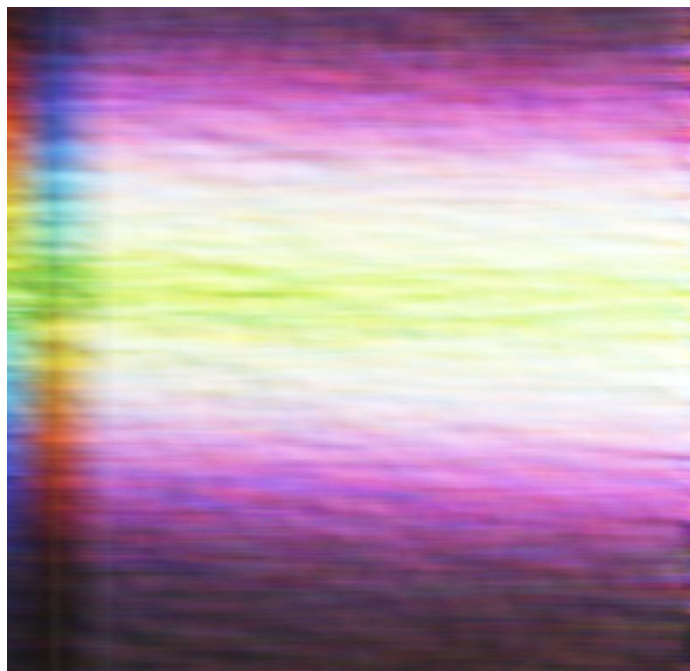


Additiv fargeblanding i GIMP

Peter Haakonsen
Kandidatnummer 113

Masteroppgave i formgivning, kunst og håndverk 2012



Høgskolen i Oslo og Akershus

Fakultet for teknologi, kunst og design

Institutt for estetiske fag

Abstract

The main focus in this master thesis is how the laws of additive color mixture can be used as an active part of digital image editing. My angle towards the problem area is the relation between the primary colors for light mixture, red green and blue (RGB), and the secondary colors cyan, magenta and yellow (CMY). This is demonstrated through practical exploring in GIMP. The artistic process aims to develop an aesthetic expression in photography, where motive elements are placed in layer modes which allow additive color mixture.

The motivation behind the topic is based on how the color theories presented at upper secondary or high school level keeps a theoretical connection between color physics and digital coloring. The textbooks for Visual arts (1st year) and Design & architecture (2nd), have a comprehensive color theory, but ignores the relation between RGB and CMY. This thesis demonstrates a practical area where knowledge about this relation is significant.

Sammendrag

Hovedfokuset i denne masteroppgaven er hvordan prinsippene for additiv fargeblanding kan benyttes aktivt i digital bildebehandling. Min innfallsvinkel til problemområdet er relasjonen mellom lysets primærfarger rødt, grønt og blått (RGB) og sekundærfargene cyan, magenta og gult (CMY). Dette demonstreres i en rekke praktisk-estetiske utprøvinger i GIMP. I den skapende delen av oppgaven er målet å utvikle et estetisk uttrykk med egne fotografier, hvor motivelementer legges i overlappende lag med lagmodus som tillater additiv fargeblanding.

Motivasjonen for valg av tema bunner i hvordan fargelæra i videregående studiespesialiserende med formgivingsfag ivaretar en teoretisk forbindelse mellom fysikk og innsikt i digitale farger. Pensumbøkene *Visuelle kunstoffag 1* og *Design og arkitektur 2* har en vidtfavnende fargelære, men uten at relasjonen mellom RGB og CMY er ivaretatt. Med denne oppgaven demonstreres et bruksområde hvor det er hensiktsmessig å få kunnskap om den relasjonen.

Takk til

Mine veiledere Marit Akerø og Inger Marie Søyland.

Espen, Charlotte, Elisabeth og Marte Lin som har bidratt med faglige innspill til god nytte for denne oppgaven. Marie Toreskås Asheim for gjennomlesing med kommentarer, og alt mulig annet.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| Abstract | 3 |
| Sammendrag | 4 |
| Innledning | 8 |
| BAKGRUNN | 8 |
| VIDEREGÅENDE | 9 |
| BACHELOROPPGAVE I FAGLÆRERUTDANNINGA | 9 |
| FARGETEORI | 11 |
| KUNSTFAGLIG FORBILDE | 12 |
| PROBLEMFOMULERING | 12 |
| AVGRENSNING | 13 |
| RGB OG FARGEKONSTANS | 15 |
| FAGDIDAKTISK MOTIVASJON | 16 |
| KJERNEBEGREPER | 16 |
| Vitenskapsteori | 19 |
| POSTPOSITIVISTISK PERSPEKTIV | 19 |
| ONTOLOGI | 19 |
| EPISTEMOLOGI | 19 |
| Metode | 21 |
| DATA OG UTVALG | 21 |
| DEDUKTIV OG INDUKTIV TILNÆRMING | 22 |
| KVALITATIV UNDERSØKELSE MED KVANTITATIVE ELEMENTER | 25 |
| VALIDITET | 26 |
| Fargefysikk | 28 |
| LYS, FARGE OG FARGESYN | 28 |
| ADDITIV FARGEBLANDING | 31 |
| CIE | 32 |
| PERSEPSJON | 33 |
| TREDIMENSJONALT FARGEROM | 34 |
| Fagdidaktikk | 37 |
| FARGELÆRE I SKOLEN | 37 |
| LÆREPLANNIVÅ | 37 |
| ELEVENES FORUTSETNINGER: LYS OG FARGER I GRUNNSKOLEN | 38 |
| NATURFAG 1. – 10. TRINN | 38 |
| KUNST OG HÅNDVERK 1. – 10. TRINN | 39 |
| KOMPETANSEMÅL I VIDEREGÅENDE SKOLE | 39 |

| | |
|---|-----------|
| VISUELLE KUNSTFAG 1-3..... | 39 |
| DESIGN OG ARKITEKTUR 1-3 | 40 |
| OPPSUMMERING | 40 |
| Introduksjon til praktisk-estetisk del | 42 |
| FRA HVITT TIL KULØRT – EN PRAKTISK ØVELSE | 42 |
| KUNSTFAGLIG INNFLYTELSE: JAMES TURRELL | 47 |
| SØKENDE STARTFASE: TAKVINDU | 48 |
| Bildemateriale 1 – Instrumentell fase | 50 |
| GIMPS FARGEPALETT..... | 50 |
| 16, 7 MILLIONER FARGER | 50 |
| HSV OG RGB | 50 |
| ETTERBILDER | 55 |
| INSTRUMENTELLE FORSØK MED ADDITIV FARGEBLANDING | 59 |
| CIE-FORSØK | 59 |
| RGB OG TILFELDIG | 63 |
| CMY I ADDITIV FARGEBLANDING | 65 |
| Bildemateriale 2 – Skapende fase | 68 |
| MOTIVUTVIKLING | 68 |
| FOTO 1: REGNBUE PÅ VEGG | 68 |
| FOTO 2: SINSEN 01 | 71 |
| FOTO 3: SINSEN 02 | 73 |
| PRAKTISK SKAPENDE ARBEID, SLUTTFASE..... | 80 |
| TILBAKE TIL REGNBUEEN | 80 |
| UTSTILLING | 87 |
| Drøfting | 88 |
| PROBLEMSTILLINGEN | 88 |
| TEKNOLOGIENS MULIGHETER OG BEGRENSNINGER | 88 |
| VITENSKAPSTEORI OG METODE..... | 89 |
| SKAPENDE DEL I ET FAGDIDAKTISK PERSPEKTIV | 90 |
| Avslutning | 92 |
| Kilder | 93 |
| Bildeliste | 95 |

Innledning

Farger kan måles objektivt som elektromagnetiske bølger mens vår opplevelse av farger er subjektiv. Mennesker med normalt fargesyn kan allikevel diskutere farger uten tilsynelatende misforståelser. Samtidig anbefales det ikke å male et helt rom med en farge som man kun har vurdert via en liten fargeprøve i dagslys. Fargesyn er et komplekst samspill mellom elektromagnetiske bølger, øyets synsreseptorer og prosesser i hjernen vår. I skolen er fargelære en del av fagene kunst og håndverk, formgivingsfag og naturfag. Vitenskapen kan bidra mye med hvordan vi kan lære om og forstå farger, noe som kan være relevant når kunstnerisk arbeid utføres med digitale hjelpemidler. Fargene på dataskjermen er konstruert takket være fysikkens innsikt i hvordan tre primære lysfarger er nok til å gjenskape utrolig mange farger, inkludert hvitt.

Denne undersøkelsen er et fagdidaktisk bidrag med fokus på lysfargeblanding i digitalt skapende arbeid. Et digitalt krysningspunkt mellom kunstfag og naturfag, med vekt på praktisk-estetisk arbeid.

BAKGRUNN

Utgangspunktet for denne oppgaven er en fagdidaktisk motivert tanke om hvordan elementer fra fysikkfaget kan bli en større del av fargeundervisningen i både kunst og håndverk i grunnskolen og formgivingsfag på videregående. Spesielt relevant er innholdet i programfagene Visuelle kunstfag og Design og arkitektur i vgs. studiespesialiserende med formgivingsfag. Fargelæra i disse fagene inneholder komponenter med blant annet naturvitenskap, skjermteknologi, kunst, design, trykk, fysiologi, psykologi og symbolikk i løpet av tre år. Jeg vil fokusere på den naturvitenskapelige delen for å undersøke om den fortjener større plass enn den har i dag. Mye på grunn av bruken av IKT, fordi en dataskjerm produserer fargebilder etter lignende prinsipper som vårt fargesyn. Dette aspektet ved fargeundervisningen har mye til felles med naturfag. Derfor savner jeg en klarere, mer fagoverskridende bruk av disse kunnskapene. Jeg baserer disse tankene på stoff fra dagens lærebøker og kunnskapsmål i læreplanene, i tillegg til egne erfaringer fra skolegangen. Jeg har dermed ikke tilgang til lokale prak-

sisvarianter som kan forekomme, i og med at lærerne har metodefrihet. Men pensumbøkene og læreplanene gir et innblikk i faginnholdets komponenter i videregående skole.

VIDEREGÅENDE

Fra min egen tid som elev i GK formgivingsfag i 1996/97 var vårt første møte med maling et sett med fem tuber gouache med henholdsvis cyan, magenta, gult/yellow (heretter CMY), sort og hvitt. Maleøvelsene vi gjorde var imidlertid knyttet til Johannes Ittens fargesirkel, og hans system domineres av at rødt, blått og gult (RYB)¹ fungerer som primærfarger. Dette har tradisjonelt sett vært “kunstnerens primærfarger” (Harkness, 2006: 221), og er fargene man bruker som basis for å blande ut oransje, grønt, lilla og brunt allerede tidlig i barnehagen eller på barneskolen. Når malingspigmenter blandes² kan både RYB og CMY gi forutsigbare resultater, og jeg reagerer ikke på at CMY-fargene inngikk i startpakka. Denne fargetrioen er nemlig subtraktive primærfarger i henhold til fysikkens lover (2006: 222). Problemet ligger i hvordan vi måtte forholde oss til pigmenter som ikke kunne begrunnes ut fra systemet vi jobbet med, som var Ittens fargesirkel. Begrepene *primærfarger* og *subtraktiv fargeblanding* skal jeg beskrive nærmere i kapittelet om fargefysikk.

BACHELOROPPGAVE I FAGLÆRERUTDANNINGA

I bacheloroppgaven «CMY vs Itten» (Haakonsen, 2010) som jeg skrev ved faglærerutdanninga på HiO (nå HiOA), undersøkte jeg hvordan man kan male forholdsvis realistisk med cyan, magenta, gult og hvitt. Innvendingene mot å bruke disse fargene har blant annet vært at pigmentene som finnes på markedet ikke kan gjengi disse tre fargene godt nok (Edwards, 2006: 38). Jeg undersøkte ulike fargetuber i løpet av prosessen, og fant noen som virket bedre enn andre, både gjennom utprøving og ved å lese hvilke pigmenter tubene inneholdt. Ut fra mitt mestringsnivå innen akrylmaleri klarte jeg å blande ønskede kulørtoner og nyanser med disse fargene, med fotografier som referanse. Disse øvelsene gjorde jeg for å argumentere for en CMY-basert fargesirkel i vg1. Det finnes kanskje ingen fasit for hvordan en maler skal blande fargene på best mulig måte, og det krever uansett mye øvelse og god

¹ RYB = Red, Yellow, Blue.

² Subtraktiv fargeblanding

erfaring. Det finnes dessuten så mange kulørtoner på markedet at det strengt tatt ikke er nødvendig kun å forholde seg til tre såkalt primære farger. Kanskje unntatt i et læringsperspektiv. Men innholdet i lærestoffet kunne kanskje blitt presentert mer konsekvent eller helhetlig.

I bacheloroppgavens fagdidaktiske undersøkelse gikk jeg blant annet gjennom pensumboka for vg1 formgivingsfag (SSP), *Visuelle Kunstfag I* (2006). Denne boka gir inntrykk av at Ittens fargesirkel er det gjeldende systemet for pigmentbasert fargelære i videregående skole. Boka forsvarer bruken av Ittens fargesirkel ved å hevde at den er ”svært vanlig blant kunstnere” (Elvestad, Løvstad & Strømme, 2006: 80). Men man kan spørre seg om den er svært vanlig blant kunstnere i dag, og om dette er en dokumentert påstand. Jeg så også på Tom Teigens *Farger* (1994), som forklarer de mest brukte teoriene og systemene i korte trekk: Newton, Goethe, Itten og NCS. Et problem med denne boka er at tilsynelatende like farger bytter navn stadig vekk, fordi han må forholde seg til de ulike systemenes bruk av fargenavn. Både *Farger* og *Visuelle kunstfag* bruker mange varierende fargenavn på relativt liten plass, noe som kan være forvirrende. I sistnevnte blir lysets primærfarger rødt, grønt og blått (RGB) først omtalt som grønt, oransjerødt og blåfiolett (Elvestad et al., 2006: 77). Ved siden av er det et bilde av disse lysfargene som overlapper hverandre slik at sekundærfargene cyan, magenta og gul dannes. Der alle de tre primære lysfargene møter hverandre dannes det hvitt³ (se figur 3). CMY-fargene er ikke nevnt her, kun avbildet, og boka går direkte til subtraktiv fargeblanding hvor Ittens primærfarger (RYB) blir presentert: ”Teoretisk sett skal du kunne blande alle andre farger med dem” (2006: 79).

De to primærtrioene CMY/RBY og RGB blir altså presentert dikotomisk, som to uforenlige systemer uten gyldighet for hverandre. Dermed reduseres muligheten til å forstå at det faktisk er en sammenheng mellom de primære og sekundære fargene i lysfargeblanding og i pigmentfargeblanding, eller additiv og subtraktiv fargeblanding.

³ Additiv fargeblanding.

FARGETEORI

Farger har vært objekt for forskning og undring lenge innen både kunst og vitenskap, og historisk sett har malerkunsten holdt på lengst med dette (Gage, 2006: 15). Etter Isac Newtons oppdagelse av hvordan hvitt lys brytes til et synlig fargespekter gjennom et prisme, har kunst og vitenskap utviklet teorier og systemer side om side (2006: 28-35). Det er vitenskapen, nærmere bestemt fysikkfaget, som har kommet nærmest en allmenngyldig forklaring på hvordan fargene oppfører seg. Men selv om vi har kunnskaper om farger, vil fenomenet alltid fortsette å undre oss. Fargene vi ser er jo ikke en egenskap ved objektene og verden rundt oss, men noe som oppstår når lys reflekteres fra tingenes overflate og når inn til våre øyne. Dette aspektet gjør at farger aldri vil være en statisk egenskap i objektene. Allikevel lar fysikkfaget oss forstå fargens egenskaper objektivt sett. Den vitenskapelige forståelsen har bidratt til utviklingen av fargefoto, kinofilm, TV, dataskjerm osv. Teknologien og industrien har altså brukt fargekunnskaper aktivt lenge, mens kunst- og designundervisningen har lagt større vekt på fargesystemer som handler om harmonier og kontraster, som for eksempel Johannes Ittens fargesirkel, i tillegg til utvikling av fargepalett og blanding av pigmentfarger. Fargelæra i grunnskole og videregående i Norge i dag inneholder både fysikk, maleri og harmonielementer, samt symbolikk og fysiologi. Men kunne lærestoffet vært organisert bedre?

Når elever lærer å behandle bilder på skjerm vil det kanskje være hensiktsmessig at de forstår sammenhengen mellom lys, syn og fargeskjerm, og at den samme logikken kan benyttes i skapende fag. Dette er motivasjonen for mitt valg av tema. Jeg vil utforske mulighetene som ligger i den fysikkbaserte fargeforståelsen, heretter omtalt som *fargefysikk*. Verktøyet er digital bildebehandling i GIMP. Digitalt fordi skjermen representerer hvordan lys og farge oppfører seg i naturen og i relasjon til synet; bildebehandling fordi en hvit flate i et slikt program er definert med fulle verdier på alle farger, det vil si at programmets hvitfarge teoretisk inneholder alle de andre fargene. GIMP har jeg valgt fordi det er et gratisprogram med funksjoner lignende Adobe Photoshop. Det er derfor et godt alternativ til Photoshop der skoler ikke har ressurser til å kjøpe dette, eller når elever og studenter ønsker å jobbe videre med bilderedigering hjemme uten å måtte kjøpe programmet.

KUNSTFAGLIG FORBILDE

Den amerikanske kunstneren James Turrell er min mest sentrale inspirasjonskilde. Mange av arbeidene hans lar betrakteren utforske sine egne fysiologiske reaksjoner i møtet med verkene. Serien Dark Pieces består av ulike installasjoner basert på overgangen mellom lys og mørke, og hvordan publikum må bruke flere minutter på å venne seg til mørket før de oppfatter en farge eller et rom foran seg. Om fargen eller rommet er der, eller om det bare er illusjoner, kan være vanskelige å forstå (Adcock & Turrell, 1990: 107, 108). Jeg skal ikke basere meg på illusjoner på denne måten, men bruker Turrell fordi arbeidene hans bygger på kunnskap om lys, syn og farge. Mer om ham i introduksjonen til det praktisk-estetiske, på side 47.

PROBLEMFORMULERING

Hvilke muligheter eller begrensninger gir teknologien når additiv fargeblanding benyttes i kunstfag, og hvordan kan kunnskaper om fargefysikk ligge til grunn for utviklingen av estetiske uttrykk?

Teknologien i dette tilfellet er bildebehandling med datamaskin. Fargene vi ser på en dataskjerm består av lys satt sammen av additive primærfarger, og har en teoretisk forbindelse til hvordan lys oppfører seg i naturen og hvordan vi ser farger. Den teoretiske plattformen er derfor gjeldende på tvers av fenomenene hvitt lys og spektralfarger, fargesyn og skjermteknologi. Fordi jeg henter kunnskapen om farger fra fysikken, velger jeg å bruke begrepet fargefysikk.

Det praktisk-estetiske arbeidet skal demonstrere hvordan kunnskap om RGB og lysfarger benyttes aktivt når farger manipuleres i digitale verktøy, i dette tilfellet GIMP. Jeg skal hente fram de additive primære og sekundære fargene ved hjelp av tallverdier i GIMP for å gjøre meg kjent med hvordan disse verdiene forholder seg til hverandre. Jeg skal utforske programmets muligheter for additiv fargeblanding og forsøke å ta med meg denne kunnskapen videre i den kunstnerisk skapende delen.

Jeg skal forsøke å konkretisere stoffet slik at det blir relevant for flere. «Fra hvitt til kulørt» fungerer som en praktisk, anvendelig innføring i en bestemt fargeleggingsteknikk, som igjen kan relateres til de instrumentelle forsøkene. Deler av denne undersøkelsen vil forhåpentligvis bidra med forslag til hva en lærebok i farge kan eller bør inneholde.

Selv om jeg skal forklare og vise framgangsmåten i GIMP så tydelig jeg kan, forutsetter jeg at leseren har et visst forhold til digital bildebehandling. Jeg vil allikevel gi en kort introduksjon til digital bildebehandling, og en innføring i de viktigste verktøyene jeg bruker der.

AVGRENSNING

En sammenligning med minst et annet program, for eksempel Photoshop, ville vært nyttig for å vurdere om det er visuelle ulikheter mellom disse programmenes fargeomfang. Men det er ikke sikkert at denne sammenligningen bidrar med annet enn at jeg finner ut at det ser likt ut eller ikke. Derfor skal jeg heller holde meg til kun ett program. Det jeg finner ut her kan gjøres i Photoshop også bare man lærer hva de samme verktøyene eller kommandoene heter der. Fargenes utseende betyr mindre fordi det er fargenes verdier som er sentrale, og disse verdiene er felles for de fleste bildebehandlingsprogrammene.

Begrepet primærfarger har ulike forklaringer. I hovedsak skiller vi mellom additive og subtraktive fargeblandinger. Additiv fargeblanding er prinsippet med lysfargeblanding, slik det fungerer når øyet eksponeres for lyset rundt oss og i TV-skjermer. Rødt, grønt og blått (RGB) er primærfargene som til sammen gir hvitt lys (Valberg et al., 2009: 23). I subtraktiv fargeblanding blandes fargepigmenter fysisk på en overflate (Gerritsen, 1975: 71). Det er dette som skjer når farger blandes i maleri og trykk. Tradisjonelt sett har malerifaget påvirket utviklingen av pigmentbasert fargeforståelse, og her har primærfargene lenge vært rødt, gult og blått (Gage, 1998: 14). Det er imidlertid forskjell på de respektive kulørtonene, og de fleste kunstmalere vil nok si at man trenger flere varianter av hver rød-, blå- og gulffarge for å kunne blande alle andre mulige farger. Ofte vil man ha nytte av brune og grønne toner i tillegg, samt hvitt og kanskje sort.

Trykkerier opererer med begrepet CMYK som står for cyan, magenta, yellow og key. Key er sort, de øvrige fargene kan ligne litt på malerifagets primærfarger, men kulørtonene ser ganske

annerledes ut med unntak av gulfargen. Man snakker altså om to typer subtraktive «primærtριοer». Av disse to kan CMY-fargene forenes teoretisk med RGB-fargene i naturvitenskapelig kunnskap (Valberg et al., 2009: 22, 23). Derfor anser jeg CMY som de reelle primærfargene i subtraktiv fargeblanding.

En farge kan oppfattes svært ulikt fra gang til gang fordi oppfattelsen av den blir påvirket av lysets temperatur og av de omkringliggende fargene. Det er allikevel mulig å forholde seg til vitenskapelig forklarte primærfarger når de presenteres i en kontekst. Da er det mulig å forstå prinsippene, objektivt sett, samtidig som man vet at selve fargeoppfattelsen vil være subjektiv. Derfor vil jeg stort sett forholde meg til farger i en kontekst her, og gjøre rede for når jeg eventuelt ikke gjør det. Dette er viktig når det kommer til fargenavnene. RGB er for eksempel rødt, grønt og blått definert ut fra målbare kriterier, og betegnes blant annet med *nanometer* (Vistnes, 2011: 247, 248). Til sammenligning er de tradisjonelle kunstprimærfarger RYB, altså rødt, gult og blått, definert ut fra visuelle kriterier om at hver av disse fargene ikke skal ligne på en annen (Smedal, 1996: 84, 109). Dermed vil rødt og blått kanskje se litt annerledes ut i RYB enn i RGB selv om de to fargene heter det samme begge steder. I slike tilfeller er det avgjørende at konteksten utelater all tvil om hvilke farger det er snakk om. Der konteksten ikke er tydelig vil jeg presisere fargenavnene/verdiene nærmere hvis det er behov for det.

Det finnes mye litteratur og empiri i fargefaget, og det har vært store uenigheter opp igjennom tidene, både hva angår harmonier, systemer og fargesirkler (Gage, 1998: 14-23). Derfor kunne det være interessant å gjøre en diskursanalyse på området, både historisk sett og for å se hva slags holdninger som finnes blant lærere som underviser i faget i dag. Av tidsmessige årsaker er det ikke anledning til å gå inn på dette her.

Jeg skal heller holde meg til additiv fargeblanding i praktisk anvendelse. Er det problematisk å fokusere så mye på fysikken slik jeg gjør her? Den kan jo ikke hjelpe oss så mye med design og komposisjon eller symbolikk, som er kulturelt betinget. Selv om noen kanskje vil innvende at vitenskapens fargekunnskaper også er konstruert av mennesker, er mitt grunnsyn at denne kunnskapen er kulturuavhengig. Derfor vil jeg distansere meg fra det kulturelle her, og forholde meg til de målbare verdiene postpositivistisk sett. Det praktisk-estetiske vil imidlertid være subjektivt forankret, og den fagdidaktiske drøftingen kan heller ikke være rent post-

positivistisk fordi den handler om lærestoffets hva og hvorfor, og disse spørsmålene er knyttet til mennesker og samfunn, kunst og undervisning. Det blir en komplementaritet mellom fysikkens objektivitet og kunstnerpraksisens subjektivitet fordi begge deler er uunnværlige for helheten.

RGB OG FARGEKONSTANS

Lysfargenes primærfarger rødt, blått og grønt, RGB, er hovedfargene i denne undersøkelsen. Disse tre fargene skal derfor omtales med sine navn selv om slike kategoriske fargenavn kan henvise til flere kulørtonevarianter av hver farge. Den primære blåfargen i RGB er den fargen som avviker mest fra sitt navn fordi den ofte tenderer mot fiolett. Representert på trykk har den for eksempel blitt omtalt som ultramarin (Gerritsen, 1975: 96).

Hva som kan kalles "korrekt" R, G og B har blitt en konvensjon med en viss grad av nøyaktighet når disse fargene skal visualiseres. I bøkene ser de tre fargene gjenkjennelige ut når de presenteres i en gitt kontekst. Når konteksten er å vise fargespekterets tre primærfarger, kjenner man igjen fargene uavhengig om de kanskje ser litt ulike ut fra bok til bok og fra skjerm til skjerm. Logisk nok vil feilmarginer oppstå når lysfarger skal vises på trykk. Viktigere er det at de som jobber med slike ting, f.eks. produsenter av TV-skjermer og lignende, vet hva de gjør. Samtidig finnes det ulike RGB-profiler eller fargeområder, som jeg skal forklare senere.

Hvitt lys har ofte et fargestikk av andre kulører. En 40 watts lyspære er for eksempel gulere, varmere, enn dagslys (Valberg et al., 2009: 24). Dette gir seg utslag som et gulaktig fargestikk i fotografier som er tatt uten blits eller justering av hvitbalanse. Men vi mennesker tilpasser oss lysforholdene slik at hvitt oppleves som hvitt om vi er inne eller ute (Vistnes, 2011: 254). Dette kalles fargekonstans, og baserer seg blant annet på våre erfaringer av verden omkring oss (Gregory, 1998: 135). Et hvitt hus vil framstå som hvitt både på morgenen, dagen og kvelden selv om fargene i lyset skifter. Derfor vil fargene i en bok være avhengig av konteksten de presenteres i hvis differansen mellom kulørtonene skal ha noen betydning. På trykk blir det annerledes når det er snakk om et hvitt hus i ulike lystemperaturer: Fotografiet tar som nevnt fargestikket opp i seg, så et fotografert hus i varmt kveldslys trenger ingen papirhvit referanse for at vi skal se at det hvite ser varmt/gulaktig ut. Men når det er snakk om å vurdere

hvorvidt en rødfarge er “korrekt” i forhold til om den hører hjemme i RGB-trioen eller ikke, må vi se de andre to fargene for å forstå konteksten. Når de er på plass, og det kanskje er en forklarende tekst ved siden av, vil man kunne kjenne igjen disse fargene neste gang selv om de kan se litt ulike ut fra gang til gang. Derfor kan man forholde seg til at reglene for additiv fargeblanding kan læres selv om fargene i bøkene ser «feil» ut.

