



*Poul Helge Alsbirk får Nersonaat påsat af Jonathan Motzfeldt.*

# Alsbirk får Nersonaat-medaljen

Af Mogens Norn

Poul Helge Alsbirk blev den 7. september 2005 hædret for sin mangeårige indsats for grønlandske øjenpatienter. Hæderen bestod i, at den grønlandske landstingsformand Jonathan Motzfeldt overrakte Poul Helge den grønlandske fortjenstmedalje Nersonaat i sølv ved en lille ceremoni i det Nordatlantiske Hus i København. Som begrundelse for denne hæder fremhævedes Alsbirks originale videnskabelige arbejde med det snærvinklede glaukom og hans medvirken til bekæmpelse af blindhed og svagsynethed i Grønland.

Alsbirk takkede beskedent for hæderen. Som distriktslæge i Uumana-

aq valgte han på et tidligt tidspunkt af sin lægekariere øjenspecialiet med speciel fokus på grønlandske forhold. Dette har nu medført, at han har gennemført 27 øjenkonsulentrejser til Grønland. Henvendt til politikerne sluttede Alsbirk sin takketale modigt og klogt med at kritisere de sidste 9 års alt for små bevillinger til øjenkonsulentrejser og advokerede for, at der gennemføres mindst en årlig rejse til hvert distrikt samt 3-4 øjenkirurgiske ture. Poul Helge opfordrede desuden til at de ulidelige lange ventelister blev reduceret.

## Øjenlægerne i Grønland

Af Knud Erik Sørensen og Nicolai Larsen

Øjenbetjeningen i Grønland er siden 1. marts 2005 ændret efter at Dronning Ingrid's Hospital i Nuuk i 2004 opsagde den gældende aftale med Rigshospitalets Øjenafdeling i København. I forbindelse med denne opsigelse gennemførtes en udbudsrunde, hvorefter anpartsselskabet 'Øjenlægerne i Grønland' indgik en 5 årig kontrakt for den oftalmologiske medicinske og kirurgiske behandling af grønlandske borgere såvel i Grønland som i Danmark.

Det er vor tanke og håb, at den oftalmologiske service i Grønland kan gennemføres efter de principper, som gennem mange års erfaring er opbygget med rejsende øjenkonsulenter dels på øst- og vestkysterne og dels i Nuuk.

Den største nyskabelse med den nye kontrakt er, at der fremover skal foretages en oftalmologisk visitering af de patienter, som skal tilses på rejserne til de enkelte distrikter. Denne visitation foretages af Øjenlægerne i Grønland gennem en on-line opkobling til

en central server i Grønland. Dermed håber vi, at fremtidige rejser kan planlægges således at ressourcerne allokeres derhen, hvor behovet er størst. Udover denne visitering er der etableret en telefonisk øjenvagtordning med speciallæge, som distrikterne i Grønland kan konsultere alle årets dage i tidsrummet kl. 7-24 (Danmarkstid).

Vi har i det første år gennemført det planlagte antal rejser, konsultationer og operationer, og vi vil benytte lejligheden til at takke de kolleger, som beredvilligt stillede deres arbejdskraft til rådighed og fik gjort generationsskiftet mindre smertefuldt for de grønlandske patienter.

Planlægningen af rejserne for 2006 er i fuld gang og interesserede nordiske kolleger, som måtte være interesseret i at prøve at arbejde i Grønland 3-4 uger kan henvende sig til Øjenlægerne i Grønland. Ansættelse sker på konsulentvilkår i kontrakt med Øjenlægerne i Grønland.



Af afdelingslæge Lina Sirbikaite Øjenafdeling, Aalborg Sygehus Syd Århus Universitetshospital



Professor Niels Ehlers Øjenafdeling, Århus Sygehus Århus Universitetshospital

# Brug af Lacrytest ved øjenallergi

## Indledning

Allergi er en overfølsomhedsreaktion i kroppen, som i en eller anden form rammer op mod 10% af befolkningen. Øjenallergi er en lokal manifestation af denne overfølsomhedsreaktion og ligeledes hyppig. Det er i praksis altid en såkaldt straksreaktion, hvor et udefrakommende "stof" (et allergen) udløser en immunologisk reaktion via IgE.

Generne er ofte øjenkløe, tåreflod og fremmedlegemefornemmelse, som forekommer med en karakteristisk sæsonvariation, hvorfor diagnosen i mange tilfælde er let at stille. I en del tilfælde er generne ikke typiske og kan forveksles med andre øjenlidelser (f.eks. tørre øjne, almen sygdom med øjenpåvirkning, m.m.). Man har derfor i en række tilfælde brug for at kunne adskille personer med og uden øjenallergi, gerne i form af en simpel test.

