

RÖTT BEKÄNNER

Av PEHR SÄLLSTRÖM

Teckningar: Hans Nilsson

Om jag betraktar en stol och samtidigt går närmare, längre ifrån eller runt omkring den, så deformeras den inte inför mina ögon utan bibehåller storlek och form, trots att det optiska mönster som mina ögon uppfångar drastiskt förvandlas när jag rör mig. Detta är den s k storleks- och formkonstansen.

En likartad konstans gäller för ytfärger. Några färgprover som ligger framför mig på skrivbordet ser likadana ut vare sig jag tittar på dem på avstånd eller på nära håll och det spelar ingen roll om jag betraktar dem i skrivbordslampans sken eller i dagsljuset framme vid fönstret.

Dagsljus – elljus

Man kunde invända att det är jämförelsevis små skillnader i hur synsinnet blir retat, dvs i *stimulus*, när belysningen ändras från elljus till dagsljus. Så är emellertid inte fallet. Ordnar jag det så att de två belysningarna är skarpt avgränsade mot varandra och låter gränsen falla över ett och samma färgprov, är det överraskande att se hur stor skillnaden blir i färg mellan de två hälfterna. På ett vitt prov blir dagsljussidan tydligt blå och elljussidan gul.

De variationer i belysningen som normalt förekommer – alltefter tidpunkt på dygnet, plats och väderlek – är i och för sig tillräckliga för att föremålen skulle uppvisa skiftande färger, men det gör de vanligtvis inte. Att

Föremålen i vår omgivning kan vara belysta eller skuggade. De kan vara belysta av dagsljus eller elljus. Trots dessa växlande förhållanden uppfattar vi föremålens färger som tämligen oförändrade. Synsinnet gör en helhetsanalys av intrycken från omvärlden, vilket betyder exempelvis att hela bilen i teckningen härbredvid har en och samma färg även om den delvis står i skuggan.

klargöra hur ytfärgskonstans möjliggörs är en uppgift som seendeforskare länge känt som en utmaning.

Mondrian-experiment

I praktiska livet ser man färgen på en yta tillsammans med ett stort antal olikfärgade fält av varierande storlek och form. Dessutom befinner sig föremålen på olika platser i rummet och belysningen på dem är sällan jämn, ytorna är mer eller mindre skuggade. Även kvalitativt kan belysningen variera från plats till plats inom synfältet, bl a till följd av återsken från färgade väggytor. Det optiska mönster våra ögon uppfångar är sannoligen komplext.

En forskare, som genom en rad omdebatterade experiment velat rikta uppmärksamheten på att vårt synsinne kan prestera mer under praktiska livets komplicerade förhållanden än vad det gör i förenklade laboratoriesituationer, är amerikanen Edwin Land. Ett av hans experiment består i att man under olika belysningsförhållanden betraktar en plan bild be-

stående av ett antal rektangulära eller kvadratiska fält i olika storlekar och färger, en s k *mondrian*. (Det förtäljs att Land fick idén till denna typ av experiment när han betraktade en tavla av den holländske målaren Piet Mondrian, en av den konkreta konstens föregångsmän.)