FAGDIDAKTISK MOTIVASJON

Denne undersøkelsen skal først og fremst være relevant for fagdidaktikken. Utviklingen av en metode for hvordan additiv fargeblanding kan forstås og benyttes står sentralt. Dessuten er allmennkunnskap en motivasjon i seg selv. Her er den i form av flerfaglighet, både til kunnskap om ulike aspekter ved lys, syn og farge, og til fysikk og naturfag. Kunnskap er dermed et viktig stikkord: Kan vi for lite om fargens vitenskap når vi bruker digitale hjelpemidler som nettopp bygger på slik kunnskap? Hva bør vi i så fall kunne om dette? Her er noen sentrale punkter med fagdidaktiske refleksjoner jeg ønsker å bidra med.

- Demonstrere additiv fargeblanding i relasjon til naturvitenskap og øyets fysikk (syn).
- Gi eksempel på hvordan pigmentfarger kan organiseres og stå i teoretisk relasjon til lysfarger.
- Redegjøre for additiv fargeblanding i praktisk anvendelse (digitalt).
- Bidra til å sette lys på relevant kunnskap om farger i tilknytning til teknologi.

KJERNEBEGREPER

Alle begrepene vil bli presentert grundig underveis, men her er først en rask gjennomgang av de viktigste.

- **Fargefysikk.** Kunnskap om lys, syn og farger med vekt på lysbølger. Utviklet vitenskapelig innenfor naturvitenskap/fysikk. Denne kunnskapen skal relateres til digitale farger. Fysikken og det digitale har til felles at hvitt lys potensielt inneholder alle de rene spektralfargene, og at alle spektralfargene kan gjenskapes ved hjelp av tre primærfarger (RGB) med additiv fargeblanding.

- **Fargesystem.** Ulike måter å organisere / systematisere farger på. NCS er ett system; Johan Itten har utviklet et annet. Der NCS handler om å systematisere kulørtoner, handler Ittens blant annet om å systematisere harmonier og kontraster.
- **Fargelære.** Kunnskap om farger i et læringsperspektiv i grunnskole og videregående. Bredt utvalg av lærestoff med elementer fra ulike disipliner som maleri, design, fysikk og fysiologi. Knyttet til fagene Kunst og Håndverk / Formgivingsfag og Naturfag.
- **Primærfarger og sekundærfarger.** Primærfarger er definert opp mot et bestemt system eller en teori. Summen av tre primærfarger i et gitt system skal produsere enten hvitt eller sort avhengig av systemet. En blanding av to primærfarger gir en sekundærfarge. Se RGB og CMY og *komplementærkontrast*.
- **RGB = Rødt, grønt og blått.** Primærfarger i additiv fargeblanding, eller lysfargeblanding. Dessuten sekundærfarger i subtraktiv fargeblanding med CMY. Kapittelet om fargefysikk har mer om dette.
- **CMY = Cyan, magenta og gult (yellow).** Sekundærfarger i additiv fargeblanding, og primærfarger i subtraktiv fargeblanding. Mer kjent som CMYK i forbindelse med trykk, men K (sort) er ikke relevant i denne sammenhengen.
- **Komplementærkontrast.** Når to primærfarger blandes blir den tredje primærfargen komplementær. Blandes to additive komplementærfarger får man hvitt.
- **Etterbilder.** Bilder som danner seg i synsfeltet etter at man har sett lenge på et bestemt objekt. Etterbildene kan være negative eller positive. Negative etterbilder er spesielt tydelige når en sterk farge har okkupert store deler av synsfeltet før man ser på en nøytral flate. Da vil fargen i etterbildet som være omtrent komplementær. Derfor er denne typen etterbilder mest relevant her. Overgangen mellom positive og negative

etterbilder oppleves best når synet har blitt utsatt for et kraftig lys: Etterbildet er negativt når øynene er åpne (ser ut som sorte flekker), men positivt når man lukker dem (lyse flekker).

- **Fargeomfang.** Fargene som potensielt kan produseres på en skjerm ved hjelp av RGB. Fargeomfanget kan variere fra en skjerm til en annen. Se avsnittet om CIE.
- **HSV.** Hue = kulør. Fargens posisjon på sirkelen/området. Saturation = metning. Value = verdi. Dette er verdier som brukes i for eksempel GIMP, og beskriver fargenes lyshet og mørkhet, og hvorvidt de er rene kulører eller inneholder grånyanser mellom sort og hvitt.

Ordet *komplementær* har fransk opprinnelse, og i Kunnskapsforlagets fremmedordbok står det forklart med *utfyllende* (Gundersen, 2009). Når det er snakk om farger skal to komplementærfarger altså utfylle hverandre. De er kvalitativt ulike, men sammenblandet skal de gjøre systemet de stammer fra komplett. I lysfarger skal en blanding av to komplementærfarger altså produsere hvitt, og med pigmentfarger skal de produsere sort (Valberg et al., 2009: 23). Det ordboka ikke sier noe om er at de to komplementære enhetene er kvalitativt ulike, som to motpoler, når de sammenlignes med hverandre.

Vitenskapsteori

POSTPOSITIVISTISK PERSPEKTIV

ONTOLOGI

Ontologi er læren om verden, eller «læren om alle tings vesen og sammenheng» (Gundersen, 2009). Hva kunnskap er, defineres av forskeren, og avhenger av undersøkelsens hensikt: Hva er virkelighet, og hvordan kan man tilegne seg kunnskap om den? (Guba & Lincoln, 1994: 108). Mitt teoretiske utgangspunkt er hentet fra fysikken, som er en naturvitenskapelig disiplin. Fysikken er en av de *eksakte naturvitenskapene*, der også kjemi, geologi og noe biologi er inkludert (Fjelland, 1995: 150). Det de har til felles er de vitenskapelige metodene, som har sitt utspring i Galileo Galileis hypotetisk-deduktive metode, og observasjoner, eksperimenter og analyse av resultatene (Grimenes, Jerstad & Sletbak, 2011: 80). Dette har mye til felles med den vitenskapsfilosofiske retningen *positivisme*, som også hadde blant annet logikk, matematikk og fysikk som sine idealer (Gilje & Grimen, 1995: 47). Positivistisk forskning har en realistisk ontologi, der kunnskap om verden kan tilegnes på et absolutt objektivt grunnlag (Guba, 1990: 19).

EPISTEMOLOGI

Epistemologi er teori om hvordan en kan tilegne seg kunnskap om verden (Fejes og Thornberg, 2009: 22). Positivismens syn på hvordan vi kan tilegne oss absolutt kunnskap om verden har blitt kritisert for å være naivt (Guba & Lincoln, 1994: 109). I kjølvannet av dette har blant annet *postpositivismen* oppstått. Postpositivismen erkjenner også en objektiv virkelighet, men denne er modifisert. Her forholder man seg til at mennesker ikke fullt og helt kan vite om vi tilegner oss den absolutte sannheten om virkeligheten (Guba, 1990: 20). Men det går an å nærme seg tilnærmet sikker kunnskap allikevel. Idealet i begge paradigmenes er at resultatene skal kunne etterprøves av andre. Etterprøvbarheten indikerer absolutt sannhet hos positivistene, men hos postpositivistene anses funnene som *sannsynligvis* sanne (Guba & Lincoln, 1994: 110). Karl Poppers falsifikasjonskriterium er relevant i denne sammenhengen: Sikker kunnskap forutsetter ikke at en hypotese er blitt verifisert, men at den har blitt utsatt for *mislykket*

falsifikasjon (Popper, 2007: 27). Det vil si at man leter etter feil ved en hypotese, snarere enn etter bekreftelse.

Jeg har plassert meg i den postpositivistiske tradisjonen fordi denne undersøkelsens blanding av fysikk og eget skapende arbeid behøver en ydmyk holdning til hva slags kunnskap den kan generere direkte. Samtidig er mitt kunnskapssyn at vi kan lære om virkeligheten tilnærmet objektivt. I stedet for å filosofere over at mennesker ikke har et persepsjonsapparat som kan lære den fullstendige sannheten om verden uansett hvor nøyaktig og streng vitenskapens krav er, kommer vi langt ved å godta de etablerte teoriene som har vist seg å være etterprøvbare. Kunnskapen er kanskje ikke fullstendig objektiv, men vi kan hevde at den er allmenngyldig. Ordet *allmenn* impliserer *alle mennesker* uavhengig av tid og kultur. Selv om farger kan oppfattes ulikt avhengig av omkringliggende årsaker som ulike lyskilder, og om den som ser fargen er et menneske med normalt fargesyn, eller om det for eksempel er en hund med andre synsreseptorer enn mennesker, kan vi forholde oss til fenomenets regler fordi de er etterprøvbare. Det vil si at fysikkfaget har gitt oss en mulighet til å forstå farger i lyset på en forutsigbar måte. At teknologi basert på kunnskap om lys, farger og RGB fungerer, er et tegn på fargefysikkens troverdighet selv om feltet ikke nødvendigvis er ferdig utforsket.

Metode

DATA OG UTVALG

Det empiriske grunnlaget er hentet fra fysikken, men forenklet og tilpasset ikke-fysikere som meg selv. Matematiske formler utelukkes altså her; det viktige er at kunnskapen fra fysikkbøkene ikke misforstås eller forenkles slik at viktig informasjon faller bort.

Gray og Malins (2004) skiller mellom primære og sekundære data i en forskningsprosess. De sekundære dataene er noe som allerede er etablert og som har blitt tillagt tolkning og refleksjon av andre. Dette kan være arkivtekster, statistikk og historiske retninger og *-ismer* (Gray & Malins, 2004: 98). Videre står det at sekundære data er godt etablerte slik at det er lett å ta det for gitt, men at hensikten med å bruke det i en undersøkelse kan være å sette det i nytt lys eller tilføre ny tolkning. Fysikkstoffet er riktignok ikke noe som blir tillagt tolkning, men det er allment kjent og etablert som kunnskap, og noe jeg skal fokusere på i en spesifikk kontekst. Planen er ikke å gi denne kunnskapen ny mening, men å bruke kunnskapen for å skape ny mening i et annet fag. Derfor ilegger jeg fargefysikken betydningen *sekundære data* her.

Hovedelementet i denne bruken av lys og farger er fenomenet *additiv fargeblanding*. Dette fenomenet beskrives nærmere i kapitlet om fargefysikk. Additiv fargeblanding skal være gjenstand for undersøkelse med digitale verktøy, både instrumentelt og i fritt skapende arbeid. Hensikten er å være bevisst på det jeg gjør i dataprogrammet slik at kunnskap og ferdigheter får muligheten til å utvikle seg parallelt, og at dette forhåpentligvis kan bidra til å øke fokuset på relasjonen mellom kunnskap og skapende arbeid. Når det er et poeng at de primære og sekundære lysfargene skal blande seg som forventet, må jeg forholde meg til disse fargenes tallverdier i programmet jeg bruker, ikke hvordan de ser ut for meg. Fysikkens regel om at hvitt lys består av alle farger i det synlige fargespekteret, blir her omgjort til en regel om at det valgte dataprogrammets hvitfarge består av alle de rene kulørene slik de er definert i det samme dataprogrammet.

Primære data er de direkte resultatene av metodevalgene i undersøkelsen. Her vil det si selve den praktiske prosessen og resultatene herfra, både fra den instrumentelle og den skapende delen. Disse dataene er til dels uferdige fordi de er en del av en pågående prosess uten ekstern

påvirkning (Gray & Malins, 2004: 98). I denne sammenhengen skal prosessen vise hvordan jeg har brukt kunnskap og arbeidet meg framover til et sluttverk og en utstilling. Jeg har ikke tenkt å avslutte før jeg oppfatter den skapende prosessen som god nok. Mine argumentasjoner underveis i prosessen vil forhåpentligvis tydeliggjøre når og hvorfor arbeidet anses som ferdig. Men en slik prosess trenger aldri å bli helt avsluttet: Ikke minst hvis den genererer ideer som kan tas opp av andre.

DEDUKTIV OG INDUKTIV TILNÆRMING

Enkelt sett kan man skille mellom deduktiv og induktiv tilnærming slik: Deduktiv tilnærming tar utgangspunkt i en teori og skal fastslå noe spesifikt på grunnlag av denne. Den går fra noe generelt til noe spesifikt (Fjelland, 1995: 96). Deduktive framgangsmåter forutsetter at premissene de bygger på er sanne (1995: 85). Ut fra disse premissene skriver man en hypotese som vil være gjenstand for undersøkelse. Induktiv tilnærming benyttes når det ikke eksisterer etablert teori i feltet. I stedet for å ta utgangspunkt i teori starter man derfor med å undersøke et felt gjennom for eksempel iakttagelser (Bø, 1995: 26). Induktive slutninger forsøker dermed å si noe generelt på grunnlag av enkelttilfeller (Fejes & Thornberg, 2009: 23). Graden av sannsynlighet kan variere, og absolutt sannhet er ikke denne framgangsmåtenes førsteprioritet. Karl Popper formulerte en løsning på det såkalte *induksjonsproblemet* ved å hevde at induktive slutninger egentlig ikke eksisterer fordi de ikke er logisk gyldige. De er kun misforståtte deduktive tilnærminger: Den eneste måten å få sikker kunnskap på er, i følge Popper, med prøving og eliminasjon av feil (Popper, 2007: 77). Slik jeg ser det kan induktiv tilnærming bidra til å oppdage noe man ellers ikke ville ha oppdaget. Altså at man med flaks og tilfeldigheter kan oppdage noe man ikke lette etter. Det kan dermed være et viktig utgangspunkt for videre undersøkelser, der prosessen senere blir deduktiv, når logiske slutninger skal utredes fra observasjonene.

Denne undersøkelsen legger stor vekt på praktisk-estetisk arbeid. Begynnelsen av prosessen vil være styrt av overordnede mål med rot i fysikkens fargeteorier om additiv fargeblanding. Hensikten er å se etter en relasjon mellom denne bakgrunnskunnskapen og hvordan farger kan blandes etter bestemte prinsipper i dataprogrammet. Dette skal gjøres steg for steg, med deduktive hypoteser underveis. Disse skal ikke skrives eksplisitt som hypoteser, men formuleres

når hvert delmål beskrives. Hva skal jeg oppnå? Hva fant jeg ut, og hva bygger jeg videre på? Finnes det et avvik mellom fysikkens regler og programmet? Eksempel:

- Premiss: Rødt og grønt gir gult i additiv fargeblanding (Gerritsen, 1975: 72).
- Delmål: Hvordan kan man få fram gult ved å blande primærfargene rødt og grønt i GIMP? Konklusjon hvis man lykkes: At man lærer å blande farger additivt i GIMP.
- Eksempel på eksperiment: Hva skjer om for eksempel gult og lilla blandes, eller andre tilfeldig valgte farger? Er slike funn relevante å bygge videre på?
- Neste delmål basert på forrige delmål og eksperiment: Finnes det en måte å forutse resultatet av fargeblandingen på?

Den instrumentelle delen av prosessen består altså i å teste ut bestemte formål som tar utgangspunkt i fysikk. Hver deloppgave bygger på den forrige. Hensikten er å lære hvordan fargene oppfører seg ved additiv fargeblanding i GIMP, og kartlegge hva som fungerer og ikke fungerer. Hvis noe må forkastes er det også interessant, fordi det kan vise eventuelle avvik mellom programmets og naturvitenskapens regler. Når disse grunnleggende tingene er på plass vil den friere skapende delen av det praktiske gjøre seg gjeldende. Her er tilnærmingen en annen, og det kan være vanskelig å betrakte den som deduktiv siden det dreier seg om en kunstnerisk prosess basert på visuell erfaring og *intuisjon*. Jeg kommer tilbake til intuisjon i avsnittet om kvalitativ undersøkelse. I denne fasen skal jeg prøve ut teknikker eller funksjoner som jeg skal ha lært i den instrumentelle delen, men med mer åpne mål. Prosessen vil være en kombinasjon av anvendt kunnskap og fri utfoldelse. Dette blir en søkende måte å jobbe på, en induktiv tilnæringsmåte. Som nevnt tidligere kan det være fruktbart å la en deduktiv fase følge den induktive, men i dette tilfellet blir det motsatt. Den deduktive fasen er ment for å etablere kunnskap før jeg kan gå videre med det skapende arbeidet. Derfor er det mer hensiktsmessig å la den induktive tilnærmingen utgjøre den avsluttende delen av prosessen. Den søkende fasen åpner for mange muligheter som gradvis tilspisses til å bli et avsluttende verk.

Problemformuleringen er relativt åpen, og søker etter en sammenheng mellom et valgt verktøy og et bestemt teorigrunnlag, og hvordan kunnskaper om denne teorien kan brukes når vi

skal skape noe med det valgte verktøyet. I bakgrunnskapittelet uttrykker jeg en tanke om hvorvidt fargelæra i videregående kan begrunnes på nytt og kanskje bli mer fagoverskridende. Med det mener jeg at en nær tilknytning til kunnskap om fargefysikk kan være en fordel i kunstfaglig arbeid. Denne kunnskapen har blitt brukt i teknologien lenge, mens kunstfaget tidvis har hatt et mindre rasjonelt syn på farger. Ikke minst fordi farger er noe som primært sanses, og sanseinntrykk kan være relative. Problemstillinga kunne på bakgrunn av dette være enda skarpere, for eksempel som følgende påstand: «Elever i videregående formgivingsfag bør lære mer om naturvitenskapelig fargelære fordi dette har overførbarhetsverdi til digital bilderedigering». Det vil imidlertid være mange usikkerhetsmomenter knyttet til denne påstanden. Valget av metode har mye å si: En slik hypotese krever kanskje kvantitative studier av mange personer over lengre tid for den skal kunne styrkes. Når jeg skal basere undersøkelsen på egen virksomhet i GIMP, vil jeg ikke kunne få et allmenngyldig ja/nei-svar på en slik formulering.

I og med at den siste hypotesen er laget på grunnlag av noen punkter i innledningen, kan man si at den er en motivasjonsfaktor bak undersøkelsen. Den er dermed relevant, men på en indirekte måte i og med at rammene for denne masteroppgaven ikke kan gi et sikkert svar på påstanden. Digital bildebehandling er heller ikke det eneste argumentet som svarer for mer bruk av naturvitenskapelig fargelære selv om mitt fokus ligger her. Det er også et flerfaglig perspektiv med i bildet.

Ved å ta utgangspunkt i et kunnskapsgrunnlag (fysikk) og sette dette i sammenheng med et valgt verktøy (GIMP) i egen praktisk-estetisk prosess, går jeg fra noe generelt til noe spesifikt. Utgangspunktet for undersøkelsen er en motivasjon om å tilføre et nytt fokus på kunnskap som allerede er med i fagområdet *fargelære* i grunnskolen og videregående. Fargelæra i videregående formgivingsfag inneholder som nevnt de grunnleggende elementene fra fysikken, men innen fagområdet bør det kanskje stilles nye kritiske hvorfor-spørsmål til fagets innhold. Faget er preget av at det er en rask gjennomgang av de mest sentrale systemene og teoriene. Effekten av denne undersøkelsen kan leses via punktene under fagdidaktisk motivasjon på side 15. Forhåpentligvis kan den være med på å påvirke til en fornyet vurdering av faginnholdet.

KVALITATIV UNDERSØKELSE MED KVANTITATIVE ELEMENTER

Undersøkelsen er i hovedsak kvalitativ, men har kvantitative elementer. Kvalitativ forskning kjennetegnes ved at man er analytisk og fortolkende med et lite, konsentrert datautvalg (Halvorsen, 2007: 33). Denne typen forskning favner bredt, og kan knyttes til mange ulike forskningsmetoder (Fejes og Thornberg, 2009: 19). Når jeg som subjekt bruker egen prosess som utgangspunkt for undersøkelsen, vil det innebære at den i hovedsak er kvalitativ. Den instrumentelle delen av det praktiske er mer kvantitativ enn kvalitativ. Ikke fordi det dreier seg om store mengder data, men fordi dataene vurderes etter målbare kriterier. Fejes og Thornberg deler kvalitativ og kvantitativ forskning grovt inn under følgende rammer: Førstnevnte skal *beskrive og forstå* virkeligheten gjennom analyse av språkdata eller observasjon av sosiale relasjoner og lignende; sistnevnte skal *forklare* virkeligheten med mengdedata som for eksempel statistikk (2009: 18, 19).

Gray og Malins (2004) knytter kvantitativ forskning til postpositivisme, hvor blant annet årsak/virkning er sentralt (Gray og Malins, 2004: 18). Jeg fokuserer på at svarene på delmålene skal være rette eller gale. Hensikten er å få dataprogrammet til å utføre bestemte oppgaver slik at senere forsøk basert på disse erfaringene kan gi forutsigbare resultater. Min rolle som aktiv og deltakende utøver blir distansert; her fokuseres det primært på om oppgavene kan løses eller ikke. Vektleggingen av de visuelle eksemplenes visuelle kvaliteter blir sekundær selv om jeg også i starten tar bevisste eller ubevisste valg for at bildeeksemplene skal se ok ut.

Gray og Malins har sett på doktoravhandlinger i kunst og design i løpet av 11 år for å systematisere metodebruken og lete etter tendenser i hvordan det forskes innenfor disse fagene. De har blant annet sett hvordan mange har benyttet seg av både kvalitativ og kvantitativ framgangsmåte, også referert til som *mixed methods*, eller multimetode (Gray og Malins, 2004: 31). Her nevner de også verdien av hvordan ulike typer visuelle og auditive medier kan være med på å belyse oppgavens innhold fra flere sider. Jeg benytter meg til en viss grad av multimetode, men fokuserer ikke eksplisitt på det siden jeg har lagt hovedvekten på det kvalitative i en praktisk skapende prosess. Bruken av multimetoder virker også mer hensiktsmessig for doktorgradsstudenter som har lengre tid til rådighet, der prosessen kan deles inn i ulike stadier i større grad enn i en masteroppgave.

Når de instrumentelle oppgavene avtar blir det lagt mer vekt på visuelle kvaliteter. Kunnskapsgrunnlaget jeg henter fra fysikken, og som jeg setter i forbindelse med arbeidet i GIMP, inngår fort i et komplekst samspill med tidligere erfaringer i GIMP og mine visuelle preferanser. Det er ikke til å komme bort fra at jeg som subjekt i denne prosessen påvirker resultatene samme hvor objektivt jeg definerer bakgrunnsstoffet. Det er nettopp der motivasjonen ligger i læringsperspektivet: Fargefysikken er generell og flerfaglig, og denne kunnskapen skal ikke binde eller forhindre den kunstneriske prosessen på noe vis, men skal fungere som en veileder som gjør utøveren fortrolig med teknikken bak det han/hun holder på med.

Fokuset her blir rollen som deltakende praktiker i egen kunstnerisk prosess. Gray og Malins bruker begrepene *reflective praction*, *reflective practioner* og *reflection in action*, som de henter fra Donald Schön (Gray og Malins, 2004: 22). Hovedpoenget er hvordan en profesjonell ser på sin prosess innen kunst og design med et distansert og reflekterende blikk. De refererer til Schöns fokus på hvordan skapende arbeid blir til i en intuitiv, improviserende handling basert på utøverens personlige kunnskaper og erfaringer, som mange ganger ikke har blitt omsatt til ord og begreper. For å se på begrepet intuisjon i videre forstand kan vi gå til psykolog Bo Jacobsen i «Hvad er god forskning?» (2001). Han refererer til Abraham Maslow (1966)⁴ når han forklarer hvordan en intuitiv fase er konstruktiv tidlig i en forskningsprosess, der den analytiske fasen følger i neste ledd. I den intuitive aktiviteten følger man ideer og innfall. Her er man oppslukt i arbeidet og jobber spontant. Hensikten er blant annet å sikte høyt, eller «spørre dumt». Den analytiske aktiviteten rydder uansett bort elementer som ikke tjener oppgavens hensikt. Dette er den kritiske fasen. I henhold til Maslow skal forskeren nå være distansert til sitt arbeide, og ta et utenforstående perspektiv. Her er det snakk om å frigjøre seg fra all sympati, identifikasjon og forhåndsforståelse med materialet for å bli så nøytral som mulig (Jacobsen, 2001: 59).

VALIDITET

Det siste aspektet, om subjektets rolle i en slik undersøkelse, er sentralt når det kommer til oppgavens validitet. Undersøkelsens gyldighet avhenger av et samsvar mellom hensikt og resultat, eller det «den gir seg ut for å måle og det det faktisk måler» (Halvorsen, 2007: 40).

⁴ *The Psychology of Science: A Reconnaissance.*

Er metodevalget optimalt i forhold til problemstillingen? Ordene som peker mot en aktiv handling i problemstillingen er: BENYTTTE additiv fargeblanding med teknologi og UTVIKLE estetiske uttrykk med bakgrunn i fargefysikk. Dette er spørsmål som krever praktisk utforsking. Hvem som gjør det praktiske arbeidet kan ha forskjellig innvirkning på resultatet. Her er det undertegnede sin rolle, men man kunne også ha latt en klasse eller elevgruppe gjøre oppgaver basert på problemstillingen. Da ville min rolle ha blitt en annen, mer distansert. Men målet for denne undersøkelsen er ganske åpent, og med et langsiktig perspektiv, slik at den overordnede ideen og motivasjonen forblir den samme uansett hvor mange som prøver ut additiv fargeblanding i GIMP.

Hvilke ledd som skal vurderes:

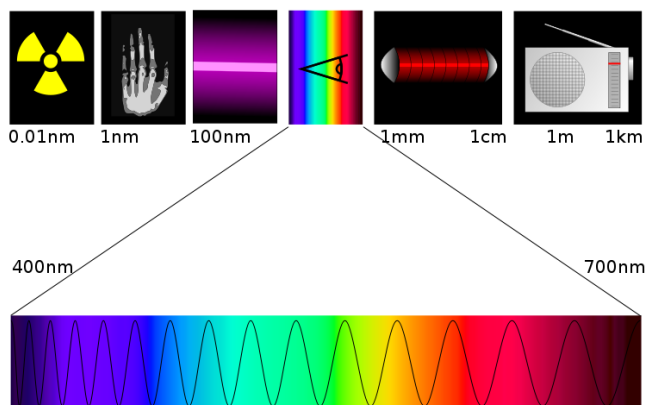
- Bildemateriale 1: Instrumentelle mål.
- Bildemateriale 2: Visuell kvalitet, uttrykk..
- Oppgavens relevans for fagdidaktikken

Bildemateriale 1 skal som nevnt generere innsikt i relasjonen mellom GIMP og fargefysikk, og dermed fungere som springbrett for det skapende arbeidet videre. Hva skal til for at bildematerialets del 2 kommer et steg forbi det kunnskapsmessige utgangspunktet, til et estetisk uttrykk som også er gyldig utenfor sitt teoretiske utspring? Skal jeg basere det hele på «digitale malerier» som jeg lager fra bunn av i GIMP, eller vil bruk av fotografier gi en større bredde i motivvalgene? I del 2 skal jeg bruke fotografier for å få større variasjon i motivene som utvikles.

Fargefysikk

LYS, FARGE OG FARGESYN

I fysikken opererer man med begrepene *svingninger* og *bølger*. Energi fra både vann, lyd, lys, radiosignaler og mobildekning kan oppfattes som bølger⁵ (Grimenes et al., 2011: 445). I dette tilfellet fokuserer jeg kun på lys, som er elektromagnetiske bølger. Enkelt sagt: Bølger er «svingninger som brer seg» (2011: 445), og bølgelengde er den minste avstanden mellom to bølgetopper (2011: 481). Bølgelengdene for det synlige spektrum angis i *nanometer*. En nanometer er en milliarddels meter, eller 10^{-9} meter, (Valberg et al., 2009: 15). Det synlige spekteret strekker seg fra kortbølger ca. 380 nm, (blåfiolett) til langbølger, ca. 700 nm⁶ (rødt) (2009: 248). Figur 1 visualiserer hva det elektromagnetiske spekteret består av. Symbolene fra venstre: Gamma, røntgen, ultrafiolett stråling, synlig lys, infrarød stråling⁷, mikrobølger og radiobølger. Illustrasjonen viser imidlertid ikke størrelsesforskjellene her. Synlig lys utgjør kun en forsvinnende liten del av hele spekteret. Størrelsesforskjellen mellom 400nm og 700nm er mikroskopisk.



