozen lijn (Land, 2001).

In bepaalde situaties moet het zicht verdeeld worden over twee belangrijke zaken zoals de weg en een fietser. Land (2006) stelde vast dat men dan het zicht om de halve seconde switcht tussen beide zaken. Via een buffersysteem blijft ook tijdens het kijken naar de fietser, de positie van het tangens punt in het geheugen. De blik blijft dus gerelateerd aan het sturen op de weg terwijl men naar de fietser kijkt. Hierdoor stuurt men de auto niet plots in de richting van de fietser. Bovendien komt de stuuractie ongeveer 0.8 seconden na het visuele signaal van de bocht. Dit blijkt een opzettelijke vertraging te zijn gezien de gewone reactietijd ongeveer 0.3 seconden is.

c) Opeenvolging van bochten

Wanneer iemand zijn blik richt op het punt waarnaar hij zich wil verplaatsen, levert dit punt in principe alle informatie die je nodig hebt om dit doel succesvol te bereiken. Bij een opeenvolging van bochten moet ook rekening gehouden worden met de daarop volgende doelen die bereikt moeten worden. Dan is het aangewezen om de verplaatsing vooraf te plannen zodat de gekozen lijn ook aangepast is aan de volgende mikpunten (Wilkie en Wann, 2002).

Een mogelijk strategie zou kunnen zijn om de eerstvolgende paal te fixeren om een accurate lijn te nemen en vervolgens je blik te verleggen naar een volgend mikpunt in de serie van bochten (Wilkie et al., 2008; Ienatsch, 2003). Dit zou impliceren dat wanneer de blik zich op de volgende paal richt, de positie van de eerstvolgende paal gememoriseerd is. Het perifeer zicht kan dit doel slechts vaag waarnemen, maar blijkt toch te helpen in het succesvol controleren van het sturen (Wilkie et al, 2008). Land en Furneaux (1997) veronderstellen dat de visuele informatie over de positie van het mikpunt opgeslagen wordt via een tijdelijke buffer zodat de beweging verder gestuurd kan worden, ook al is de blik al op een nieuw doel gericht. Voor autorijders zou die buffer ongeveer 0.8s duren, terwijl dit voor andere taken zoals tafeltennis veel korter zou zijn.

Wilkie et al. (2008) stelden vast dat, bij fietsers, het sneller switchen naar de volgende paal een ideale en vloeiende lijn zou bevorderen terwijl het langer kijken naar de eerstvolgende paal een accuratere stuurbeweging geeft. Fietsers bleken bij voorkeur 1 à 1.5 seconde voor het bereiken van de paal hun blik te switchen naar de volgende paal. Wilkie (2008) benoemde een korte saccade naar de één na volgende paal voor terug naar de eerstvolgende paal te kijken, gaze polling. Dit is vergelijkbaar met het omgaan met gevaren op de weg zoals een voetganger of fietser (Land, 1998).

Het voorspellen van de ideale lijn is echter niet zo gemakkelijk. Slalomskiërs kunnen dus niet heel ver voor zich uit kijken. Ze leggen zich eerder toe op het eerste en daarop volgende mikpunt. Tot slot stelde men minder sturfouten vast wanneer de paal zelf gefixeerd werd in plaats van een mikpunt in de buurt van de paal (Wilkie et al., 2008).

1.5. Ervaringsgebonden verschillen in kijkgedrag

Op verschillende vlakken heeft men reeds aangetoond dat meer ervaren personen in het uitvoeren van een welbepaalde taak, een andere zoekstrategie gebruiken.

1.5.1. In sport

Bij het leren van een nieuwe beweging of taak zorgen de ogen in de eerste plaats voor visuele feedback over de uitgevoerde beweging. Nadien leert men het visuele systeem gebruiken als feed forward-systeem. Nog voor de beweging ingezet wordt, zoeken de ogen relevante informatie en fixeren ze op objecten die vervolgens belangrijk kunnen zijn (Land, 2006).

Over het algemeen zijn elite atleten het dus meer gewend om relevante visuele informatie te herkennen en deze te gebruiken om de prestatie te bevorderen (Abernethy en Russell, 1984; Abernethy en Russell, 1987; Jones en Miles, 1978). Zo kunnen tennissers met ervaring accurater een target detecteren dan niet-tennissers (Buckles, 1991). Ervaren basketters gebruiken de informatie van de positie van het doel beter dan minder ervaren spelers wat meer evidentie geeft voor Abrams (1990) position-only hypothese (zie 1.4.2.1). Minder bekwame basketters richten hun blik op meer verschillende locaties. Dit neigt meer naar de movement-only of movement-plus-position strategie (Vickers, 1996). Bovendien oriënteren geoefende basketbalspelers bij het shotten hun blik eerder naar het doel dan spelers van een lager niveau. Hun blik blijft ook langer in deze zone (Ripoll et al., 1986).

In de meeste onderzoeken wordt het kijkgedrag van atleten omschreven door de frequentie en duur van de fixaties alsook de aanvang en het einde van de fixaties overheen de verschillende fases van de beweging (Vickers, 1996). Bij zowel basketbal als voetbal vertoonden betere spelers een economischer kijkgedrag met minder maar langere fixaties op de belangrijkste plaatsen (Vickers, 1996b; Helsen en Pauwels, 1993). Vickers (2007) benoemde dit visueel gedrag dat kenmerkend is voor experts als quiet eye. De quiet eye werd ook beschreven bij elite schieters en golfers (Ripoll et al., 1985; Vickers, 1992).

Abernethy (1990, 1991) concludeerde dus dat er een verschil is in visueel gedrag tussen experts en novices. Of dit te verklaren is door een verschil in expertise of dat het visueel gedrag een kritieke factor is in uitzonderlijke prestaties, is voor hem onduidelijk.

In het alpine skiën, kan men analoog de eerstvolgende paal als doel interpreteren met als bijkomende moeilijkheid dat de skiër zich naar het doel beweegt. Bovendien is de taak een opeenvolging van verschillende palen. In die zin kan het kijkgedrag in de slalom best vergeleken worden met een andere sport waar locomotie gecombineerd wordt met het nemen van bochten zoals autorijden.

1.5.2. Locomotie: autorijden

In visueel complexe situaties tijdens het autorijden, blijken de fixaties bij novices langer te duren dan bij experts. Ervaren automobilisten fixeerden lager en er is minder variatie van de oogbewegingen in verticale richting dan bij beginnende chauffeurs (Chapman en Underwood, 1998). Mensen die net leren autorijden hebben nog geen automatismen ontwikkeld en moeten hun aandacht verdelen over heel veel verschillende zaken. Leerlingen kijken bij het nemen van een bocht recht voor de auto uit en kunnen nog niet anticiperen. Bij hun instructeurs zag men dat deze twee tot drie seconden voor de auto uit keken bij het uitsturen van de bocht. Zo kon de lijn beter gepland worden en zag men de gevaren eerder (Hughes en Land, 2002). Beginners vertonen dus een verminderd functioneel gezichtsveld ten opzichte van meer ervaren automobilisten (Mourant en Rockwell, 1972; Crundall et al., 1998).

1.6. Ervaringsgebonden verschillen in het alpine skiën

1.6.1. Fysieke en antropometrische profiel van een skiër

Door de complexiteit van de skisport heeft men tot nu toe slechts in een aantal studies een verband kunnen aantonen tussen verschillende prestatiebepalende factoren en succes in het alpine skiën. Voorlopig stelde men vast dat de combinatie van goed ontwikkelde anaerobe en aerobe capaciteiten, veel kracht en motorische vaardigheden zoals evenwicht, behendigheid en coördinatie het recept is voor succes in deze sport (Berg en Eiken, 1999; Maffiuletti et al., 2008; Neumayr et al. 2003, Tesch, 1995, Turnbull et al., 2009, Veicsteinas et al., 1984; White en Johnson, 1991 en 1993). Op fysiek vlak waren de verschillen tussen atleten van een hoog en laag niveau (tot U21) het meest uitgesproken in testen op beenkracht en anaeroob vermogen (Gorski et al., 2014). De geselecteerde skiërs scoorden significant hoger op beenkracht en anaeroob vermogen dan de skiërs die niet geselecteerd werden voor de nationale ploeg. Een hoog lichaamsgewicht, lage vetpercentages en veel vetvrije massa bleken optimale antropometrische eigenschappen te zijn voor skiërs (White en Johnson, 1991; Geissler et al., 2012).

1.6.2. Skitechnische verschillen

Müller et al. (1998) onderzochten welke technische verschillen er waren tussen skileraren en minder goede skiërs tijdens de stuurfase in een parallelbocht (zie fase 2 en 3 uit het Franse model). De timing van de stokinzet was significant verschillend tussen beide groepen. De range waarbinnen de knie van de bergski bewoog tijdens het uitvoeren van de bocht was groter bij de skileraren. Men concludeerde dat experten de stuurfase in de bocht beter controleren door de inkanting van hun ski's alsook de drukopbouw te regelen. Tijdens het uitsturen van de bocht (fase 3) was de hoek die de dalski vormde groter bij de experten dan bij de novices. Experten snijden deze stuurfase, terwijl novices rütschen (glijden) wat minder efficiënt is. Ten slotte stelde men een grotere variabiliteit in meetresultaten vast bij de minst ervaren groep. Experten zijn dus consistent in het uitvoeren van hun beweging. Alle verschillen in skitechniek samen zorgen ervoor dat elite skiërs een efficiëntere skibeweging hebben dan minder ervaren skiërs (Supej et al., 2010).

1.6.3. Verkenning

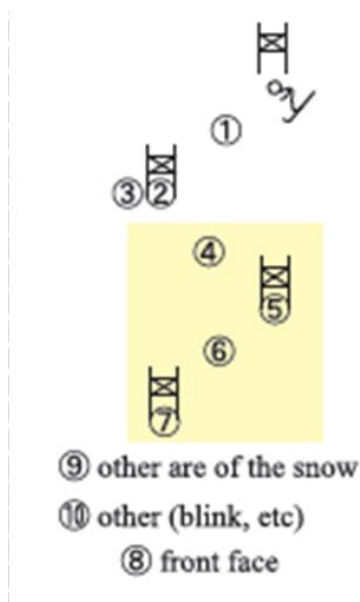
De meeste trainers denken dat iemand die goed kan verkennen en perfect weet waar elke paal staat, verder voor zich uit kan kijken en meer kan anticiperen op moeilijke passages. Iemand die niet goed weet wat hem te wachten staat, zou meer gefocust zijn op de eerstvolgende paal. Dit is echter een hypothese en biedt mogelijkheden voor toekomstig onderzoek.

1.6.4. Kijkgedrag tijdens simulatie van een reuzenslalom

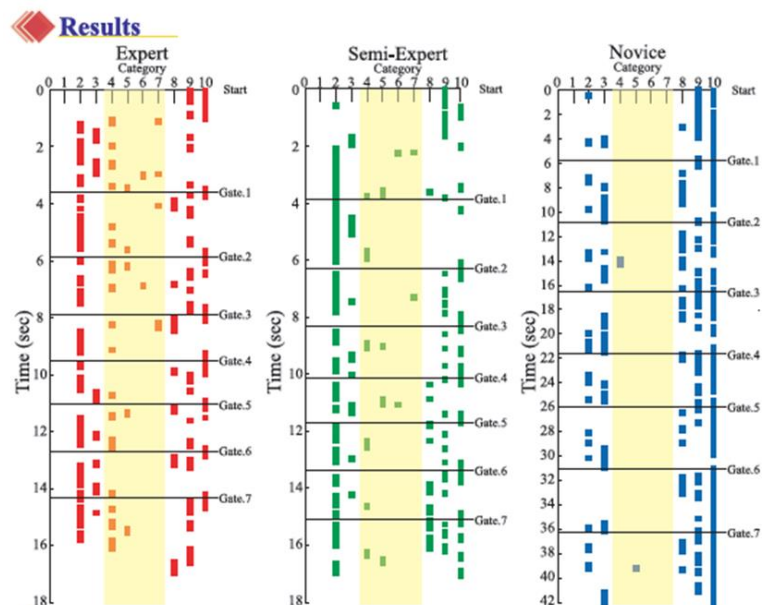
Saso et al. (2004) probeerden als eersten het kijkgedrag van competitieskiërs in kaart te brengen. Ze vergeleken in hun labosimulatie de zoekpatronen van een alpine racer met die van een novice zonder ervaringen in het alpine skiën. De expert bleek meer rond de paal te focussen en zou de omgeving op voorhand meer analyseren om belangrijke informatie te zien.