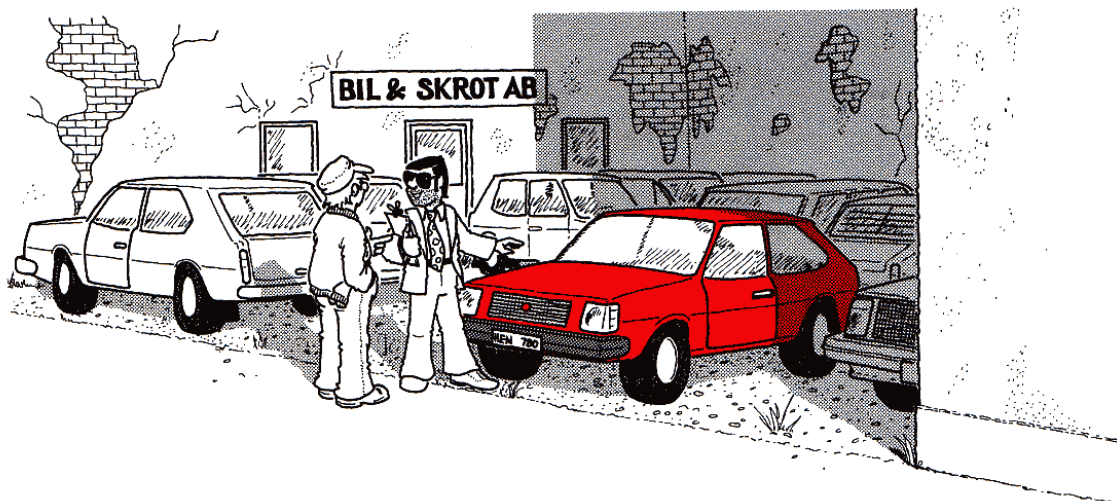
En sådan bild har en viss komplexitet i det optiska mönstret, samtidigt som den ger möjlighet till väldefinierade och lätt varierade försökssituationer. En fördel är att bilden inte föreställer någonting. Det finns ingenting som säger vad ett fält i tavlan skall ha för färg. Uppgiften för iakttagaren är att avgöra i vad mån tavlan är sig lik i olika belysningar.

Att bortse från skuggor

Det torde inte höra till vanligheter att en bilhandlare får höra invändningen i den inledande teckningen (bild 1). Vi har förmågan att bortse från skuggningar när vi iakttar färgen hos ett föremål. Det kan mycket väl hända att en svart bil i solljuset återkastar mer ljus än en vit bil i skuggan,

FÄRG

Bild 1. – Försök inte, jag ser väl att den bakre delen är mörkare röd.



men det hindrar oss inte att identifiera färgen, förutsatt att vi uppfattar belysningsförhållandena.

I bild 2 visas en mondrian i en belysning så arrangerad att tavlan är till hälften skuggad. På den vita bakgrunden framträder skuggan och dess blå ton tydligt, men koncentrerar man uppmärksamheten till själva tavlan är skuggningen i det närmaste omärklig. Man ser tavlan "igenom" skuggan och upplever inte denna som något hinder att se färgerna.

Hur är denna förmåga att särskilja belysning och ytfärg möjlig och vad finns det för information som ögat skulle kunna använda sig av?

Helhetens betydelse

Det försök som visas i bild 3 ger oss en ledtråd. En och samma stimulus motsvarar i ena fallet "grönt", i andra fallet "gult". Den färg man ser hos ytan bestäms alltså inte enbart av

ljusstrålningen som återkastas. Färgen hos varje fält i en mondrian bestäms också av de övriga fälten.

Om stimulus från bara ett enda fält i en mondrian ändras, medan de övriga förblir oförändrade, upplever man att det är fältets färg som ändras. Men om stimuli från ett flertal angränsande fält samtidigt ändras, upplever man det spontant som att belysningen på ett eller annat sätt förändras, inte ytfärgerna. Det är rimligt att tänka sig att en belysningsförändring vanligtvis medför en systematisk förskjutning av samtliga stimuli, så att de för ytfärgsseendet väsentliga relationerna mellan dessa bibehålls.

Gränskonturer avgör

Antag först att vi iakttar en jämnt belyst mondrian som i bild 3. Om belysningsstyrkan ändras förändras samtliga stimuli i samma proportion. Förhållandet mellan stimuli från olika

fält blir emellertid konstant, eftersom det bestäms av ytmaterialens förmåga att reflektera.

Om vi antar att synsinnet registrerar förhållandet mellan stimuli från angränsande fält och att det är dessa förhållanden som ligger till grund för vår uppfattning av färgerna, går det att förstå att dessa kan upplevas som oförändrade trots att belysningen på tavlan ändras.