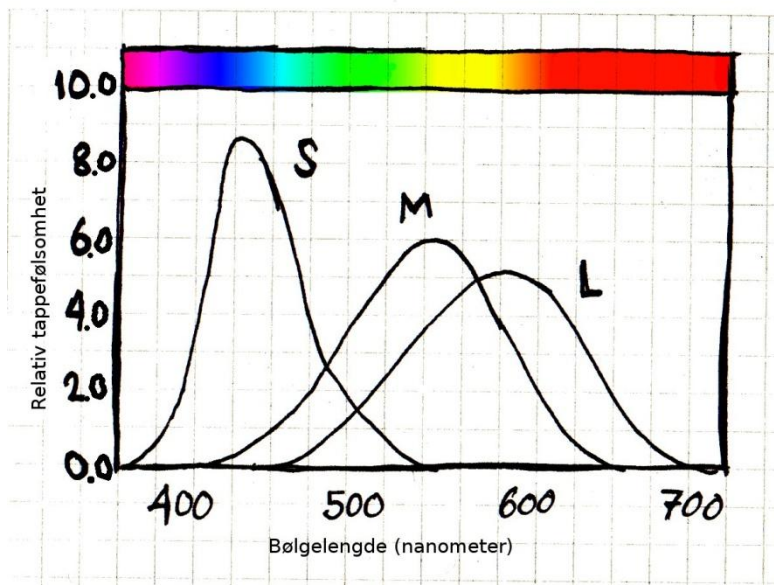
FIGUR 1: ELEKTROMAGNETISK SPEKTRUM. RETTIGHETER: WIKIMEDIA COMMONS. HENTET FRA: [HTTP://NO.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/FIL:SPECTRE.SVG](http://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Spectre.svg) (22.2.12)

⁵ To typer bølger: De som beveger seg i en materie, altså i luft (=lyd) og vann, og elektromagnetiske bølger (lys, radio, mikro osv).

⁶ Disse grensene er omtrentlige, og varierer fra bok til bok.

⁷ IR er ikke visualisert her, men befinner seg mellom synlig rødt lys og mikrobølger.

Vi snakker ofte om farger som om de er en egenskap ved et objekt eller verden omkring oss, mens det vil være mer korrekt å si at de er sanseinntrykk som dannes når reflektert lys treffer øyet vårt. Et normalt fungerende menneskeøye har fotoreseptorer som omdanner lysstimuli til farge (Vistnes, 2011: 247). Disse reseptorene består av staver og tapper. Stavene er lysfølsomme, og kan skildre valører i mørket; tappene gir fargeinformasjon (2011: 247). Tappene fanger opp henholdsvis lange, mellomstore og korte bølger (Long, Medium, Short), noe som tilsvarer at de er henholdsvis rød-, grønn-, og blåfølsomme (Figur 2). Dette er grovt inndelt fordi de tre fargefølsomhetsområdene overlapper hverandre (2011: 249). Prinsippet med tre fargereseptorer, eller trikromatisk fargesyn, kan relateres til de tre additive primærfargene rødt, grønt og blått som jeg skal gå nærmere inn på snart.



FIGUR 2: LYSBØLGER ANGITT I NANOMETER. ETTER VISTNES, 2011: 248.

Hvilken farge vi ser avhenger også av overflatens struktur (Valberg et al., 2009: 20). Enkelt forklart vil det si at fargen vi ser bestemmes ut fra en overflates evne til å reflektere lys. Refleksjonen er stort sett en blanding mellom *speilet* og *diffus* (matt). En speilet overflate sprer lyset i én retning, en diffus overflate sprer det i alle retninger (2009: 20). Motsatt av refleksjon er absorpsjon: Når en sort vegg utsettes for direkte sollys er vi vant til at den er varm å kjenne

på. Dette henger sammen med hvordan lyset absorberes. Ved stor grad av lysabsorpsjon, som på en sort vegg, reflekteres lite eller ingen ting av lyset. Energien absorberes da inn i overflaten, og omgjøres til varme (Grimenes et al., 2011: 386). I motsatt fall vil en vegg som reflekterer alt lys se hvit ut for oss. Denne vil ikke ta til seg lyskildens varme. Fargene vi ser indikerer både reflektert og absorbert lys. Når øyet oppfatter en reflektert farge betyr det at overflaten har absorbert de elektromagnetiske bølgene som tilsvarer dens komplementærfarge (Gerritsen, 1975: 39).

Det forskes stadig på farger i relasjon til kjemi, fysikk, fysiologi, persepsjon og syn. En undersøkelse gjort ved University of Rochester, New York, i 2005, konkluderer med at hjernen kalibrerer vårt fargesyn i større grad enn først antatt. I et eksperiment skulle forsøkspersonene justere en lysfarge helt til de mente den var elementærgul, uten synlige innslag av rødt eller blått. Samtlige hadde valgt en gulfarge med tilnærmet lik bølgelengde. Ved hjelp av laserteknologi ble samtidig tapperesponsene på netthinnen målt, og her fant man et stort avvik fra person til person. Det vil si at de lange og mellomstore tappene som er sensitive for rødt, gult og grønt lys var aktivert veldig ulikt i hvert tilfelle. “These experiments show that color is defined by our experience in the world, and since we all share the same world, we arrive at the same definition of colors” (Sherwood, 2005).

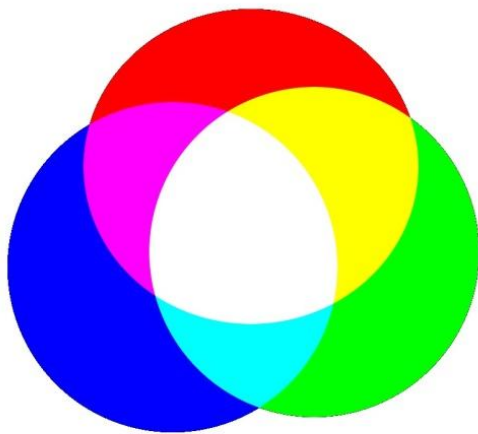
Bestemte fysiske omstendigheter ligger altså til grunn for hva vi ser, og både øynene og hjernen definerer hvordan vi ser. Kombinasjonen av lysrefleksjoner fra verden omkring oss og øyets fysikk etablerer en fargepersepsjon. Men fargesyn er et felt vi fortsatt ikke vet alt om. Thomas Young og Hermann von Helmholtz framsatte teorien om trikromatisk fargesyn i løpet av 1800-tallet. I sin samtid møtte de motstand i blant annet Edwald Herings (1878/1964) opponentfargeteori, der de fire *elementærfargene*⁸ utgjør to opponentpar: Rødt og grønt; gult og blått (Valberg, 1998a: 139). Jeg har fokusert på teorien om trikromatisk fargesyn fordi denne henger sammen med hvordan kun tre primære lysfarger kan blandes for å skape «alle» farger inkludert hvitt. Men synet vårt er komplekst i og med at det påvirkes både av lyskilder, tingenes overflate, reseptorer i øyet og prosesser i hjernen vår. Det finnes flere teorier som ikke nødvendigvis utelukker tre reseptorer, men som kanskje kan forklare eller beskrive fenomenet

⁸ Elementærfarger forklares i avsnittet om tredimensjonalt fargerom.

fargesyn mer fullstendig (Shepard, 1997: 312-314 og 326-328; Valberg, 1998b: 133-135; Vistnes, 2011: 249). Et eksempel er Edwin Lands retinexteori (Valberg, 1998a: 139). Jeg skal ikke forsøke å gå videre inn på dette her. Feltet er stort og komplisert, og krever faglig ekspertise.

ADDITIV FARGEBLANDING

Additiv fargeblanding er et kjernebegrep i denne undersøkelsen. En del av prinsippene for dette har derfor blitt omtalt i innledningen. Fenomenet kan også kalles lysfargeblanding i og med at det er dette som skjer. Jeg skal vise hvordan dette er relevant i tilknytning til skjermteknologi og digital bildebehandling.



FIGUR 3: R+G+B = CMY OG HVITT

Additiv fargeblanding er en sammenblanding, eller overlaging, av farget lys (Valberg et al., 2009: 22, 23). Her er det forklart med primærfargene, altså rødt, grønt og blått. Figur 3 illustrerer hvordan det blir hvitt der de tre primærfargene overlapper hverandre⁹. Der to primærfarger møtes får vi sekundærfarger: Rødt og grønt gir gult; grønt og blått gir cyan, og blått og rødt gir magenta. Prinsippet om additiv fargeblanding bygger på forståelsen om at hvitt lys potensielt inneholder alle spektralfargene. Dette ser man i Newtons velkjente eksperiment der

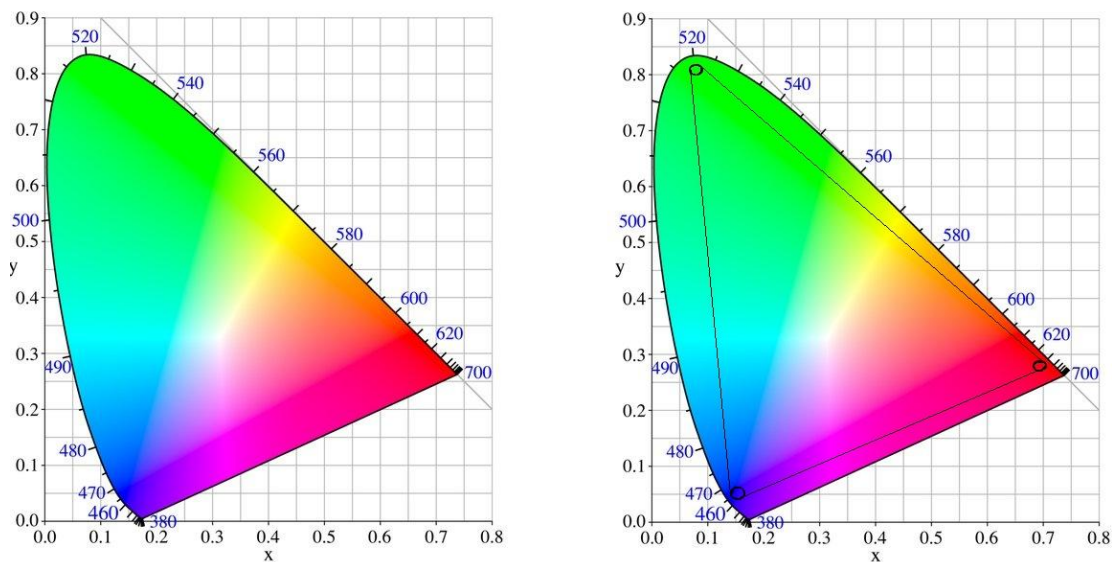
⁹ Illustrasjonen er laget i GIMP, med tre overlappende lag i tilleggsmodus. Se kapittelet «Instrumentelle forsøk med additiv fargeblanding».

han fikk et synlig fargespekter ved å sende en lysstråle gjennom en smal spalt og et glassprisme (Vistnes, 2011: 247).

«Studier av additive fargeblandinger har vært viktige for å forstå hvorledes fargesynet virker, og de har lagt grunnlaget for en omfattende fargeteknologi» (Valberg 1998a: 147). TV- og dataskjermer er basert på additiv fargeblanding med røde, grønne og blå punkter (Valberg et al., 2009: 22).

Det er mange faktorer som avgjør om en additiv fargeblanding blir som forventet. Jeg har i forberedelsene til denne undersøkelsen gjort noen enkle forsøk med fargede transparenter og lommelykter. Lysets avstand fra veggen hadde innvirkning på resultatet. Noen farger krevde en større avstand enn andre for at blandingen mellom to omtrentlige komplementærfarger skulle gi nøytral farge. Kan det ha sammenheng med at lyset brytes i ulik vinkel avhengig av om bølgelengden er kort eller lang? Eller hadde lyspæra feil fargetemperatur? I denne undersøkelsen skal jeg imidlertid kun jobbe digitalt, så disse spørsmålene skal jeg ikke forsøke å svare på.

CIE



FIGUR 4: CIE-FARGEHESTESKOEN. HØYRE: FARGEOMFANG I EN TREKANT. RETTIGHETER: WIKIMEDIA COMMONS. HENTET FRA: [HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/FILE:CIEXY1931.PNG](http://en.wikipedia.org/wiki/File:CIExy1931.png) (2.2.12)

Denne «fargehesteskoen» er konstruert slik at de synlige spektralfargene er plassert langs krummingen (figur 4). Fargene går gradvis mot hvitt i midten. Den rette linja forbinder de to endene i det synlige fargespekteret med overgangen mellom korte og lange bølgelengder, blå og rød (Harkness, 2006: 220). Dette kalles også purpurlinja (Vistnes, 2011: 250). Purpurfargene er ikke en del av det synlige spekteret fordi de ikke kan frambringes med kun en type lysbølge.

Fargene er innenfor et koordinatsystem med en x-akse og en y-akse, og er «rene» spektralfarger. Variasjon i lyshetsgrad er ikke angitt her. Fargehesteskoen kan brukes til å definere fargeomfanget til for eksempel en dataskjerm (Vistnes, 2011: 252). Ved å tegne en trekant inne i hesteskoen, som i versjonen til høyre av figur 4, ser man logikken bak en slik konstruksjon: I hvert hjørne har vi en primærfarge, og innenfor trekanten ser vi alle fargene som kan skapes ved hjelp av disse tre. Dette betyr at fargeomfanget innenfor et slikt triangel er ganske begrenset sammenlignet med hva vi kan se ute i virkeligheten.

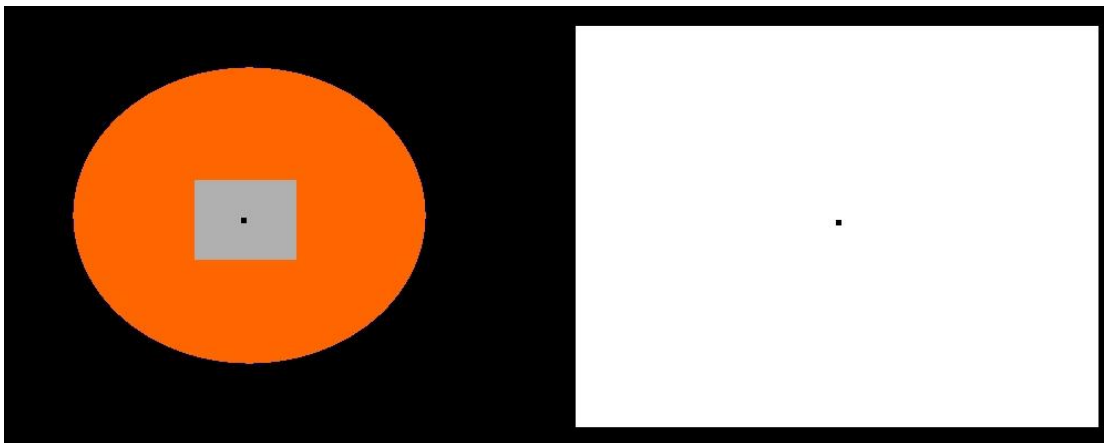
PERSEPSJON

Etterbilder, eller suksessiv kontrast, er noe vi opplever daglig. Spesielt tydelig blir det når vi ser direkte på et sterkt lys som sola, en lyspære eller en kamerablits. Etterpå ser man en flekk i synsfeltet (Macknik og Martinez-Conde, 2010: 12). Denne flekken kan være både lys og mørk, så etterbildet kan enten være positivt eller negativt (De Valois & De Valois, 1997: 126). Når man ser på fargede flater, og ikke på sterke lyskilder, oppleves etterbildene som oftest som negative. Dette fenomenet kan derfor fungere som en indikator på en farges komplementærkontrast. Stirrer man lenge nok på en bestemt farge, vil fargene i etterbildet som danner seg i synsfeltet være omtrentlig komplementære med fargene man først så på (Macknik & Martinez-Conde, 2010: 14). Cellene i retinaen som responderer på den fargen man blir eksponert for, tilpasser seg denne fargen, og negativt etterbilde vil dukke opp i synsfeltet når man ser på en hvit eller nøytral flate. Det blir som om den ene fargen er subtrahert fra det hvite, og den andre står igjen (2010: 14).

Simultankontrast er et lignende fenomen, men dette er en lyshets- eller kulørkontrast som kommer til syne umiddelbart når et nøytralt felt omringes av en kulørtone (Valberg, 1998a:

172, 173). Kontrasten er altså simultan fordi den nøytrale flaten ser farget ut med en gang (Goethe & Holtsmark, 1994: 54). Fenomenet med *fargede skygger* er et eksempel på denne effekten (1994: 49).

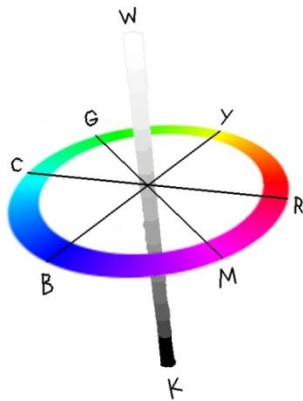
Figur 5 er et eksempel på en kombinasjon av etterbilde og simultankontrast. Ved å se på den sorte prikken til venstre i 20-30 sekunder før man flytter blikket til høyre, vil det dukke opp et etterbilde som kontrasterer både med sirkelen og det grå feltet. Det oransje feltet *induserer* først en blåtone i det nøytrale feltet (Valberg, 1998a: 172). Deretter oppstår det et etterbilde av den induserte fargen. I etterbildet får man altså en blåaktig sirkel med et oransje kvadrat. Simultankontrast gir en kontrastfarge, men den kan ikke regnes som en nøyaktig komplementærfarge (Valberg, 1998a: 174).



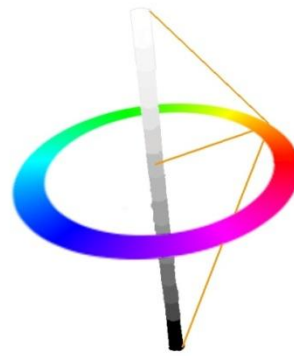
FIGUR 5: ETTERBILDE MED SIMULTANKONTRAST

Jeg skal senere gjøre flere forsøk med etterbilder med GIMPS primærfarger for å se om komplementærfargene her samsvarer visuelt med hvordan de er definert i programmet.

TREDIMENSJONALT FARGEROM



**FIGUR 6: FARGESIRKEL MED RENE KULØRER
YTTERST, PLASSERT I FORHOLD TIL HVITT, GRÅTT OG
SORT.**



FIGUR 7: H30, S100, V100; RGB 255,126,0

Fargekroppen i figur 6 visualiserer fargenes plassering i forhold til hverandre, og til sort og hvitt. Den er konstruert med utgangspunkt i relasjonen mellom RGB og CMY. Derfor følger den prinsippene om at disse komplementærparene skal plasseres diametralt ovenfor hverandre. Vertikalt går aksene med gråtoner mellom hvitt og sort. Modellen er ikke laget med tanke på noe eventuelt målbart høyde-/breddeforhold i proporsjonene mellom sort, hvitt og fargesirkelen. Den er kun ment for å illustrere hvordan de er organisert i et tredimensjonalt fargerom.

Et tredimensjonalt fargerom beskriver en kulørtones plassering i forhold til lyshet og metning (Harkness, 2006: 223). Kulørtonene går langs sirkelens omkrets. Metningsgraden er aksene som går fra en gitt farge, og inn mot sentrum av fargekroppen. Lyshetsgraden går langs sort-hvitt-aksen. I figur 7 har jeg valgt ut en tilfeldig farge, i dette tilfellet en oransje RGB 255,126,0 med *Hue*-nummer 30. De diagonale linjene som går mot hvitt og sort fra fargens plassering i sirkelen illustrerer det tredimensjonale fargerommet for denne fargen. Optimalt sett skulle triangelet innenfor disse oransje linjene fargelegges med valører fra fargens rene kulørtone ytterst, og innover mot grått, sort og hvitt.

Denne måten å organisere fargene på finner man igjen i bildebehandlingsprogrammer som GIMP, noe jeg kommer tilbake til i avsnittet om HSV og RGB. Til sammenligning har CIE-diagrammet i figur 4 bare to akser: Kulørtone og metning. Der er lyshetsverdien konstant.

Utgangspunktet for fargekroppen har jeg lånt fra blant annet NCS-systemet. Den viktigste forskjellen mellom disse figurene er at NCS opererer med fire elementærfarger: Rødt, grønt, blått og gult, pluss sort og hvitt. Leonardo da Vinci¹⁰ kategoriserte fargene i seks hovedgrupper, altså fire elementærfarger og sort og hvitt (Valberg 1998b: 135). Elementærfargene er bestemt ut fra visuelle kriterier om at rødt, grønt, gult og blått som rene kulører ikke ligner på noen av de andre fargene. Selv om grønt kan framstilles med en subtraktiv blanding av gult og blått, regnes ren grønn som elementærfarge fordi den ikke ser ut som en gul blåfarge eller en blå gulfarge (1998b: 136). I denne kategoriseringen er rødt og grønt plassert diametralt ovenfor hverandre; det samme er gult og blått, på samme måte som i Herings opponentfargeteori (1998b: 132, 133).

Dette tar jeg med for å vise ulikheten mellom to sentrale måter å organisere farger i en sirkel på. Sirkelen med elementærfarger har sin nytteverdi, men i denne undersøkelsens tilfelle er komplementærfargenes plassering ovenfor hverandre et sentralt poeng. Elementærfargene rødt og grønt er ikke nøyaktige komplementærpar, slik begrepet er definert i fargefysikken og fysiologien (etterbilder). Elementærgult og elementærblått er heller ikke nøyaktige komplementærpar fordi additiv primærblå har i mange framstillinger en mer blåfiolett tone. Dette er som nevnt et problematisk terreng; slike påstander har sine usikkerhetsmomenter. Men i denne undersøkelsen ligger fokuset på anvendt kunnskap, og derfor er det mer relevant å forholde seg til relasjonen mellom RGB og CMY, både som lysfarger, fysiologiske farger og datafarger. Selv om de kan se litt ulike ut i hver av disse kategoriene, fungerer de etter gitte verdier i henhold til lysbølger (nanometer) og digitale RGB-tall.

¹⁰ *A treatise on painting* (1906), engelsk oversettelse.

Fagdidaktikk

FARGELÆRE I SKOLEN

The subject of colour can occupy only a very small corner in the curriculum of school or university, but the phenomena of colour are so intimately woven into the pattern of human experience that what is taught is worthy of the best possible presentation (Nature 1942: 422).

Artikkelen «Teaching of colour in schools», publisert i fagtidsskriftet *Nature* i 1942, problematiserer hvordan ulike aspekter ved fargeteori kan komme i konflikt med hverandre når det skal gjøres om til lærestoff for en bestemt aldersgruppe. Som sitatet over sier: Det er essensielt at den nokså lille delen av lærestoffet som er viet farge, bør representere fenomenet på best mulig måte. Hvilket fagområde skal man vie mest oppmerksomhet uten at disse områdene kommer i konflikt med hverandre? Artikkelen polemiserer mellom hvordan fire yrkesgrupper ville ha prioritert faginnholdet: At fysikeren er mest opptatt av fargespekteret, fysiologien fokuserer på retinaen, psykologen prioriterer fargefornemmelsen og kunstneren har skjønnhet og harmoni som hovedfokus (1942: 422). Om en slik inndeling var veldig tydelig i 1942 i forhold til i dag vet jeg ikke, men den er nok overdrevet sammenlignet med dagens innsikt. Alle disse aspektene har for eksempel blitt forent i fargelæra i videregående slik man kjenner den fra lærebøkene, for eksempel *Visuelle kunstfag 1* (Elvestad et al., 2006). Men artikkelen spør blant annet om prinsippene for additiv fargeblanding kan være vanskelige å forstå for et barn som har vokst opp med forståelsen om at fargeblanding er ensbetydende med malingsblanding. Dermed konkluderer den med at den beste måten å implementere fargefysikk i undervisningen på er å introdusere fargespekteret så tidlig som mulig, fordi det er egentlig ikke så vanskelig å lære seg (Nature, 1942: 423).

Denne teksten er skrevet i en annen tid, og på et generelt grunnlag når det gjelder undervisningstrinn og fagtilknytning (kunstfag eller naturfag?). Men noen av poengene kan knyttes til våre dagers krav til hva fargeundervisningen bør være.

LÆREPLANNIVÅ

Fagdidaktikkens fem læreplannivåer mellom teori og praksis, utviklet av John Goodlad (1979), og tilpasset norske forhold av Liv Merete Nielsen (2009) er anvendelige

analyseverktøy når undersøkelsens fagdidaktiske del skal ses i en større sammenheng. Jeg skal plassere undersøkelsesfeltet under det fagdidaktiske nivået for *vedtatt læreplan* (Nielsen, 2009: 27). Ved å se på hvilke kompetansemål som konkret berører mitt fokus på lys, farger og teknologi, får jeg kartlagt hvorvidt denne undersøkelsen er i konflikt med målene i læreplanen, eller om den kan anses å ha reell innflytelse på fagområdet farge både i grunnskolen og videregående.

ELEVENES FORUTSETNINGER: LYS OG FARGER I GRUNNSKOLEN

Jeg skal gå igjennom de mest relevante kunnskapsmålene i *Læreplanverket for kunnskapsløftet* (Utdanningsdirektoratet 2006) for 1.-10. trinn for å se hvilke forutsetninger elevene har før de starter i videregående. Dette finner vi i fagene Naturfag og Kunst og håndverk. Målene sier riktignok ikke alt om hva som skjer. En undersøkelse av lærebøker og lærerpraksis ville ha gitt større innsikt i hvordan lys og farge blir tatt hånd om i disse fagene. Det er ikke sikkert at alle elevene kan eller husker grunnskolekunnskapen like godt, men denne gjennomgangen vil allikevel sette undersøkelsen i et reelt læringsperspektiv.

NATURFAG 1. – 10. TRINN

Naturfaget er delt inn i seks hovedområder. *Fenomener og stoffer* er ett av dem, og dekker fysikk og kjemi, hvor blant annet lys hører inn under. Et annet område heter *Teknologi og design*, og dette fokuserer på tverrfaglighet. Her samarbeides det blant annet med kunst- og håndverksfaget. Området legger vekt på utvikling av produkter der kunnskap om naturvitenskap og teknologi er sentralt (2006: 83). Jeg skal gå raskt igjennom de mest sentrale kunnskapsmålene innenfor disse to hovedområdene.

I kompetansemålene etter 2. årstrinn, under området Teknologi og design, står det at eleven skal «lage gjenstander som bruker lysrefleksjoner av lys» (2006: 85). I Fenomener og stoffer skal de «gjøre forsøk med vann og lys» (2006: 85). Det ser ut til å handle om lysbrytning og lysrefleksjon. I tillegg lærer de om sansene i området Kropp og helse, der synet garantert er med. Det viktigste med disse målene er kanskje at de dekker de to første årene i barneskolen. Tidlig er bra i følge Nature-artikkelen, og den påstanden kan absolutt ha noe for seg. Men om de lærer om additive primærfarger her, er ikke like sikkert.

I 10. trinn, under Fenomener og stoffer, skal elevene «gjennomføre forsøk med lys, syn og farger, beskrive og forklare resultatene» (2006: 89). Dette er meget relevant. Her kan det hende at de lærer litt om additive primærfarger.