1.6.5. Kijkgedrag in de reuzenslalom

Na het uitvoeren van een labosimulatie deden Saso et al. hun eerste metingen in een echte reuzenslalom (2005). De testen werden gedaan op 1 expert, 1 semi-expert en 1 novice die geen slalomervaringen had. De belangrijkste fixatiezones werden benoemd (figuur 13) en de bocht werd opgesplitst in 6 fasen (zie 1.1.5.). De resultaten tonen aan dat de expert verder voor zich kijkt tijdens het afleggen van de reuzenslalom. Hij fixeert in meerdere mate zones 4, 5, 6 en 7 dan de semi-expert (figuur 14). De novice kijkt bijna niet in deze zones, maar is meer gefocust op het sneeuwdek en de eerstvolgende paal.



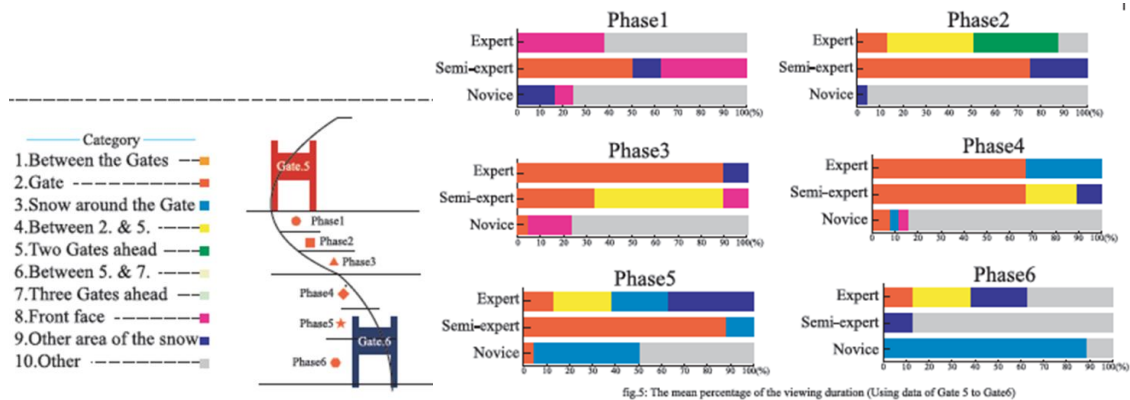
Figuur 13: Fixatiezones (Saso et al.,2005)



Figuur 14: Fixatieduur per fixatiezone per groep

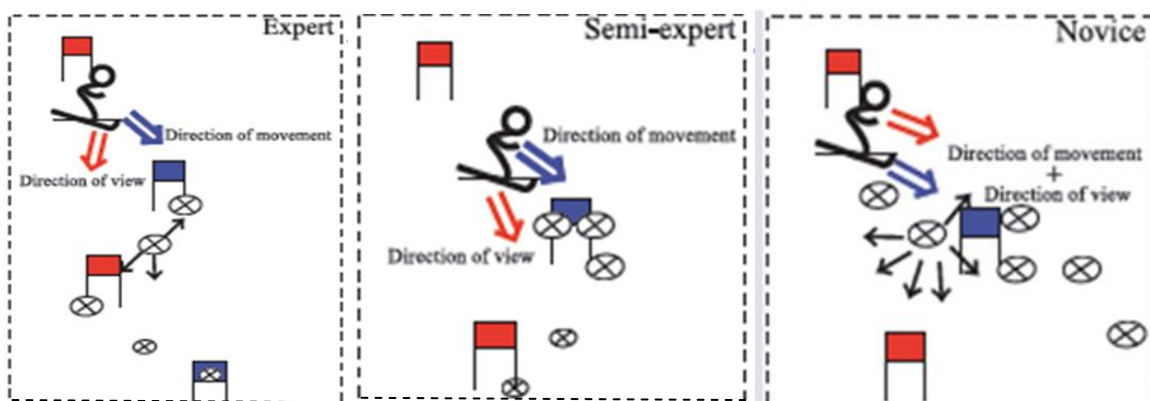
Experten vertonen meer fixaties in zone 4, 5, 6 en 7 dan semi-experten en novices. (Saso et al.,2005)

Uit de eye tracking resultaten per fase (figuur 15), kon men vaststellen dat de expert in fase 2 (druk lossen), al naar de middenzone tussen de eerstvolgende paal en de paal erna keek (zone 4). De semi-experten keek pas in fase 3 (de kantenwissel) naar dezelfde zone. In fase 2 van de bocht keek de expert ook al twee palen voor zich (zone 5), terwijl noch de semi-experten, noch de novice in deze zone keek tijdens de volledige bocht. In fase 5 en 6, net voor het bereiken van de paal, keek de novice veel langer naar de sneeuw dan dat de expert en de semi-expert dat doen.



Figuur 15: fixatiezones per fase in de bocht (Saso et al., 2005)

Saso et al. besloten dat de expert tussen de poorten kijkt om de lijn in te schatten. De blikrichting anticipeert op de bewegingsrichting. De semi-expert kijkt naar zelfde zones, maar in een latere fase in de bocht. De novice focust op de sneeuw en irrelevante zaken. Hun blikrichting is gelijk aan de richting waarin men beweegt (figuur 16).



Figuur 16: bewegingsrichting en blikrichting van experts, semi-experten en novices (Saso et al., 2005)

1.7. Prestatieverbetering d.m.v. visuele perceptietraining

In verschillende sporten blijkt dat het gericht trainen op visuele perceptie voordelig kan zijn voor de prestaties. De combinatie van gewone trainingen en visuele perceptietraining leidt tot betere prestaties bij geoefende cricketspelers in vergelijking met een controlegroep die enkel de klassieke trainingen volgden (Horwood et al., 2011). Ook bij beginnende keepers in het voetbal verbetert perceptuele training de vaardigheid om de richting van de penalty in te schatten (Ryu et al., 2013). Tennissers vertonen snellere reactietijden na 4 weken perceptietraining waardoor hun anticipatievermogen verbetert (Farrow et al., 1998).

Mogelijks kan een perceptuele training ook van nut zijn voor slomskiërs. Hiervoor moet echter eerst geweten zijn welk kijkgedrag er optimaal is voor deze sport.

1.8. Probleemstelling en onderzoeksvragen

Door een gebrek aan gedetailleerde informatie over het kijkgedrag van skiërs, geven trainers meestal zeer algemene tips. Men raadt de atleet aan ver voor zich te kijken, zonder specifieke richtlijnen wanneer men dit moet doen, in welke fase van de bocht, hoe ver men dan voor zich moet kijken en op welke zone men precies moet focussen. De wetenschappelijke literatuur over het verschil in kijkgedrag tussen experts en novices voor alpine skiën is uiterst beperkt. Bovendien gaat de literatuur over de discipline reuzenslalom en werd slechts 1 expert, 1 semi-expert en 1 novice getest. Om een sluitend besluit te kunnen trekken over het kijkgedrag bij slomskiërs, is meer onderzoek nodig. Deze studie heeft dan ook als doel om meer inzicht te krijgen in het kijkgedrag van slomskiërs. Men wil in dit onderzoek nagaan of er een samenhang is tussen de expertise van de skiërs (zie 1.6.) en het proactief (vooruit) kijken in de slalom (zie 1.4.).

Om na te gaan waar beide niveaugroepen het meest naar kijken tijdens het afleggen van een slalom, zal voor dit onderzoek het procentueel aandeel van de fixaties op verschillende zones alsook de fixatieduur bepaald worden. Ook de timing van de fixaties in de verschillende fasen van de bocht zullen onderzocht worden met bijzondere aandacht voor het moment waarop de blik gericht wordt op de één na volgende paal.

1.9. Hypothesen

Gezien de literatuur over het kijkgedrag bij skiërs uiterst beperkt is en er twijfel is over de veralgemening van de resultaten naar de discipline slalom, werd de hypothese opgesteld op basis van de beschikbare literatuur in andere sporten en de mening van enkele nationale en internationale trainers in het alpine skiën. In de literatuur vond men dat de ogen proactief zijn. Ook de trainers verwachtten unaniem dat experts over het algemeen verder voor zich zouden kijken en dus beter kunnen anticiperen op de toekomstige obstakels (de slalompalen). Op vlak van timing van de fixatie op de volgende paal, werd verwacht dat toppers vanaf hun bochtinzet niet meer kijken naar de eerstvolgende paal, maar zich al focussen op de paal daarna. Men denkt dat ze al bij het inzetten van hun bocht, zeker zijn over hun gekozen spoor en daardoor al hun aandacht kunnen richten op de één na volgende paal. De ski zal bij experts vanaf dit punt een volledig gesneden spoor maken, wat op biomechanisch vlak het meest voordelig is. Skiërs van een minder hoog niveau zullen langer hun blik richten op de eerstvolgende paal en op het sneeuwoppervlak voor hun ski's. In de literatuur beschrijft men het bestaan van een visueel buffersysteem wat kan verklaren waarom skiërs voor het bereiken van de eerstvolgende paal al naar de een na volgende paal zouden kunnen kijken.

Voor het huidige experiment kunnen de volgende hypothesen opgesteld worden:

H1: Experts vertonen een groter aantal fixaties alsook een groter fixatiepercentage op de één na volgende paal ($n+1$) en twee na volgende paal ($n+2$) dan novices.

H2: Experts hebben een grotere visuele buffer. Het tijdsinterval tussen het einde van de laatste fixatie op de eerstvolgende paal en het passeren van deze paal, is groter bij experts.

H3: Experts kijken vanaf hun bochtinzet naar de één na volgende paal ($n+1$) en kijken vanaf dan niet meer naar de eerstvolgende paal (n). Novices kijken na hun bochtinzet nog langer naar de eerstvolgende paal (n).

2. METHODIEK

Voor dit onderzoek werd het visueel gedrag geregistreerd van beginnende en gevorderde slomskiërs die een eenvoudig slomparcours aflegden aan voorkeursnelheid.

2.1. Populatie

Er werden in totaal 17 novices en 10 experten getest. Zeven novices waren nog nooit eerder door een slom gescied. Acht novices hadden wel al eens door een slom gescied, maar deden dit niet op regelmatige basis. Twee skiërs gingen sinds kort één maal per week door een slom, maar werden op basis van hun skiniveau, snelheid en competitie-ervaring bij de novices ingedeeld. De groep novices bestond uit 14 mannen en 3 vrouwen. Er werden 5 mannelijke en 5 vrouwelijke experten getest. Door een te lage tracking ratio werden de beelden van 3 novices en 5 experten niet verder geanalyseerd.

Tabel 2: Kenmerken geanalyseerde proefpersonen in de studie

	Experten	Novices
Ski-weken/jaar	14.4 weken/jaar	3 weken/jaar
Leeftijd	23 jaar	35.64 jaar
Aantal jaren ski-ervaring	16 jaar	20.18 jaar
- Waarvan competitie	- 10 jaar slom	- 0 jaar slom
FIS-punten	63.21 punten	n.v.t.
Aantal mannen	3	11
Aantal vrouwen	2	3

De proefpersonen werden verzameld via convenience sampling. De skiërs werden opgeroepen via een melding op facebook en op de website van Sneeuwsport Vlaanderen. Verder werden kennissen aangesproken en verstuurden verschillende Belgische touroperators een oproep via mail. De proefpersonen waren dus vrijwilligers die aan bepaalde inclusiecriteria voldoen. Novices moesten minimaal parallel skiën en mochten niet actief zijn in het internationale wedstrijd skiën. Experten moesten minimaal vijf jaar ervaring hebben in de slom en moesten reeds deelgenomen hebben aan internationale wedstrijden. Zowel mannen als vrouwen konden deelnemen. Alle proefpersonen werden vooraf ingelicht over het doel en het verloop van de test via een informed consent.

2.2. Testapparatuur

2.2.1. Eye Tracker

De oogbewegingen werden geregistreerd aan een frequentie van 50 Hertz met een IVIEW XTM HED van het bedrijf SMI (Senso Motoric Instruments, Duitsland). De positie van de cornea en het pupil werden vastgelegd via reflectie van infraroodstralen en videoregistratie. Door een aangesloten laptop met sturingsprogramma's werden de oogbewegingen geregistreerd en omgezet in x en y waarden. Voor en na de test, moest de proefpersoon achtereenvolgend zijn blik focussen op 5 punten. Aan de hand van de positie van deze 5 punten, werd de eye tracker gekalibreerd om de validiteit van de metingen te garanderen.

