



Af Per
Nellemann Bang

Komplementærfarver og opponentfarver i historisk lys

Vi forstår i reglen komplementærfarver som farver, der forstærker hinanden og giver størst kontrast, og taler da også om modfarver og opponentfarver. Arbejder man med en farvecirkel, er komplementærfarven helt enkelt to modstående farver.

Blandes de to komplementærfarver, vil farveparret under ideale forhold få en neutral akromatisk gråskalafarve, sort eller hvid ved henholdsvis blanding af pigmentfarve eller blanding af lysfarver. Komplementærfarverne har deres navn fra denne 'fuldstændiggørelse'.

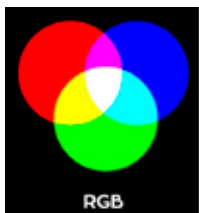
De farver, man opfatter som komplementærfarver, er helt afhængig af, hvilken baggrund man har for at



Den franske kemiker Chevreul og direktør for de parisiske gobelinfabrikker var gennem sit arbejde optaget af 'sumultan-kontrasten, at en farve påvirkes af sine omgivelser, de umiddelbart nære, men også lidt fjernere. I hans farvecirkel er der gjort meget ud af de komplementære farver.

an på hvilken farveteori og dermed hvilke primærfarver, man benytter. Er der tale om en additiv fysiologisk teori eller en subtraktiv pigmentfarveteori.

Historisk kan det nævnes, at dominikanermunken St. Thomas Aquinas så, at det gule guld så mere slående ud på en blå baggrund end en hvid og renæssancearkitekten Leon Alberti så en større harmoni mellem visse farver, conjugatio eller amicizia på italiensk for eksempel rød/grøn eller rød/blå. Leonardo da Vinci fandt den fineste harmoni mellem farver, der var helt modsatte, det kaldte han retto contrario.



Additiv farveblanding, Rød, Grøn og Blå.

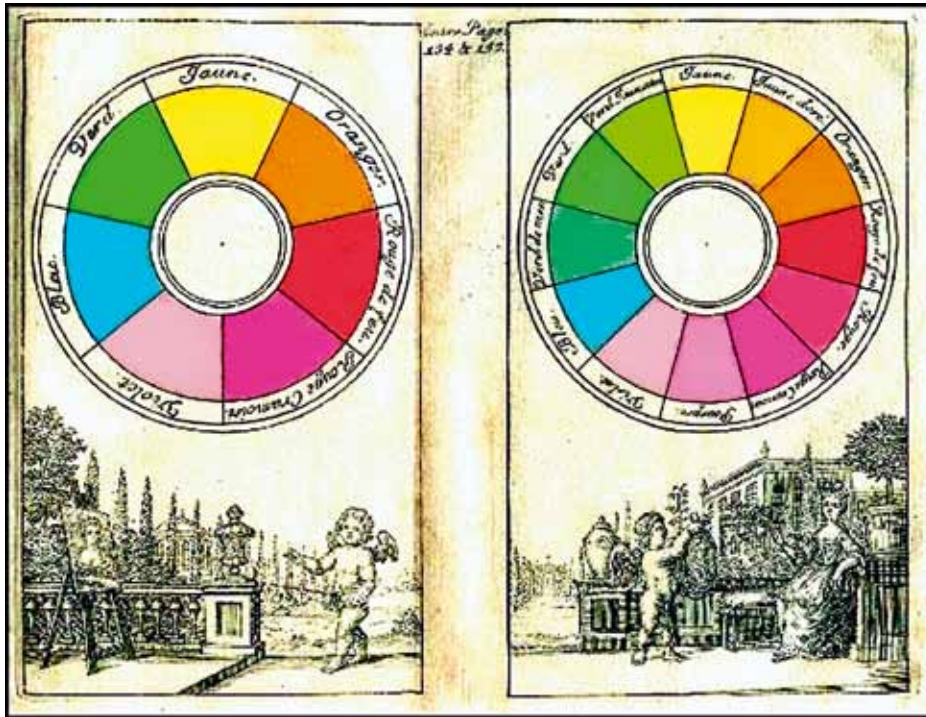


Subtraktiv farveblanding, Cyan, Magenta, Yellow (Gul).