KUNST OG HÅNDVERK 1. – 10. TRINN

I Visuell kommunikasjon etter 7. trinn står det at eleven skal kunne «skille mellom pigmentfarger og lysfarger» (Utdanningsdirektoratet, 2006: 133). Dette er det mest relevante kunnskapsmålet i barneskoleårene i denne sammenhengen. Dette betyr at elevene skal lære å skille mellom pigmentfarger og lysfarger i løpet av de tre siste årene på barneskolen. Jeg kan anta, eller håpe, at additiv fargeblanding inngår i denne sammenhengen. Og at relasjonen mellom CMY og RGB er med.

KOMPETANSEMÅL I VIDEREGÅENDE SKOLE

Studiespesialiserende med formgivingsfag er det videregående utdanningsløpet som er nærmest knyttet til kunstoffag i et treårig løp. Derfor går jeg kun gjennom de aktuelle kompetansemålene herfra. Jeg kunne ha inkludert målene for yrkesfaget Design og håndverk, men tror ikke en gjennomgang av disse målene tilfører økt forståelse. Design og håndverk har også kompetansemål som berører farge, form og digitale verktøy første skoleår, men det er mindre fokus på kunstoffag her nå i forhold til hvordan det var under Reform 94, da både de håndverksbaserte yrkesfagene og daværende Tegning, form og farge hadde felles grunnkurs i formgivingsfag (Nielsen, 2010: 105, 106).

VISUELLE KUNSTFAG 1-3

Programfaget Visuelle kunstoffag har *Tegning og farge*, *Form og materiale* og *Kunst og kultur* som hovedområder. Noen av målene handler om å skape illusjon av rom ved hjelp av farge og lysvirkninger, og andre dreier seg om uttrykk, design og komposisjon.

Det mest aktuelle kompetansemålet i Tegning og farge 1: «[...]bruke fagterminologi i vurdering av fargekontraster» (Utdanningsdirektoratet, 2011b). I læreboka *Visuelle kunstoffag 1* ser man at Ittens kontraster har fått mest fokus (Elvestad et al., 2006: 87-91). Komplementær, simultan og suksessiv er de av kontrastene som er felles fra både Ittens kontraster, og for hva jeg har valgt å fokusere på i forbindelse med fysikk og syn. Men det kan være problematisk

når Ittens kontrastfarger blir brukt til å forklare fysiske fenomener. Rødt og grønt er det tydeligste eksempelet: *Visuelle kunstfag 1* har en etterbilledemonstrasjon der man skal se på et rødt felt i ett minutt, før man i følge boka «trolig» skal se et grønt etterbilde (2006: 85). I forbindelse med bacheloroppgaven fikk jeg flere medstudenter til å utføre denne testen (Haakonson, 2010: 32, 33). Samtlige opplevde å se et lyseblått etterbilde, noe som stemmer med at rødt og cyan er mer nøyaktige komplementærpar. Ittens fargesirkel er funksjonell i design-sammenheng, men å bruke komplementærkontraster fra hans fargesirkel i forbindelse med etterbilder blir ikke helt korrekt.

DESIGN OG ARKITEKTUR 1-3

Design og arkitektur er inndelt i hovedområdene *Produktutvikling og materiale, Tegning, konstruksjon og modeller* og *Formkultur*. Førstnevnte område omhandler blant annet å bygge to- og tredimensjonale modeller, og omfatter mote, arkitektur, byggeskikk, landskapsarkitektur og grafisk design. Første året tar for seg blant annet NCS-systemet, samt lys, farge og form i tilknytning til gjenstander, overflater og romvirkninger.

I Design og arkitektur 2, under Produktutvikling og materiale, står det at eleven skal kunne: «[...]forklare prinsippa for pigmentfarge- og lysfargeblanding med utgangspunkt i Cyan, Magenta, Yellow og black (CMYK) og Red, Green og Blue (RGB)» (Utdanningsdirektoratet, 2011a). Dette er det eksplisitt mest sentrale målet her. I læreboka *Design og arkitektur 2* (2007) er disse prinsippene forklart på en god måte (Løvstad & Strømme, 2007: 78-81). Men også her savner jeg en forklarende tekst som forener primær- og sekundærfargene i de to systemene.

OPPSUMMERING

Kompetansemålene i grunnskolen viser at det er en sannsynlighet for at mange barn mellom fjerde og sjuende trinn lærer om additiv fargeblanding. Bør det vektlegges mer? Det kan ikke jeg svare direkte på, i og med at jeg ikke undersøker i hvor stor grad det egentlig vektlegges i undervisningen. De fleste har erfaring med pigmentbasert fargeblanding. Vi vet at gul og blå maling sammen vil gi en grønnaktig farge. Man kan kjenne igjen fargenes kvaliteter i blandingfargen. Men utfallet av lysfargeblanding er ikke like opplagt. Det er ikke lett å gjette seg

til at en blanding mellom rødt og grønt lys vil bli gult hvis man ikke vet det. Man kan spørre om det er fordi denne måten å tenke fargeblanding på er litt uvant for de fleste, slik Nature-artikkelen hevder, eller om det faktisk er vanskeligere å gjette utfallet av additiv fargeblanding fordi resultatet ikke ser ut til å være visuelt iboende i fargene som skal blandes.

I lærebøkene for de videregående programfagene Visuelle kunstfag og Design og arkitektur er det totalt sett en tilfredsstillende sammensetning av fagstoff når det gjelder farge. Jeg savner imidlertid en klar forbindelse mellom RGB og CMY-fargene, noe som også krever en mer fysikknær bruk av kontrastbegrepene. Spesielt begrepet komplementærkontrast, som igjen kan relateres til suksessiv kontrast (etterbilder) og simultankontrast. Fagterminologien er altså den samme; kompetansemålene sier ingen ting om Itten.

Introduksjon til praktisk-estetisk del

FRA HVITT TIL KULØRT – EN PRAKTISK ØVELSE

Som en introduksjon til det praktisk-estetiske, skal jeg starte med å vise en digital fargeleggingsteknikk. Jeg bruker GIMP når jeg skal fargelegge illustrasjoner og tegneserier. Teknikken jeg skal vise nå har jeg utviklet uten å ha tenkt særlig over lyset og fargene, men har gjennom forberedelsene til denne oppgaven oppdaget en sammenheng med det jeg har beskrevet til nå, og hva som skjer når disse tegningene fargelegges. Noe av det som beskrives her vil kunne bidra som en innføring til de instrumentelle forsøkene som kommer i neste omgang.

Utgangspunktet er en tusjtegning som scannes inn og lagres i TIFF eller BMP, bitmap. Denne åpnes i GIMP, og lagres i et arbeidsformat som for eksempel psd (Photoshop document) eller xcf (GIMP). Det ferdige resultatet skal som oftest lagres i jpeg, men ettersom jpeg komprimerer bildet for hver lagring, er det best å gjøre dette bare en gang (Galer & Horvat, 2005: 12).

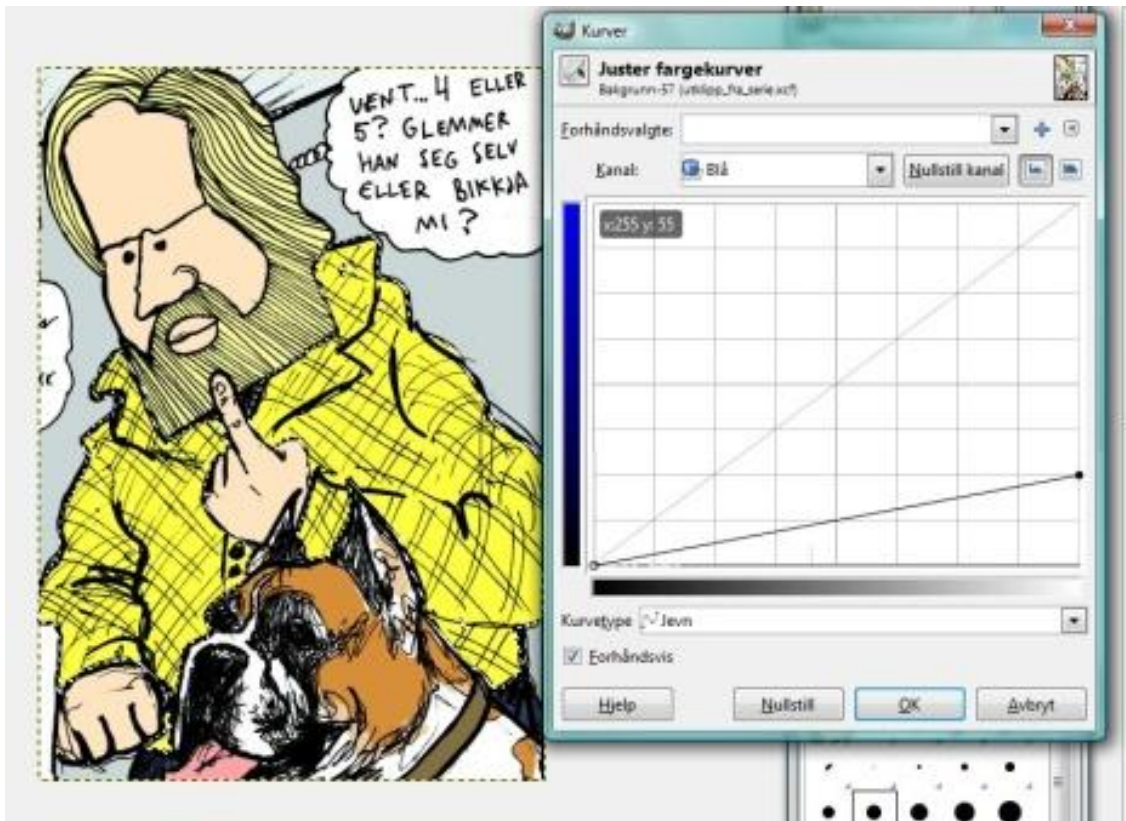
Den enkleste formen for fargelegging er malingsbøtta som fargelegger en avgrenset flate. Men når man har skravert med tusj penn, eller tegnet ruter slik jeg har gjort i figur 8, blir det vanskelig å fargelegge med denne fordi fargen blokkeres av strekene. Hvis vi skal farge jakka stopper fargen inni en av rutene. Derfor vil et verktøy som tillater fargelegging uavhengig av tusjstrekene være mye mer hensiktsmessig. Løsningen er først å markere området som skal fargelegges. Dette gjøres med et utvalgsverktøy, som tryllestav eller lasso. Herfra kan man fargelegge på flere måter. Her viser jeg fargelegging med *kurveverktøy* fordi dette er et verktøy som illustrerer prinsippet med lysfarger, nemlig at det hvite inneholder alle andre farger. Kurver er vanlig å bruke når man skal justere kontrasten i et fotografi. Det er utformet med en diagonal linje som strekker seg fra sort til hvitt i et diagram med x- og y-akse. Linja kan bøyes fritt på ulike måter, men i denne sammenhengen skal jeg kun trekke høyre ende loddrett nedover mot y-verdi null.



FIGUR 8: KURVEVERKTØY. VERDIER: RGB

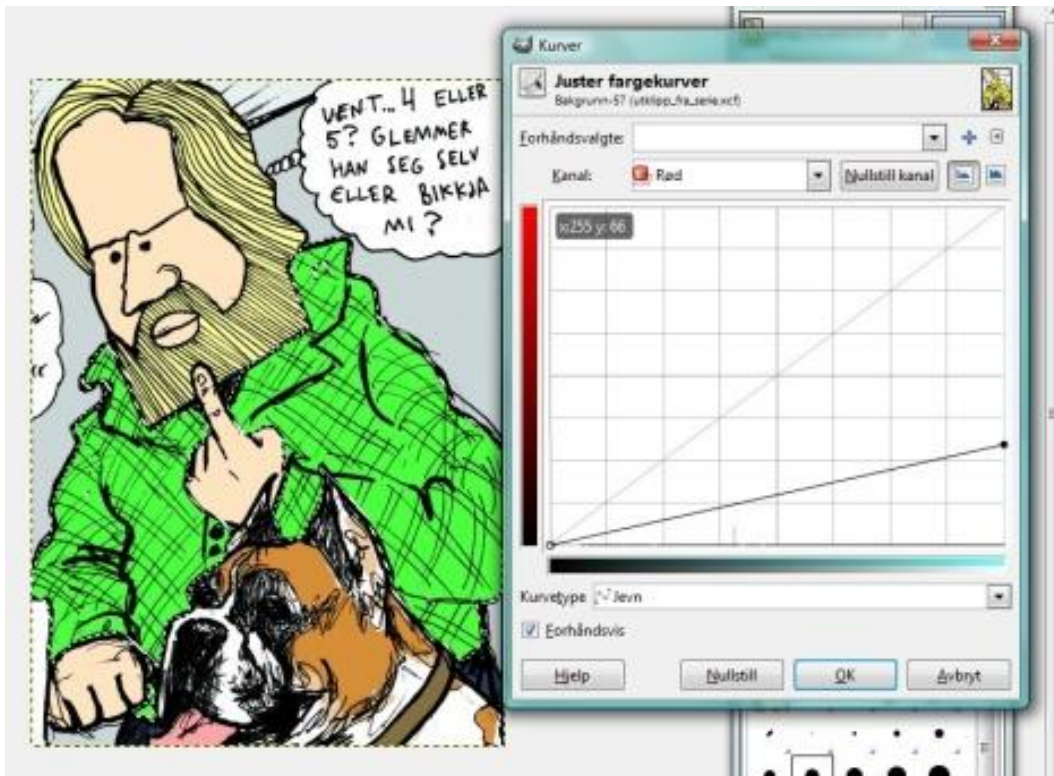
Jeg vil at frakken skal ha en mørk grøntone. Ikke en nøyaktig fargeverdi, men en kulørtone valgt på øyemål. Først markeres frakkens område. Man kan markere manuelt med lassoverktøy eller automatisk med tryllestav. I begge tilfeller må man ofte korrigere utvalget for å få det mer nøyaktig. Da går det an å bruke maskemodus: Trykk SHIFT og Q samtidig for å komme inn i denne modusen. Her kan hvit og sort pensel brukes til henholdsvis å utvide eller forminske laget. Husk å trykke SHIFT og Q for å gå ut av denne modusen når du er ferdig.

Når frakken er markert henter man fram kurveverktøyet i menyen (Farger – Kurver...). Trykk på *Kanal: Verdi* for å velge kanal, som vist i figur 8. Hver primærfarge (R, G og B) har sin kanal. Standardinnstillingen *verdi* justerer forholdet mellom sort og hvitt. Når flaten er hvit, slik som nå, er alle kanalene innstilt på sin maksverdi. Hvis jeg vil ha grønn må jeg altså fjerne verdier fra den røde og blå kanalen.



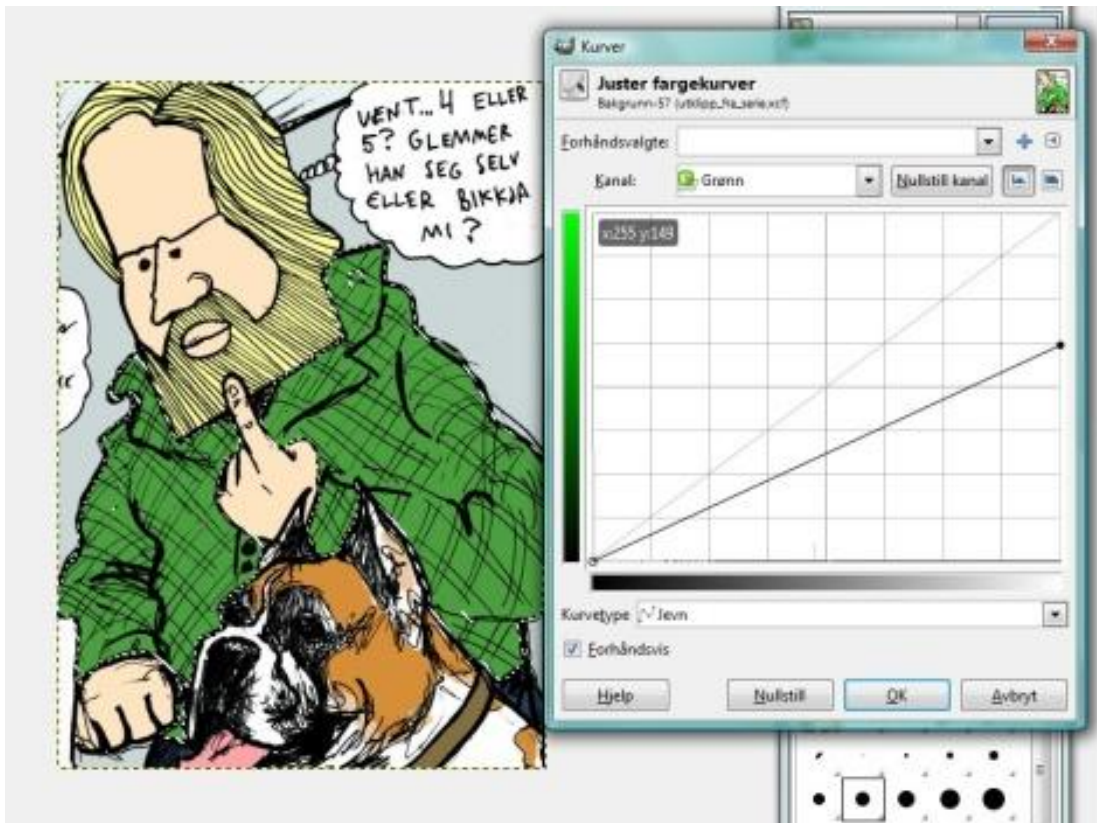
FIGUR 9: FJERNE BLÅTT FOR Å FÅ GULT

Jeg begynner med den blå kanalen (figur 9). Ved å ta tak i høyre del av den diagonale linja i skjemaet, og dra den loddrett nedover langs y-aksen, fjerner jeg gradvis mer av det blå. X-aksen påvirkes ikke. En økende gulffarge treer fram. Drar man linja helt ned til bunn fjernes alt det blå, og den rene, komplementære gulffargen står igjen. Jeg velger å stoppe litt før bunn for at fargen ikke skal bli altfor mett.



FIGUR 10: FJERNE RØDT FRA GULT FOR Å FÅ GRØNT

Deretter velger jeg den røde kanalen (figur 10). Jo mer rødt som fjernes fra det gule, jo mer grønt kommer fram. Hvis vi hadde startet med å fjerne rødt fra en hvit flate i stedet, ville fargen gått mot cyan.



FIGUR 11: TREKKE GRØNT MOT SORT

Til slutt forsøker jeg meg fram med den grønne kanalen for å lage en mørkere farge (figur 11). Nå som store deler av R- og B-kanalen er fjernet fra det hvite, er det kun grønntonen som står igjen før fargen går mot sort. Jo mer grønt jeg fjerner, jo mer brekker jeg fargen mot det sorte. Hvis jeg vil ha en annen farge kan jeg gå tilbake og etterjustere hver kanal før jeg trykker OK.

Ved å fjerne en (usynlig) farge fra det hvite, kommer en annen farge fram. Denne er komplementær til fargen som er fjernet. Her fjernet jeg blått pluss rødt og sto igjen med grønt. Blått pluss rødt i additiv fargeblanding er magenta, altså var det dette vi indirekte tok bort fra den hvite flaten (omtrent – noe av R og B ble jo beholdt). Når flaten er hvit, står verdiene i x og y-aksen på fullt, med en maksverdi på 255. Når farge fjernes fra en kanal reduseres verdien i y-aksen fra 255 mot 0. Hvis alle kanalene er nede på 0, har vi sort. Dette prinsippet skal forklares på en annen måte i den instrumentelle fasen.

KUNSTFAGLIG INNFLYTELSE: JAMES TURRELL

Kunst med fargefysikk eller andre realfag som utgangspunkt, er et område man kan finne mange eksempler på. Jeg skal ta kort for meg min viktigste inspirasjonskilde, James Turrell. Han er utdannet persepsjonspyskolog, har tilleggskurs i matematikk, kjemi, fysikk, geologi og astronomi, men har drevet med kunstnerisk praksis siden 1966 (Bruchhausen & Holzherr, 1998: 246). Han er blant annet kjent for sine lysinstallasjoner, ofte basert på visuelle fenomener eller illusjoner som leker med betrakternes sanseinntrykk.

I serien *Dark Pieces*, er det nesten ikke lys til stede. I stedet ligger fokuset på publikums tilvenning til mørket, og hvordan de opplever den minimale mengden lys som er til stede. Man må venne seg til mørket for å oppleve kunstverket (Adcock & Turrell, 1990: 106). Installasjonen *Pleiades* fra 1983 er et eksempel på dette. Den står permanent i galleriet Mattress Factory i Pittsburgh, USA. Fra galleriets hjemmesider:

You approach the gallery through an inclined corridor so dark that you are virtually without sight. At the top of the ramp, you sit in a chair and face blackness. After your eyes adjust, an amorphous sphere of grey-white, or perhaps red, begins to appear, more a presence than an object. As you look harder, the form becomes smaller. You turn away for a moment and back again. It grows and glimmers. But the source of light itself is constant and still (Mattress Factory, 2012).

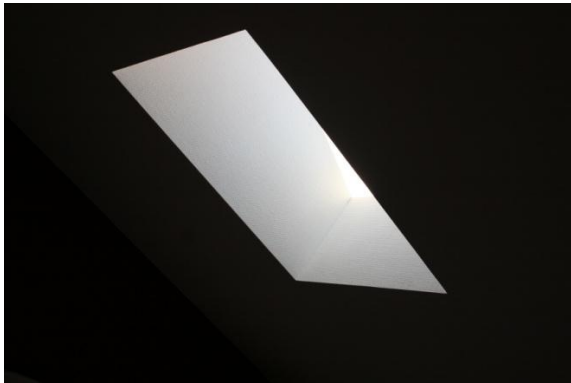
I begynnelsen opplever betrakteren glimt som faktisk er en del av ens egne synsprosesser, og det kan være vanskelig å skille mellom hva som skjer i øynene og hva som faktisk er i rommet. Etter omtrent tjue minutter i tilsynelatende mørke, vil disse tvetydige synsinntrykkene gradvis gå over til at man ser fargen fra det svake lyset som er til stede (Adcock & Turrell, 1990: 108, 109).¹¹

Min påvirkning fra Turrell kan ikke spores direkte i den skapende delen, men jeg er inspirert av hvordan han er solid forankret i faglig kunnskap om lys og syn samtidig som arbeidene hans ikke bærer preg av å være instrumentelle demonstrasjoner av denne kunnskapen. Fokuset ligger i publikums møte med en ukjent og overraskende kunstopplevelse, der omgivelser og fysiologiske prosesser spiller på lag.

¹¹ Jeg har ikke lagt ved noe bilde her fordi *Pleiades* naturlig nok ikke kan gjengis som et fotografi.

SØKENDE STARTFASE: TAKVINDU

Før jeg rettet fokuset fullt og helt mot additiv fargeblanding, utforsket jeg hvordan sterkt lys kunne skjule sannheten om en tredimensjonal form.



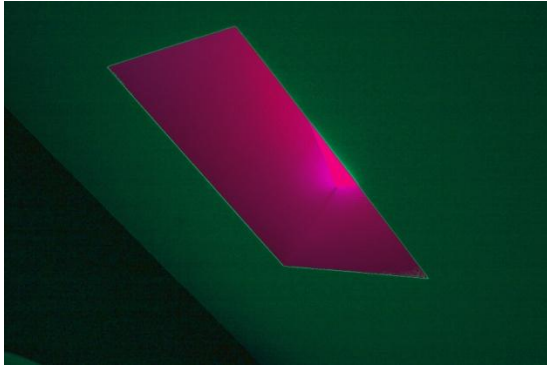
FIGUR 12: TAKVINDU, FOTOGRAFI



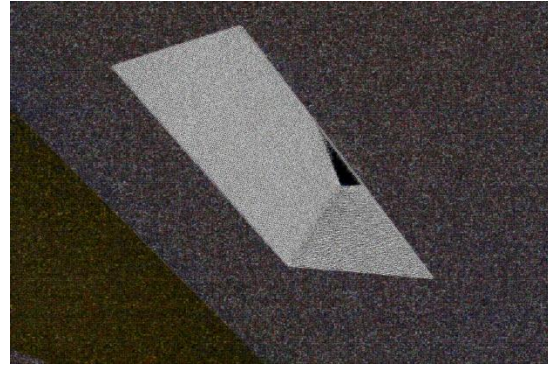
FIGUR 13: ØKT KONTRAST

Figur 12 viser hvordan sidekarmen i et takvindu under gitte lysforhold ser ut som en lysrefleksjon i stedet for en tredimensjonal form. Når dagslyset skinner inn gjennom takvinduet vil rommet som dannes inne i den tykke karmen være lysere enn selve værelset. Formen blir brutt ned til en forskjøvet firkant og ser todimensjonal ut når man står slik at man ikke ser selve vinduet. Dette har jeg illustrert ved å øke kontrasten i figur 13. Hvis man flytter seg slik at man ser vinduet, blir illusjonen brutt. Illusjonen kan heller ikke fungere når lyset i karmen er ujevnt slik at den tredimensjonale formens egenskaper trer fram. Observatørens erfaringer med hvordan takvinduer ser ut vil gjøre det umulig å tro at illusjonen er virkelighet. Da jeg først opplevde disse fenomenene på et hotell, ble jeg fascinert og måtte fotografere, samtidig som jeg umulig kunne bli lurt til å tro at jeg faktisk så en todimensjonal lys- eller skyggeflekk.

Motivet ledet meg inn i en utforskende prosess med blant annet testing av digitale effekter. Etter hvert kunne jeg reflektere over hvordan økt digital støy faktisk avdekket mer av sannheten om formen. Fra figur 14 til 15 blir det nesten ikke noe igjen av det originale fotografiet, men de digitale filtrene har bidratt til å tydeliggjøre vinkelen på den ytre kanten i vinduet.



FIGUR 14: FARGEKSPERIMENTERING



FIGUR 15: GRAFISK FILTER

Etter en serie med flere ulike varianter av dette motivet, opplevde jeg at de digitale effektene og filtrene ble brukt uten at jeg egentlig var bevisst på hva som teknisk sett skjedde i bildet. Kunnskapene om farger og fysikk havnet i bakgrunnen. Jeg måtte starte forfra, med et mer bevisst forhold til hvordan jeg hele tiden kunne ha med meg kunnskapen gjennom den kunstneriske prosessen. De digitale effektene skulle ikke være tilfeldige, men gjort bevisst.

Nå begynner den praktiske hoveddelen med instrumentelle forsøk, før den skapende prosessen.

Bildemateriale 1 – Instrumentell fase

GIMPS FARGEPALETT

16,7 MILLIONER FARGER

Før jeg starter med den digitale utprøvingen skal jeg redegjøre kort for hvordan de digitale fargeverdiene er konstruert. Enkelt fortalt består dataminnene av *binære* tall, sekvenser med 0 og 1, som en type brytere som er av eller på. Hver bryter (0 eller 1) er en *bit* (*binary digit*), og 8 slike bits utgjør en byte. En byte rommer altså en åttesifret 0-1-sekvens, og har 256 muligheter (Galer & Horvat, 2005: 10).

Et RGB-bilde er bygget opp av tre kanaler; en kanal for hver primærfarge (2005: 3). R, G og B har hver en maksverdi på 255. Dette henger sammen med at hver av disse kanalene er definert i 8-bit. Verdiene fra og med null til og med 255 er disse 256 mulighetene. Med R+G+B tilsvarende det 8-bit x 3, altså 24-bit (2005: 10). 24-bits ($256 \times 256 \times 256$) gir potensielt ca. 16,7 millioner farger. 24-bit er den vanligste oppløsningen i RGB-modus selv om man kan jobbe i 16 bits per kanal (48-bit) hvis man ønsker høyere oppløsning. Derfor er verdiene som omtales her overførbare mellom de aller fleste bildebehandlingsprogrammer.