2.2.2. Externe camera's

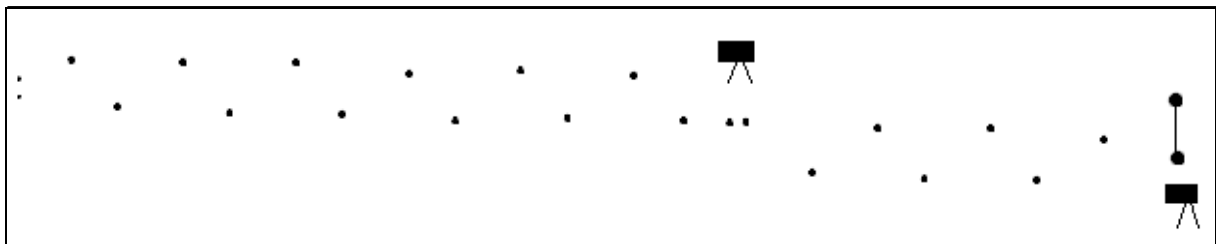
Om de oogbewegingen te kunnen koppelen aan de skibeweging, werden twee externe camera's (Panasonic HDD-HS80 en Canon HF R606) gebruikt die de hele slalom filmde. Beide camera's waren gemonteerd op een statief en stonden naast de slalom. De skiërs werden in vooraanzicht gefilmd zodat de kantenwissel en de passage naast de paal zichtbaar was.

2.2.3. De slalom

De opnames werden gemaakt op een indoorpiste van 210 meter lang, 30 meter breed en een hoogteverschil van 40 meter. Aan beide zijanten van de piste waren sleepliften aanwezig. De artificiële sneeuwlaag was tussen de 40 en 60 centimeter dik en de temperatuur was -6°C. De slalom bevond zich op de linker helft van de piste. De slalom was reglementair uitgezet, maar er werden korte paaltjes gebruikt van kniehoogte. De start werd aangegeven door een officiële startpoort en de aankomst bevond zich tussen twee hekkens. De enkele palen stonden op 10 meter van elkaar, met 3 meter afstand in de breedte. Niet alle mogelijke figuren kwamen aan bod vanwege plaatsgebrek: een banaan en dubbele chicane ontbraken. De enkele chicane werd op een afstand van 5 meter geplaatst. Het parcours was eenvoudig en er stonden geen palen uit het ritme. De ritmische palen stonden met andere woorden telkens op dezelfde afstand van elkaar. De zichtbaarheid was goed (indoor met verlichting) en het sneeuwoppervlak was egaal. Er werden twee runs in hetzelfde parcours geregistreerd.



Figuur 17: De slalom.



Figuur 18: Proefopstelling 11 poorten, enkele chicane, 6 poorten, 2 externe camera's

2.2.4. Skimateriaal

De proefpersonen legden de slalom af met hun persoonlijk skimateriaal of met huurski's van de skipiste. Alle skiërs gebruikten dus materiaal dat overeenkomstig is met hun skiniveau en waarmee ze gewoon zijn te skiën. Iedereen skiede met slalomski's van maximum 1m55 voor de vrouwen en 1m65 voor de mannen.

2.3. Testverloop

Voor de aanvang van de test werden de proefpersonen ingelicht over het doel en het verloop van de studie. Om zich hiermee akkoord te verklaren ondertekenden ze een informed consent. De proefpersonen vulden ook een formulier in waarop de naam van de atleet, de algemene ski-ervaring, de ervaring in de slalom en voor de experts de FIS-punten genoteerd werden. Eerst kregen de proefpersonen de kans om in te skiën op de piste, buiten de slalom. Daarna konden de skiërs de slalom verkennen. De novices kregen extra uitleg over hoe ze correct rond de paaltjes moesten skiën en de testleider toonde hen de juiste weg door in ploeg het spoor te skiën. Vervolgens kwam de proefpersoon op een stoel zitten en werd het petje met de eye tracker geïnstalleerd. Er werd aan de proefpersoon gevraagd om achtereenvolgens naar de vijf punten te kijken die op de muur bevestigd waren, zonder daarbij het hoofd te bewegen.

Eens het toestel gekalibreerd was, werd gevraagd geen bruuske bewegingen meer te maken met het hoofd zodat de eye tracker optimaal de oogbewegingen kon registreren. Voor het afleggen van de slalom, overliep de testleider wat er van de proefpersoon verwacht werd. Er werd gevraagd om naar de testleider te kijken wanneer deze een signaal gaf om de beelden van de eye tracker te synchroniseren met de externe beelden. Na dit signaal mocht de skiër vertrekken wanneer hij klaar was. De taak was om op voorkeursnelheid op een correcte manier door de slalom te skiën. De proefpersonen deden elk 2 afdalingen door de slalom waarvan de eerste geanalyseerd werd indien deze data bruikbaar was. Na het afleggen van de test werd nog een keer gefixeerd op de 5 punten.

2.4. Data-analyse

Tijdens de testen werden de oogbewegingen door middel van een eye tracker geregistreerd. Om de skibeweging, meer bepaald de kantenwissel en het moment waarop men de paal passeerde vast te leggen, werden externe camera's gebruikt. De proefpersonen vulden ook een vragenlijst in die peilde naar hun ervaring in de slalom. Enkel de eerste run van elke proefpersoon werd geanalyseerd.

2.4.1. Verzamelde data

Er werd zowel data verzameld van het skigedrag als van het kijkgedrag van de skiërs.

2.4.1.1. Skigedrag

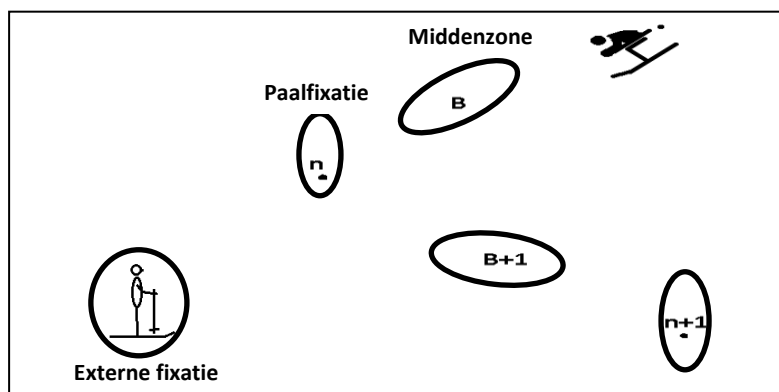
Eerst en vooral legde men aan de hand van de externe beelden de start- en stoptijden vast van de gemeten slalomrun alsook het tijdstip waarop de proefpersoon elk paaltje passeerde. De tijd begon te lopen wanneer de skiër het eerste paaltje voorbij skiede en stopte bij het achttiende paaltje. Op het externe camerabeeld werd telkens een horizontale lijn getrokken ter hoogte van de paal en het tijdstip waarop de voeten deze lijn passeerden werd genoteerd. Zo kon op een frame (40 milliseconden) nauwkeurig de totale duur van de run en het tijdsinterval tussen twee palen bepaald worden.

Om later de relatie tussen het kijkgedrag en de skibeweging te kunnen onderzoeken, bepaalde men ook aan de hand van de externe beelden, het tijdstip waarop de skiër zijn bocht inzette en dus zijn ski's van kant wisselt. Aangezien de kantenwissel progressief gebeurt, was dit moment minder nauwkeurig vast te stellen (ongeveer op 3 frames nauwkeurig of 120 milliseconden). Alle beelden werden door dezelfde persoon geanalyseerd en er werd systematisch gezocht naar het ogenblik waarop de nieuwe buitenski belast werd.

2.4.1.2. Kijkgedrag

Om de beelden van de eye tracker te verwerken, werd het computerprogramma BeGaze 3.2 gebruikt. Ook op de beelden van de eye tracker werd de start- en stoptijd van elke proefpersoon genoteerd. Aan de hand van dit programma werd de tracking ratio berekend. Dit is het percentage van alle oogbewegingen die geregistreerd werden door het programma, van het begin tot het einde van de test. De oogbewegingen werden geanalyseerd vanaf het passeren van de eerste paal tot het passeren van de achttiende paal omdat tussen deze palen normaal skigedrag met een duidelijke bochtinzet te zien was. In deze studie werd een minimale tracking ratio van 65% nagestreefd. Indien de ratio lager lag dan 65%, werden de resultaten voor deze trial niet gebruikt. De beelden van vijf experts en drie novices werden op basis van een te lage tracking ratio niet gebruikt.

Om het kijkgedrag van de skiërs te analyseren, werd het analyseprogramma Kinovea gebruikt. De oogbewegingen werden opgedeeld in fixaties en saccades. Er werd gesproken van een fixatie vanaf de blik gedurende 120 milliseconden (3 frames) op hetzelfde object gericht bleef. De fixaties werden onderverdeeld in verschillende soorten: 3 verschillende paalfixaties, 2 verschillende fixaties van de middenzone, externe fixaties en fixatie van de finishafbakening (figuur 19). Wanneer een skiër naar de eerstvolgende paal keek, werd dit genoteerd als een paalfixatie n . Analoog werd een fixatie op de tweede paal $n+1$ genoemd en de daar op volgende paal $n+2$. De middenzone omvatte het gebied centraal tussen 2 palen. Deze kregen de naam B en $B+1$. Een externe fixatie werd genoteerd wanneer de skiër zijn blik richtte op een punt buiten het traject.



Figuur 19: fixatiezones



Figuur 20: dataverwerking in Kinovea.

Bij elke fixatie werd genoteerd wanneer deze plaatsvond (timing), waar op gefixeerd werd (fixatiezone), hoe veel deze fixatie voorkwam (fixatiefrequentie) en hoe lang deze duurde (fixatieduur).



Figuur 21: verzamelde data over het kijkgedrag

Eens alle fixaties genoteerd waren, konden gemiddelden berekend worden overheen de hele slalom. Het totale aantal fixaties werden genoteerd alsook de totale fixatieduur, de gemiddelde duur van één fixatie en de duur van de run. Uit deze gegevens kon de gemiddelde fixatiefrequentie (aantal fixaties/s) en het percentage van de totale duur van de run waarop een fixatie geregistreerd werd (percentuele fixatietijd).

Deze zelfde gegevens werden vervolgens ook per fixatiezone berekend.

2.4.1.3. Koppeling kijk- en skigedrag

Om meer inzicht te krijgen in de visuele buffer en de relatie tussen de oogbewegingen en de skibeweging, werden drie belangrijke tijdstippen genoteerd: het moment waarop de oogbeweging verspringt naar de volgende paal (zie 2.4.1.2.), het moment van de kantenwissel (zie 2.4.1.1.) en het tijdstip waarop de skiër de paal passeert (zie 2.4.1.1.).

Het verschil in de grootte van de visuele buffer tussen de beginnende groep en de experts werd nagegaan door het gemiddelde tijdsinterval te berekenen tussen het laatste moment dat gefixeerd werd op de eerstvolgende paal en het ogenblik waarop de skiër diezelfde paal voorbij skiede. Dit werd eerst absoluut berekend en vervolgens ook relatief ten opzichte van de duur van de bocht. Absoluut is het aantal seconden voor het bereiken van de paal dat de blik reeds verder gericht is. Relatief is het procent van het traject tussen de twee palen dat nog afgelegd moet worden na de laatste fixatie op de eerstvolgende paal. Het relatieve interval geeft weer waar in de bocht de switch gebeurt los van de snelheid die de proefpersoon heeft. Deze intervallen werden respectievelijk 'absoluut interval switch-paal' en 'relatief interval switch-paal' genoemd.

Om ook een zicht te krijgen op de skibeweging, werd voor alle proefpersonen ook het gemiddelde interval berekend tussen het moment waarop de bocht ingezet werd (of de kantenwissel plaatsvond) en het tijdstip waarop de skiër de paal voorbij skiede. Ook dit interval werd zowel absoluut als relatief berekend. Deze intervallen kregen de naam 'absoluut interval bochtinzet-paal' en 'relatief interval bochtinzet-paal'.

Als laatste werd ook het verschil tussen de intervallen switch-paal en bochtinzet-paal berekend, zowel absoluut als relatief.

2.4.2. Statistische analyse

Om het ski- en kijkgedrag te analyseren van de beginnende en expert slalom skiërs werden de resultaten van bovenvermelde metingen geanalyseerd in SPSS 22. In dit hoofdstuk worden de gebruikte statistische testen toegelicht per variabele. Een p-waarde van minder dan 0.05 toonde een significant verschil aan tussen de groepen. Was de p-waarde tussen 0.05 en 0.1 dan werd een trend tot significantie vastgesteld. Om te weten welk verschil er was tussen de groepen, werd naar de groepsgemiddelden en standaarddeviaties gekeken.

2.4.2.1. Skigedrag

Om te weten of de experten de slalom sneller aflegden dan de beginnende slalomskiërs werd een onafhankelijke t-test uitgevoerd voor de afhankelijke variabele ‘duur run’. Als de *levene’s test* niet significant was (wat duidt op vergelijkbare varianties in beide proefgroepen), werd gekeken naar t-en p-waarde bij *equal variances assumed*. Indien de *levene’s test* wel significant was, waren beide varianties niet aan elkaar gelijk en werd voor de t-toets gekeken naar *equal variances not assumed*.