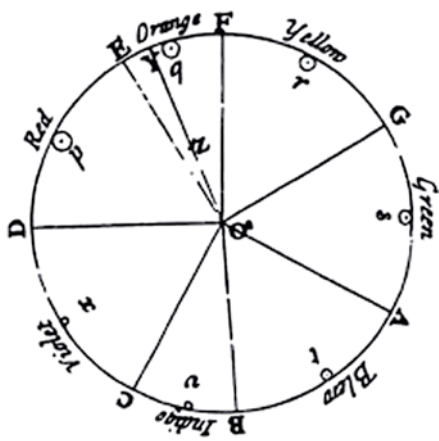
beskæftige sig med farver. Er man akvarelmaler, fysiolog eller måske keramikker. Der findes imidlertid ingen fælles definition på komplementærfarver, definitionen kommer helt

Det begyndte med Newton

En mere rationel forklaring fandt Isaac Newton udtrykt i sin farvecirkel 1672, sammenfattet i 1704 og set i sammenhæng med andre farve- og



Et fransk farvehjul med syv newtonske farver tilskrives Boutet og er fra 1708. Billedet illustrerer smukt tiden, men meningen er ikke krystalklar.



Newton's farvecirkel. Newton havde de prismatiske farver i cirkelperiferien. Han angav syv. Centrum var hvid, fremkommet som addition mellem modstående farver.

lys-fænomenet i 'Optics' (med undertitlen 'Or Treatise on the Relections, Refractions, & Colours of Light'). Newton observerede, at visse farver i cirkelns periferi var hinandens modsætning og gav størst kontrast

og nævner rød-blå, gul-violet, grøn-purpur tæt ved skarlagen. Når disse modfarver blev blandet, fik man hvidt lys, og Newton gav derfor cirklen tyngdepunktet hvidt i centrum, men han så ikke straks klart betydningen af sit arbejde, og det lykkedes heller ikke Newton at finde frem til de tre spektralfarver, som tilsammen gav hvidt.

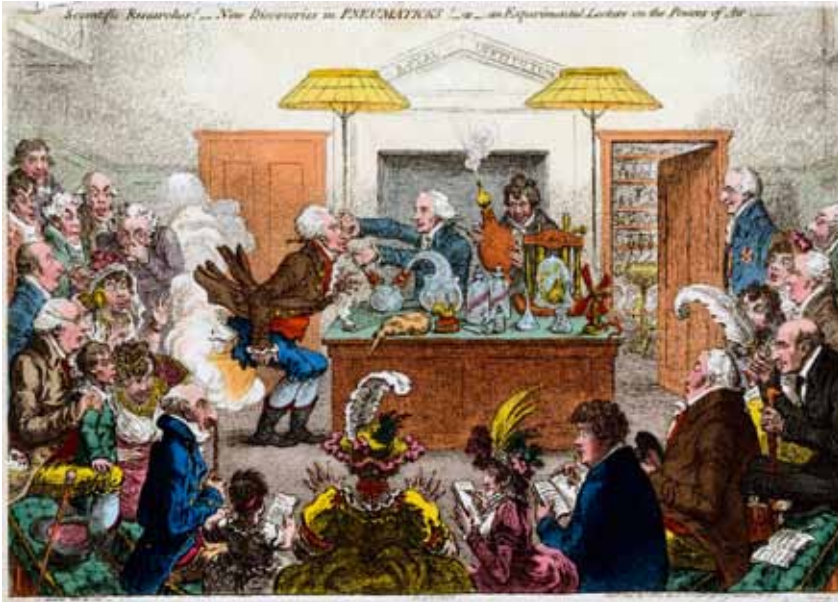
Newton lagde megen vægt på, at antallet af spektralfarver i farvecirklen skulle være 'syv', fordi tallet var 'helligt' jævnfør kirkens og jødernes 7-armede lysestage, og fordi der måske lå en analogi til musikken.

Selve termen komplementær (complementary) stammer nok fra den amerikansk-engelske fysiker Benjamin Thompson, adlet Count Rumford (1753-1814). Han eksperimenterede med varme, luftarter og også med stearinlys (Candela) ved

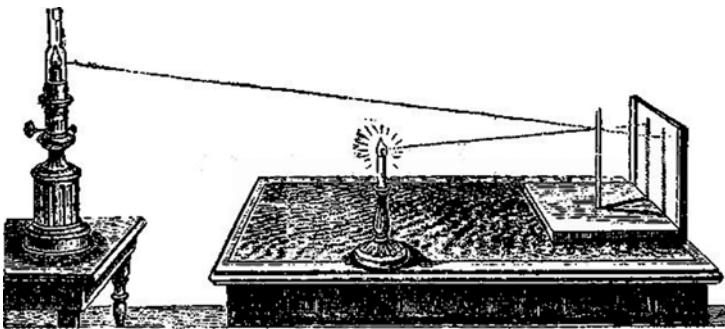
lysmåling. Farvede skygger havde også hans interesse. Han opdagede, at farvet lys og skyggen, som kastes af lyset, havde fine kontrastfarver. Han skrev i 1793 (I Conjectures



Benjamin Thompson alias Count Rumford.