Men om belysningen inte är jämnt fördelad över tavlan? Land och hans medarbetare John McCann har i en serie försök visat att en mondrian förblir sig lik även vid komplicerad, regelbunden eller till och med slumpmässig belysning över bildytan. En förutsättning är emellertid att belysningen varierar gradvis. En skuggkontur t ex är alltid en smula diffus. De olika färgfälten har däremot skarpa kanter. Om vi tänker oss att stimulusförhållandet bestäms alldeles

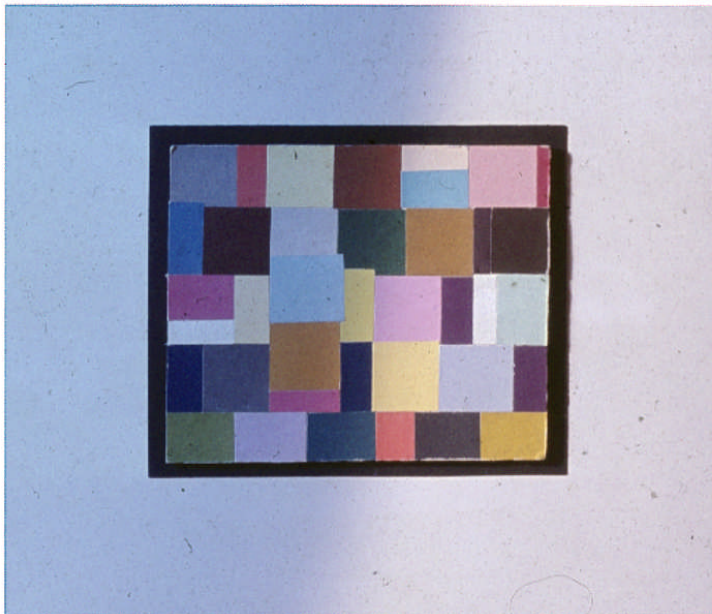


Bild 2. En sk Mondrian på vit bakgrund belyst snett uppifrån vänster. Ett blåfilter har placerats i ljusets väg så att en blåfärgad skugga faller över ena hälften av bilden. Tavlan utser sig som blå. Hur klarar vi att varsebli tavlans färger "genom" denna blåhet? På bakgrunden är skuggan och dess färg tydlig, men om man koncentrerar uppmärksamheten till själva tavlan blir skuggningen knappt märkbar. Foto: Pehr Sällström.

intill gränsen mellan två olikfärgade fält spelar det ingen roll om belysningen i stort varierar över bildytan, på båda sidorna om gränslinjen har den likväl samma styrka (bild 4).

Med hjälp av denna modell kan man förklara varför den vita rektangeln vid vänstra kanten på tavlan i bild 2 igenkänns som vit, trots att den är mörkare än den oskuggade vita rektangeln i högra delen av tavlan. Eller man kan förklara varför vi normalt uppfattar den röda bilen i bild 1 som enhetligt färgad, trots att hälften står i solen och hälften i skuggan.

Belysning av olika art

Styrkan hos belysningen har att göra med ljuskällans placering i förhållande till tavlan, avståndet till ljusåterkastande ytor, fönster m m. Arten av belysningen har däremot att göra med ljuskällans natur: om det är text dagsljus, glödlamps- eller lysrörsljus. Den påverkas också av återsken från närbelägna färgade ytor och av vad ljuset passerar, exempelvis en lampkupa eller solglasögon.

Den vänstra hälften av tavlan i bild 2 är inte bara mörkare, utan ljuset i skuggan är dessutom av annan art än

utanför, vilket visar sig i att skuggan över den vita bakgrunden framstår som blå. Hur klarar vi att varsebli tavlans färger "genom" denna blåhet?