Verder werd het moment van de bochtinzet eveneens vergeleken tussen beide groepen via een onafhankelijke t-test. Eenmaal voor het absolute interval bochtinzet-paal en eenmaal voor hetzelfde interval maar relatief aan de duur van de bocht.

2.4.2.2. Kijkgedrag

a) *Fixatieduur, fixatiefrequentie en procentuele fixatietijd*

Om het verschil in kijkgedrag tussen beginnende slalomskiërs en experten te analyseren werden aparte onafhankelijke t-testen uitgevoerd voor de afhankelijke variabelen ‘gemiddelde duur fixatie’, ‘fixatiefrequentie’ en ‘fixatietijd’.

b) Fixatiepercentages per zone

Voor de analyse van de fixatiepercentages per zone werd in eerste instantie het gemiddelde percentage berekend dat elke proefpersoon naar een zone keek, dit overheen de hele afgelegde run. Om te weten in welke zone de proefpersonen het meest fixeerden, werd een *Repeated Measures Anova* uitgevoerd. De *within factor* 'zone' had acht levels en de variabele 'groep' (experten en beginners) werd als *between factor* ingevoerd.

Er werden drie effecten bekeken: het interactie-effect *zone*groep* en de hoofdeffecten van *zone* en *groep* apart. Wanneer het interactie-effect significant was, werd de plot opgevraagd. Indien het hoofdeffect van *zone* significant was, werden de fixatiepercentages van de zones twee aan twee vergeleken via 'compare main effect' om te weten waar de verschillen tussen de acht zones onderling zitten.

c) Verschil in zonepercentages tussen de groepen

Om het verschil in fixatiepercentages tussen beginnende slalomskiërs en experts te kennen werd voor de acht verschillende zones een aparte onafhankelijke t-test uitgevoerd.

2.4.2.3. Koppeling kijk- en skigedrag

Voor zowel het absolute als het relatieve interval switch-paal werd een aparte onafhankelijke t-test uitgevoerd om te weten of er een verschil was tussen beide groepen. De intervallen werden als 'test variable' ingevoerd en de 'grouping variable' was steeds de niveaugroep.

Ook voor het verschil tussen de intervallen switch-paal en bochtinzet-paal werd zowel absoluut als relatief een onafhankelijke t-test uitgevoerd.

Als laatste werd het verband tussen de switch van de ogen en de bochtinzet nagegaan via een *Pearson Correlatie*. Deze werd ook zowel absoluut als relatief berekend met het interval switch-passage paal en het interval kantenwissel-passage paal als variabelen. Hoe dichter de correlatiecoëfficiënt bij één lag, hoe sterker het verband.

3. RESULTATEN

3.1. Skigedrag

Experten skieden significant sneller dan de beginnende slalomskiërs ($t=-5.111$ en $p<0.001$). Er werd geen significant verschil gevonden tussen beide groepen voor het interval tussen de kantenwissel en het passeren van de volgende paal ($t=-1.676$ en $p=0.112$), noch voor hetzelfde interval relatief aan de duur van de bocht ($t=1.569$ en $p=0.135$; zie Tabel 3 voor gemiddelden en standaard deviaties).

3.2. Kijkgedrag

3.2.1. Fixatieduur, fixatiefrequentie en procentuele fixatietijd

Er werd geen significant verschil gevonden in gemiddelde fixatieduur ($t=0.556$ en $p=0.585$), in fixatie frequentie ($t=0.165$ en $p=0.871$) of in procentuele fixatietijd ($t=1.211$ en $p=0.242$; in Tabel 3 voor gemiddelden en standaard deviaties).

Tabel 3: Gemiddelden per groep

** = significant verschil ($p<0.05$)

	Experten	Beginners
Duur run (s)	18.67 ± 1.50 **	25.32 ± 4.17 **
Kantenwissel absoluut (s)	0.43 ± 0.06	0.50 ± 0.10
Kantenwissel relatief (%)	38.40 ± 3.85	34.14 ± 5.56
Gemiddelde fixatieduur (ms.)	401.03 ± 52.35	383.26 ± 63.85
Fixatiefrequentie (fixaties/s.)	2.15 ± 1.49	2.13 ± 0.06
Procentuele Fixatietijd (%)	85.00 ± 3.67	80.44 ± 8.01

3.2.2. Fixatiepercentages per zone

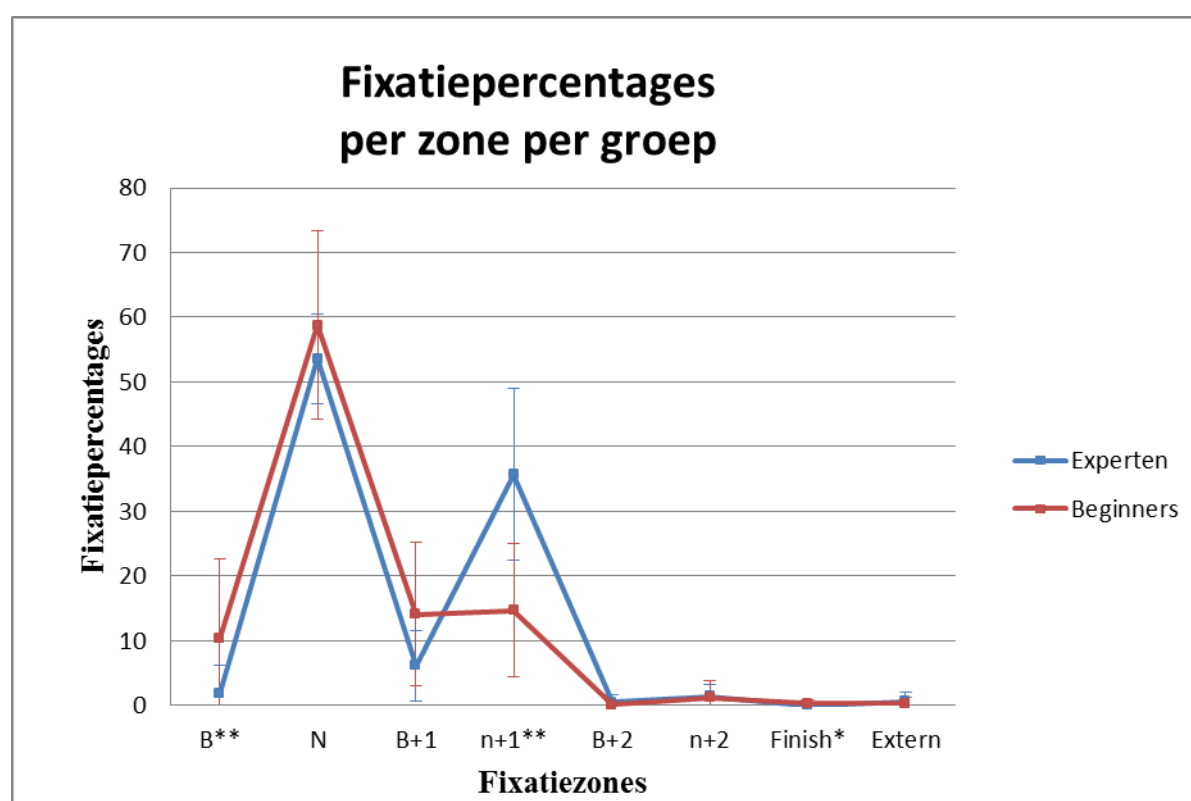
Het interactie-effect zone*groep was significant ($F=3.438$ en $p=0.033$) dus het verschil in fixatiepercentages is afhankelijk van de zone en de groep.

Tabel 4: Gemiddelde fixatiepercentages per groep per zone (%)

en verschil in zonepercentages tussen de groepen

** = significant verschil; * = trend tot significant verschil ($0.5 < p < 0.1$)

Zone	Experten	Beginners	t-waarde	p-waarde
B	$1.93 \pm 4.32^{**}$	$10.43 \pm 12.27^{**}$	-2.234	0.039**
N	53.57 ± 6.89	58.80 ± 14.53	-0.763	0.309
B+1	6.11 ± 5.43	14.07 ± 11.10	-1.520	0.147
n+1	$35.68 \pm 13.23^{**}$	$14.67 \pm 10.27^{**}$	3.654	0.001**
B+2	0.53 ± 1.19	0.16 ± 0.40	0.691	0.525
n+2	1.37 ± 1.95	1.23 ± 2.57	0.108	0.916
Finish	$0.00 \pm 0.00^{*}$	$0.29 \pm 0.60^{*}$	-1.820	0.092*
Extern	0.61 ± 1.36	0.35 ± 0.94	0.481	0.637



Figuur 22: Fixatiepercentages per zone per groep

Er was een trend tot een significant hoofdeffect van groep, los van de zones ($F=3.094$ en $p=0.097$). Experten vertonen een gemiddeld fixatiepercentage van 12.476 ± 0.012 terwijl dat bij de beginners 12.500 ± 0.007 is.

Er werden significante verschillen gevonden in fixatiepercentages tussen de verschillende zones ($F= 2084.581$ en $p<0.001$), los van de groep waartoe men behoorde. Om te weten welke zones van elkaar verschillen, werden alle zones twee aan twee vergeleken met pairwise comparison (tabel 5 en 6).

Tabel 5: Vergelijking van alle zonepercentages met pairwise comparison

** = significant verschil ($p<0.05$); * = trend tot significantie ($0.1 > p > 0.05$)

Zone	B	N	B+1	n+1	B+2	n+2	Finish	Extern
B		<0.001**	0.260	0.002**	0.053*	0.010**	0.053*	0.068*
N			<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**
B+1				0.005**	0.002**	0.009**	0.002**	0.002**
n+1					0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**
B+2						0.151	0.234	0.354
n+2							0.072*	0.286
Finish								0.324
Extern								

Tabel 6: Gemiddelde fixatiepercentages en standaarddeviatie per zone

Zone	Gemiddeld zonepercentage	Standaarddeviatie
B	6.182	2.847
N	56.186	3.422
B+1	10.090	2.621
n+1	25.176	2.875
B+2	0.345	0.176
n+2	1.302	0.634
Extern	0.478	0.274
Finish	0.146	0.136

De proefpersonen vertoonden een hoger fixatiepercentage op de eerstvolgende paal n dan in alle andere zones. Op de volgende paal (n+1) werd het op één na meeste gefixeerd en dit percentage verschilde van alle andere fixatiezones. Het percentage aan fixaties op paal n+2 was kleiner dan dat van zone B en B+1, maar was significant groter dan het percentage dat gefixeerd werd op de finish. Er was een trend tot een significant verschil in fixatiepercentage tussen de zone B enerzijds en de zone B+2, de extern fixaties en de fixaties op de finish anderzijds. Er werd gemiddeld meer gefixeerd in zone B dan in de andere zones. Het percentage aan fixaties in zone B+1 was significant groter dan dat van zone B+2, de externe fixaties en de fixaties op de finish. De fixatiepercentages tussen de zones B+2 enerzijds en de externe fixaties of de fixaties op de finish anderzijds waren gelijk. Er was geen verschil in fixatiepercentages tussen de externe fixaties en de fixaties op de finish.

Er werden ook significante verschillen gevonden in fixatiepercentages tussen de verschillende zones per groep (tabel 7). De fixatiepercentages per zone per groep werden reeds vermeld in tabel 4.

Tabel 7: Vergelijking van fixatiepercentage van alle zones per groep (p-waarde)

***= significant verschil ($p < 0.05$), *= trend tot significantie ($0.1 > p > 0.05$)

p-waarde beginnende slomskiërs								
p-waarde experten	N	n+1	n+2	B	B+1	B+2	Extern	Finish
	N	< 0.001**	< 0.001**	< 0.001**	< 0.001**	< 0.001**	< 0.001**	< 0.001**
	n+1	0.107	< 0.001**	0.454	0.902	< 0.001**	< 0.001**	< 0.001**
	n+2	< 0.001**	0.005**	0.014**	0.002**	0.145	0.272	0.168
	B	< 0.001**	0.010**	0.771	0.357	0.008**	0.010**	0.010**
	B+1	< 0.001**	0.020**	0.117	0.236	< 0.001**	< 0.001**	< 0.001**
	B+2	< 0.001**	0.005**	0.374	0.374	0.085*	0.521	0.534
	Extern	< 0.001**	0.003**	0.575	0.575	0.126	0.935	0.867
	Finish	< 0.001**	0.004**	0.192	0.374	0.066*	0.374	

De beginners vertoonden een hoger fixatiepercentage op de eerstvolgende paal n dan in alle andere zones. Op de volgende paal (n+1) werd het op één na meeste gefixeerd en dit percentage verschilde van de zones n+2, B+2, de externe fixaties en de fixaties op de finish. Het percentage aan fixaties op paal n+2 was kleiner dan dat van zone B en B+1. De beginnende slalomskiërs fixeerden gemiddeld meer in zone B dan in zone B+2, externe fixatie en fixaties op de finish. Er werd significant meer gefixeerd in zone B+1 dan in zone B, externe fixaties en fixaties op de finish.