Det skal også være mulig å gjøre om 255 til 100 prosent i programmet, men det er mer anvendelig å bruke 0-255-skalaen i og med at denne henger sammen med hvordan dataminnene er konstruert.

HSV OG RGB

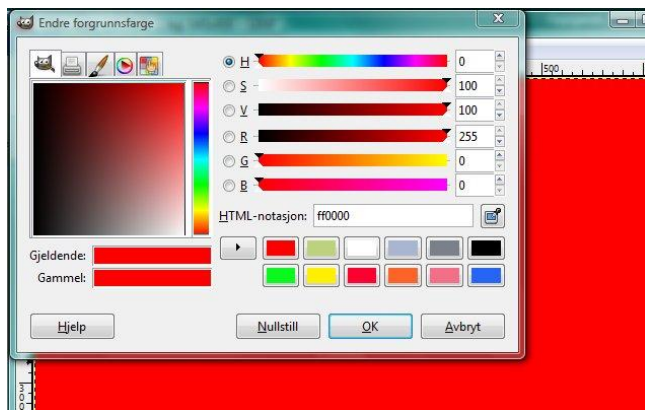
HSV = *Hue, Saturation, Value* (*kulør, metning, verdi/lyshet*). I andre programmer kan V være byttet ut med B (*Brightness*). Praktisk sett betyr V og B det samme, men *Brightness* er en mer presis beskrivelse. Siden jeg bruker GIMP er det mest hensiktsmessig å forholde seg til *Value* her. I denne delen skal jeg vise hver primær- og sekundærfarge pluss sort, hvitt og grått. Alle disse har sine tallverdier.

Når man velger farger i GIMP i RGB-modus er fargens verdier knyttet til hver av de seks punktene H, S, V og R, G, B. *Hue* representerer det synlige fargespekteret, og går fra 0 til 360, som gradene i en sirkel (Galer & Horvat, 2005: 6). Tallverdien for H angir hvor på denne

sirkelen fargen er hentet fra. *Saturation* (metning) spenner seg fra 0 til 100. Eksempel på farger med lav metning er duse pastellfarger. Lav metningsverdi *S* indikerer altså en draging mot hvitt. Value/brightness er fargens lyshetsgrad (Gerritsen, 1975: 95). Lavere lyshetsgrad *V* indikerer en draging mot sort. I det rene fargespekteret, som jeg forholder meg til i begynnelsen, vil *S* og *V* alltid være stilt inn på 100 % i programmet. Reduseres noen av disse fra 100 vil fargene gradvis brekkes mot sort eller hvitt. HSV beskriver et tredimensjonalt farge-rom, omtrent som vist med fargekroppen i figur 6.

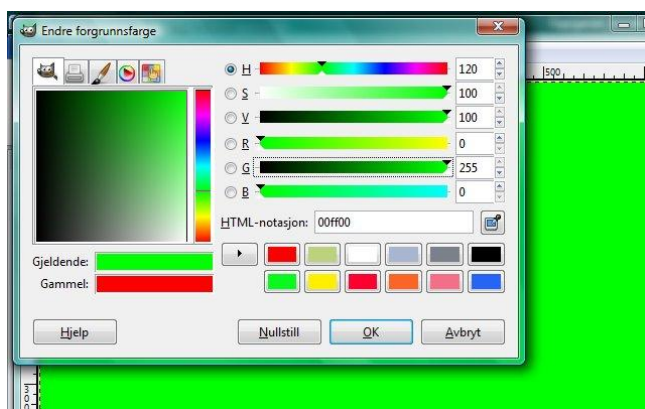
Som det kommer fram av menyen i figur 16, er verdiene organisert i høyre halvdel av informasjonsboksen. H-verdien (hue/kulør) viser altså fargespekteret fra 0 til 360. Rødtonen som vises er den primære, plassert lengst til venstre med H-verdi 0. H-skalaen justerer seg automatisk når jeg stiller på RGB-verdiene. Man kan justere den selv for visuelt å velge en ønsket fargetone, men akkurat nå skal jeg kun bruke RGB-verdiene aktivt.

Øverst til venstre i figurene 16-21 ser man et lite kvadrat med hele spekteret mellom kulørtonen, hvitt og sort for den valgte fargen. Hvis man tegner et plusstegn over hele dette kvadratet vil den loddrette akse representere graden av metning, *S*. Den vannrette akse blir da lyshetsgraden, *V* (Galer & Horvat, 2005: 6).



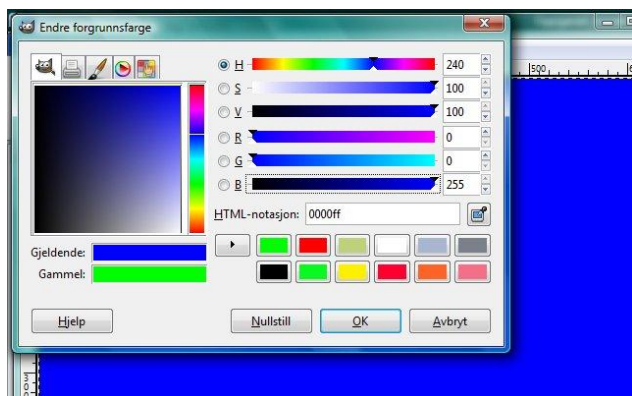
FIGUR 16: RØD

Her har jeg stilt R-verdien på fullt mens B og G er innstilt på 0, og har fått en ren, primær rødfarge etter GIMPs verdier.



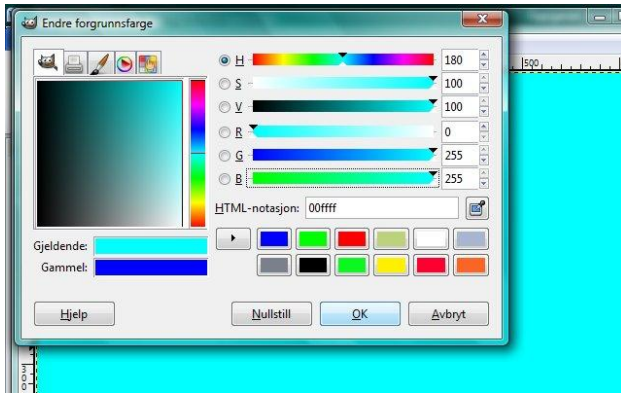
FIGUR 17: GRØNN

Før å få grønt er den røde og blå verdien på 0, og grønnverdien på maks. Her kan man se at verdien for kulør, altså H, har flyttet seg automatisk til 120. S og V forblir på 100.



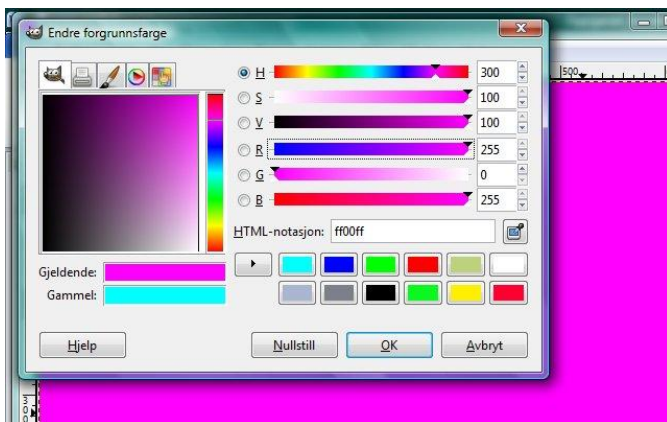
FIGUR 18: BLÅ

Blått. R og G på 0; B på 255. H = 240.



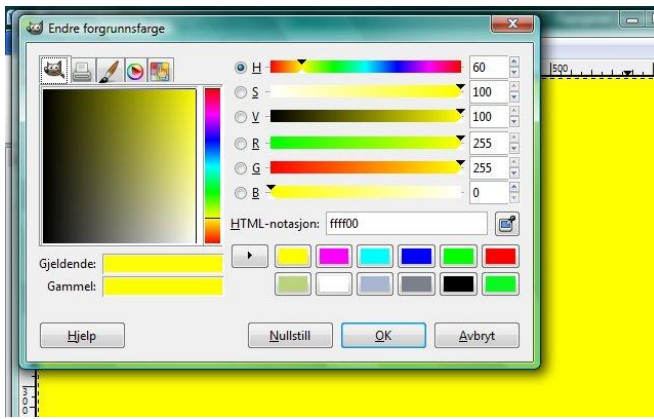
FIGUR 19: CYAN

For å finne sekundærfargene blir framgangsmåten litt annerledes. En sekundærfarge består av to primærfarger. Cyan er en additiv blanding av grønt og blått, derfor blir begge disse plassert på 255. Rød står på 0. H-verdien er på 180 grader, altså midt mellom 0 og 360. Dette illustrerer at cyan og rødt er komplementærfarger, diametralt ovenfor hverandre hvis man tenker seg H-skalaen som en sirkel.



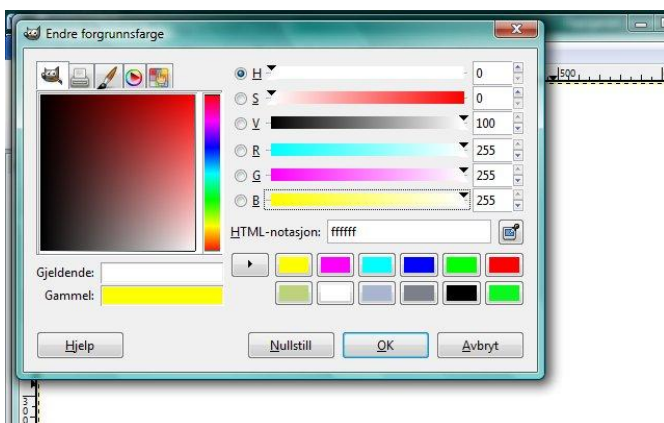
FIGUR 20. MAGENTA

Magenta. Rødt og blått på fullt, grønt på 0. $H = 300$. Differansen mellom magenta og grønt ($H = 120$) er som forventet 180, noe som tilsvarer en halvsirkel.



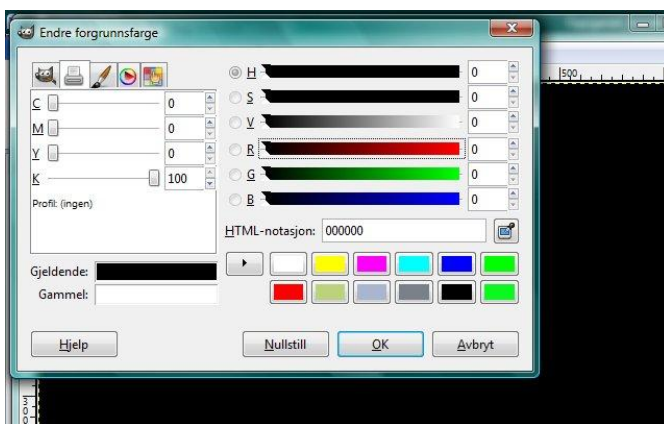
FIGUR 21. GUL

Rødt og grønt på fullt gir gult. Blått er 0. $H = 60$, komplementært til blått på $H 240$. Ved å ta utgangspunkt i en hvilken som helst farge på Hue-skalaen kan man finne dens komplementærfarge ved å legge til eller trekke fra 180.



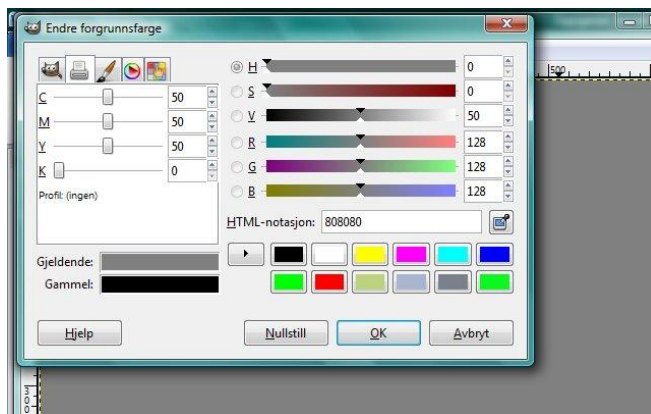
FIGUR 22. HVIT

Hvitt. Her flyttet jeg hver RGB-skala til sin maksverdi fordi hvitt består av alle disse fargene. S-verdien (metning) stilte seg da automatisk til 0.



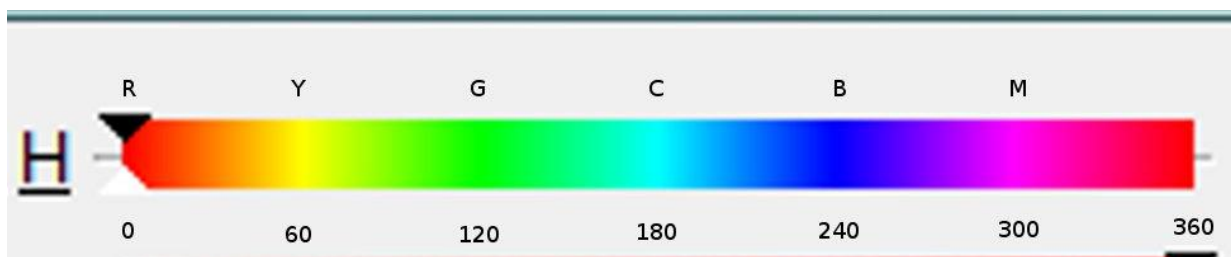
FIGUR 23: SORT

I sort er alle verdiene på null. Totalt fravær av lys og farge gir sort. Verdiene til venstre viser CMYK-verdiene. Her er K (Key-color) på maksnivå (100), CMY står på 0. Men fordi C, M og Y er subtraktive primærfarger kan man også få sort ved å stille alle disse på 100 prosent og K på 0.



FIGUR 24. GRÅ

Gråtonen midt mellom sort og hvitt. Det finnes ulike måter å få fram denne gråtonen på. I venstre meny kan man sette K på middels verdi (50), eller man kan ha K på 0 og stille C,M og Y på 50 slik jeg har gjort her. I høyre meny gikk verdien (V) automatisk til 50, og RGB-fargene posisjonerte seg midt på sine respektive skalaer (128, som er halvparten av 256).



FIGUR 25: HUE-SKALA. SKJERMBILDE FRA GIMP.

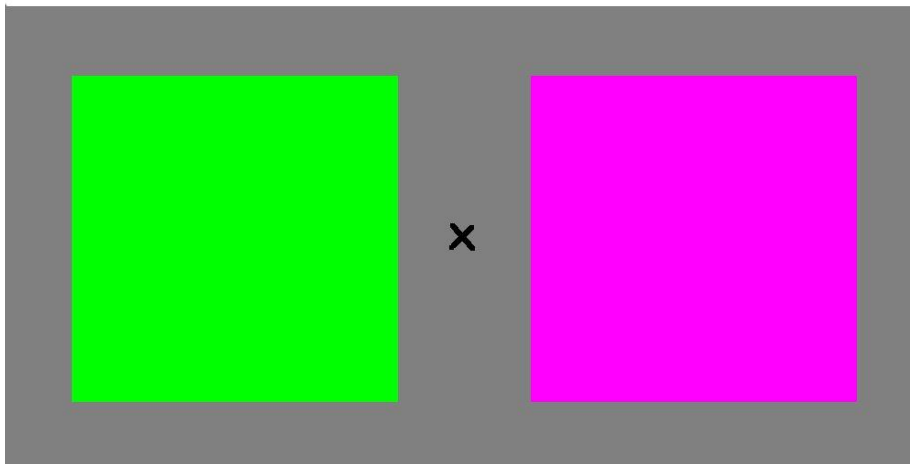
Figur 25 er med for å vise hvordan fargespekteret i Hue-skalaen ser ut i GIMP.

ETTERBILDER

Jeg skal avslutte denne fargeanalysen ved å gjøre noen forsøk med etterbilder. Som nevnt fungerer dette som en måte å finne en farges omtrentlige komplementærkontrast på. Siden det kan være litt vanskelig å bedømme et etterbilde i forhold til en bestemt farge, er det lettere å vurdere det hvis man ser et etterbilde av to komplementærfarger samtidig. Tofargede 3D-briller er gode på å illustrere dette. De finnes for eksempel med glass i magenta og grønt, eller rødt og cyan. Etter å ha sett på en hel film med slike briller før man tar dem av seg kan det virke som om man fortsatt har dem på, bare at fargene har byttet plass.

I den første testen skal jeg vurdere hvordan GIMPs komplementærfarger grønt og magenta fungerer i forhold til hverandre visuelt (figur 26). Fargene er konstruert med rene fargeverdier i GIMP. Framgangsmåten er å stirre på det sorte krysset mellom det magenta og grønne feltet i ca. 30 sekunder. Deretter flyttes blikket opp til krysset på den hvite flaten. Det hjelper å blunke for å få etterbildet til å vare lenger. Etterbildet skal i utgangspunktet være som en speilvendt kopi av de to fargene fordi de er komplementære i GIMP. Men er de komplementære visuelt sett?

×

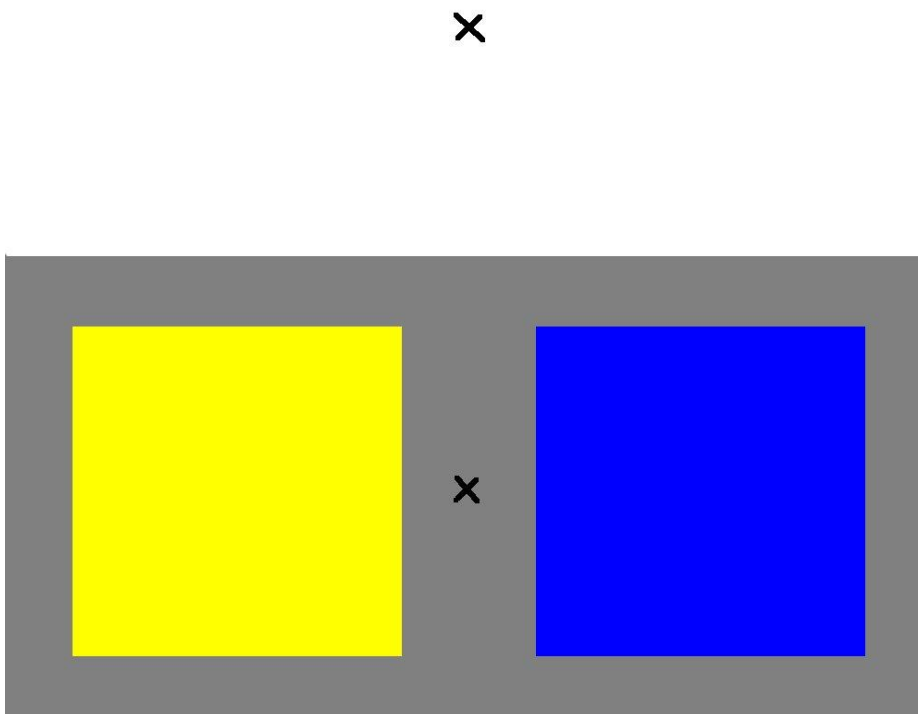


FIGUR 26: ETTERBILDETEST AV GRØNT OG MAGENTA

Jeg gjorde dette forsøket flere ganger og fikk et etterbilde som svarte til originalfargene i stor grad. Kanskje det grønne etterbildet virket litt mørkere enn originalen. Grønt og magenta ser noe lysere ut på min PC-skjerm enn i de to bøkene som har vært utgangspunkt for dette forsøket: *Theory and practice of color* (Gerritsen, 1975) og *Goethes fargelære, utvalg og kommentar*.

tarer ved Torger Holtsmark (Goethe & Holtsmark, 1994). Jeg forsøkte å skrive ut disse bildene, og der var fargene litt mørkere enn på skjermen. Men selv om de avviker visuelt fra skjerm til utskrift, virker det som om komplementærfargene fungerer visuelt i forhold til hverandre.

Neste forsøk skal undersøke hvordan GIMPS primærblå ser ut i forhold til etterbildet av gult (figur 27). Disse to fargene skal etter teorien være komplementære, men som tidligere nevnt er primærblå i RGB ofte framstilt med en blåfiolett tone, og i GIMP minner den mer om elementærblå. Derfor gjør jeg et forsøk med gult og blått, RGB 255,255,0 og RGB 0,0,255.



FIGUR 27. ETTERBILDETEST AV GULT OG BLÅTT

For min del fikk etterbildet fra det gule feltet en lys fiolett farge, og en slags guloransje dukket opp på den blå siden. I Goethe & Holtsmark (1994) og Gerritsen (1975) er primærblå avbildet som henholdsvis blåfiolett og ultramarin. Holtsmark påpeker også hvordan elementær gul og blå ikke kan kalles komplementære i additiv fargeblanding: «Først når man gjør den gule eller den blå farven, eller begge¹², noe rødlig, oppnår man fullstendig nøytralisering» (Goethe & Holtsmark, 1994: 205). Jeg kan gå ut fra at blåfargen i GIMP avviker visuelt fra fargefysikkens primærblå. Men så lenge jeg arbeider i GIMPs fargeunivers er det denne blåfargen som gjelder. Derfor skal jeg ikke bytte den ut med fiolett i forsøkene med additiv fargeblanding. Det er viktigere at primærfargene oppfører seg som forventet på programmets premisser enn at jeg skal la min oppfattelse av fargene være grunnlag for de instrumentelle forsøkene.

Det er for øvrig en del usikkerhet knyttet til forsøkene jeg gjorde her selv om jeg gjorde det grundig. Jeg gjorde flere forsøk, både med dataskjermen og utskriften som utgangspunkt, og forsøkte å se etterbildene både på skjermen og på en hvit vegg i rommet jeg var i. Lyset i rommet kan påvirke resultatet, så utskriften så jeg på i dagslys. Konklusjonen er at man får en viss pekepinn på kulørtonenes relasjon til hverandre, men både på tross av og på grunn av alle variablene, er dette en grei men unøyaktig måte å vurdere fargenes komplementaritet på.

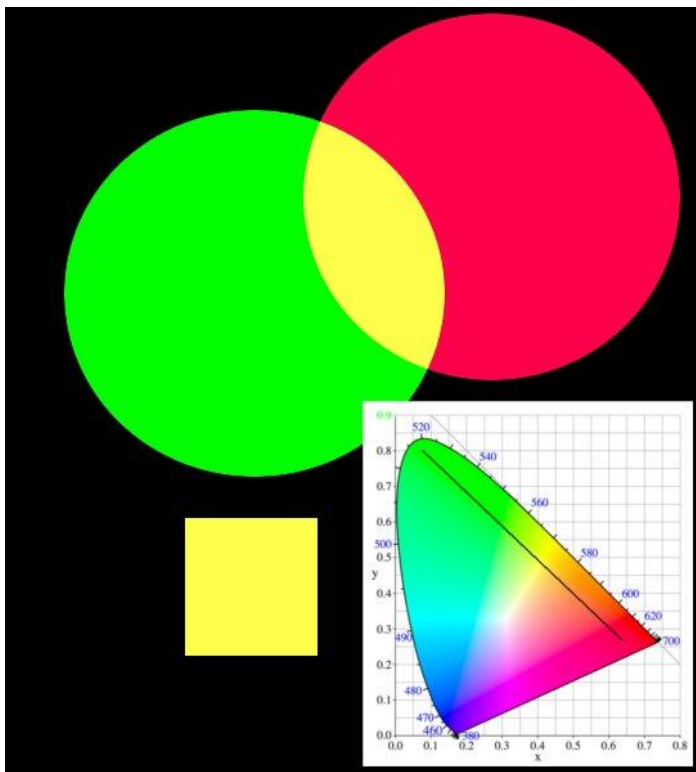
¹² Jeg er kritisk til om man kan tilføre rødt i begge fargene samtidig, men skal ikke diskutere påstanden siden den ikke drøftes i kilden.

INSTRUMENTELLE FORSØK MED ADDITIV FARGEBLANDING

Hvordan kan jeg blande farger etter additive prinsipper i GIMP? I delen om fargefysikk introduserte jeg CIE-hesteskoen. Ved å tegne en linje mellom to vilkårlige punkter i denne, kan punktet midt på linja vise til resultatet av additiv fargeblanding (Vistnes, 2011: 252).

Redigeringsprogrammer som GIMP og Photoshop tillater brukeren å jobbe i flere lag samtidig. Dette vil si at ett bilde kan bestå av flere overlappende lag. Lagene kan ha gjennomsiktig bakgrunn slik at motivelementer overlapper hverandre. Hvis lagene er heldekkende og opake vil kun det øverste laget være synlig. Et lags opasitet kan justeres, og det finnes egne moduser for hvordan et lag kan blande seg sammen med ett eller flere lag. Arbeid med lag vil være et sentralt verktøy i resten av denne undersøkelsen.

CIE-FORSØK



FIGUR 28: CIE-DIAGRAM OG BLANDINGEN AV TO FARGER

En vilkårlig strek mellom to punkter plasseres i CIE-diagrammet nede til høyre i figur 28.

Fargene fra hvert punkt er plukket opp med pipetteverktøy, og forstørret i to sirkler. Verdiene i den rødlige sirkelen:

- H 342
- SV 100, 100
- RGB 255,0,75

En rødlig farge med innslag av blått, med andre ord. Den andre sirkelen ble primærgrønn:

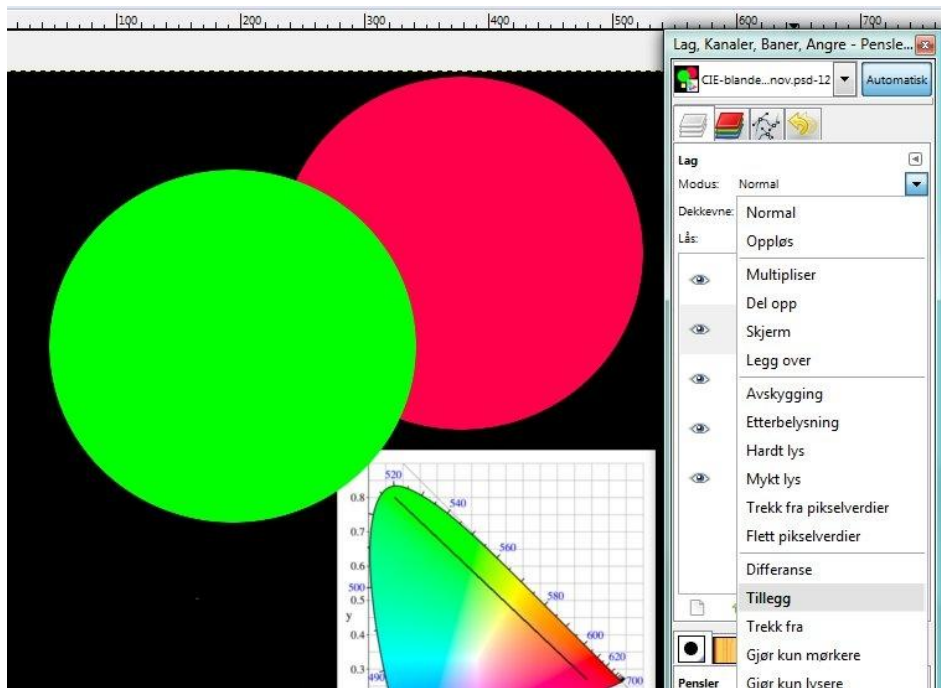
- H 120
- SV 100,100
- RGB 0,255,0

Disse to fargene ble plassert i hvert sitt lag. I bacheloroppgaven gjorde jeg noe lignende med subtraktiv fargeblanding, og lærte at lagmodusen skulle være “multipliser” for at lagene skulle blande seg som om de var pigmenter på en overflate. Et søk i GIMPs bruksanvisning ga meg følgende:

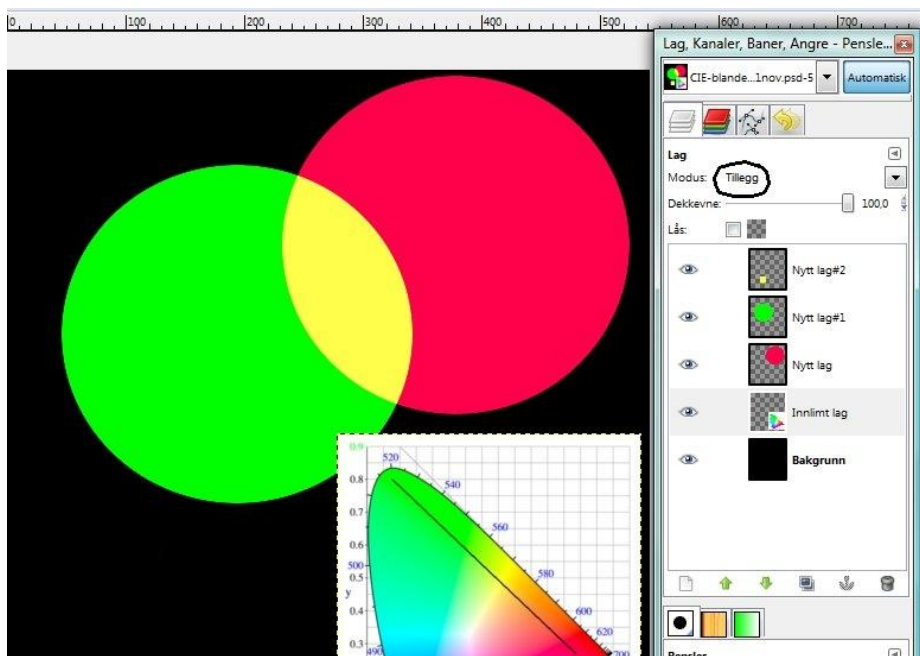
Addisjon er ein av dei enkle metodane. Pikselverdiane i dei to laga blir lagt saman (adderte). Som regel blir resultatet eit lysare bilete. Sidan resultatet kan bli større enn 255, vil ein del av dei lyse fargane bli sette til maksimumsverdien 255 (GIMP, 2009).