New discoveries in Pneumatics. Satirisk tegning af en forelæsning i Royal Society. Emnet var gasser. Det var på mode i tiden at sniffe for eksempel lattergas for at løfte stemningen. Humphry Davy, som opfandt lattergas, nummer to fra højre, er forelæseren med balloner, og Benjamin Rumford, alias Count Rumford, står med siden til højre. til venstre er det de svovlholdige gasser, der præsenteres. Det er Dr. Garrett, der holder næsen.

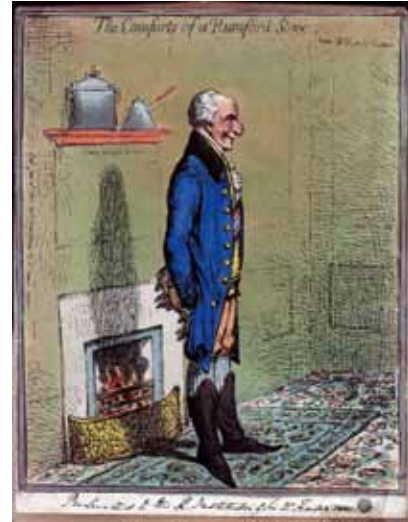


Rumford eksperimenterede med lysets skygger og anvendte også disse i et fotometer.

respecting the Principle of the Harmony of Colors), "To every colour, without exception, whatever may be its hue, or shade, or however it may be compounded, where is another in perfect harmony to it, which is its complement, and may be said its companion." Han så også det praktiske i opdagelsen, "The advan-

tages that painters might derive a knowledge of these principles of the harmony of colours are too obvious to require illustration.

Rumford gjorde mange andre vigtige opdagelser og opfindelser bl.a., trykkogeren, bagepulver, en næringsrig, billig suppe for fattige, Rumfords Soup, som er en slags gule



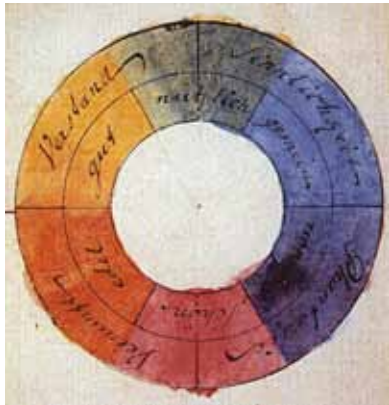
Count Rumford får varmen ved sin pejs.

ærter (ærtsoppa). Men opdagelserne blev næsten ikke omtalt i samtiden. Var det mon fordi Rumford var uelskværdig, selvhævdende og arrogant? Men ikke mere end at H.C. Ørsted mødte ham i München, hvor han da var blevet Reichgraf Rumford og havde anlagt parken Englischer Garten.

Den romantiske periode

I begyndelsen af det nittende århundrede ved udspringet af den europæiske romantik eller i den såkaldte idealisme-periode, begyndte mange naturfilosoffer og fysikere at studere naturen, lyset og farverne og deres indbyrdes påvirkning. De var tilskyndet af filosoferne Fichte, Schelling og mange andre.

En af de mest kendte var digteren og naturfilosoffen Goethe, som arbejdede i Weimar med sin farvelære 'zur Farbelehre', som også omhandler komplementærfarver i efterbilleder og farvede skygger. Goethe udarbejdede også sine helt egne farvecirkler. I den ene var der til en farve knyttet en sindsstemning, melankoli, kole-risk etc. I en anden var der 12 farver



Goethes farvecirkel var baseret på egenskaber, forstandig, god, nyttig etc.



Goethe og Schillers farvecirkel baseret på sindsstemninger, melankolsk, kolerisk etc.

i cirklen baseret på 3 primærfarver rød, gul og blå og 3 sekundærfarver samt de seks resterende tertiærfarver.

Goethe mente, som Aristoteles 2000 år tidligere, at alle farver var blandinger af sort og hvidt.

Goethe opfattede farveparret gul og blå som de farver, der havde størst opposition til hinanden, og som repræsenterede lys og mørke. Ud af modsætningen mellem gul blå kunne der opstå en ny tredje farve: Rød ved farvens stigning, på tysk, brugte Goethe udtrykket 'steigerung'. Denne røde farve kunne opnås ved,

at himmelset passerer atmosfærens 'trübe'-lag en slags tåge som luftforeningen 'smog'.

Da rød var således var en mere udviklet og fin farve, var det kun naturligt, at Goethe anbragte rød øverst i farvecirklen. Men Goethes røde var mere blålig og vel nok mest skarlagten.