Tre tappslag – tre färgfilter

För att förklara detta har Land infört den sk retinex-teorin för färgseendet. Först skall nämnas att de ljuskänsliga tapparna i ögat, vilka möjliggör färgseendet, är av tre slag. De har maximal känslighet i det blå, det gulgröna respektive det röda området av spektrum. Land antar att vardera tappstypen fungerar som ett självständigt system, ett retinex, för bestämning av stimulusrelationer. Varje retinex etablerar på det sätt som beskrivs i bild 4 en ljushetshierarki mellan fälten i bilden, dvs en rangordning av alla iakttagna färger. Man får alltså tre sådana hierarkier, en för varje tappslag. Eftersom tapparna huvudsakligen känner av olika delar av spektrum blir de tre hierarkierna inte lika (om inte bilden är helt i svartvitt). En starkt gul yta tex hamnar lika högt som en vit på två av systemen, men lågt på det tredje – beroende på att en sådan yta kännetecknas av att den återkastar litet strålning i det blå området av spektrum men återkastar lika mycket som en vit yta i övriga delen (bild 5).

Positionerna i de tre hierarkierna bestämmer tillsammans hur vi uppfattar ett färgfält. Det är som om världen beskådades med hjälp av tre fotografier i svartvitt, tagna genom ett rött, ett gulgrönt respektive ett blått filter.

Låt oss nu tänka oss att belysningen ändras från dagsljus till glödlamps- eller lysrörsljus. Det innebär att den röda (långvågiga) delen av spektrum får en ökad andel av ljusenergin, den blå delen minskad. För varje retinex för sig innebär det grovt sett bara en ändring i belysningsstyrkan. Men den sortens

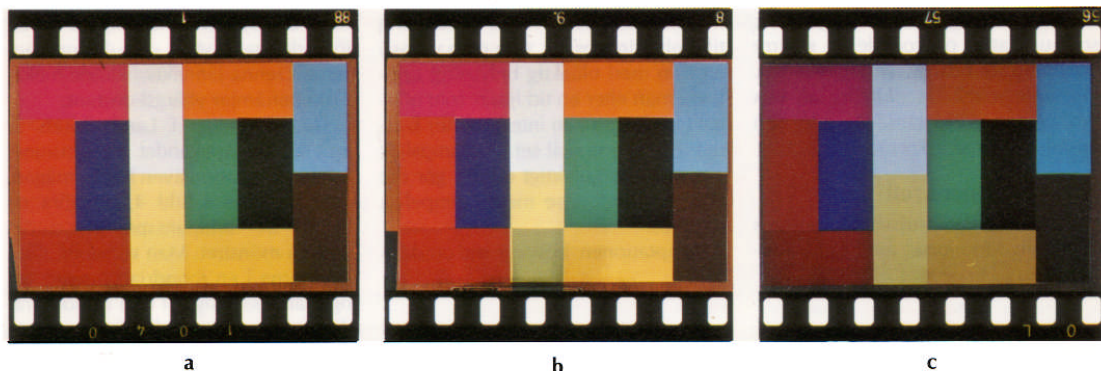


Bild 3. Ett enkelt försök visar att det enskilda fältet i en bild får sin färg bestämd i förhållande till de övriga fälten. Man utgår från en tavla med olika färgade fält, som i a. Därefter håller man ett blått filter så att det i synfältet (i det här fallet kamerans "synfält") täcker undre delen av den ljusgula rektangeln, som i b. Det ser då ut som om tavlan fått ett nytt fält, som är grönt i överensstämmelse med regeln att gult och blått i blandning ger grönt. (Av den antydning till skuggor som syns på bilden framgår att filtret inte skall hållas intill tavlan utan så långt ifrån att belysningen på denna inte påverkas).

Till höger (c) har det blå filtret flyttats så att det täcker hela tavlan. Nu är hela det ljusgula fältet återigen gult, trots att ljuset som når ögat därifrån är av samma art som från den gröna kvadraten i det förra fallet (b). Att det verkligen är så kan man övertyga sig om genom att av kartong tillverka en mask med två hål, placerade så att de visar samma avsnitt av nedre delen av den ljusgula rektangeln i b och c. Lösryckta ur sitt sammanhang får dessa båda ytor samma färg.

Foto: Pehr Sällström.

förändringar medför, efter vad vi antagit, inte någon ändring i den hierarki mellan bildens fält som retinexet etablerar. Därför blir även i detta fall bildens utseende oförändrat.