Jeg fant ingen modus kalt addisjon, men det viste seg at denne lagmodusen heter “tillegg” i min versjon av GIMP.

I figur 29 velges lagmodus. Fra normal modus som er helt dekkende, til tilleggsmodus som skal blande lagene (her: sirklene) additivt. I figur 30 er lagmodus endret, og den nye fargen har oppstått i møtet mellom sirklene.



FIGUR 29: LAGMODUS VELGES



FIGUR 30: LAGMODUS "TILLEGG" GJØR AT FARGENE BLANDER SEG ADDITIVT

Bakgrunnslaget kan være i normal modus, men alle overlappende lag som skal blande seg med laget under, må være i tilleggsmodus. Jeg startet forsøket med hvit bakgrunn, men da forsvant laget med den grønne sirkelen helt; det gikk i ett med den hvite bakgrunnen. Derfor måtte bakgrunnen være sort. Når tilleggsmodus var aktivert ble overlappingen mellom lagene gulaktig, noe som nesten så ut til å stemme med midten av linja på CIE-diagrammet.

For å analysere den gulaktige resultatfargen kunne jeg ikke bruke pipetteverktøy. Gulfargen som oppsto var kun en synlig del av lagblandingen, men ikke en “reell” del av sirklenes farger. Derfor ville ikke fargen la seg hente opp av pipetten. Jeg forsøkte heller å gjenskape fargen manuelt i et lite kvadrat som jeg plasserte helt inntil gulfargen. Fargen er gul, men lysere enn den primære. Derfor fjernet jeg først alt blått med kurveverktøyet. Deretter fjernet jeg gradvis mer og mer av metningsverdien (S) før fargen så lik ut. Det kunne hende den inneholdt litt rødt eller grønt, men det så ikke slik ut. Tallene i den nye fargen:

- H 61
- SV 72,100
- RGB 253,255,71

Ved å legge sammen RGB-tallene fra de to foregående fargene ser man at det stemmer ganske nøyaktig: RGB 255,255,75. Den lille differansen kommer av at jeg kun brukte synet til å finne denne fargen, men det stemmer nesten. Neste gang kan jeg rett og slett forutsi resultatet av fargeblandingen ved å legge sammen RGB-tallene, noe som virker logisk når man først er klar over det. Dette nevnes jo også i GIMPs bruksanvisning for denne lagmodusen. Når bildet er ferdig kan man også flette sammen alle lagene¹³. Da vil alle de synlige fargene igjen være mulige å hente opp med pipetteverktøy.

Det er vanskeligere å forutse verdiene når man adderer farger som inneholder sort eller hvitt. H-verdien indikerer plasseringen i det synlige spekteret og er den verdien jeg først kan se bort fra siden den justerer seg automatisk når RGB-verdiene justeres manuelt. V-verdien sto på 100 gjennom hele denne prosessen (S blir lysere nærmere 0; V blir mørkere). S-verdien gikk nærmere hvit (0) i dette tilfellet. Nøyaktig hvordan S og V-verdiene kan forutses med addi-

¹³ Denne funksjonen kalles også «flat ut bilde».

sjon er fortsatt ikke helt tydelig, men det er forståelig at fargen fikk økt lyshetsgrad som følge av addisjonen. Når R og G nesten er på 255, som i tilfellet med denne gulfargen, indikerer det at glideren for B ikke inneholder andre farger enn gult (0), hvitt (255), og overgangen mellom disse.

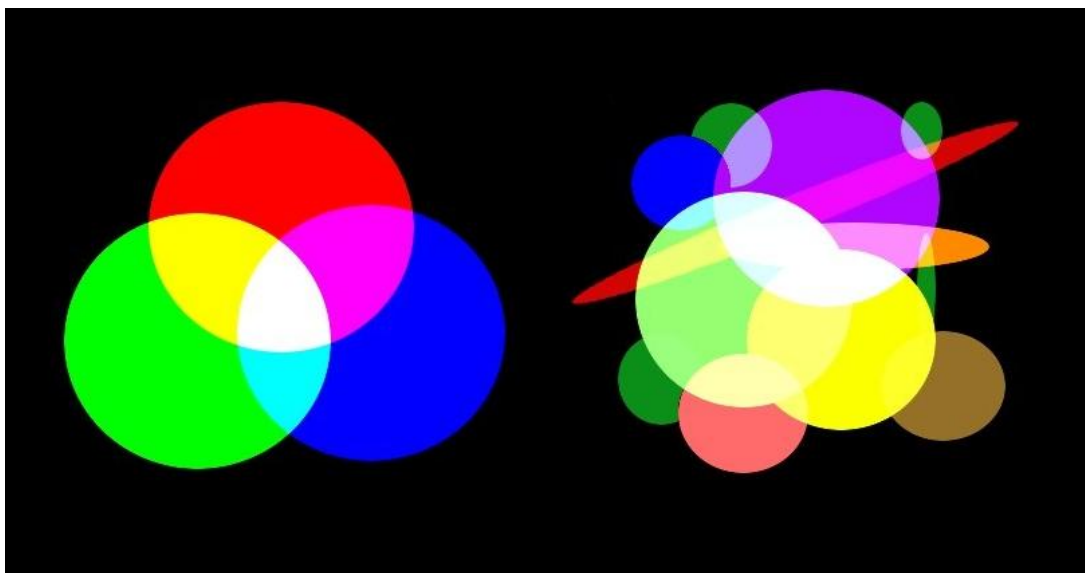
Jeg gjorde derfor en liten test med utgangspunkt i gult, RGB 255,255,0: Ved å flytte B-verdien gradvis fra 0 og oppover, ble gulfargen gradvis mer hvit. S-verdien flyttet seg automatisk i takt med at jeg beveget B-verdien, men i en ujevn rytme. Dette måtte henge sammen av at de har ulike fullverdier, henholdsvis 100 og 255. Det gikk ett S-trinn for alt mellom ett og tre B-trinn¹⁴. Ergo går S mot hvitt synkront med B, men i ujevn takt. Hvis RGB-verdiene også hadde endt på 100 ville denne sammenhengen vært lettere å oppdage.

Det ser altså ut til at S og V styrer seg selv, og det er godt nok for meg i denne sammenheng. Det er tilstrekkelig å forholde seg til RGB-verdiene. Konklusjonen er at teorien om å forutse utfallet av additiv fargeblanding ved hjelp av en rett linje i CIE-diagrammet, stemmer kun med en viss grad av nøyaktighet i GIMP. Her er det mer hensiktsmessig å legge sammen RGB-verdiene.

RGB OG TILFELDIG

Jeg starter med å legge rødt, grønt og blått i hvert sitt lag for å se om lagmodus *tillegg* er riktig framgangsmåte videre i fasen. Deretter forsøker jeg en tilfeldig sammenblanding av ulike farger for å få et visuelt inntrykk av hvordan de blander seg (figur 31).

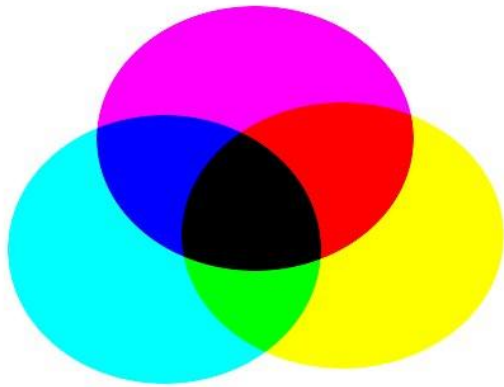
¹⁴ Gjennomsnittlig 2,55 (255:100).



FIGUR 31: TILLEGGSMODUS. VENSTRE: R+G+B. HØYRE: FRI EKSPERIMENTERING

Venstre del av figur 31 bekrefter at sekundærfargene CMY oppstår i møtet mellom to RGB-farger. Tilleggsmodus fungerer foreløpig som forventet. Jeg skal ikke drøfte resultatet av den tilfeldige utprøvingen i høyre del, men ser at denne måten å blande farger på har potensiale i den skapende delen.

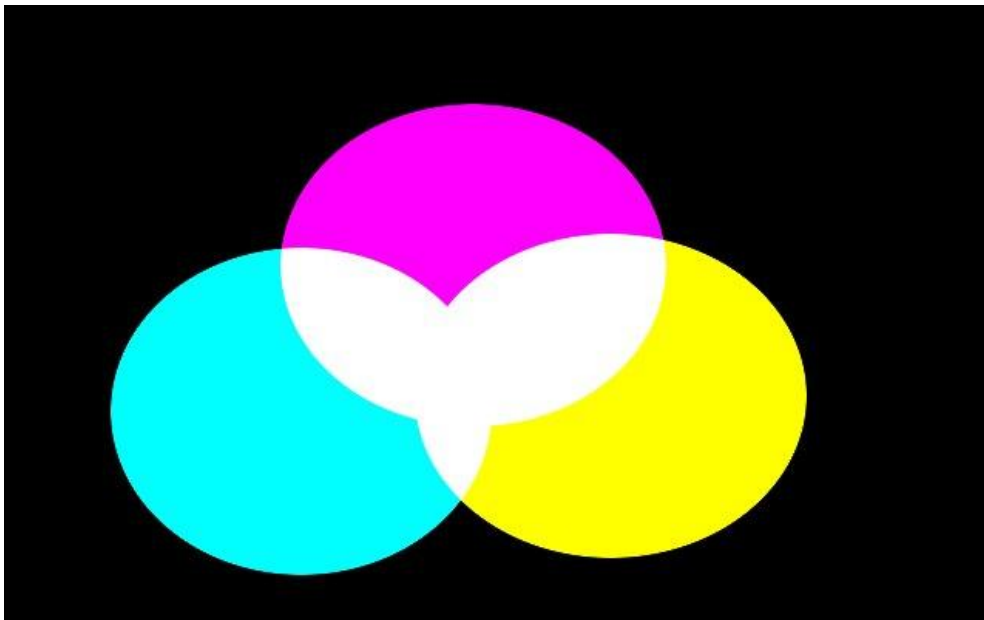
For å sammenligne fargene i venstre del, tar jeg med en motsatt variant, nemlig en subtraktiv blanding med cyan, magenta og gult, en farge i hvert sitt lag (figur 32). Lagmodus for dette prinsippet er *multipliser*. Her må bakgrunnen være hvit, ellers blander fargene seg med bakgrunnen og blir mørkere. Figur 32 viser hvordan RGB-fargene oppstår der to CMY-farger overlappes. Kulørtonene til RGB og CMY i figur 32 matcher med fargene i venstre del av figur 31. Tilleggsmodus ser dermed ut til å være den beste måten å blande farger additivt på i GIMP.



FIGUR 32: LAGMODUS "MULTIPLISER" TILLATER SUBTRAKTIV BLANDING AV C+M+Y.

CMY I ADDITIV FARGEBLANDING

Hva skjer egentlig hvis man blander cyan, magenta og gult som om de var lysfarger? Et raskt forsøk hvor hver farge har sitt lag i tilleggsmodus, viser at resultatet blir hvitt både når to og to av disse fargene blandes, og når alle tre blandes (figur 33). Men hvorfor det?



FIGUR 33: ADDITIV BLANDING AV CMY I TILLEGGSMODUS

Her må jeg gå tilbake til teorien. Magenta er for eksempel resultatet av to primærfarger, rød og blå. Når det bare er en primærfarge som ikke er involvert i lysfargeblandingen, er det ikke mye som skal til før fargen blir hvit, for store deler av fargespekteret er allerede «okkupert» i magentafargen. Går vi tilbake til magentaverdiene i figur 20, er det bare den grønne skalaen som står på null. På «glideren» til grønn, der verdiene går fra 0 til 255, ser man at fargen er gradert fra magenta til hvitt. Grønt pluss magenta blir hvitt, som vi vet.

Men hvorfor blir to sekundærfarger også hvitt, for eksempel magenta pluss gult? Konklusjonen fra CIE-forsøket, om å addere tallverdiene, virker som det første jeg bør gjøre. Magenta pluss gult: M (RGB 255, 0, 255) + Y (RGB 255, 255, 0) = RGB 255, 255, 255, altså hvitt. Når 255 er maksverdi kan ikke tallet økes ytterligere ved addering.

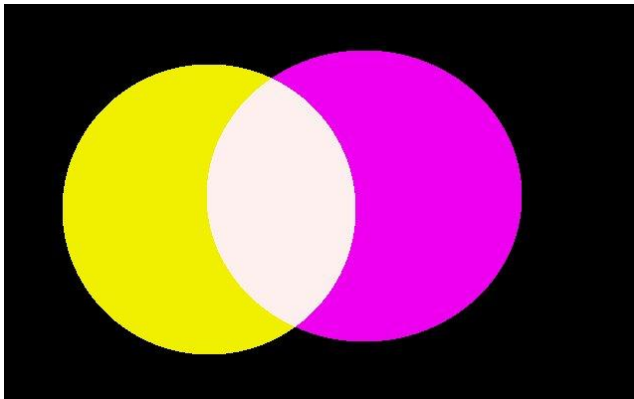
For å forstå det på en måte som ikke involverer tallverdier, skal jeg forsøke å utlede dette med en logisk utredning:

| | | | |
|---------------|----------------------------------|---|-------|
| Premiss 1 | $R + G + B$ | = | Hvitt |
| Premiss 2 | Primær + sekundær | = | Hvitt |
| Observasjon | $M + Y$ (sekundær + sekundær) | = | Hvitt |
| Analyse | $(R + B) + (R + G)$ | = | Hvitt |
| Det samme som | $R + G + B$ | = | Hvitt |

FIGUR 34: LOGISK UTREDNING

Jeg har observert at når to av de additive sekundærfargene CMY blandes i tilleggsmodus, får man hvitt. Analyserer vi sekundærfargene magenta og gult blir det: M (rødt pluss blått) pluss Y (rødt pluss grønt) er lik hvitt. Konklusjonen bekrefter observasjonen, og den vil følgelig være gyldig i de to andre sekundærfargekombinasjonene også (M + C og C + Y). Men vil ikke det faktum at blandingen inneholder mest rødt påvirke resultatet hvis det ikke hadde vært noen maksgrense på 255?

For å få nyanser i det hvite på digitale premisser må verdiene altså reduseres. En rask addisjonstest hvor jeg fjernet verdier fra M og Y uten at kulørtonene endret seg for mye, resulterte i hvitt med innslag av rødt.



Additiv blanding med nesten-magenta (RGB 240,0,240) pluss nesten-gult (RGB 240,240,0) ga en hvit med litt rødt: RGB 255,240,240.

FIGUR 35: NESTEN-SEKUNDÆRFARGER GIR NESTEN-HVITT

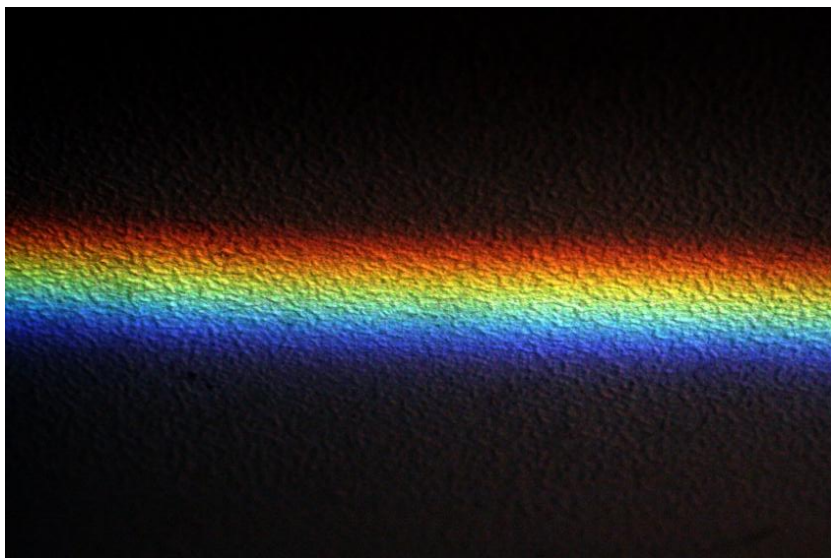
Fargeomfanget begrenser seg til en gitt størrelse innenfor RGB i CIE-diagrammet. Jo større avstand mellom de definerte RGB-verdiene, jo større fargeomfang har vi i triangelet (Vistnes, 2009: 252). I midten av CIE-hesteskoen på figur 4 finnes det fargenyanser i det hvite området. Kanskje et større fargeomfang vil tillate flere synlige nyanser i det hvite? Og enda flere nyanser har vi jo i den fysiske virkeligheten. Hvordan ville resultatet av to sterke lamper mot en hvit vegg blitt? Her ville en blanding av to sekundærfarger kanskje gi et fargestikk i det hvitaktige. Jeg kan derfor ikke konkludere med at en additiv overlappning av magenta og gult alltid vil bli hundre prosent hvitt. Men innenfor GIMPs fargeomfang fungerer det slik, hvis man ikke reduserer verdiene.

Bildemateriale 2 – Skapende fase

MOTIVUTVIKLING

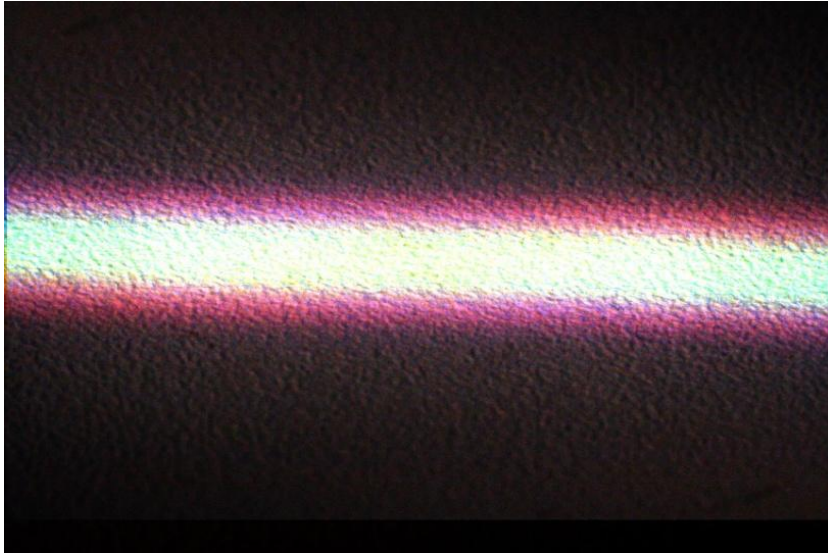
Her skal jeg ta utgangspunkt i oppdagelsene med tilleggsmodus, og bruke denne lagmodusen videre. Hensikten er å la denne additive blandingsteknikken være et fast holdepunkt, mens motivene, inkludert farge og komposisjon, skal velges ut på grunnlag av deres muligheter til utvikling. Additiv fargeblanding vil være en konsekvens av det jeg gjør, men ikke alltid som et mål i seg selv. Utgangspunktet for utprøvinga er tre fotografier tatt av meg selv.

FOTO 1: REGNBUE PÅ VEGG



FIGUR 36: REGNBUE

Figur 36 kaller jeg regnbue av mangel på bedre begrep, selv om den strengt tatt er rett. Fotografiet av gjenskinnet fra sollyset på en vegg via et speil. Bildet er gjort mørkere og kontrasten er økt slik at fargene kommer bedre fram. De røde tonene går gradvis mot oransje, og de gule og cyan-lignende tonene omringer en svak grønn tone i midten. Fra cyan/lyseblått går det over i dype blåtoner og fiolett. Hva skjer hvis jeg adderer to versjoner av dette oppå hverandre, hvor det ene laget er vendt vertikalt?

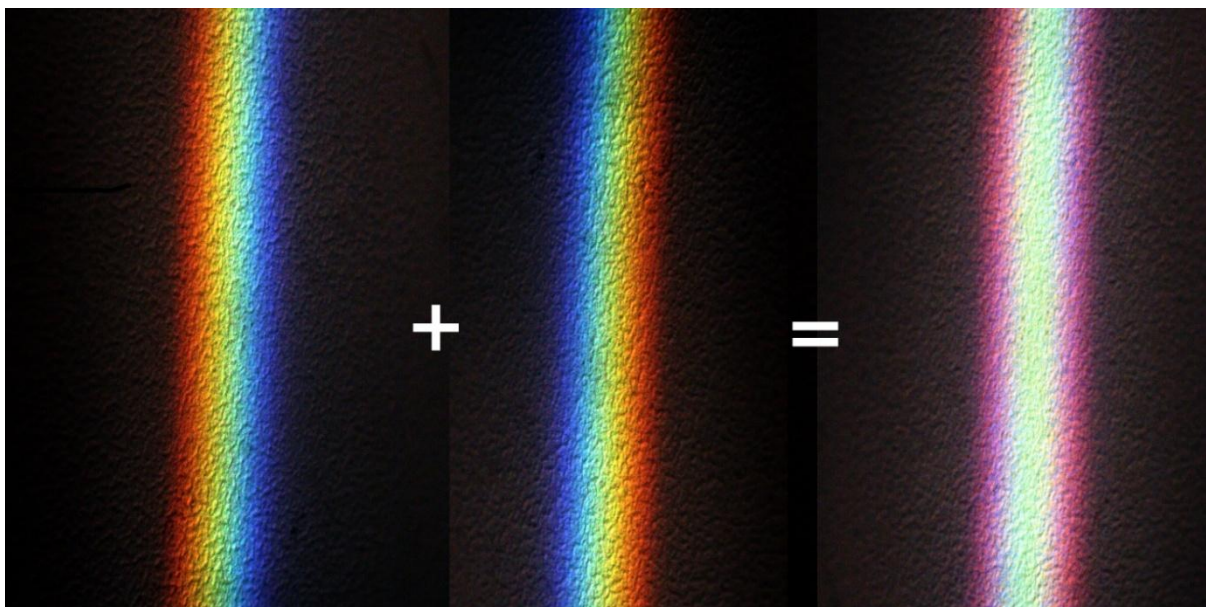


FIGUR 37: ADDITIV BLANDING AV TO REGNBUER, RETTVENDT PLUSS OPP NED (TILLEGGSMODUS)

Figur 37. Tilleggsmodus ga en veldig sterk kontrast. Jeg ville derfor forsøke med lagmodus *skjerm*, som jeg oppdaget ved å prøve ut hver eneste lagmodus. Fra GIMPs bruksanvisning:

I Skjerm-modus blir verdiane av kvar av dei synlege pikslane i dei to laga inverterte. Inverteringa blir gjort ved at kvar pikselverdi blir subtrahert frå 255. Dei inverterte verdiane blir så multipliserte med kvarandre, invertert igjen og deretter dividert med 255. Resultatet blir som oftast lysare, men kan sjå noe “utvaska” ut. Dersom det eine laget er svart, vil resultatet bli som det andre laget. Er det eine laget kvitt, vil også resultatet bli kvitt. Mørke fargar har ein tendens til å bli meir gjennomsiktige (GIMP, 2009).

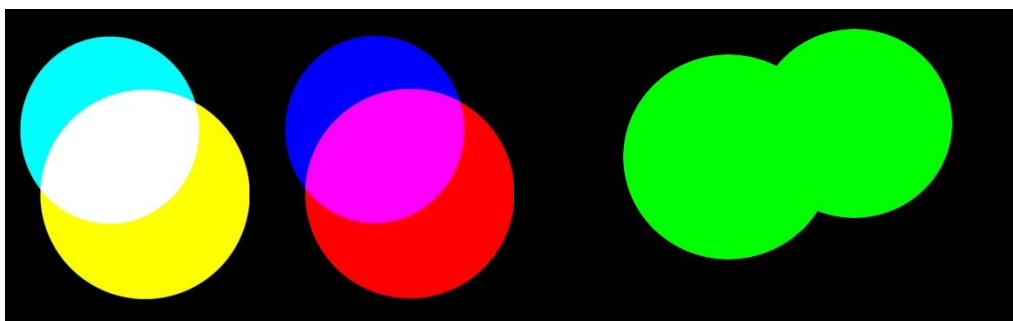
En komplisert forklaring, men med tilsynelatende lik effekt. Jeg forsøkte nemlig en additiv blanding med RGB-sirkler tilsvarende figur 3 uten å se forskjell mellom skjermmodus og tilleggsmodus. Men i fotografier med flere nyanser er det tydeligvis en forskjell i form av svakere kontraster når overlappingen skjer skjermmodus.



FIGUR 38: ADDITIV BLANDING AV TO REGNBUER I SKJERMMODUS

I både skjermmodus (figur 38) og tilleggsmodus (figur 37) ble ytterkantene, der de røde og blå tonene møtes, omtrent magenta. Men i figur 38 er resultatet noe dusere. I midten ble det veldig lyst, og i teorien skal gult pluss cyan bli hvitt. Det kan være feilmargin her siden fotografiet er justert visuelt uten at jeg har forholdt meg til nøyaktige fargeverdier. På dette stadiet har jeg forlatt de nøyaktige fargeverdiene for å fokusere mer på hva som skjer visuelt sett.

For å demonstrere effekten fra fargeblandingen i figur 38 har jeg laget to tester med additiv fargeblanding i skjermmodus. I figur 39 blir rødt og blått magenta, mens cyan og gult blir hvitt. Akkurat som i tilleggsmodus. Grønt pluss grønt skal i teorien forbli det samme.



FIGUR 39: TESTING AV SKJERMMODUS

Dette regnbuemotivet innbyr til videre fargemessig utforsking, men har kanskje motivmessige begrensninger? Jeg går derfor videre til et annet motiv for videre utforsking av additiv fargeblanding i GIMP, selv om jeg ikke forkaster regnbuen helt.

FOTO 2: SINSEN 01



Forskjøvet, overlappende lag i tilleggsmodus.