Det blev først og fremmest den holstensk-norske mineralog Heinrich



Heinrich Steffens. Litografi.

Steffens, som gennem sine filosofiske foredrag: Indledning til filosofiske Forelæsninger på Elers Kollegium fungerede som fødselshjælper i den europæiske romantik. Det, som siden i Danmark er kaldt 'Guldalderen' på grund af opblomstringen af digterkunst, naturvidenskab og ikke mindst malerkunst. Tilhørerne var tidens (1802) kulturpersonligheder, bl.a. brødrene A.S. og H.C. Ørsted, hvor sidstnævnte allerede var blevet grebet af den tyske romantik under sin rejse i 1800-01. Der var også Oehlenschläger, Steffens fætter N.F.S. Grundtvig, som da kun var 19



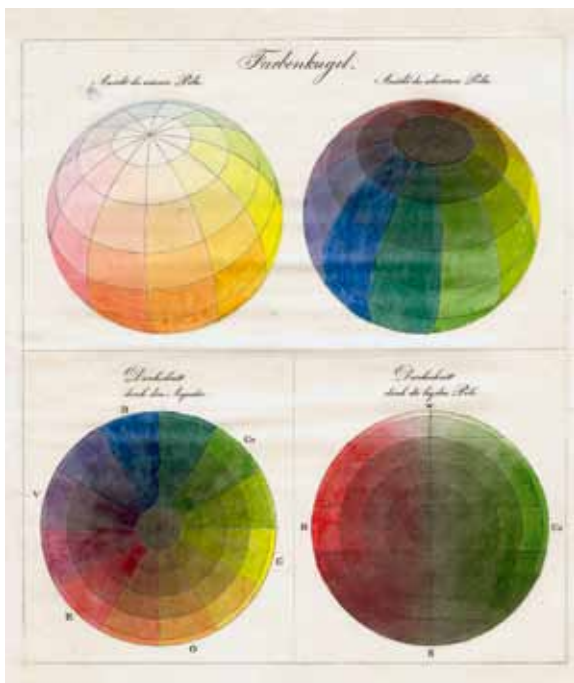
Oehlenschläger læser "Guldhornene" højt for Heinrich Steffens. Originaltegning af Carl Thomsen.

år og ikke forstod det hele. Steffens var blevet påvirket af romantikken ligeledes under en studierejse i Nordtyskland, hvor han stiftede bekendtskab med de førende: Schelling, Fichte, Schiller og Goethe og ikke mindst filosofen G.W.F. Hegel, som også havde inspireret Søren Kierkegaard og selvfølgelig også Goethe.

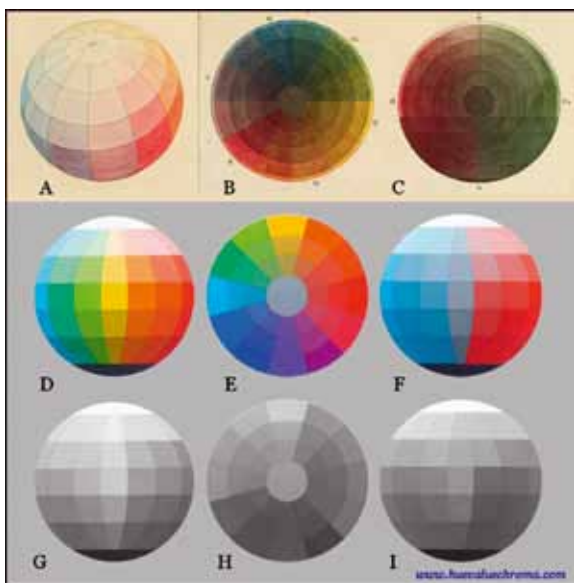
Hegels begrebsverden kunne være svært tilgængelig, fordi Hegels sprog var ovenud kringlet. Men kort: Ethvert begreb indeholder ifølge Hegel også sin modpol. Tesen indeholder også antitesen, og de kan sammen forenes i syntesen. Vi er dermed tilbage til Goethes farvestigning fra gul/blå til rød og farvestigningen er hermed filosofisk på plads – 'alles klar'.

Den holstenske maler Philip Otto Runge fra Altona nær Hamborg var den første maler, der lavede en tre-dimensionel fremstilling af farvecirklen, en farvekugle, hvor også lyshed og beskygning indgår.

Heinrich Steffens skriver forordet til Runges bog om farvekuglen. Über



Runges farvekugle fra 1810.



Runges farvekugle øverst. Ittens farvekugle i midten og nederst i gråskala. Efter David Briggs 2015.

die Bedeutung der Farben in der Natur. Helt i den romantiske stil og man tænker måske på H.C. Ørsteds 'Der Geist in der Natur', Ånden i naturen.