De experts vertoonden een hoger fixatiepercentage op de eerstvolgende paal n dan in alle andere zones uitgezonderd op paal n+1. Het fixatiepercentage op paal n en n+1 verschilde niet significant. Op de één na volgende paal (n+1) werd door deze groep significant meer gefixeerd dan in de zones n+2, B, B+1, B+2, externe fixaties en fixaties op de finish. In tegenstelling tot de beginnende groep, werd bij de experts geen verschil gevonden in fixatiepercentages op paal n+2 enerzijds en zone B, B+1, B+2, de finish en de externe fixaties anderzijds. Ook de fixatiepercentages in zone B verschilden in deze studie niet significant van de zones B+1, B+2, externe fixaties en de finish. Er was een trend tot een significant verschil in fixatiepercentage tussen de zone B+1 enerzijds en de zone B+2 en de fixaties op de finish anderzijds. Er werd gemiddeld meer gefixeerd in zone B+1 dan in de vermelde zones. Er werd geen verschil in fixatiepercentages vastgesteld tussen de zone B+2, de externe fixaties en de fixaties op de finish.

3.2.3. Verschil in zonepercentages tussen de groepen

De groep van experts fixeerden significant meer op paal n+1 en minder in zone B dan de groep beginners.

Er werd geen significant verschil vastgesteld tussen de fixatiepercentages op paal n, n+2, zone B+1, B+2 en de externe fixaties bij experts en beginnende slalomskiërs.

Er werd een trend tot significantie gevonden voor het verschil in fixatiepercentages in de finishzone tussen experts en beginners. De experts fixeerden niet op de finish terwijl bij de beginners gemiddeld 0.29 ± 0.60 % van hun fixaties in die zone vielen.

Zie tabel 4 voor de p-en t-waarden met de fixatiepercentages per groep per zone.

3.3. Koppeling tussen kijk-en skiedrag

Er werd geen significant verschil gevonden voor het absolute interval switch-paal tussen experten enerzijds en beginnende slalomskiërs anderzijds ($t=0.312$ en $p=0.38$).

Bij de experten was het relatief interval switch-paal gemiddeld groter dan bij de beginnende slalomskiërs ($t=2.641$ en $p=0.009$).

Er werd geen significant verschil gevonden voor het verschil tussen het absolute interval switch-paal en het absolute interval inzet-paal ($t=1.171$ en $p=0.258$), noch relatief gezien ($t=1.557$ en $p=0.138$).

Tabel 8: Vergelijking intervallen per groep

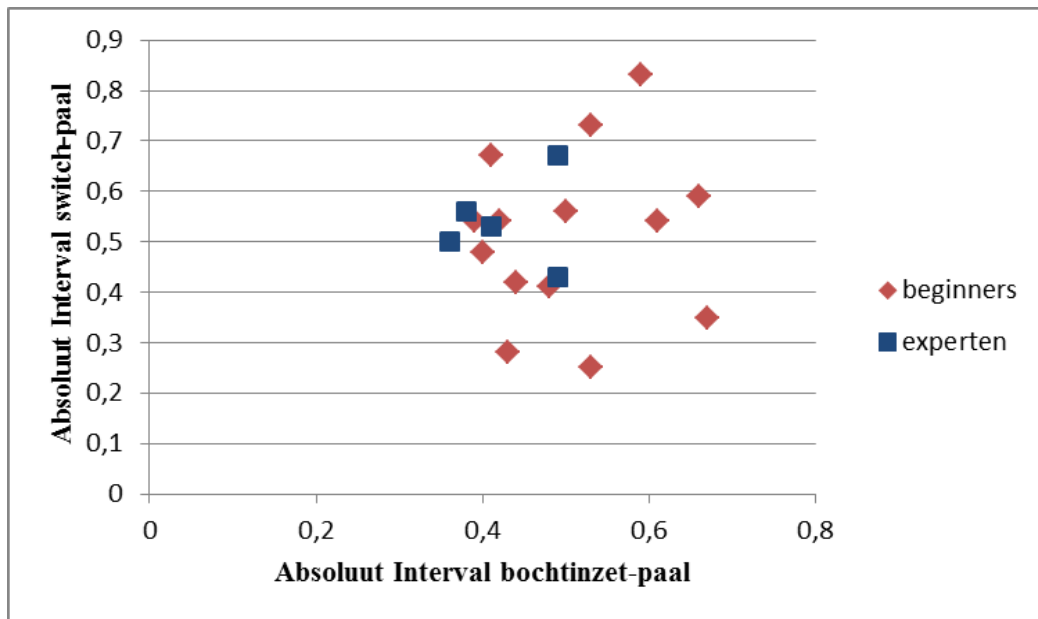
**= significant verschil ($p<0.05$), *= trend tot significantie ($0.1>p>0.05$)

	Experten	Beginners
Absoluut interval switch-paal (s.)	0.54 ± 0.09	0.51 ± 0.16
Relatief interval switch-paal (%)	$46.20 \pm 6.9^{**}$	$33.43 \pm 9.9^{**}$
Vershil absoluut interval switch-paal en interval bochtinzet-paal (s.)	0.112 ± 0.10	0.010 ± 0.18
Vershil relatief interval switch-paal en interval bochtinzet-paal (%)	7.8 ± 8.64	-0.71 ± 11.0

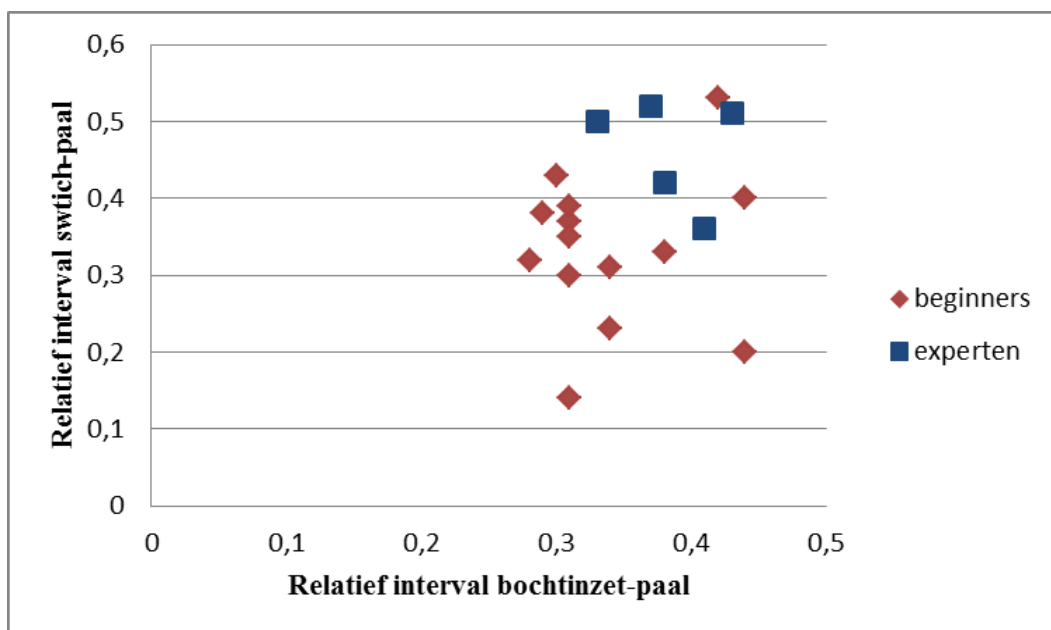
Er werd geen lineair verband vastgesteld tussen het interval switch-passage paal en het interval kantenwissel-passage paal voor beide groepen, noch absoluut, noch relatief aan de duur van de bocht. De spreidingsdiagrammen worden weergegeven in figuur 23 en 24.

Tabel 9: p-waarde en correlatiecoëfficiënt per groep

		p correlatie	Correlatiecoëfficiënt
Experten	Correlatie absoluut interval switch-paal en interval bochtinzet-paal	0.407	0.147
	Correlatie relatief interval switch-paal en interval bochtinzet-paal	0.315	-0.294
Beginners	Correlatie absoluut interval switch-paal en interval bochtinzet-paal	0.705	0.109
	Correlatie relatief interval switch-paal en interval bochtinzet-paal	0.720	0.098



Figuur 23: Absolute spreiding



Figuur 24: Relatieve spreiding

4. DISCUSSIE

In deze thesis werd het visueel gedrag van experts en beginnende slalomskiërs onderzocht.

Er werden drie hypothesen voorop gesteld:

- 1) experts vertonen een groter fixatiepercentage op de één na volgende paal (n+1) en twee na volgende paal (n+2) dan novices,
- 2) het tijdsinterval tussen het einde van de laatste fixatie op een paal en het passeren van deze paal is groter bij experts en
- 3) het moment waarop de ogen switchten van paal n naar paal n+1 komt bij experts overeenkomt met de bochtinzet.

De resultaten toonden aan dat experts de slalom sneller aflegden dan beginners, maar er werd geen significant verschil gevonden in het moment waarop de bocht werd ingezet. Er werd geen verschil gevonden in gemiddelde fixatieduur, fixatiefrequentie of procentuele fixatieduur, maar experts keken wel meer naar paal n+1 en minder naar het sneeuwoppervlak tussen zichzelf en de eerstvolgende paal dan beginners. De visuele buffer van experts was ever groot in duur, maar gezien hun hogere snelheid wel groter in afstand.

4.1. Duur run

De beginnende slalomskiërs legden de run trager af dan de experts, wat bevestigt dat de ervaringsgroepen overeen kwamen met de niveaugroepen.

Er zijn drie factoren die mogelijks tot dit verschil in snelheid hebben bijgedragen. Ten eerste is het verschil in snelheid waarschijnlijk grotendeels te verklaren door het verschil in technische capaciteiten. Experts maken gesneden bochten rond de palen, terwijl beginnende slalomskiërs gestuurde of gegleden bochten maken (Müller et al., 1998). Bij gesneden bochten is de wrijving met de sneeuw kleiner, waardoor men minder remt. Competitieskiërs kunnen bovendien hun druk zo opbouwen dat de skilat geplooid wordt tijdens de stuurfase van de bocht. Goede skiërs geven met andere woorden energie aan hun ski, die ze tussen twee palen (wanneer de druk opnieuw afneemt) terugkrijgen van hun ski. Dit wordt ook wel 'rebound' genoemd en kan mits een goede techniek gebruikt worden om te versnellen en de volgende bocht in te zetten. Beginnende slalomskiërs hebben een minder efficiënte skibeweging en zetten hun ski's minder op hun kant (Supej et al., 2010). Dit leidt tot meer weerstand door de sneeuw, waardoor de snelheid gecontroleerd wordt of zelfs afneemt.

Een ander gevolg van het verschil in techniek tussen experts en novices in de slalom is het spoor dat de ski's maken. Ervaren competitieskiërs zullen S-bochten maken rond de palen, terwijl dat bij beginners Z-bochten zijn. Bij Z-bochten skiet men te recht op de poort en begint men laat aan zijn bocht waardoor er afgeremd wordt om een korte scherpe hoek te maken en de volgende paal nog te halen. Wilkie et al. (2008) stelden eveneens vast dat de eenvoudigste manier om een doel te bereiken is om je blik erop te richten en je via een rechte lijn naar dit punt te bewegen. Bij snelle verplaatsingen zoals skiën zorgt dit voor een te bruuske richtingsverandering ter hoogte van de paal. Experts skiën een ronder vloeiender spoor wat snellere tijden oplevert.

Ten tweede kunnen ook de verschillen in fysieke capaciteiten tussen competitieskiërs en amateurs het snelheidsverschil verklaren (zie 1.6.1.). Tenslotte kan ervaring ook een rol spelen. Men gaat er van uit dat experts getraind zijn in het verkennen van een slalom terwijl beginners dit niet zijn. Geoefende slalomskiërs zien tijdens het verkennen de moeilijke punten en het ritme van de slalom. Ze kunnen zich via visualisatie de beweging op voorhand voorstellen en weten perfect wat ze moeten doen op welk moment. Skiërs met minder slalomervaring halen minder informatie uit de verkenning en moeten tijdens het skiën reageren op moeilijke passages die ze vooraf niet verwacht hadden.

Bij het wandelen rond een obstakel zullen kinderen, die minder ervaren zijn in deze taak, afremmen terwijl volwassenen dit niet doen (Vallis en McFadyen, 2003; Vallis en McFadyen, 2005). Kinderen blijken ook meer afhankelijk te zijn van visuele input om hun actie uit te voeren (Vallis en McFadyen, 2005). Voor beginnende skiërs is een slalomtaak relatief moeilijker dan voor experts, waardoor deze ook trager wordt uitgevoerd (Tresilian et al., 2005).