FIGUR 40: FORSKYVNING AV LAG

I figur 40 er målet å eksperimentere fritt med lagmiksing. Jeg startet med å kopiere hele bildet før det ble lagt over i et nytt lag med tilleggsmodus. Det øverste laget ble dermed flyttet rundt i ulike posisjoner før jeg slo meg til ro med denne komposisjonen. Den mørke asfalten ga lite utslag i adderingen, men der himmelpartiene møttes ble det betydelig lysere. Den originale himmeltonen ble bevart i feltet der asfaltpartiet ligger over. Kanten til venstre har dermed blitt en del av den originale himmeltonen, og har bidratt til å ramme inn det lyse partiet.

Nå måtte jeg teste forskjellen mellom lagmodusene tillegg og skjerm en gang til. Det var som nevnt ingen visuell ulikhet mellom additiv blanding av rene farger, som i figur 39, men regnbuen viste en lavere kontrast i skjermmodus. Fra bruksanvisningen: «Resultatet blir som oftest lysere, men kan sjå noe “utvaska” ut» (GIMP, 2009).



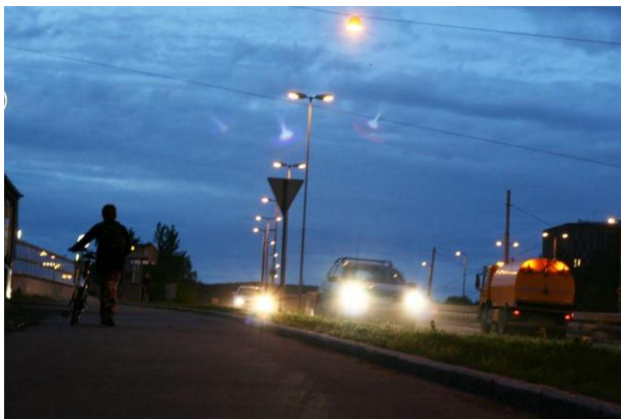
FIGUR 41: ORIGINAL

Ubearbeidet originalfoto. Kun ett lag.



FIGUR 42: TILLEGGSMODUS

Med et overlappende lag i tilleggsmodus blir bildet lysere, og får større kontrast. De lyseste himmelpartiene har fått et litt grønnere skjær.



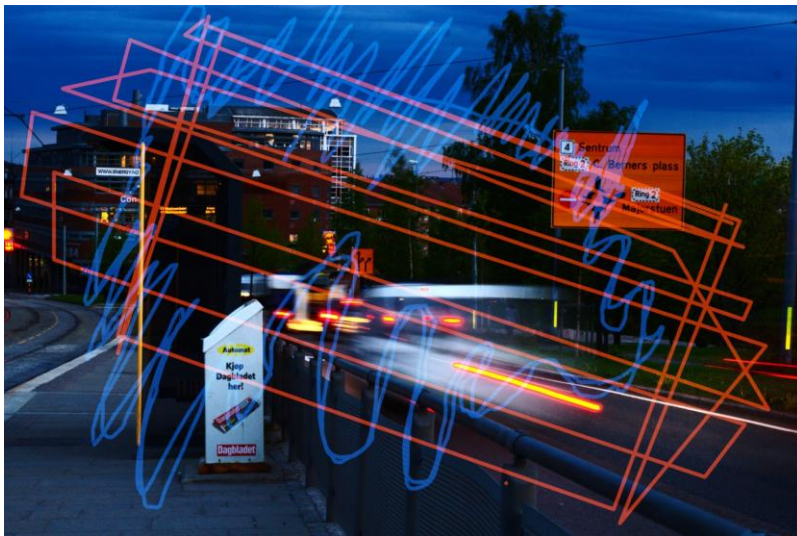
FIGUR 43: SKJERMMODUS

Skjermmodus blander lagene litt annerledes. Resultatet får ikke like høy kontrast som med tilleggsmodus. På grunn av den noe duse effekten, vil skjermmodus kanskje tillate flere overlappinger før fargene blir hvite. Derfor skal jeg bruke denne modusen i de neste forsøkene.

Hva mer kan jeg utrette med dette motivet? Jeg forsøker et tredje fotografi før jeg tar en avgjørelse på hva som skal være hovedmotivet.

FOTO 3: SINSEN 02

Ideen om overlapping tar jeg med meg i denne runden. Men i stedet for å kopiere hele bildet over i et nytt lag, skal jeg kun velge detaljer. Fotografiet er valgt ut på grunn av de dype fargene og den utviskede virkningen med biler og trikk som har blitt fotografert med lang lukkertid. Fargekontrasten er i hovedsak mellom oransje og blå toner. Aller først vil jeg se hva som skjer med fargene når penselstrøk i ulike farger legges over fotografiet i skjermmodus (figur 44). Fargene i penselstrøkene er hentet med pipetteverktøy fra himmelen og det store skiltet til høyre. Disse strøkene blander seg med hverandre og med fotografiene.



FIGUR 44: FRIE PENSELSTRØK

Det mest interessante som skjer her er kanskje hvordan de blå skribleriene over det høye treet til høyre i bildet skaper en visuell forbindelse med himmelen bak. Tilfeldigheter og intuisjon er deler av denne prosessen, men akkurat denne skriblemetoden bærer preg av å være litt vel tilfeldig. Det er begrenset hvor mye jeg kan utvikle motivet på denne måten. Jeg skal derfor fokusere på å kopiere motivelementer over i lag.



FIGUR 45: ADDITIV BLANDING AV MOTIVDETALJ (SKILT)

I figur 45 har jeg lagt en kopi av det store trafikkskiltet over i et lag med skjermmodus. Det ble lysere og fikk noe høyere kontrast (sammenligne med skiltet i figur 44). Dette forsøket var en lærerik erfaring. Nå fant jeg altså en måte å lysne partier i et fotografi på, uten at det går på bekostning av kontrasten. Ved å kopiere partiet som skal gjøres lysere, for så å legge det i et nytt lag med skjermmodus, adderes lagene og de gjøres lysere. Dette vil ikke nødvendigvis skje i alle tilfeller, i og med at forsøket med to overlappende grønnfarger ikke ga noen visuell effekt (figur 39). Men det er en nyttig erfaring.



FIGUR 46: OVERLAPPET LAG I SKJERMMODUS

Figur 46. Hele originalfotoet får en overlappet kopi av seg selv i skjermmodus slik at det blir lysere. Himmelen blir merket med utvalgsverktøy og gjort enda lysere. Motivelementer kopieres og legges i nye lag med skjermmodus for at de skal bli lysere og tydeligere: Skilt, billykter, gul stang, lyktestolper og detaljer i veien til venstre. Trærne gjøres lysere med frie penselstrøk med en delvis transparent grønnfarge. Samtidig begynner grensa mellom himmel og mellomgrunn å bli ujevn etter at himmelen ble lysnet. Dette skyldes utvalgsverktøyene: Jeg kunne ha vært mer nøyaktig langs grensene mot ledningene, bygningene og trærne. Detaljer i trærne ble dessuten noe diffuse som følge av penselstrøkene over. Motivet er sakte i ferd med å bli mer malerisk. Jeg velger å se på dette som en styrke.



FIGUR 47. SORT DEKKENDE FLATE MELLOM BAKGRUNN OG LØSE MOTIVELEMENTER

Figur 47. En sort, ugjennomsiktig flate i et lag med normal (=dekkende) lagmodus legges mellom bakgrunnen og de dupliserte motivelementene. Det har oppstått en interessant virkning der penselstrøkene som ble lagt over trærne fungerer på egen hånd, før de forenes med tretoppen oppe til høyre. Disse penselstrøkene er så vidt synlige, og bør forsterkes. De øvrige motivelementene bidrar til at forbindelsen med den skjulte bakgrunnen opprettholdes. Det er mulig at det sorte dominerer for mye.



FIGUR 48: INVERTERT OG MULTIPLISERT

Figur 48. Trærne har fått et nytt strøk med grønn pensel. Gelenderet i forgrunnen er hentet fram fra bakgrunnslaget ved å bruke viskelær på det sorte kvadratet. Den vertikale lyseblå stripen etter en trikk i bevegelse har blitt duplisert og lagt i et overlappende lag i dekkende modus. Grensene rundt denne stripen har blitt gjort mykere ved å hente fram bakgrunnsfarge med et viskelærverktøy over det sorte feltet. I tillegg har flere lyktestolper og to vertikale striper på venstre fortau blitt kopiert og duplisert. Her har dessuten det ene av to identiske bakgrunnslag blitt *invertert*, omgjort til et negativ, og blandet subtraktivt med det positive bakgrunnslaget ved hjelp av multiplikasjonsmodus. Et negativ blandet subtraktivt med en positiv, med andre ord. Dette hadde størst innvirkning på himmelen.

Inverter er en automatisk funksjon; i verktøymenyen finnes den under fanen *Farge*. Trærne har jeg lysnet enda mer ved å frihåndsskrible mer med et semitransparent grønt penselverktøy.



FIGUR 49: LYSERE BAKGRUNN. SKJULTE MOTIVELEMENTER.

Figur 49. I denne versjonen har bakgrunnen blitt duplisert over i et overlappende lag, der det ene laget er i skjermmodus. Slik har hele bakgrunnen blitt enda et hakk lysere, på samme måte som i figur 46. Alle de dupliserte motivelementene har blitt skjult slik at kun den sorte flaten står igjen over bakgrunnsbildet. Her kommer sporene av viskelæret som ble brukt til å gjøre grensene mykere rundt deler av «trikken» i figur 48 fram. En billykt har også blitt eksponert av samme årsak. En spennende effekt, men en tilbakegang fra figur 48. Jeg sier meg ferdig med den sorte flaten.



FIGUR 50: INVERTERT

Eksperimenteringen med å invertere bildet i figur 48 gjorde meg nysgjerrig på hvordan det ville være å invertere hele bildet på normal måte. I og med at bildet inneholder to identiske bakgrunnslag, kan jeg variere lys- eller mørkhetsgraden avhengig av om ett eller begge lagene er synlige. Figur 50 består kun av ett synlig lag for at bildet skulle bli mørkt nok. Med to like lag oppå hverandre ville det ikke ha vært mange nyanser igjen i de lyse områdene.

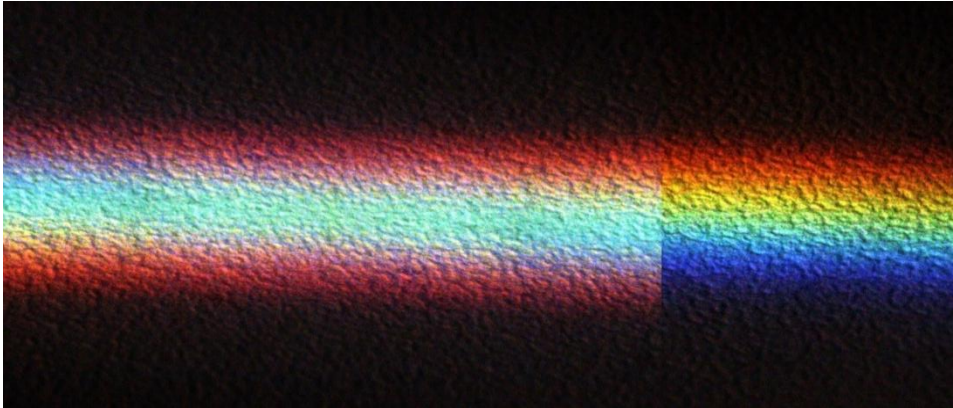


FIGUR 51: INVERTERT FORGRUNN (MINUS TO SKILT)

I figur 51 er kun forgrunnen invertert mens himmel og to skilt er normale. Effekten er interessant, men det blir mer som en endeløs variasjon over samme tema. Mange motivelementer gir mange muligheter, og krever mange avgjørelser. Denne delen av prosessen har generert innsikt i skjermmodus og invertering. Mange spennende muligheter har vist seg. Samtidig har jeg savnet noe enklere, med færre elementer og en tydeligere tilknytning til RGB og additiv fargeblanding. Jeg går derfor tilbake til regnbuemotivet i den siste fasen, også fordi dette motivet har gitt meg ideer når det kommer til utstillingen. Enkelheten i motivet kombinert med kompleksiteten i fargespennet gjør at jeg kan utforske muligheter for animasjonsfilm eller lysprojeksjon. I denne siste fasen av arbeidet skal jeg fokusere ytterligere på motiv- og fargeutvikling med kunnskapen jeg har ervervet hittil.

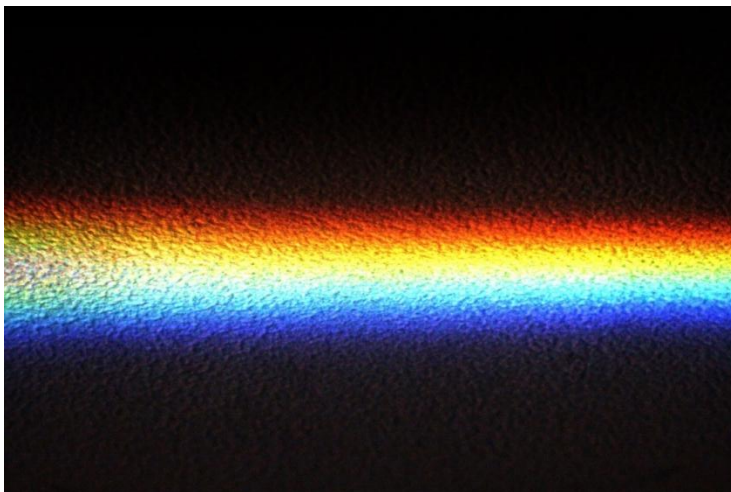
PRAKTISK SKAPENDE ARBEID, SLUTTFASE

TILBAKE TIL REGNBUE



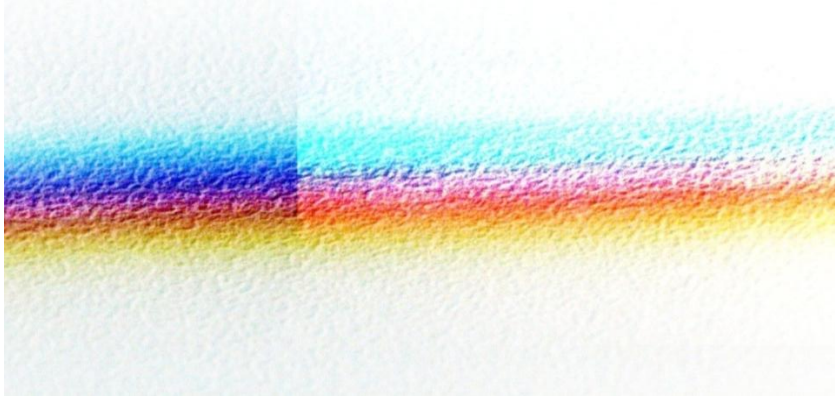
FIGUR 52: DELVIS OVERLAPPING (OPP NED PÅ RETTVENDT) I SKJERMMODUS.

Skjermmodus. Det øverste laget i figur 52 er justert mot venstre for å vise fargespekteret bak overlappingen. Lagene overlappes også litt annerledes vertikalt sett, sammenlignet med figur 37, så resultatet av de adderte fargene får dermed andre kulørtoner. På grunn av at fargestripen har sett tynn ut i forhold til hele bildeformatet, har jeg forsøkt å beskjære bort mørke partier oppe og nede. Jeg vil prøve meg fram med ulik beskjæring i de neste variasjonene.



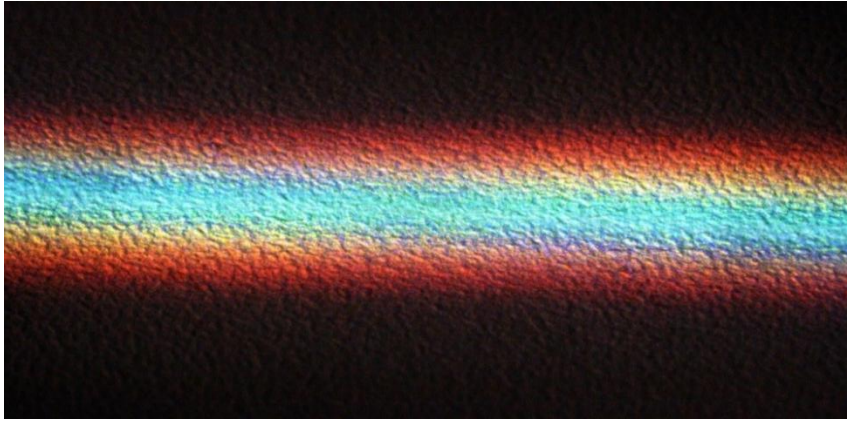
FIGUR 53: TO RETTVENDTE LAG OVERLAPPES I TILLEGGSMODUS

Figur 53, med tilleggsmodus. Det øverste laget er snudd slik at det ikke lenger er opp ned. Dermed får regnbuen tilbake sitt opprinnelige fargespill, bare at den blir lysere og får høyere kontrast. Det grønne feltet i midten har ikke vært mørkt nok, og dette vises tydelig her i og med at overlappingen har skapt et hvitt felt.



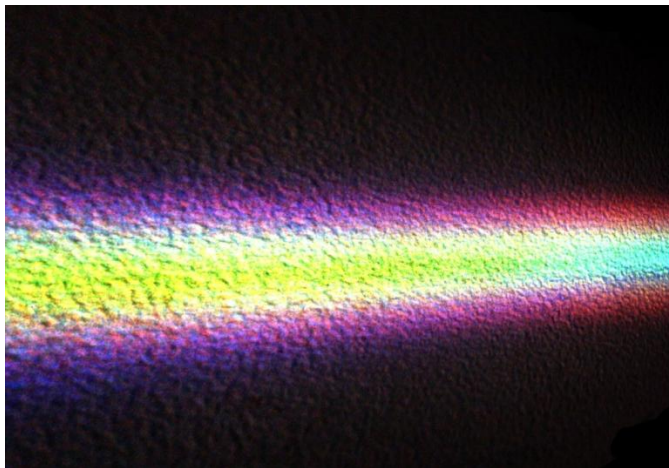
FIGUR 54: INVERTERT BAKGRUNN. DELVIS OVERLAPPING I TILLEGGSMODUS.

Figur 54, tilleggsmodus. Her har jeg invertert bakgrunnslaget slik at fargene blir negative. Dette laget er synlig i høyre del av bildet. Det overlappende laget er ikke invertert, men overlapper og blander seg med venstre halvdel. Hovedeffekten er rett og slett at denne delen blir en tanke mørkere enn høyre del. Egentlig er dette laget snudd vertikalt, som i figur 52 (med blått øverst), men fordi bakgrunnen er invertert påvirkes ikke fargerekkefølgen i regnbuen. Derfor beholdes fargeovergangen fra blått til gult i både høyre og venstre halvdel av bildet. En lærerik erfaring, men fargemessig mindre interessant enn den opprinnelige ideen med mørk bakgrunn.



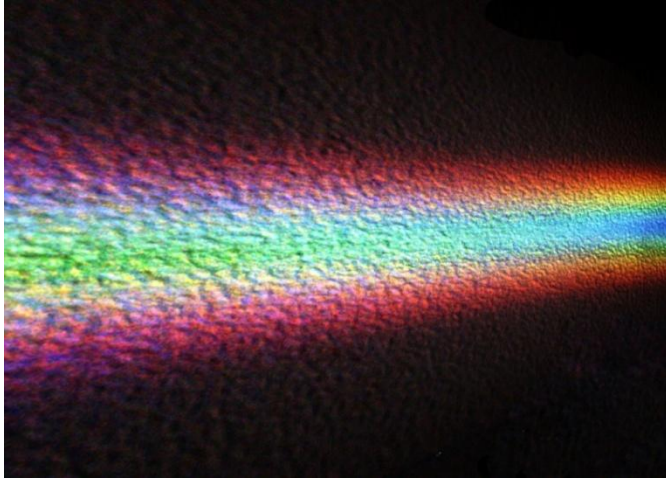
FIGUR 55: OVERLAPPING I SKJERMMODUS. MØRKNET GRØNNPARTI I HVERT LAG.

I figur 55 er bakgrunnslaget invertert tilbake til normalt. Det øverste laget har blitt flyttet slik at det dekker hele bakgrunnen, og endret til skjermmodus. Overlappingen er noe forskjøvet for å få fram et annet fargespill enn i figur 36, der lagene overlapper hverandre kongruent. Grønntonen i hvert lag har blitt merket med utvalgsverktøy og mørknet forsiktig med kurveverktøy for å få en sterkere farget stripe i midten.



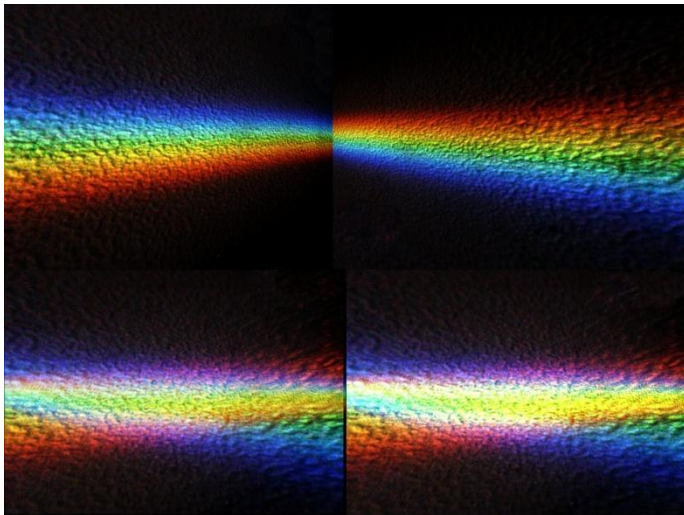
FIGUR 56: PERSPEKTIV. TILLEGGSMODUS.

Tilleggsmodus. Begge lagene har blitt strukket på venstre side og presset sammen på høyre side med perspektivverktøy. På grunn av at perspektivet er justert i ett og ett lag uavhengig av hverandre, treffer ikke fargene hverandre likt over hele bildet. Derfor blir fargeblandingen ulik i den brede delen sammenlignet med den smale delen. En interessant virkning som jeg skal bygge videre på.



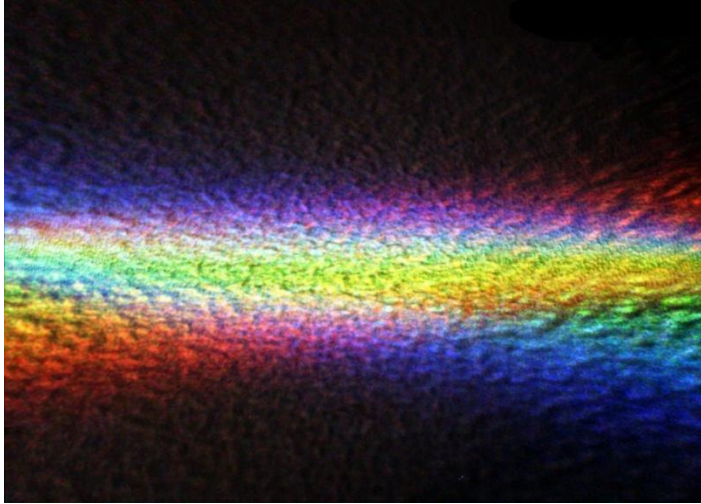
FIGUR 57: MER PERSPEKTIV. SKJERMMODUS.

Tilbake til skjermmodus for mykere kontrast. Perspektivet har blitt justert i enda større grad. Teksturen i vegg/tapetet kommer tydelig fram i den forstørrede delen, det ser omtrent ut som penselstrøk på et lerret. En malerisk kvalitet har oppstått.



FIGUR 58: MONTASJE

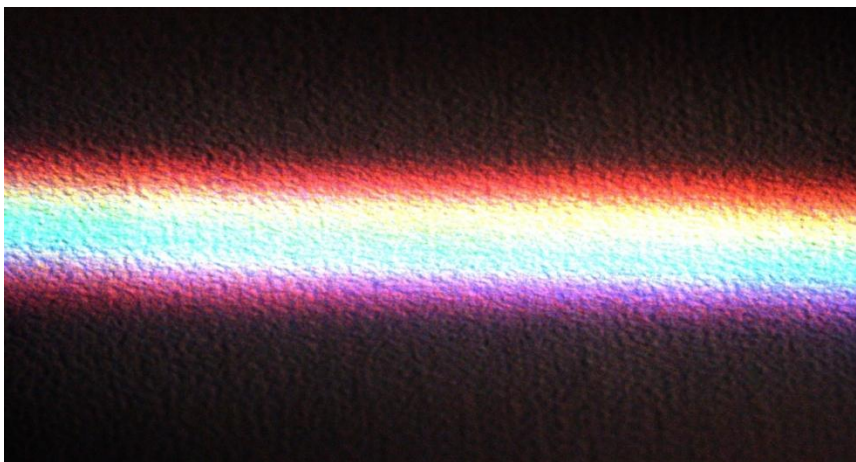
Denne montasjen viser hvordan prosessen i neste bilde har blitt gjort. De to øverste bildene viser hvert lag, og hvordan de står i forhold til hverandre når jeg har snudd det ene laget vertikalt. De to nederste versjonene er overlappingen mellom disse lagene. Versjonen til venstre er med skjermmodus, og den til høyre er med tilleggsmodus. Som tidligere erfart blir effekten litt lysere med tilleggsmodus.



En forstørrelse av versjonen med skjermmodus i figur 58.

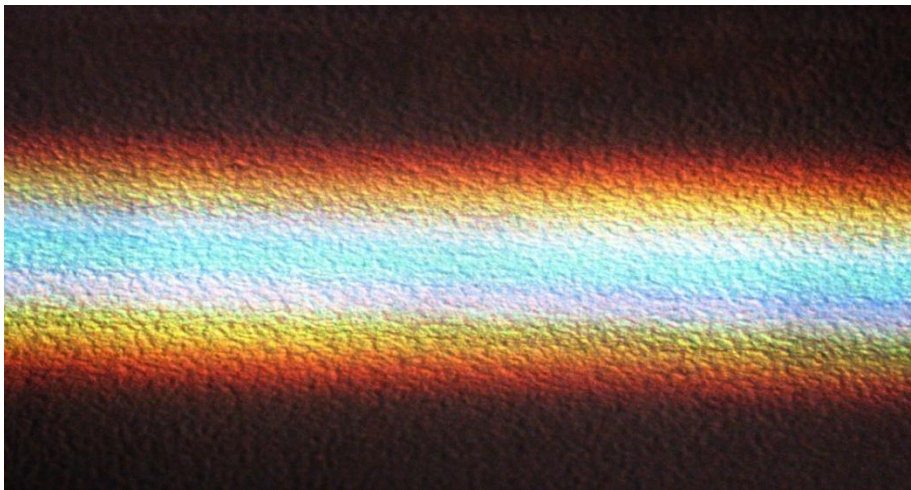
FIGUR 59: PERSPEKTIV FRA BEGGE SIDER, OVERLAPPET I SKJERMMODUS

Effekten i figur 59 er interessant, men det er mulig at dette er for fargerikt. De tidligere versjonene med færre farger, og uten perspektiv, er enklere. Derfor velger jeg å rygge i prosessen. Det kan være en fordel å lage en versjon der større deler av fargespennet forsvinner inn i fargeblandingen. Med andre ord en ny versjon der additiv fargeblanding er en tydeligere del av verket, som i den aller første versjonen med overlappende lag (figur 37).