Det er velkendt, at Goethe og

Runge havde en del brevvæksling om farveteori og farvernes natur, og at de ikke altid var enige.

Runge blev i øvrigt delvist uddannet hos Abildgaard og Jens Juel i København. Eckersberg var hans samtidige, og det var

vist Runges fortjeneste, at Eckersberg fik smag for det dengang maleriske fiskermiljø i Hornbæk, så den lille idylliske Hornbæk Kirke fik en fin altertavle af Eckersberg. Også på det personlige plan kører kredsen sammen. Steffens skriver et forord til Runges bog om farvekuglen. 'Über die Bedeutung der Farben in der Natur.' Steffens's far var militær barberkirurg fra Rendsborg og forflyttedes til Stavanger, hvor Heinrich blev født. Det bør også nævnes, at moderens søster var gift med N.F.S. Grundtvig.

Goethes farvelære blev hurtigt populær, fordi den anskuede farverne fænomenologisk uden Newtons besværlige fysiske overbygning. I England kastede Turner sig over Goethes lys, der møder mørket.

Goethes arvtagere

I den tysktalende verden videreførte Rudolf Steiner og i nogen grad Wassily Kandinsky Goethes ideer i den antroposofiske sfære, hvor især Bauhaus malerlæreren Adolf Hölzel og hans elev Johannes Itten tog sig af den mere teoretisk-praktiske del. Imidlertid blev Ittens bog fra 1961 præget af udpræget traditionel farveteori (David Briggs, 2015), og alt for meget var udeladt som Hölzel havde erhvervet fra det nittende og tyvende århundredes videnskab, ikke mindst i den psykologiske/fysiologiske farveopfattelse. Der er f.eks. ikke noget om farvekontans og ændringer i dagslyset, men mere alvorligt er den inkonsistens, der følger med farvedefinitionen af primærfarverne. Itten bruger de fire kulørte psykologiske Hering-farver uden ellers at omtale dem, men kører videre med de tre traditionelle. Men Ittens indflydelse er stadig stor, da hans farvelære åbenbart tiltrækker kunstnere, der arbejder retlinet og trekantet.

Ittens tredimensionelle model ender derfor med at blive en simplere udgave end Runges fra 1810, fordi Itten heller ikke tog nok hensyn til



*IttensFarvecirkel.jpg
Ittens farvehjul er geometrisk sammensat af tre primærfarver og tre sekundærfarver samt seks tertiærfarver. Systemet udstråler stringens, som dog ikke er helt i overensstemmelse med de praktiske og nyere videnskabelige farvemodeler.*

farvens lyshed, dens 'value'. Det ses mest tydeligt i Ittens farvekugle, som i gråskala bliver skæv. Itten ignorerede både Ostwald Farvesystemet, som blev brugt hos Bauhaus og Munsell Farvesystemet, som også blev anvendt på den tid i stort omfang i kunst, videnskab og industri.

Itten havde heller ikke sørget for, som kemikeren Ostwald, at grundfarverne var helt reproducerbare og rene.

I et additivt system er det lige ud ad landevejen at mikse to komplementærfarver, fordi en ret linie forbinder de to farvers kromaticiteter i et diagram på en forudsigelig måde.

En lignende lineær konstruktion for blandinger af pigmentfarve eksisterer ikke. Det skyldes, at overfladekulører i renhedsserier ikke afbildes som en ret linie i et kromaticitetsdiagram, og de enkelte forskellige komponenter har hver deres krumme linie afhængigt af pigmentets fysiske karakteristika. Det er derfor nødvendigt at gøre som Ostwald, når man nu ikke kan få, og næppe får foreløbig, helt ideale pigmenter med

skarp adskillelse mellem pigmentets absorptionstoppe, som i fysikerens skarpkantede interferensfiltre.