4.2. Fixatieduur, fixatiefrequentie en procentuele fixatietijd

Er werden geen verschillen gevonden tussen experts en beginnende slalomskiërs in gemiddelde duur van een fixatie, in fixatiefrequentie en in procentueel aandeel van de totale tijd waar gefixeerd werd. Deze resultaten spreken enkele theorieën over visueel gedrag tegen.

Tijdens het autorijden stelden Chapman en Underwood (1998) vast dat experts kortere fixaties vertoonden dan novices. Bij andere sporten als basketbal en voetbal werden dan weer minder en langere fixaties geregistreerd bij experts dan bij spelers van een lager niveau (Vickers, 1996b; Helsen en Pauwels, 1993). Ook de meta-analyse van Gegenfurtner et al. (2011) ondersteunen deze resultaten.

Het feit dat in deze studie geen verschillen werden gevonden, kan verklaard worden door de beperkte sample of doordat de groepen te weinig verschilden in gewone ski-ervaring op de piste, ondanks het grote verschil in slalomervaring en -niveau. Een andere mogelijkheid is natuurlijk ook dat er gewoon geen verschil is in snelheid en duur van de oogbewegingen tussen experts en beginners, enkel in locatie waarnaar gekeken wordt. Het visueel gedrag blijkt ook erg taak specifiek te zijn waardoor we kenmerken van het kijkgedrag in de ene sport niet rechtstreeks mogen verwachten in andere sporten.

4.3. Fixatiezones

Er werd verwacht dat experts een groter fixatiepercentage zouden vertonen op de één na volgende paal ($n+1$) en twee na volgende paal ($n+2$) dan novices. Saso et al. (2005) stelden eveneens vast dat experts verder voor zich kijken tijdens het afleggen van een reuzenslalom. Er werd bij deze groep procentueel meer gefixeerd in zone B+1, $n+1$, B+2 en $n+2$ dan semi-experts en novices. Deze laatste groep keek vooral naar het sneeuwdek en paal n .

In de huidige studie vertoonden experts een hoger fixatiepercentage op paal $n+1$ dan beginnende slalomskiërs, wat voldoet aan de verwachtingen. Er werd echter geen verschil gevonden in fixatiepercentages op paal $n+2$ tussen beide groepen. Alle proefpersonen, ongeacht hun niveau fixeerden heel weinig twee palen vooruit. Deze resultaten wijzen er dus op dat meer ervaren skiërs zoals verwacht verder voor zich kijken waardoor ze beter kunnen anticiperen, maar dat dit visueel anticipatievermogen zich beperkt tot 1 paal.

Het verschil in kijkgedrag tussen experts en beginnende slalomskiërs is waarschijnlijk grotendeels te wijten aan de mate waarin de skibeweging geautomatiseerd is. Voor experts was deze taak minder uitdagend en hierdoor kunnen ze meer beroep doen op geautomatiseerde bewegingen. Mogelijks moesten experts dus minder aandacht besteden aan de motorische beweging op zich en konden daardoor verder voor zich kijken.

De som van alle fixatiepercentages op palen (n , $n+1$ en $n+2$) was bij de experts 90.62%, terwijl dit bij de minder ervaren groep 74.70% was. Experts fixeren dus meer op de paal zelf dan novices. Om te weten waar beginnende slalomskiërs dan tijdens die overige 16% op fixeerden, werd gekeken naar het fixatiepercentage in de middenzones (cfr. Saso et al., 2005). Uit de resultaten bleek dat novices inderdaad 24.66% van de fixatietijd naar een middenzone (B, B+1 of B+2) keken, wat 16% hoger is dan 8.57% bij experts.

De kans bestaat dat skiërs er dus belang bij hebben om te kijken naar de paal zelf in plaats van naar het sneeuwdek tussen twee palen. De positie van de paal geeft nuttige informatie voor het maken van de beweging rond dit mikpunt. Uit eerder onderzoek blijkt dat men aangetrokken wordt door het punt naar waar men kijkt en dat men best kijkt naar waar men wil om een optimale stuurbeweging te maken (Wilkie en Wann, 2002, 2003a; Ienatsch, 2003; Wilkie et al., 2008). Bij autorijden bleek dat de blik voornamelijk gericht is naar een punt aan de binnenkant van de bocht, wat ook het tangent punt genoemd wordt (Land, 2001; Lappi et al., 2013; Land en Tatler, 2001, Land, 2006, Land en Furneaux, 1997, Land en Lee, 1994). Bij skiërs lijkt de paal waar men rond moet draaien de meeste visuele informatie te geven.

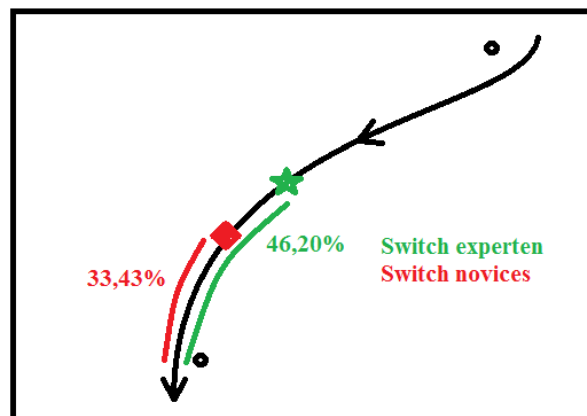
Deze bevindingen liggen in de lijn met vorig onderzoek dat stelt dat elite atleten het meer gewoon zijn om relevante visuele informatie te herkennen en deze te gebruiken om de prestatie te bevorderen (Abernethy en Russell, 1984; Abernethy en Russell, 1987; Jones en Miles, 1978). Experten richten zich meer op hun doel (paal n en $n+1$), wat evidentie geeft voor Abrams (1990) position-only hypothese (1.4.2.1.) die zegt dat tijdens de beweging het doel wordt gelokaliseerd en dat de ogen daar op blijven gericht tot het einde van de beweging. In tegenstelling tot het enige vaste doel waar Abrams (1990) zijn hypothese over schreef, zijn er bij het slalomskiën meerdere opeenvolgende doelen (palen) waardoor de ogen niet tot het einde van de beweging gericht bleven op het eerstvolgende doel (zie switch). Minder ervaren skiërs verdelen hun fixaties echter over meer zones (n , $n+1$, B en $B+1$) wat meer neigt naar de movement-only of movement-plus-position strategie (Vickers, 1996). Hun blik verspringt niet direct van de ene paal (n) naar de volgende paal ($n+1$) zoals bij experts, maar maken een tussenfixatie in de middenzones (B en $B+1$). Dit wil zeggen dat de blik van beginnende skiërs eerder de beweging volgt of een combinatie vertoont van een fixatie op het doel (de paal) en het volgen van de beweging doorheen de zone tussen twee palen.

4.4. Visuele buffer en switch

Vervolgens werd verwacht dat experts een grotere visuele buffer hebben. Het tijdsinterval tussen het einde van de laatste fixatie op een paal en het passeren van deze paal zou dus groter zijn bij deze groep.

De resultaten toonden echter aan dat het absolute interval tussen de switch van de ogen en het passeren van de eerstvolgende paal (uitgedrukt in seconden), gelijk was voor beide ervaringsgroepen. ‘Switch’ staat voor het moment waarop de blik niet meer gericht is op de eerstvolgende paal, maar vooruitblijkt op paal $n+1$ of een andere zone. Zowel experts als

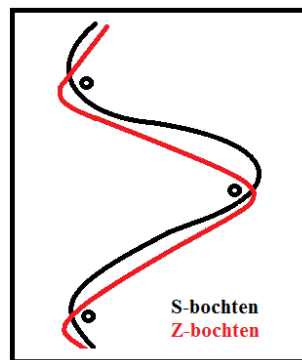
beginnende slalomskiërs switchten hun blik ongeveer een halve seconde voor het bereiken van de volgende paal. Aangezien beide testgroepen niet even snel skieden, gebeurde die switch dus niet op hetzelfde ogenblik in de bocht. Daarvoor werd het relatieve interval tussen de switch en het passeren van de paal, voor beide groepen vergeleken om te weten hoeveel procent van de bocht nog afgelegd moet worden na het moment van de switch. Hoe groter dit percentage, hoe vroeger in de bocht de switch gebeurde. Uit de resultaten bleek dat dit relatieve interval bij experts groter was dan dat van beginnende slalomskiërs. Experts moesten nog bijna de helft van hun bocht afwerken, terwijl hun blik al verder gericht was. Bij beginnende slalomskiërs gebeurde die switch significant later in de bocht, maar ook deze groep had nog steeds een derde van de bocht af te werken (figuur 25).



Figuur 25: vergelijking van procentueel aandeel van de bocht dat nog afgelegd moet worden na het moment van de switch tussen experts en novices.

Deze resultaten bevestigen nogmaals de stelling dat de ogen proactief zijn en voorlopen op de beweging. Ze passen ook in de location-suppression hypothese van Schmidt (1988a,b, 1991) die zegt dat tijdens het mikken een fixatie op doel noodzakelijk is, maar dat eens de mikactie volbracht is, het zicht overbodig blijkt te zijn voor de rest van de beweging. Hierdoor kunnen skiërs dus al kijken naar het volgende doel (paal $n+1$) terwijl ze de volgende paal (n) nog moeten passeren. Het visueel buffersysteem verklaart dan weer waarom de skiërs toch nog rond de paal kunnen skiën terwijl ze niet meer naar de paal aan het kijken zijn. De positie van het mikpunt blijft echter tijdelijk in het geheugen terwijl de blik al gericht is op een nieuw doel (Wilkie et al., 2008; Ienatsch, 2003; Land en Furneaux, 1997). Bij het autorijden zou die buffer 0.8 seconden zijn, bij het tafeltennissen korter. De gevonden waarde van 0.5 seconden bij skiërs blijft dus in dezelfde grootorde.

Uiteindelijk kan de link gelegd worden tussen het kijkgedrag en het eerder besproken verschil in afgelegde spoor tussen experts en beginners (S versus Z-bochten). Wilkie en Wann (2002) vermeldde in hun werk dat het aangewezen is om de verplaatsing vooraf te plannen zodat de gekozen lijn ook aangepast is aan de volgende mikpunten ($n+1$, $n+2$). Het feit dat experts verder voor zich uit kijken en dit sneller in de bocht doen, bevordert het maken van vloeiende S-bochten (Wilkie et al., 2008). Een beginner die zijn blik later in de bocht switcht, ziet relatief later paal $n+1$. De skiër zal dus minder ruimte over hebben om de ski's te draaien in de richting van de volgende paal wat resulteert in een bruske richtingsverandering of Z-bocht (figuur 26). Natuurlijk hangt dit samen met de technische capaciteiten van de skiër, die gesneden, gestuurde of geslipte bochten maakt. Uit deze resultaten kan echter geen oorzakelijk verband aangetoond worden. Het is nog steeds onduidelijk of het moment van de switch afhankelijk is van de snelheid of van de slalom-ervaring en of het vroeger switchen in de bocht, minder goede skiërs beter zal doen presteren.



Figuur 26: S-bochten en Z-bochten

Het is wel opmerkelijk dat experts 13% vroeger in de bocht hun blik switchten, wat een groot aandeel kan verklaren van de 21% meer fixaties op paal $n+1$ dan bij beginners. Doordat experts minder lang (procentueel) in de bocht fixeren op de eerstvolgende paal, hebben ze relatief meer tijd over om verder voor zich te kijken. Paal $n+1$ is dan vroeger het eerstvolgende mikpunt in vergelijking met novices. De overige 8% meer fixaties op paal $n+1$ bij experts kan mogelijks verklaard worden door een verschil in kijkgedrag tijdens de stuurfase, wat in deze thesis niet specifiek onderzocht werd. Het zou ook kunnen dat experts meer anticipatorische fixaties maken waarbij ze kort naar paal $n+1$ kijken en vervolgens terug naar paal n . Dit zou een hoger fixatiepercentage op paal $n+1$ opleveren zonder de visuele buffer te beïnvloeden. Het aantal anticipatorische fixaties werd in deze studie jammer genoeg niet geanalyseerd.

4.5. Correlatie switch en bochtinzet

Als laatste werd vermoed dat het moment waarop de ogen switchten van paal n naar paal $n+1$, bij experts overeenkomt met de bochtinzet. De gedachtegang achter deze hypothese was dat het moment van de switch niet enkel te verklaren valt door de visuele buffer, maar dat er ook een link was met de motorische actie. Dit zou het verschil verklaren in timing van de switch (relatief) in de bocht tussen experts en novices.