Kostymen ändrar färg

Det är emellertid bara grovt sett som en förändring i belysningens art kan beskrivas som en ändring i belysningsstyrkan i den scen som vardera retinex-systemet uppfattar. (Denna förenkling vore sann om de tre tapp-typerna kände av var sitt snävt område av spektrum, men i verkligheten är de mer eller mindre känsliga över hela spektrum.) Man kan mycket väl åstadkomma mer intrikata ändringar i ljusets art än så.

De flesta har troligtvis någon gång gjort erfarenheten att ett tyg kan ha

annan färg i dagsljus eller i glödlamps- eller lysrörs- och något som man måste se upp med när man köper sig en ny klänning eller kostym. Det finns alltså situationer då ytfärgskonstans inte gäller. Uttryckt i Lands teori: retinex-systemen klarar inte alltid av att bibehålla de tre hierarkierna oförändrade när belysningsarten ändras.

Exempelvis kan två färgprover, som i en belysning ser identiskt lika ut, i en annan belysning ha olika färg. Åtminstone det ena av dem måste alltså ändra utseende!

Jag kan tänka mig tre skäl till att sådana s.k. metamerieffekter i samband med en mondrian inte spelar någon större roll. Det ena är att naturligt förekommande pigmenterade ytor, liksom även dagsljuset i dess olika variationer eller glödlamps- och

kännetecknas av att strålningen sträcker sig över hela det synliga området av våglängder med mjukt varierande "spektralkurva" (bild 5). Under sådana förhållanden blir metamerieffekterna små.

Den påfallande konstansen hos en mondrian har också att göra med att de olika färgfälten har klart åtskilda färger, vilket gör att smärre metamerieffekter inte behöver leda till avgörande förändringar i färghierarkin i bilden. En annan sak vore om man hade en bild med mycket subtila nyansskillnader mellan fälten — då skulle belysningens kvalitet spela större roll.

Slutligen är det själva färgkompositionen hos en mondrian som uppfattas som oförändrad, snarare än de enskilda fälten. Vid seendet gestaltas synintrycket genom likafördelning

och balansering till en "färggestalt", som uppfattas oberoende av smärre fluktuationer hos de enskilda fälten. Det vore måhända riktigare att tala om "bildens konstans" än om den enskilda ytfärgens konstans.

Adaptationens roll

I äldre teorier brukar färgkonstans vanligtvis förknippas med ögats kro-

matiska adaptation – dvs anpassning till belysningens art. Om man vistas i ett rum med blåaktig belysning upplever man efter en tid ljuset som ofärgat (om färgningen inte är alltför kraftig). Av samma skäl ser glödlampslys normalt inte gulaktigt ut, det gör det endast i jämförelse med exempelvis dagsljus.

Adaptationen består i en omställ-

ning av tapparnas känslighet så att förändringar i yttre stimuli kompenseras. Denna jämviktssökande mekanism befrämjar ytfärgskonstans.

Det väsentliga i Lands insats är emellertid påpekan det att synsinnet utöver adaptation även har förmågan, som beskrevs i bild 4, att göra en analys av luminanssprången i det optiska mönstret. Man varseblir alltså ytfärgerna i en mondrian oavsett om ögat anpassat sig till den i bilden rå- dande belysningen eller inte.