Moderne Farveteori

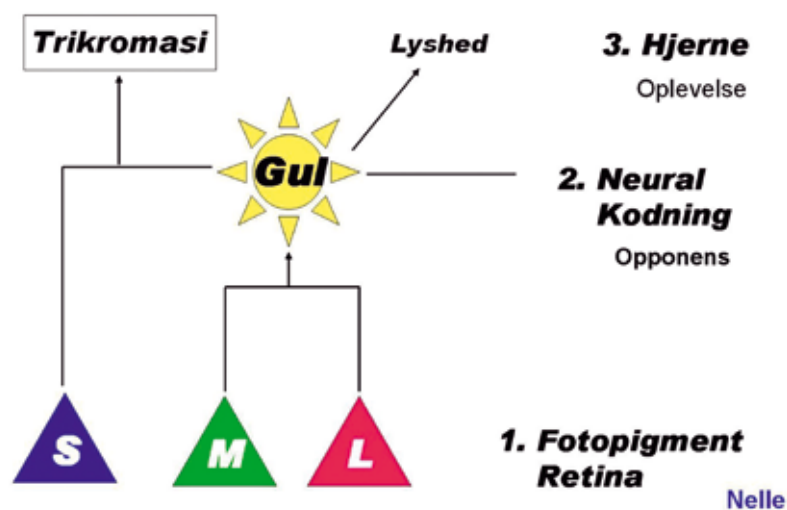
En moderne farveteori indledes med Hermann von Helmholtz's demonstration af forskellen på den additive fysiologiske og subtraktive pigmentfarveblanding, som med Thomas Youngs, James Clark Maxwells og andres medvirken fører til den trikromatiske farveteori. RGBteorien for de tre receptorer 'rød', 'grøn' og 'blå'.

Imidlertid får farven gul ikke nok plads i teorien, så næste vigtige skridt bliver Herings Opponentfarveteori, som finder sit nyere udtryk i det svenske NCS, Natural Colour System, der er baseret på opponentakserne blå-gul og rød-grøn.

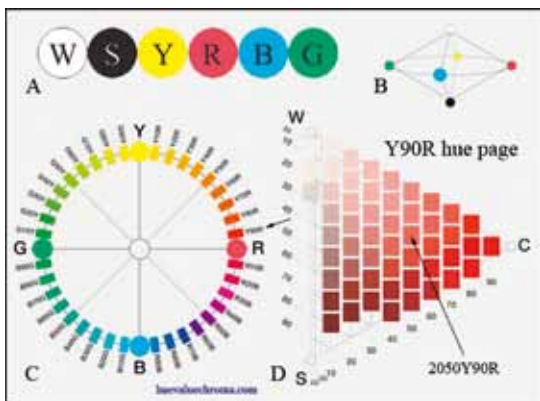
Med halvtone trykteknikken, som hviler på en blanding af subtraktiv og additiv farveblanding bliver det klart, at man må opfatte den

subtraktive farveblanding som et specialtilfælde af den additive farveblanding.

Trykkeriernes og de elektroniske mediers stigende behov for nøjagtige farveangivelser og farvestyring bevirker, at Cyan, Magenta, Yellow, Black forkortet (CMYK) bliver de etablerede navne for grundfarverne i et system af pigmentfarve i stedet for de traditionelle Blå, Rød og Gul, som jo for længst burde være udskiftet overalt i undervisningen i farvelære. I pædagogiske vejledninger for lærere (FarveLab) kører man stadig slavisk efter Ittens system med 'objektive' kriterier og algebragiske regler for farveharmonier. Maleren Josef Albers var Ittens kollega, men fulgte en langt mere skeptisk og eksperimenterende linje i sin undervisning. Se illustrationerne fra Ashanti-stammen i Ghana, hvor anderledes og dog smukke afvigelser fra Ittens stive regler kan være. Farveharmonier og brugen af farve må naturligvis



Zoneteorien er en vellykket sammenfletning af Young-Helmoltz-Maxell-Trikromat-teorien og Herings Opponentfarveteori. Trikromatteorien gælder på retinalt niveau, og efter nervesystemets behandling af lysimpulserne er Opponentfarveteorien gældende.



Natural Colour System er baseret på Herings farvetæori og opfylder de fleste krav til et farvesystem, men NCS-virksomheden har ikke selv sat farveprøverne i relation til det moderne CIE-Lab.

være kulturelt bestemt udover det generelle med blå kølige farver og de varme gule-røde farver.

Ostwalds system var vældig velegnet til kunstnerisk brug, da alle pigmentfarvers fulde farve, sort og hvid kan angives ved simpel aritmetisk kombination af alle tre komponenter, så summen af alle omponenterne bliver 1,0. ved den enkle formel:

$$W+B+C = 1, \text{ hvor } W \text{ er den frak-}$$



Ashanti-stammen i Ghana har tradition for vævning og design, som ikke altid er sædvanlig europæisk.



I Ghana er der tradition for vævning. Her er et par af de lokale 'spidser' ikklædt lokalt 'Kente'-vævet stof.



Ashanti-kurv.

tion af hvidt, der skal anvendes og B og C den Sorte og Farvede fraktion.

Det betyder, at Ostwald isovalente farver (med samme lyshed) er dem, som har lige stort hvidt og sort indhold og derved får samme designation for alle kulører. En anden fordel for kunstneren er, at en modifikation

af en kulør simpelthen gøres ved at blande kuløren med hvidt for at få en lysere nuance eller med sort for at få en beskygning. Det gør opgaven nemmere med at skabe en visuel effekt frem for at indpasse farven i et perfekt geometrisk arrangement.