Volgens ervaringsdeskundigen konden experts vanuit motorisch oogpunt hun blik zo vroeg verlaten van de eerstvolgende paal, zonder deze paal te missen, omdat ze door hun ervaring precies weten welk spoor hun ski zal maken bij de uitgeoefende druk. Eens de ski op zijn kant staat (vanaf de bochtinzet), weet een geoefende skiër waar hij zal uitkomen. Online visuele informatie over de positie van de volgende poort voor bijsturing is dan overbodig aangezien de beweging al vast ligt. Beginnende slalomskiërs snijden hun bocht niet volledig op hun kanten en kunnen minder goed inschatten welk spoor hun ski's zullen maken. Deze groep zou dus meer afhankelijk van de visuele informatie tot het einde van de bocht om hun minder nauwkeurige stuurfase bij te sturen. Deze bijsturing gebeurt al rutschend door te spelen met de kantengrip en de opgebouwde druk. Land (2006) stelde ook dat de ogen bij het leren van een nieuwe beweging, in een eerste fase enkel feedback geven over de uitvoering. Nadien leert men het visuele systeem gebruiken als feed forward-systeem. Nog voor de beweging ingezet wordt, zoeken de ogen relevante informatie (Land, 2006).

Deze redenering werd echter niet ondersteund door de gevonden data. Er werd met andere woorden geen correlatie gevonden tussen het ogenblik waarop geswitcht werd en het moment waarop de bochtinzet gebeurde. Dit kan enerzijds te wijten zijn aan de kleine sample of een te grote variatie in skiniveaus binnen de groepen, maar anderzijds is de bochtinzet ook zeer moeilijk vast te stellen op beeld. Inconsistente meetfouten maken het moeilijk om een correlatie vast te stellen.

4.6. Beperkingen van de studie

Een eerste beperking van dit onderzoek is de kleine sample. Hoe minder mensen uit de populatie getest worden, hoe kleiner de kans dat de steekproef representatief is en hoe groter de kans op een grote sampling error. Het al dan niet maken van statistische fouten (type 1 of type 2) is afhankelijk van de sampling error.

Vervolgens werden de proefpersonen verzameld door convenience sampling waardoor het allemaal zeer gemotiveerde skiërs waren. Alle skiërs waren mogelijks meer geconcentreerd op de taak dan een doorsnee populatie. De novices (op enkele na) waren vrij gevorderde skiërs die nog geen of weinig ervaring hadden in de slalom. De resultaten waren misschien anders geweest indien het niveauverschil tussen de groepen nog groter was. Het feit dat er toch verschillen gevonden werden, wil wel zeggen dat er ook verschillen in kijkgedrag kunnen zijn tussen matige en zeer goede skiërs. Dit kan ook betekenen dat het kijkgedrag in de slalom specifiek is en verschillend is tijdens het vrij skiën op een gewone piste en het afleggen van een opgelegd parcours.

Een mogelijke beperking was ook dat er gewerkt werd met korte slalompaaltjes tot op kniehoogte in plaats van met lange palen. Het nemen van korte paaltjes wordt in de praktijk gezien als een eenvoudigere opdracht in vergelijking met grote palen. De skiër wordt minder gehinderd door het obstakel en het is gemakkelijker om het overzicht te behouden omdat het paaltje niet tot op ooghoogte komen. Het is dus mogelijk dat de verschillen verkleind werden of dat het visueel gedrag in kleine mate anders was dan wanneer men met grote slalompalen zou werken. Om de apparatuur niet te beschadigen werd toch gekozen om korte paaltjes te gebruiken.

Vervolgens werd de invloed van de snelheid op het kijkgedrag niet onderzocht doordat de proefpersonen op voorkeursnelheid door de slalom skieden. Het is niet duidelijk of beide groepen nog steeds verschillen in kijkgedrag zouden vertonen indien ze een gelijke snelheid hadden.

Ten slotte kon de helft van de data van de experts niet gebruikt worden door een te lage tracking ratio. Enkele experts kantelden hun hoofd en bovenlichaam meer naar voor waardoor een groot aandeel van de oogbewegingen niet geregistreerd werd. Experts leken ook dynamischer te skiën met als gevolg dat het toestel minder goed op zijn plaats bleef.

4.7. Toekomstig onderzoek

Om de betrouwbaarheid van de gevonden resultaten te verhogen, zouden de bevindingen van dit onderzoek bevestigd moeten worden in onderzoeken met een grotere sample. Indien ook op andere steekproeven dezelfde resultaten gevonden worden, kunnen de conclusies met meer zekerheid veralgemeend worden.

Door middel van simulaties kan de invloed van de snelheid onderzocht worden, los van de ervaring en het skiniveau van de proefpersonen. In toekomstige veldstudies zou men verschillende snelheidscondities kunnen toevoegen in plaats van de proefpersonen enkel op voorkeursnelheid te laten skiën.

Vervolgens kan men nagaan of er een oorzakelijk verband is tussen het verschil in kijkgedrag en het skiniveau. Is het kijkgedrag die experts vertonen voordelig om sneller te skiën? Zou een groep novices sneller skiën indien hen aangeleerd wordt om verder te kijken en vroeger in de bocht te switchen naar de volgende paal?

4.8. Conclusie

In deze studie werd het visueel gedrag van experts en beginnende slalomskiërs vergeleken. De resultaten toonden aan dat experts de slalom sneller aflegden dan beginners, maar er werd geen significant verschil gevonden in het moment waarop de bocht werd ingezet. Er werd ook geen verschil gevonden in gemiddelde fixatieduur, fixatiefrequentie of procentuele fixatieduur. Experts keken wel meer naar paal $n+1$ en minder naar het sneeuwoppervlak tussen zichzelf en de eerstvolgende paal dan beginners. Deze resultaten wijzen er dus op dat meer ervaren skiërs verder voor zich kijken waardoor ze beter kunnen anticiperen. Dit visueel anticipatievermogen beperkt zich echter tot 1 paal aangezien amper 2 palen vooruit gefixeerd werd. Experts kijken ook naar strategische punten zoals de palen zelf, terwijl beginners meer naar het sneeuwoppervlak tussen de palen kijken. Experts gebruiken dus efficiëntere zoekstrategieën. De visuele buffer van experts was even groot in duur, maar gezien hun hogere snelheid wel groter in afstand. Beide groepen keken voor het bereiken van de eerstvolgende paal al naar toekomstige obstakels, maar experts deden dat percentueel gezien vroeger in hun bocht. Dit kan een aandeel van het hoger fixatiepercentage op paal $n+1$ verklaren in vergelijking met beginners. Er werd geen link gevonden tussen het moment van de switch en de bochtinzet bij experts, noch bij de beginnende slalomskiërs. Op basis van de gevonden resultaten, zouden trainers hun atleten kunnen aanraden om voor het raken van de paal al te kijken naar de volgende paal. Verder kan men aanraden om naar de palen zelf te kijken in plaats van naar de sneeuw rond of tussen de palen. Het advies om meerdere palen voor zich te kijken, blijkt uit dit onderzoek visueel onrealistisch.

BRONNENLIJST

- Abernethy, B. (1990). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, **19**, 63–77.
- Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, **22**, 189–210.
- Abernethy B. en Russell D.G. (1984). Advanced cue utilization by skilled cricket batsmen, *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, **16**, pp. 2-10.
- Abernethy B. en Russell D.G. (1987). Expert-novice differences in an applied selective attention task, *Journal of Sport Psychology*, **9**, pp. 326-345.
- Abernethy, B., Thomas, K. T., & Thomas, J. R. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise. In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317–356). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Abrams, R. A., Meyer, D., & Kornblum, S. (1990). Eye–hand coordination: Oculomotor control in rapid aimed limb movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **16**, 248–267.
- Berg, H.E. en Eiken, O., 1999. *Medicine and science in sports and exercise*, **31(7)**, 1065-1067.
- Bernstein N.A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford, New York.
- Berthoz A. (2012). *Simplexity: Simplifying Principles for a Complex World*. Yale University Press, Yale.
- Bohn Stafleu van Loghum (2012) Het oog Anatomie/Fysiologie, BijZijn-XL, Volume 7, issue 2, 14-19.
- Buckles K.M., Yund E.W.en Efron R. (1991). Visual detectability gradients: Effect of high-speed visual experience, *Brain and Cognition*, volume **17**, issue 1, 52-63.
- Chapman P.R., Underwood G. (1998). Visual search of driving situations: danger and experience, *Perception*, volume 27, 951-964.
- Cornilleau-Pérès V. , Gielen C.C.A.M. (1996) Interactions between self-motion and depth perception in the processing of optic flow. *Trends in neurosciences*, **19** (5), 196-202
- Crundall D., Underwood G, Chapman P. (1998). How much do novice drivers see? The effects of demand on visual search strategies in novice and experienced drivers. Underwood G. (Ed.), *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*, Elsevier, Amsterdam, 395-417.

- De Haan E.H.F., Cowey A. (2011). On the usefulness of 'what' and 'where' pathways in vision. *Trends in cognitive Sciences*, **15** (10), 460-466.
- Donges E. (1978). A two-level model of driver steering behavior. *Hum. Factors*, **20**, 691-707.
- Duchowski A.T. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and Practice*. 2e ed., Springer, Londen, 52-59.
- Eifuku S., Wurtz R.H. (1999). Response to motion in extrastriate area MSTl: Disparity sensitivity., *J. Neurophysiol.*, **82**, 2462-2475
- Fajen, B. R. en Warren, W. H. (2003). Behavioral dynamics of steering, obstacle avoidance, and route selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **29**, 343-362.
- Farrow D., Chivers P., Hardingham C., en Sachse S. (1998). The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International Journal of Sport Psychology*, **29**, 231-42.
- Friedburg C., Allen C.P., Mason P.J., Lamb T.D. (2004). Contribution of cone photoreceptors and postreceptoral mechanisms to the human photopic electroretinogram. *J. Physiol.*, **556**, 819-843.
- Gegenfurtner A., Lehtinen E., Säljö R. (2011). Expertise differences in the comprehension of visualisations: a meta-analysis of the eye-tracking research in professional domains. *Educ. Psychol Rev.*, **23**, 523-552.
- Geissler U., K. Waibel, W. Maier, J. Scherr en B. Wolfarth, 2012. Influencing factors on alpine skiing performance. *Science and skiing V*, volume 5, 173-178.
- Gogel W.C. (1963). The visual perception of size and distance. *Vision Res.*, **3**, 101-120.
- Gorski, Tatiane, Rosser, Thomas, Hoppeler, Hans , 2014. An anthropometric and physical profile of young Swiss alpine skiers between 2004 and 2011. *International journal of sports physiology and performance*, volume 9, issue 1, SI 108-116.
- Guitton, D., & Volle, M. (1987). Gaze control in humans: Eye-head coordination during orienting movements to targets within and beyond the oculomotor range. *Journal of Neurophysiology*, **58**, 427-459.
- Helsen, W., & Pauwels, J. M. (1993). A cognitive approach to visual search in sport. In D. Brogan, A. Gale, & K. Carr (Eds.), *Visual search*, **2** (pp. 379-388).

Hollands M.A., Patla A.E., Vickers J.N. (2002). Look where you're going!: gaze behavior associated with maintaining and changing the direction of locomotion. *Exp. Brain Res.*, **143**, 221-231.

Hopwood, Melissa J., Mann, David L., Farrow, Damian (2011), Does visual-perceptual training augment the fielding performance of skilled cricketers? *International journal of sports science and coaching*, Volume **6**, **4**, 523-535.

Hughes C J, Land M F (2002), The development of eye-movement and fixation patterns in learner drivers. *Perception*. **31** ECVF Abstract Supplement

Ienatsch, N. (2003). *Sport riding techniques: How to develop real world skills for speed, safety and confidence on the street and track*. Phoenix, AZ: David Bull.

International Ski Fédération.(2013) *Rules for the FIS alpine points. Alpine FIS points and race results administration*. Switzerland.

Jones C.M. en Miles T.R. (1978). Use of advanced cues in predicting the flight of a lawn tennis ball, *Journal of Human Movement Studies*, pp. 231-235.

Land, Michael F. (2006). Eye movements and the control of actions in everyday life. *Progress in Retinal and Eye Research*, Volume **25**(3), 296-324.

Land M.F. (1993). Eye head co-ordination during driving. *Man and Cybernetics Conference*, **3**, 490-494.

Land M.F. (2004). The coordination of rotations of eyes, head and trunk in saccadic turns produced in natural situations. *Exp. Brain Res.*, **159**, 151-160.

Land, M. F., & Furneaux, S. (1997). The knowledge base of the oculomotor system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **352**, 1231-1239.

Land M.F., Tatler B.W. (2001), Steering with the head: The visual strategy of a racing driver. *Current Biology*, Volume 11, **15**, 1215-1220.