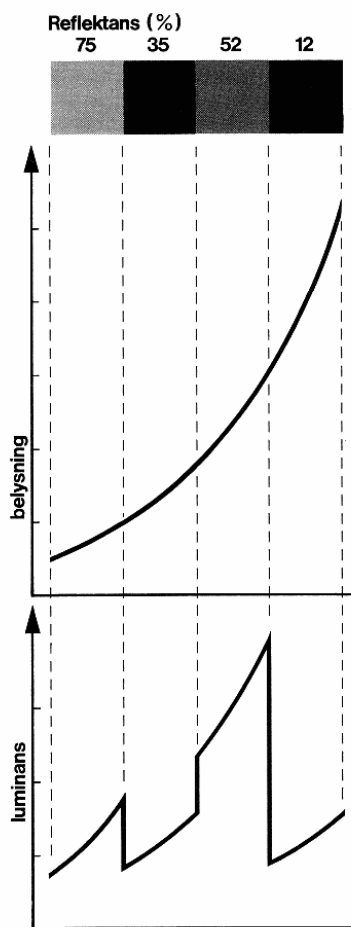


Bild 4. Fyra kvadrater återkastar 75, 35, 52 respektive 12 procent av det infallande ljuset (den som återkastar minst ljus, 12 procent, är alltså mörkast). Vi tänker oss raden av kvadrater belyst av en lampa placerad nära intill högra kanten. Belysningen blir då ojämn och antas variera som i övre diagrammet. Hur starkt ljus som från ett fält når ögat avgörs av ytans reflektionsförmåga multiplicerad med belysningens styrka. Detta kallas ytans luminans.

Luminansens variation över raden av kvadrater visas i det undre diagrammet. Om luminansen vore vad vi uppfattade som ytans gråton, skulle den tredje kvadraten från vänster vara avsevärt ljusare än de tre övriga och kvadraten längst till vänster skulle se lika mörk ut som den längst till höger. Men så är inte fallet. Kvadraterna har samma gråtoner, oavsett om de är jämnt eller ojämnt belysta.

Det här beror på att vårt synsinne bara använder sig av informationen vid gränserna mellan kvadraterna, där luminansen ändras språngvis. Sprången är lika stora i ojämn som i jämn belysning. Ögat avsöker luminanssprången och rangordnar fälten efter ljushet. Det fält som kommer högst på rangskalan tilldelas rollen av "vitt". När vi identifierar ytfärger används inte informationen om hur stor luminansen är eller hur den varierar inom varje kvadrat.

Mångtydighet

De färgfält som på alla tre retinexen hamnar högst i hierarkin får rollen av "vitt" (bild 4). Har man en svartvit mondrian, på vilken alla fält är valda bland gråtoner med under 50 procent reflektionsförmåga, (alltså alla fält är ganska mörka), och betraktar den belyst i ett för övrigt mörkt rum, ser den ljusaste ytan vit ut. I samma stund som man lägger till en yta som har större reflektionsförmåga övertar den rollen av vit och alla de övriga blir svartare än förut. En mångfald av färger, omfattande ett stort antal fält, spänner så att säga upp sitt eget färguniversum.

Vid litet antal fält eller vid bestämda ensidigheter i färgkompositionen hos en mondrian uppstår mångtydighet. Som exempel kan återigen tjäna bild 2. Bilden föreställer en mondrian som till hälften befinner sig i blåaktigt ljus. Men ser vi till själva färgtrycket, här i tidskriften, är det i stället en bild i vilken alla fält i vänstra delen har tryckts i övervägande blå färger. Det är denna gemensamma tendens hos stimuli från fälten, den ensidighet som ligger i överbetoningen av blått, som skapar illusionen av blåaktigt ljus.

Attitydens roll

Tolkningen av bilden som föreställande något – i det här fallet en

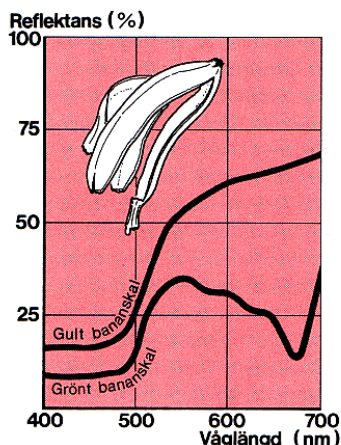


Bild 5. Föremålen i vår omgivning återkastar ljus av alla våglängder. Reflektionskurvorna för två bananskal, ett gult och ett grönt, ser alltså inte ut som man kanske skulle väntat sig: en skarp topp i varsitt snävt våglängdsområde – det gula respektive det gröna. I stället har kurvorna ett mjukt förlopp.