Grunden til at det kunne lade sig gøre at blande med hvidt og sort var, at Ostwald som kemiker havde sørget for, at hans hvide og sorte havde en jævn spektralfordeling det vil sige uden urenheder. Hvis man ellers blander forskellige pigmentfarver, får man ofte en mørk brun eller en mørk grå farve, næsten aldrig en ren sort.

Den farve pædagogiske misforståelse af Newton

I de pædagogiske vejledninger i farveforståelse er der ofte et lille afsnit om forskellen på Newtons og Goethes såkaldte farvetæorier (f.eks. den danske Farve Lab 3). Såkaldte, fordi der ikke er tale om teorier. Newtons Optics, var en afhandling om forståelsen af lysets natur ved eksperimenter med refleksion, brydning og med farve. Goethes Farbenlehre er ikke en teori, da Farbenlehre f.eks. ikke kan forudsige nye farveopdagelser, som også Wiener/Cambridge filosofen Wittgenstein har sagt.

Man skriver også tit og totalt misforstået, at Newton opdagede lysets farver, da lyset blev brudt af et prisme. Misforståelsen må ganske enkelt skyldes ukendskab til originalteksterne.

Så vi tager igen, hvad Newton sagde fra kilden.

Newton skrev det ofte citerede (Optics book one part II, Definition), og hvor hans banebrydende indsigt viser sig: '... For the rays to speak properly are not coloured. In them is nothing but a certain Power or Disposition to stir up this or that sensation of this or that Colour.'

Newton skrev jo tværtimod, at

det er sansesystemet, altså øjne og hjerne, der ved lysstrålernes påvirkning danner farverne, da lysstrålerne ikke i sig selv er farvede. Det blev så begrundet ved diverse iagttagelser af synsnerve og synsbanen, og Newton forstod således til fulde farvernes private subjektive natur.

En af grundene til forskellen mellem Newtons og Goethes opfattelser ligger i, at Newton gik ud fra lysfarver, hvor Goethe havde pigmentfarver som udgangspunkt (se Bang og Briggs).

De aktuelle farvemodeller er American Optical's, OSA's uniform colorspace. Det er et cubo-octohædralt netværk, som har fascinerende muligheder for forskeren, kunstneren og designeren til at afprøve mange variationer i farveharmonier, når plane skiver udtages af farvenetværket. Når farveprøverne er fordelt på en ensartet måde, kan man opnå mange tiltalende kombinationer.

Munsells farverum er indbygget i OSA-rummet og lysheden af en farveprøve er enkelt forbundet mellem de to rum.

Mere brugt er nok CIE LUV for additive medier og CIE Lab for de subtraktive medier.

Her er lyshedsskalanen 'L' den samme, men kulørakserne defineret forskelligt, dog er begge baseret på



Optical Society of Americas Uniform Colorspace har form som octa hedron.

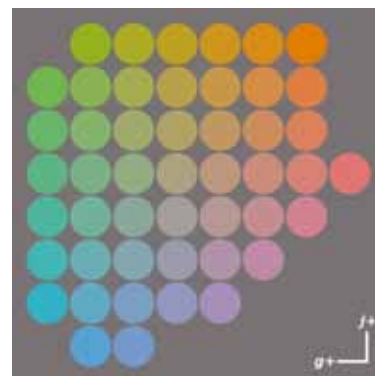
opponentakserne 'nær rød-cyan-' og 'gul-blå'.

I de fleste billedbehandlingsprogrammer til PC'en f.eks, Photo-shop kan farven specificeres i CIE Lab og i givet fald ændres til brug personligt eller til et trykkeri.

Fremtiden

Runge var som Ostwald og i dag bl.a. David Briggs i Sidney optaget af at finde farvepigmenternes kemisk-fysiske egenskaber og derved på praktisk eksperimentel måde at få farvepigmenterne indpasset i en præcis sammenhæng i den aktuelle farveorden. Som de gamle håndværkere sagde på værfterne: "Heldet forfølger den dygtige håndværker".