Land, M., & Horwood, J. (1995). Which parts of the road guide steering? *Nature*, **377**, 339-340.

Lappe, M. H. (2000). Optic flow and eye movements. *Int. Rev. Neurobiol.*, **44** , 29-47.

Lappi O., Lehtonen E., Pekkanen J., Itkonen T. (2013), Beyond the tangent point: Gaze targets in naturalistic driving. *Journal of Vision*, **13**(13):11, 1–18.

Maffioletti, N.A., 2008. *IV International Congress on Science and Skiing*, volume **4**, 365-373.
Decroix Marjolein

Mourant R.R., Rockwell T.H. (1972). Strategies of visual search by novice and experienced drivers. *Hum. Factors*, **14**, 325-335.

Müller, Bartlett, Raschner, Schwameder, Benko-Bernwick en Lindinger, 1998. Comparisons of the tki turn techniques of experienced and intermediate skiers, *Journal of Sports Sciences*, **16 (16)**, 545-559.

Neumayr, G., 2003. *International journal of sports medicine*, **24(8)**, 571-575.

Ostrosky-Solis F., Efron R. en Yund E.W. (1991). Visual detectability gradients: Effect of illiteracy. *Brain and Cognition*, **17**, 42-51.

Patla, A.E., Vickers, J.N. (2003). How far ahead do we look when required to step on specific locations in the travel path during locomotion? *Exp. Brain Res.*, **148**, 133-138.

Ripoll, H., Bard, C., & Paillard, J. (1986). Stabilization of the head and eyes on target as a factor in successful basketball shooting. *Human Movement Science*, **5**, 47-58.

Ripoll, H., Papin, J., Guezennec, J., Verdy, J., & Philip, M. (1985). Analysis of visual scanning patterns of pistol performers. *Journal of Sport Sciences*, **3**, 93-101.

Ryu, Donghyun, Kim, Seonjin, Abernethy, Bruce, Mann, David L. (2013). Guiding attention aids the acquisition of anticipatory skill in novice soccer goalkeepers, *Exercise and Sport*, **84**, 252-262.

Saso, Kato, Fukunda en Kitao (2004) Visual search strategies of ski racers under laboratory conditions, *Journal of sport and exercise psychology*, volume **26**, Supplement p. S162)

Saso, Kato, Fukunda en Kitao (2005) Effect of visual search on performance of ski racers , *Journal of sport and exercise psychology*, volume **27**, Supplement p. S134)

Schmidt, R. A. (1988a). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (2nd Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Schmidt, R. (1988b). Motor and action perspectives in motor behavior. In O. Meijer & K. Roth (Eds.), *Complex motor behavior: The motor action controversy* (pp. 3-44). Amsterdam: North-Holland.

Schmidt, R. (1991). *Human motor learning and performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Schouppe H. (2006). *Algemene Psychologie: een inleiding in de functieleer*. Koninklijke Van Gorcum BV, Assen, 75-90

Supej M., Kipp R., Holmberg H.-C., 2010. Mechanical parameters as predictors of performance in alpine Worl Cup slalom racing. *Journal of Medicine and Science in Sports*. Volume **21**, issue **6**, e72-e81.

Syndicat national des moniteurs du ski français (2006). *Mémento de l'enseignement du ski français. Manuel à l'usage des moniteurs*. 80-81

Tesch, P.A., 1995. *Medicine and science in sports and exercise*, **27(3)**, 310-314.

Turnbull, J.R., 2009. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, **19(2)**, 146-155.

Veicsteinas, A., 1984. *Journal of applied physiology: respiratory environmental and exercise physiology*, **56(6)**, 1187-1190.

Vickers, J. N., 1992. Gaze control in putting. *Perception*, **21**, 117–132.

Vickers, J. N., 1996. Visual Control When Aiming at a Far Target, *J. Exp. Psychol. Percept. Perform.*, **22** (2), 342-54.

Vickers, J.N., 1996. Control of visual attention during the basketball free throw. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), S93-7.

Vickers, J.N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Human Kinetics.

Warren W.H., Hannon Jr., Hannon D.J. (1990). Eye movements and optical flow, *JOSA A*, **7** (1), 160-169.

Weger, U.W., Inhoff, A.W. (2006). Attention and eye movements in reading. *Psychol. Sci.* **17**, 187-191.

White, A.T. en Johnson, S.C., 1991. *International journal of sports medicine*, **12(4)**, 374-378.

White, A.T. en Johnson, S.C., 1993. *Sports medicine*, **15(3)**, 170-178. Auckland, New Zealand.

Wicklein M. (2002). Head movements and depth perception. *Behavioural Processes*, **64**, 17-19.

Wilkie, RM; Wann, JP (2003). Eye-movements aid the control of locomotion, *Journal of vision*, Volume 3, Issue **11**, 677-684

Decroix Marjolein

Wilkie, R. M., Kountouriotis, G. K., Merat, N. (2010). Using vision to control locomotion: looking where you want to go. *Experimental Brain Research*, Volume 204, Issue 4, 539-547

Wilkie, Richard M., Wann, John P., Allison, Robert S. (2008). Active Gaze, visual look ahead and locomotor control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. Volume 34(5), 1150-1164.

Wilkie, R. M. en Wann, J. P. (2002). Driving as night falls: The contribution of retinal flow and visual direction to the control of steering. *Current Biology*, 12, 2014-2017.

Wilkie, R. en Wann, J. (2003a). Controlling steering and judging heading: Retinal flow, visual direction, and extraretinal information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 363-378.

Zangemeister, W., & Stark, L. (1982). Gaze latency: Variable interaction of head and eye latency. *Experimental Neurology*, 75, 389–406.

FIGURENLIJST

Figuur 1: Tanja Poutiainen in de reuzenslalom in Val d'Isère (2009) door Agence Zoom/Getty Images.....	2
Figuur 2: Mikael Shiffrin in de slalom in Levi (2013) door Christophe Pallot/Agence Zoom/Getty Image.....	2
Figuur 3: slalomparcours.....	3
Figuur 4: Enkele chicane.....	3
Figuur 5: Dubbele chicane.....	3
Figuur 6: Banaan.....	3
Figuur 7: Zes fasen in een ski bocht (Saso et al., 2005).....	5
Figuur 8: Drie fasen in een ski bocht (Memento ski français).....	5
Figuur 9: De anatomie van het oog (uit Het oog Anatomie/Fysiologie, 2012).....	7
Figuur 10: Optische flow bij focus op een statisch punt in de horizon (uit Warren et al., 1990).....	8
Figuur 11: Eye tracking d.m.v. videoregistratie en infraroodsignaal (uit Land, 1993).....	10
Figuur 12: Autorijders kijken in de buurt van het tangent punt in de bocht (uit Lappi et al., 2003).....	12
Figuur 13: Fixatiezones (Saso et al., 2005).....	17
Figuur 14: Fixatieduur per fixatiezone per groep: experten vertonen meer fixaties in zone 4,5,6 en 7 dan semi-experten en novices (Saso et al., 2005).....	17
Decroix Marjolein	53

Figuur 15: Fixatiezones per fase in de bocht (Saso et al., 2005).....	18
Figuur 16: Bewegingsrichting en blikrichting van experts, semi-experts en novices (Saso et al., 2005).....	18
Figuur 17: De slalom.....	23
Figuur 18: Proefopstelling: 11 poorten, enkele chicane, 6 poorten en 2 externe camera's....	23
Figuur 19: Fixatiezones.....	25
Figuur 20: Dataverwerking in Kinovea.....	26
Figuur 21: Verzamelde data over het kijkgedrag.....	26
Figuur 22: Fixatiepercentages per zone per groep.....	31
Figuur 23: Absolute spreiding.....	36
Figuur 24: Relatieve spreiding.....	36
Figuur 25: Vergelijking van procentueel aandeel van de bocht dat nog afgelegde moet worden na het moment van de switch tussen experts en novices.....	41
Figuur 26: S-bochten en Z-bochten.....	42

TABELLENLIJST

Tabel 1: Wereld ranking en FIS-punten voor de mannen in de slalom (www.fis-ski.com , 6th FIS points list 2013/2014).....	4
Tabel 2: Kenmerken opgenomen proefpersonen in de studie.....	21
Tabel 3: Gemiddelden per groep ($X \pm SD$).....	30
Tabel 4: Gemiddelde fixatiepercentages per zone (%) en verschil in zonepercentages tussen de groepen (t en p).....	31
Tabel 5: Vergelijking van alle zonepercentages met pairwise comparison.....	32
Tabel 6: Gemiddelde fixatiepercentages en standaarddeviatie per zone.....	32
Tabel 7: Vergelijking van de fixatiepercentages van alle zones per groep (p).....	33
Tabel 8: Vergelijking intervallen per groep ($X \pm SD$).....	35
Tabel 9: p-waarde en correlatiecoëfficiënt per groep.....	35

BIJLAGENLIJST

Bijlage 1: Informed consent.....57

Bijlage 2: Informatieformulier over ervaring in het skiën.....59

Bijlage 1: Informed consent

Informatieformulier

Het verband tussen kijkgedrag en skiniveau in het alpine slalomskiën

Beste skiërs,

Voor mijn masterthesis aan de universiteit van Gent probeer ik te ontdekken welke rol de visuele informatie speelt tijdens het slalomskiën. Hiervoor vergelijk ik het kijkgedrag van een groep experts met een groep beginnende slalomskiërs. Ik wil met andere woorden weten naar waar je kijkt terwijl je een slalom aflegt. Daarom wil ik je vragen om al skiënd de slalom af te leggen terwijl je een pet draagt die jouw oogbewegingen registreert.

De slalom bestaat uit korte rode en blauwe paaltjes waar je rond moet skiën aan voorkeursnelheid. Het parcours mag afgelegd worden met uw persoonlijke ski's, met ski's die de testleider ter beschikking stelt of met huurski's van Ice Mountain. Op basis van uw skiniveau en ervaring, wordt u ingedeeld als expert of novice.

Je oogbewegingen worden gemeten door een kleine camera die op een petje onder uw helm staat en verbonden is met een laptop in een kleine rugzak. Voordat de skitest start zal je naar enkele aangeduide punten moeten kijken om de camera af te stellen op je oogbewegingen. Dit zal ongeveer twee minuten duren. Om de apparatuur niet te verstoren vragen we je om hierna niet meer met je hoofd te schudden of de helm te verzetten, anders zullen we de camera opnieuw moeten instellen. De camera is klein genoeg zodat je er geen last van zal hebben.

Als je, om welke reden dan ook, een pauze wil inlassen of niet meer verder wil deelnemen volstaat het dit te zeggen aan de testleiders. De test wordt dan onmiddellijk stopgezet.

Met dit onderzoek hoop ik inzicht te krijgen in het kijkgedrag van skiërs en hoe deze gerelateerd is aan hun skiniveau.

Alvast bedankt.

Indien je nog vragen hebt, aarzel niet deze te stellen.

Marjolein Decroix: Marjolein.Decroix@ugent.be

0472/83 33 30

Toestemmingsformulier

Het verband tussen kijkgedrag en skiniveau in het alpine slalomskiën

Hierbij bevestig ik, ondergetekende, dat ik toestemming geef voor deelname aan het hierboven genoemde onderzoek.

In verband hiermee verklaar ik het volgende:

- Ik heb het bijhorende informatieformulier ontvangen en gelezen.
- Ik ben op de hoogte van het verloop van het onderzoek.
- Ik heb voldoende tijd gehad om over deelname aan het onderzoek te beslissen.
- Ik heb deze beslissing uit vrije wil genomen.
- Ik ben op de hoogte dat ik op elk ogenblik eenzijdig de deelname aan deze studie kan onderbreken.
- Ik weet dat ik op ieder ogenblik vragen mag stellen omtrent het onderzoek.

Naam:

Adres:

.....

Email:

Schrijf hier 'Voor akkoord' en zet uw handtekening met datum.

.....



Bijlage 2

Informatieformulier ervaring in het skiën

Naam:

Geboortedatum:.....

Aantal jaren ervaring in het skiën:

Gemiddeld aantal weken ski'vakantie' per jaar:.....

Ervaring in de slalom:

☐ Ik ben nog nooit door een slalom geskied.

☐ Ik ben wel al eens door een slalom geskied, maar niet op een regelmatige basis.

☐ Ik ga regelmatig door een slalom:weken/jaar ofdagen/week

☐ Ik ski competitie.

Andere opmerkingen:

.....
.....
.....

Enkel voor competitieskiërs:

FIS-punten in de slalom:.....

Belgische punten (indien geen FIS-punten):.....



Naam:

Kenmerk (kledij, ski's):.....

Beginner / Expert

Afdaling	Tijd	Opmerking (gedisqualificeerd? grote fout?)
1		
2		