Båda bananskalen har det gemensamt – vilket är typiskt för gula färger över huvudtaget – att de reflekterar endast litet av blått ljus med våglängder under 500 nm (1 nm, nanometer, är en miljon-dels millimeter). De reflekterar däremot relativt mycket ljus inom området 500–600 nm. Vad som gör skillnaden mellan det gula och det gröna skalet är att det gula reflekterar som mest av rött ljus, i området 600–700 nm, medan det gröna i det området reflekterar endast litet.

tavla som är delvis skuggad – inverkar alltså på hur färgfälten ser ut. Den lilla vita rektangeln i vänstra kanten har ju "egentligen", här på färgtrycket, samma blå ton som bakgrunden. I och med att man gör detta klart för sig, ser man det också så. Alltefter med vilken attityd bilden betraktas kan färgfälten se ut på olika sätt och detta blir speciellt tydligt hos just de vita fälten.

Attitydens betydelse för vad vi ser är något som konstnärerna sedan länge känt till. I en föremålsorienterad attityd uppfattar man den färg som är utmärkande för föremålet, oberoende av skuggor, reflexer eller av atmosfären betingade förändringar. Man kan också inta en "impressionistisk" attityd, vid vilken man lägger märke till det ständigt skiftande spelet av färgnyanser hos föremålsytorna, alltefter hur de placeras eller från vilket håll de iakttas. Växlingen av synintryck spelar därvid roll: om man en stund vilat blicken på ett grönt fält, kan föremålen under ett ögonblick efteråt framstå i ett rosa skimmer.

Allt sådant är väsentliga kvaliteter i vår färgupplevelse. Synsinnet ger oss, genom sin mångsidiga funktion, möjlighet att utvinna olika aspekter av den optiska informationen från omvärlden.

Djupdimensionen

Mondrian-experimenten ger oss värdefulla insikter i färgseendets hemligheter, men de säger inte allt. Vid tredimensionella föremål, dvs när vi inbegriper även djupdimensionen, uppstår nya tolkningsmöjligheter och därmed möjligheter till mångtydighet. En gradvis luminansförändring över ett fält, dvs fältet blir gradvis mörkare, behöver inte betyda att ytan är diffust skuggad, utan kan lika gärna informera om att den är buktad. En sprängvis ändring av luminansen, alltså en skarp gräns mellan ljust och

mörkt, behöver inte betyda en gräns mellan olikpigmenterade ytor, utan kan lika gärna informera om en framskjutande kant eller ett hörn. Av detta skäl finns det en tendens till att man även inför en plan mondrian upplever tredimensionella effekter.

Ytstrukturens betydelse för färgens karaktär skall också nämnas. Den bidrar i hög grad till materialuttrycket och stöder en attityd som är förenad med upplevelsen av färgkonstans.

Praktiska livets situationer är förvisso oerförliga. De ger, just till följd av sin komplexitet, ett avsevärt överskott av information i det optiska flödet. Det finns under sådana förhållanden alltid möjlighet att entydigt särskilja de olika komponenterna i denna information: ytpigmentering, tredimensionell form, position och orientering i rummet samt belysningsförhållanden.

Till följd av synsinnets enastående förmåga att tillgodogöra sig information från omvärlden, framstår denna normalt för oss som stabil och entydigt given.

PEHR SÄLLSTRÖM är docent i fysik, särskilt färglära, vid Stockholms universitet och har forskat kring färgseendet och hållit kurser om färg och ljus som tvärvetenskap. Han har redigerat och kommenterat en svensk utgåva av Goethes "Skrifter inom färgläran".

Artikeln publicerades ursprungligen i Forskning och Framsteg, nr 6, 1980.

Den underfundiga rubriken och skämtteckningen var redaktörens idé – denna bilkunds färgseende fungerar inte normalt, men att uppfatta optiska stimuli "så som de egentligen är" kan heller inte påstås vara fel!

©2014 Pehr Sällström