Til slut kan vi vende tilbage til det historiske ved at bringe Philipp Runges forord til Bogen om sin Far-



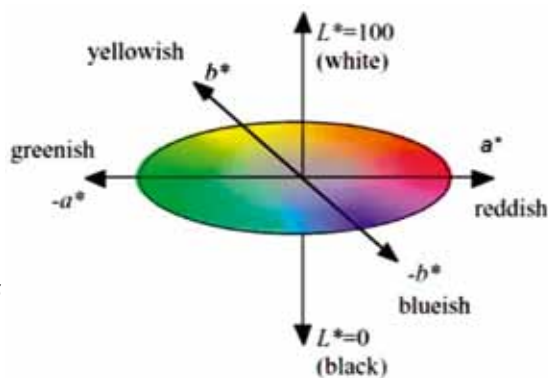
Et plan udtaget fra Osas Uniform Colorspace, som har ens luminans, er equiluminant.

vekugle fra 1810 i min oversættelse fra tysk.

"Det synes naturligt, endda nødvendigt, at undersøge og sammenligne de sædvanlige resultater med at blande farvende materialer med lysteorier for farvernes oprindelse, og at udlede fra teoremer eller hypoteser, en teori, eller videnskabelig instruktion, for malere. Frugtbare regler kan snart udvikles af sådan instruktion. Men det er velkendt, at sådanne videnskabelige skemaer har overladt kunstneren hjælpeløs, fordi de eksisterende relationer mellem farvede materialer producerer resultater, som ikke kan forklares alene ud fra refraction af lysstrålen.

Det er klart, at i tillæg til korrekt vurdering af formerne på den menneskelige krop og deres metriske forhold behøver en maler også indsigt i perspektiv, som, afhængig af deres fremtræden, bestemmer størrelsen og stedet for objekterne. Intet mindre behøves kendskabet til retningen af lystråler, ligesom deres refraction og refleksion, således at objekterne kan præsenteres på en måde, så de fremtræder som fast legeme, som har en rumlig relation.

På samme måde er det klart, at



CIE Lab farverummet fra 1975 er baseret på lyshedsaksen lodret og to tværgående b* blå-gul- og rød-grønaksen a*.

alle objekter også har farver, og farverne i nogle kombinationer giver et behageligt indtryk, i andre et ubehageligt; til slut, at farve, ved blanding, danner nye, eller neutraliserer sig selv.

Videnskaben om tegning i hvilken kendskab til form, proportion, perspektivbetingelser og belysningen af objekterne er kombineret, er i sin essens baseret på opdagelsen af lovene, efter hvilke objekter bliver synlige for øjet, snarere end sansningen af de faste legemer eller deres former alene. Når vi retter opmærksomheden mod farverne, vil vi gerne forsøge på tilsvarende måde at undersøge

relationerne af givne farver mellem sig selv, i deres rene tilstand såvel som ifølge den lov, som synes at føre til resultatet af deres blandinger.

Formålet er at blive i stand til at bestemme med sikkerhed de indtryk, som deres kombinationer danner i os, og de ændrede fremtrædelsesformer, som resulterer af deres kombinationer, så vi kan reproducere dem hver gang med vore materialer.

Opdaget viden af den art kan ses fuldstændig anderledes end den videnskab, der beskriver hvordan farver dannes af lys. Vi vil gerne se og forstå farve som et givet, endda uafhængigt fænomen, som står i visse

relationer til lys og mørke, til hvidt og sort. Skulle vi på denne praktiske sti, fra et fuldstændigt modsat syn, i slutningen have de samme resultater som de, som underviser i lysteori (Newton), det ville kun være det mere tilfredsstillende”

Runge var altså en praktisk arbejdende kunstner, hvis drøm var at forene malerkunsten og lysvidenskaben.

Den drøm kan man stadig have.

Referencer:
www.ofthalmolog.com

FLERE MULIGHEDER TIL DINE PATIENTER MED GLAUKOM



LUMIGAN (BIMATOPROST)
til patienter med
god respons
på monoterapi^{1,2}

Lumigan uden
konserveringsmiddel

Preservative Free Single Dose
LUMIGAN
Bimatoprost 0.3 mg/ml, eye drops, solution,
in single-dose container

Lumigan med
konserveringsmiddel

LUMIGAN 0.1
Bimatoprost opløst i opløsning 0.1 mg/ml



GANFORT (BIMATOPROST+TIMOLOL)
til patienter med
utilstrækkelig respons
på monoterapi³

Ganfort uden
konserveringsmiddel

Preservative Free Single Dose
Ganfort
0.3 mg/ml + 5 mg/ml bimatoprost/timolol
eye drops, solution, in Single-Dose container

Ganfort med
konserveringsmiddel

GANfort
Bimatoprost/timolol opløst i opløsning 0.02%/0.5%

Referencer:

1. LUMIGAN® 0.3 mg/ml Summary of Product Characteristics 2016
2. LUMIGAN® 0.1 mg/ml Summary of Product Characteristics 2016
3. GANFORT® 0.3 mg/ml Summary of Product Characteristics 2013