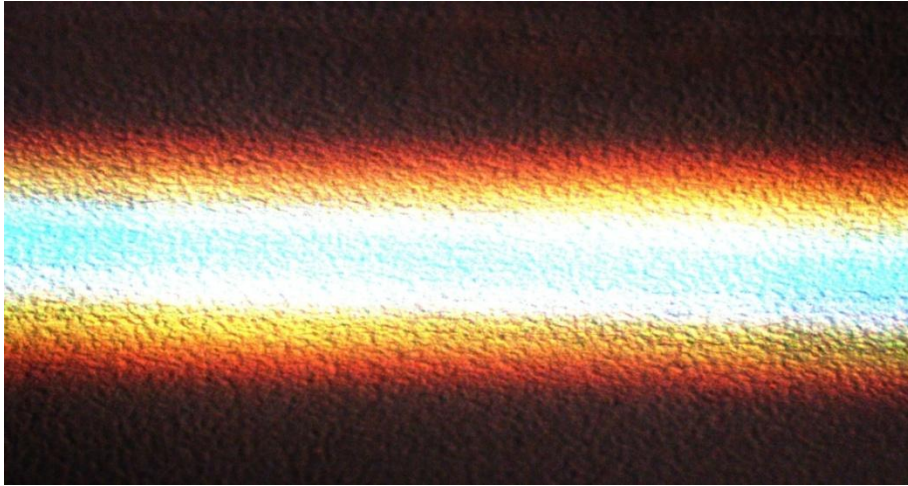


FIGUR 60: TRE LAG. TO RETTVENDTE, ETT OPP NED. BÅDE SKJERM OG TILLEGGSMODUS.

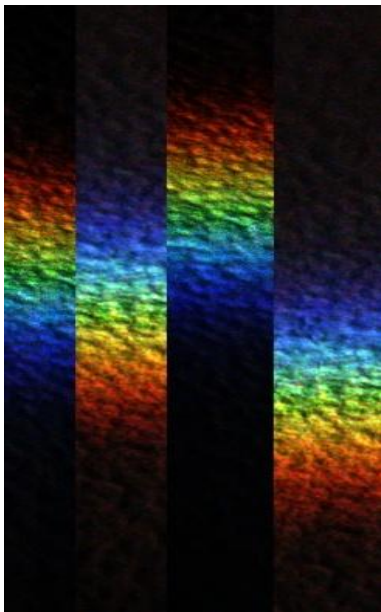
I figur 60 er et tredje lag tilført, der ett er i tilleggsmodus og ett er i skjermmodus. Jeg minner om at det bakerste laget kun er i normalmodus. Det har ingen innvirkning på resultatet om jeg skulle endre det fordi lagmodus skjerm og tillegg kun virker inn på andre lag bakover i overlappingen. To av lagene er rettvendte, med rødt øverst, mens ett er snudd opp ned med blått øverst. På grunn av dette dominerer rødt det øvre feltet, og overlappingen med blått blir svakere her enn i nedre halvdel. Til høyre er det et gult felt i overgangen mellom rødt og hvitt. Bortsett fra det er den ganske lik mange av de tidligere variantene. Jeg må gå for en av disse eller utvikle motivet i større grad. Hva med å forsøke å få fram gule toner samtidig som jeg eliminerer andre deler av fargespekteret?



FIGUR 61: FIRE LAG I SKJERMMODUS.



FIGUR 62: FIRE LAG I TILLEGGSMODUS.



**FIGUR 63: TVERRSNITT AV
OVERLAPPINGEN I FIGUR 61 OG 62**

I figur 61 og 62 er et fjerde lag lagt til. Bildet består av to rettvendte lag og vertikalvendte lag. Figur 61 har alle lagene i skjermmodus, og figur 62 har alle lagene i tilleggsmodus. Bortsett fra det er de helt identiske. Grunnen til at stripen ble så bred er lagene ikke er lagt rett over hverandre, men spredt over et litt større felt. Figur 63 viser hvordan de fire lagene overlapper hverandre.

Et interessant aspekt ved denne prosessen er hvordan den opprinnelige regnbuen ble abstrahert med ganske få virkemidler. Det jeg oppnådde med fire lag i stedet for to eller tre hadde

ikke særdeles stor innvirkning annet enn at feltet ble bredere. Dessuten minner denne versjonen om et slags flagg, noe mange av de andre symmetriske versjonene også gjør. Versjonene med forvrent perspektiv fikk en kompositorisk dynamikk, men hadde litt for stort fargespekter. Figur 37 og 60 er kanskje de versjonene der det skjer mest med færrest virkemidler. Tre overlappende lag i stedet for to skaper en asymmetri i det øverste feltet sammenlignet med det nederste. Jeg velger derfor å la dette bli hovedmotivet. Den lille gule detaljen i høyre halvdel var kanskje det siste avgjørende momentet som gjorde at jeg valgte dette motivet som avsluttende verk.

Avslutningsvis har jeg prøvd ut ulike måter å beskjære figur 60 på, for å avgjøre om komposisjonen skal være slik den er eller om den bør endres. Et alternativ er å kutte bort mer av de sorte partiene for å komme nærmere fargefeltet. Det kan være aktuelt å prøve ut kvadratisk eller stående format. Utforskningen av ulike komposisjoner tilfører ikke denne undersøkelsen noe vesentlig. Derfor velger jeg å ekskludere denne delen av prosessen her. Jeg vurderer utsnittet på nytt i forbindelse med utstillingsforberedelsene.

UTSTILLING

I skrivende stund er ideen til utstillingen følgende:

- Fotokopi av figur 60 i nøytral (sort) ramme.
- Animasjonsfilm av to regnbuer som blander seg, der den ene er snudd

Jeg har vurdert å projisere to regnbuer på hverandre med to ulike projektorer, men den enkleste, tydeligste og mest effektfulle visualiseringen av en additiv fargeblanding vil trolig være med en film. Jeg skal satse på en stop motion-film av en sekvens med GIMP-filer som viser en gradvis overlapping av to regnbuer, og med additiv fargeblanding som en konsekvens av overlappingen. Forhåpentlig vil filmen overraske og forundre. Selv om additiv fargeblanding er en del av hverdagen til folk flest, bevisst eller ubevisst, er det ikke sikkert at man er klar over den umiddelbare effekten av to lysfarger som blander seg med hverandre.

Drøfting

PROBLEMSTILLINGEN

Hvilke muligheter eller begrensninger gir teknologien når additiv fargeblanding benyttes i kunsthøgskolen, og hvordan kan kunnskaper om fargefysikk ligge til grunn for utviklingen av estetiske uttrykk? Denne problemstillingen har stått uforandret gjennom de siste månedene av prosessen, og har fungert som et stabilt arbeidsredskap. Når jeg ser tilbake på prosessen ser jeg hvor viktig den instrumentelle fasen har vært for bildematerialets videre utvikling. Det var i denne fasen jeg gjorde noen av de viktigste oppdagelsene, selv om den friere skapende delen også har generert innsikt i GIMP. Den instrumentelle fasen fungerer som et bindeledd mellom fargefysikk og kunsthøgskolen, og utgjør en viktig del av praksisen. Den kunne kanskje ha vært nevnt eksplisitt i problemstillingen. Men problemstillingen er åpen nok til at fasen allikevel ikke ekskluderes, og de to nevnte begrepene kunsthøgskolen og fargefysikk henviser indirekte til den i og med at den er bindeleddet mellom dem.

TEKNOLOGIENS MULIGHETER OG BEGRENSNINGER

Ett av de viktigste målene jeg ga meg selv i den instrumentelle fasen var å finne ut hvordan en kan forutse resultatet av additiv fargeblanding i GIMP. Det viste seg at den enkleste måten er å addere RGB-verdiene med hverandre. Det skal ikke mange farger til før maksverdien er nådd, med hvitt som resultat (RGB 255,255,255). Her ligger også programmets begrensninger. Lysfargeblanding med lamper vil kanskje kunne gi et større spenn i nyansene i det hvite, der en digital RGB-blanding fort blir helt hvit. Men selv om teknologien har sine begrensninger her, er den høyst fungerende innenfor sine premisser. Bevisst arbeid med digitale farger kan bidra til økt innsikt i hvordan hvitt lys består av spektralfarger. Ved å følge aktivt med på fargeverdiene i GIMP mens man legger til eller fjerner farger, blir relasjonen mellom RGB, CMY, sort og hvitt fort tydelig. Denne relasjonen er anvendelig å kunne ved for eksempel fargelegging med kurveverktøy, der man må fjerne en farge for å hente fram en annen. Da må man hele tiden tenke komplementærfarger. For å få fram gult, for eksempel, må verdiene i den blå kanalen fjernes helt eller delvis avhengig av hvilken kulørtone man ønsker. Øvelsene jeg har gjort er etterprøvbare, og de digitale begrensningene bidrar også til at prin-

sippene for lysfargeblanding blir mer oversiktlige her. Lysfargeblanding med fysisk lys har til sammenligning flere variabler.

Prinsippene for komplementærfarger er overførbare fra den grunnleggende fysikken til de digitale fargene, men man må huske at kulørtonene kan variere visuelt. Primærblå i additiv fargeblanding er hentet fra den blåfiolette delen av fargespekteret, der lysbølgene har kortere bølgelengde enn i det røde spekteret. I teorien tenderer denne blåfargen mot fiolett, mens den i GIMP er framstilt som omtrentlig elementærblå. Dette avviket kan problematisere overførbarsverdien mellom fysikkteori og praktisk bruk av et dataprogram. Dette kan kanskje framstå som en svakhet i forbindelse med hvordan jeg har kritisert Ittens etterbilder for å være unøyaktige. Men RGB har blitt et velkjent begrep, og de tre bokstavene er godt etablert som en standard for lysfargeblanding. Derfor er det ikke nødvendigvis problematisk å forholde seg til RGB som begrep når man lærer om fargefysikk, i stedet for å benytte seg av fargenavn som forsøker å beskrive kulørtonene. Det blir kun et lite forbehold om at fargene, og da i særdeleshet den blå, tidvis har et visuelt avvik fra sine navn.

VITENSKAPSTEORI OG METODE

Fordi jeg har valgt å undersøke programmets muligheter til å utføre bestemte operasjoner etter bestemte prinsipper, har det vært sentralt å forholde meg til fargenes tallverdier. Det postpositivistiske paradigmet, knyttet til Poppers falsifikasjonskriterium, kan relateres til hvordan naturvitenskapelig forskning forholder seg til at teorier skal være etterprøvbare. Man må også være varsom og unngå forhastede konklusjoner. Konklusjonene jeg gjorde i den instrumentelle fasen er ikke nødvendigvis helt gyldige i forsøk med fysisk lys. Allikevel kan man bruke den samme grunnteorien begge steder.

Jeg har spurt hva som skal til for at det kunnskapsmessige utgangspunktet skal bli tatt videre i den kunstfaglige delen, til et skapende uttrykk med gyldighet utenfor sitt teoretiske utspring. I arbeidene med regnbuen og Sinsen-fotografiene tok jeg utgangspunkt i motivenes utviklingspotensial, og kombinerte dette med hva jeg nettopp hadde lært om lagmodus *tillegg* og *skjerm*. Kunnskap om disse lagmodusene utviklet jeg gjennom instrumentelle målsettinger i GIMP basert på innsikt i fargefysikk. Premissene ble dermed lagt for den skapende fasen med motivutvikling.

Den skapende fasen har vært delvis induktiv og søkende samtidig som jeg har forsøkt ut konkrete delmål også her. Disse delmålene har ikke vært like knyttet til tall som målene i den instrumentelle fasen. De har heller oppstått av ren nysgjerrighet. Det første spørsmålet jeg stilte meg selv var spesielt spennende å finne ut av, nemlig hva som faktisk skjer når et regnbuefelt blandes med en speilvendt kopi av seg selv. Effektene av regnbueforsøkene kan fint analyseres i lys av eksperimentet med CMY i additiv fargeblanding, i tillegg til avsnittet «RGB og tilfeldig».

Jeg har forsøkt å være distansert i vurderingen av egne arbeider. Når undersøkelsens hovedverk ble valgt til å være regnbuen med tre lag, figur 60, var vurderingen blant annet basert på at det hadde skjedd en betydelig forandring med relativt få og enkle virkemidler. Disse virkemidlene er igjen basert på omhyggelig utforskning av dataprogrammet, med en tilknytning til ganske komplisert kunnskap. Fra fysikk via digital utforskning har jeg endt opp med et bilde som både har en tilknytning til kunnskapen som måtte til for å lage bildet, samtidig som det forhåpentligvis fungerer som et selvstendig uttrykk.

SKAPENDE DEL I ET FAGDIDAKTISK PERSPEKTIV

Timevis med arbeid i GIMP lærte meg å se fargenes relasjon til hverandre og til valørene mellom hvitt og sort, hele tiden med en bevissthet omkring kulørtonenes tallverdier. Da jeg så sammenhengen med hvordan S-verdien¹⁵ også oppførte seg, opplevde jeg å jobbe tett opp til teorien om et tredimensjonalt fargerom (figur 6). Det er ikke gitt at elever i videregående skal behøve å gå like dypt inn i dette området, men ved å være bevisst på hvordan fargepaletten i slike bildebehandlingsprogram er konstruert, har man muligheten til å se og erfare en teori fra ulike sider, både praktisk og teoretisk. Da er det store sjanser at lærdommen skal sette seg.

I den fagdidaktiske delen har jeg etterlyst et fokus på forbindelsen mellom RGB og CMY slik den blant annet er beskrevet i forbindelse med figur 3 og figur 19, der additiv og subtraktiv fargeblanding forenes teoretisk ved at primærfargene i det ene systemet utgjør sekundærfargene i det andre, og omvendt. Etter å ha sett på kompetansemål og lærebøker, virker det ikke som om denne forbindelsen er aktuell som lærestoff i de videregående programfagene Visuel-

¹⁵ Saturation / Metning. Fra 0 (hvit) til 100 (full kulørtone).

le kunstfag eller Design og arkitektur. Jeg kan ikke påstå at elever nødvendigvis lærer mer om farger ved at de kan denne forbindelsen, men selv fikk jeg en motiverende aha-opplevelse da jeg forsto sammenhengen. I arbeid med digitale farger er denne forbindelsen spesielt tydelig.

Jeg har benyttet en grunnleggende og flerfaglig fargeteori med rot i fysikken, og omsatt den til praktisk digitalt arbeid. Forbindelsen mellom kunnskap og skapende arbeid bygger på en fase med praktisk kunnskapsutvikling. Utstillingen kan kanskje bidra til at noen får lyst til å finne ut mer om additiv fargeblanding. Teknologien har både vært en forutsetning for at hele prosessen skulle være mulig, og en motivasjonsfaktor for hvorfor man bør forstå relasjonen mellom RGB og CMY.

Avslutning

Måten jeg har brukt fysikk som utgangspunkt, med additiv fargeblanding som hovedområde, har resultert i en fruktbar prosess der kunnskapsutvikling har vært sentralt. Den instrumentelle delen av prosessen har vært en inspirerende og lærerik arbeidsmetode som jeg har fått lyst til å utvikle videre. Spesielt når det kommer til å addere farger uten at maksgrensa nås, slik at jeg beholder et fargespill i de lyse partiene. Det ville vært interessant å kartlegge differansen mellom forsøkene i GIMP og lignende forsøk med lys i kontrollerte omgivelser. På grunn av de forutsigbare verdiene, kan man betrakte GIMP som et fargelaboratorium når slike instrumentelle mål skal undersøkes her. Derfor er det et nyttig verktøy både som en naturfaglig og en kunstfaglig læringsressurs.

Jeg har brukt teknologien som begrunnelse for at vi skal lære om fargefysikk, samtidig som det nettopp er den moderne teknologien som bidrar til kunnskapsutvikling i det samme feltet. Blant innovasjoner på utviklingsstadiet forskes det for eksempel på en usynlighetskappe. Den fungerer foreløpig ikke som en kappe man kan gjemme seg under, men det eksisterer altså teknologi i dag som gjør det mulig for lysbølger å unngå å bli reflektert fra en overflate. Lys, farger og syn er et felt med stort teknologisk potensiale, både i kommersielle produkter og i kunsten. Vil det ikke derfor være en fordel med en økt bevissthet rundt lys og farge, både i kunstutdanninger og i allmennkunnskapen generelt? Riktignok er kunnskap om Newtons fargespekter pensum i grunnskolen, men overførbarhetsverdien til teknologi og kunstfag kunne med fordel ha vært tydeligere.

Kilder

- Adcock, C., & Turrell, J. (1990). *James Turrell: the art of light and space*. Berkeley, Calif.: University of California Press.
- Bruchhausen, H., & Holzherr, B. (1998). Hvor kommer lyset i våre drømmer fra? I: Oslo internasjonale fargekonferanse & K. Blomstrøm (Red.). *Fargen mellom kunst og vitenskap* (s. 246-252). Oslo: Høgskolen i Oslo, Avdeling for estetiske fag.
- Bø, O. (1995). *FoU-metodikk*. Oslo: TANO.
- De Valois, R. L., & De Valois, K. K. (1997). Neural coding of color. In A. Byrne & D. R. Hilbert (Red.), *Readings on color* (s. 93-140). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Edwards, B. (2006). *Om färg: handbok och färglära*. Stockholm: Forum.
- Elvestad, J., Strømme, L. M., & Løvstad, Å. (2006). *Visuelle kunstfag 1*. Oslo: Gyldendal.
- Fejes, A., & Thornberg, R. (2009). *Handbok i kvalitativ analys*. Stockholm: Liber.
- Fjelland, R. (1995). *Vitenskapsteori: med spesiell vekt på naturvitenskapene* (3. utg.). Oslo: Universitetsforl.
- Gage, J. (1998). Militarisme innen kunsten? Wilhelm Ostwald og malerne. I: Oslo internasjonale fargekonferanse & K. Blomstrøm (Red.). *Fargen mellom kunst og vitenskap* (s. 14-23). Oslo: Høgskolen i Oslo, Avdeling for estetiske fag.
- Gage, J. (2006). *Colour in art*. London: Thames & Hudson.
- Galer, M., & Horvat, L. (2005). *Digital imaging* (3. utg.). Oxford: Focal Press.
- Gerritsen, F. (1975). *Theory and practice of color: a color theory based on laws of perception*. London: Studio Vista.
- Gilje, N., & Grimen, H. (1995). *Samfunnsvitenskapenes forutsetninger: innføring i samfunnsvitenskapenes vitenskapsfilosofi* (2. utg.). Oslo: Universitetsforl.
- GIMP. (2009). GNU Image Manipulation Program. Brukarhandboka: 2. Lagmodus. Tilgjengelig fra: <http://docs.gimp.org/no/gimp-concepts-layer-modes.html> (21.2.12)
- Goethe, J. W. v., & Holtsmark, T. (1994). *Goethes farvelære*. Oslo: Ad notam Gyldendal : I samarbeid med Institutt for farge, SHKS.
- Gray, C., & Malins, J. (2004). *Visualizing research: a guide to the research process in art and design*. Aldershot: Ashgate.
- Gregory, R. L. (1998). *Eye and brain: the psychology of seeing* (5. utg.). Oxford: Oxford University Press.
- Grimenes, A. A., Jerstad, P., & Sletbak, B. (2011). *Grunnleggende fysikk for universitet og høyskole*. Oslo: Cappelen Damm.
- Guba, E. G. (1990). *The Paradigm dialog*. Newbury Park, Calif.: Sage.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. I: N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (s. 105-117). Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Gundersen, D. (2009). *Fremmedord og synonymer blå ordbok* (6. utg.). Oslo: Kunnskapsforlaget.
- Haakonsen, P. (2010). CMY versus Itten. Tilgjengelig fra: <http://www.scribd.com/doc/32891218/CMY-vs-Itten> (22.11.11)

- Halvorsen, E. M. (2007). *Kunstfaglig og pedagogisk FoU: nærhet, distanse, dokumentasjon*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Harkness, N. (2006). The colour wheels of art, perception, science physiology. I: *Optics & Laser Technology*, 38(4), 219-229.
- Jacobsen, B. (2001). *Hvad er god forskning?: psykologiske og sociologiske perspektiver*. København: Hans Reitzel.
- Løvstad, Å., & Strømme, L. M. (2007). *Design og arkitektur 2*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Macknik, S. L., & Martinez-Conde, S. (2010). The Neuroscience of Yorick's Ghost and Other Afterimages. I: *Scientific American*(20), 12-15.
- Mattress Factory. (2012). James Turrell. Tilgjengelig fra: <http://www.mattress.org/index.cfm?event=ShowArtist&eid=45&id=216&c=Permanent> (22.3.2012)
- Nature. (1942). Teaching of colour in schools. *Nature*, 150(3806), 422-423.
- Nielsen, L. M. (2009). *Fagdidaktikk for kunst og håndverk: i går, i dag, i morgen*. Oslo: Universitetsforl.
- Nielsen, L. M. (2010). Kunst- og designfagenes plassering i videregående opplæring 1976-2006. *FORMakademisk*, 3(2), 97-110. Tilgjengelig fra: <http://www.formakademisk.org/index.php/formakademisk/issue/view/7/showToc> (26.3.2012)
- Popper, K. R.. (2007). *Kritisk tenkning: utvalgte essay*. Oslo: Pax.
- Shepard, R. N. (1997). The Perceptual Organization of Colors: An Adaptation to Regularities of the Terrestrial World? I: A. Byrne & D. R. Hilbert (Red.), *Neural coding of color* (s. 311-356). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Sherwood, J. (2005). Color Perception Is Not in the Eye of the Beholder: It's in the Brain. Tilgjengelig fra: <http://www.rochester.edu/news/show.php?id=2299> (9.12.2011)
- Smedal, G. (1996). *Farge overalt*. Vollen: Tell.
- Teigen, T. (1994). *Farger: en visuell innføring*. Oslo: Ad notam Gyldendal.
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplanverket for kunnskapsløftet*. Oslo.
- Utdanningsdirektoratet. (2011a). Læreplan i design og arkitektur - felles programfag i studieforbereende utdanningsprogram, programområde for formgjevingsfag. Tilgjengelig fra: <http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=0&gmi=23533&v=5&s=1>
- Utdanningsdirektoratet. (2011b). Læreplan i visuelle kunstfag - felles programfag i studieforbereende utdanningsprogram, programområde for formgjevingsfag. Tilgjengelig fra: <http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=0&gmi=23255&v=5&s=1>
- Valberg, A. (1998a). *Lys, syn, farge*. Trondheim: Tapir.
- Valberg, A. (1998b). Urfargenes gåte. Om fargepersepsjon og nevrofysiologi. I: Oslo internasjonale fargekonferanse & K. Blomstrøm (Red.), *Fargen mellom kunst og vitenskap* (pp. S. 128-146). Oslo: Høgskolen i Oslo, Avdeling for estetiske fag.
- Valberg, A., Bovkunenko, J., Halvorsen, H., Habostad, J. A., & Klippen, T. C. (2009). *Fargenes verden*. Trondheim: Tapir Akademisk forlag.
- Vistnes, A. I. (2011). *Svingninger og bølger* (Prøveutgave). Trondheim: Tapir Akademisk forlag.

Bildeliste

Figur 1 og 2 er kreditert Wikimedia Commons. Figur 16-25 er egne skjermbilder fra GIMP. Resten av bildematerialet er fotografert eller illustrert og bearbeidet av Peter Haakonsen.

Forside: To lag i tilleggsmodus. Lagene fremstår ublandet ytterst til venstre; resultatfargen dominerer resten av flaten. Følgende effekt har blitt lagt til: Filter – Utydeliggjør – Bevegelsesmykning.

Figur 1: Elektromagnetisk spektrum. Rettigheter: Wikimedia Commons. Hentet fra:

| | |
|---|----|
| http://no.wikipedia.org/wiki/File:Spectre.svg (22.2.12)..... | 28 |
| Figur 2: Lysbølger angitt i nanometer. Etter Vistnes, 2011: 248. | 29 |
| Figur 3: R+G+B = CMY og hvitt | 31 |
| Figur 4: CIE-fargehesteskoen. Høyre: Fargeomfang i en trekant. Rettigheter: Wikimedia Commons. Hentet fra: http://en.wikipedia.org/wiki/File:CIExy1931.png (2.2.12)..... | 32 |
| Figur 5: Etterbilde med simultankontrast..... | 34 |
| Figur 6: Fargesirkel med rene kulører ytterst, plassert i forhold til hvitt, grått og sort. | 35 |
| Figur 7: H30, S100, V100; RGB 255,126,0..... | 35 |
| Figur 8: Kurveverktøy. Verdier: RGB | 43 |
| Figur 9: Fjerne blått for å få gult | 44 |
| Figur 10: Fjerne rødt fra gult for å få grønt..... | 45 |
| Figur 11: Trekke grønt mot sort | 46 |
| Figur 12: Takvindu, fotografi | 48 |
| Figur 13: Økt kontrast..... | 48 |
| Figur 14: Fargeeksperimentering..... | 49 |
| Figur 15: Grafisk filter | 49 |
| Figur 16: Rød..... | 52 |
| Figur 17: Grønn | 52 |
| Figur 18: Blå..... | 52 |
| Figur 19: Cyan..... | 53 |
| Figur 20. Magenta..... | 53 |
| Figur 21. Gul | 54 |
| Figur 22. Hvit | 54 |
| Figur 23: Sort..... | 54 |
| Figur 24. Grå | 55 |
| Figur 25: HUE-skala. Skjermbilde fra GIMP..... | 55 |
| Figur 26: Etterbildetest av grønt og magenta | 56 |
| Figur 27. Etterbildetest av gult og blått..... | 57 |
| Figur 28: CIE-diagram og blandingen av to farger..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Figur 29: Lagmodus velges | 61 |
| Figur 30: Lagmodus "tillegg" gjør at fargene blander seg additivt | 61 |
| Figur 31: Tilleggsmodus. Venstre: R+G+B. Høyre: Fri eksperimentering | 64 |
| Figur 32: Lagmodus "multipliser" tillater subtraktiv blanding av C+M+Y..... | 65 |
| Figur 33: Additiv blanding av CMY i tilleggsmodus | 65 |
| Figur 34: Logisk utredning..... | 66 |
| Figur 35: Nesten-sekundærfarger gir nesten-hvitt..... | 67 |
| Figur 36: Regnbue | 68 |
| Figur 37: Additiv blanding av to regnbuer, rettvendt pluss opp ned (Tilleggsmodus)..... | 69 |
| Figur 38: Additiv blanding av to regnbuer i skjermmodus | 70 |
| Figur 39: Testing av skjermmodus | 70 |
| Figur 40: Forskyvning av lag | 71 |
| Figur 41: Original | 72 |
| Figur 42: Tilleggsmodus | 72 |
| Figur 43: Skjermmodus..... | 72 |
| Figur 44: Frie penselstrøk | 73 |
| Figur 45: Additiv blanding av motivdetalj (skilt)..... | 74 |
| Figur 46: Overlappet lag i skjermmodus..... | 74 |
| Figur 47: Sort dekkende flate mellom bakgrunn og løse motivelementer | 75 |
| Figur 48: Invertert og multiplisert | 76 |
| Figur 49: Lysere bakgrunn. Skjulte motivelementer. | 77 |
| Figur 50: Invertert..... | 78 |
| Figur 51: Invertert forgrunn (minus to skilt) | 78 |
| Figur 52: Delvis overlapping (Opp ned på rettvendt) I skjermmodus. | 80 |
| Figur 53: To rettvendte lag overlappes i tilleggsmodus..... | 80 |
| Figur 54: Invertert bakgrunn. Delvis overlapping i tilleggsmodus..... | 81 |
| Figur 55: Overlapping i skjermmodus. Mørknet grønnparti i hvert lag..... | 82 |
| Figur 56: Perspektiv. Tilleggsmodus. | 82 |
| Figur 57: Mer perspektiv. Skjermmodus. | 83 |
| Figur 58: Montasje..... | 83 |
| Figur 59: Perspektiv fra begge sider, overlappet i skjermmodus | 84 |
| Figur 60: Tre lag. To rettvendte, ett opp ned. Både skjerm og tilleggsmodus. | 84 |
| Figur 61: Fire lag i skjermmodus..... | 85 |
| Figur 62: Fire lag i tilleggsmodus..... | 86 |
| Figur 63: Tverrsnitt av overlappingen i figur 61 og 62 | 86 |