## Lacrytest

Lacrytest er en enkel, noninvasiv test, der kan identificere okulær allergi. Den er baseret på en semi-kvantitativ bestemmelse af IgE niveauet i tårevæsken ved hjælp af specifikke antistoffer. Testen er let at gennemføre, kræver ingen bedøvelse eller specielle forberedelser, og giver et hurtigt svar.

I praksis udføres testen ved at en papirstrimmel imbibere med specifikke antistoffer, der genkender IgE fra tårevæsken, anbringes i nedre konjunktivalsæk i ca. 3 min. eller indtil fremkomst af en rød streg i kontrolfeltet.

Herefter nedsænkes teststrimlen i en lille beholder, indeholdende antistoffer mærket med kolloidalt guld opløst i vand. Efter 10 minutter aflæses testen. En rød streg i det IgE reaktive felt indikerer et positivt resultat, og fravær af dette – et negativt resultat (fig. 1). I tilfælde af en positiv reaktion, kan IgE niveau bedømmes efter farveintensiteten. En svagt farvet streg betyder et lavt IgE niveau (2,5 kIU/l – 10 kIU/l), en moderat farvet streg, som er tæt på kontrolstreg farveintensiteten, tyder på et højere IgE niveau (10 kIU/l – 40 kIU/l). En kraftig rød streg viser et højt IgE niveau (>40 kIU/l) (fig. 2).

Lacrytesten fremstilles af Adiatec

S.A. i Frankrig og bruges i flere europæiske lande såsom Frankrig, Tyskland, Belgien, Italien, Spanien, Portugal, Østrig og Luxembourg. I Danmark forhandles den af Ophtha A/S.

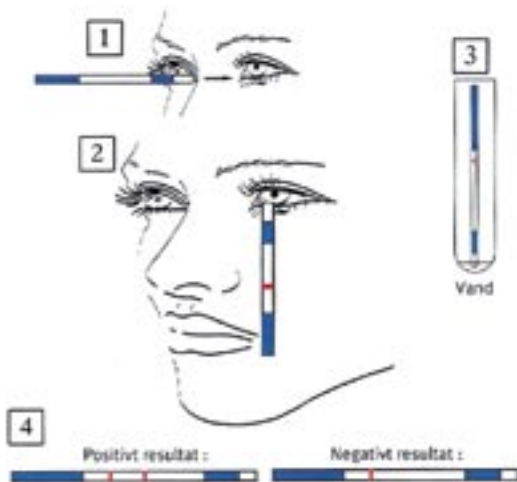
## Undersøgelse

Vi undersøgte 47 personer med Lacrytest: 25 patienter (48 øjne) med øjenallergi og 21 mennesker (39 øjne) uden tegn på øjenallergi, som udgjorde kontrolgruppen. Gennemførelse af testen var forudgået af registrering af subjektive gener hos de klinisk syge eller fravær af disse hos de klinisk raske. Herefter udførtes standardiseret spaltelampeundersøgelse, inklusiv vurdering af mu-

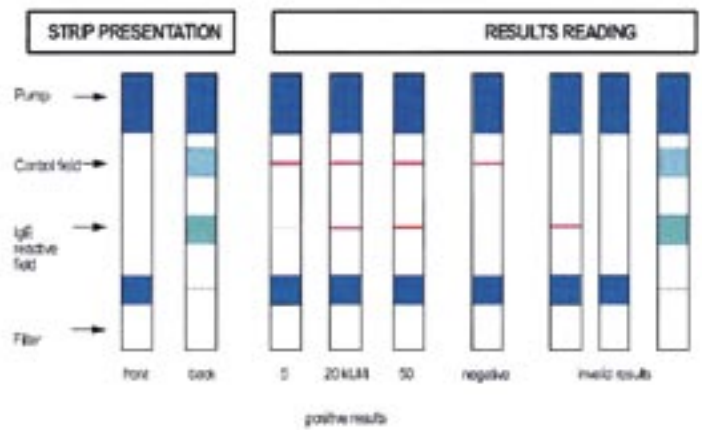
Tabel 1a	Middelværdi
Alle	44.2 (14.8)
Klinisk syge	44.9 (15.7)
Raske	41.8 (12.5)

Tabel 1b	Mænd/kvinder
Syge	9 versus 16
Raske	5 versus 16
Inkonklusiv	1 versus 0
Samlet	15 versus 32

Tabel 2			
Sensitivitet:	45/45 + 3	=	0.938 (93.8 %)
Specifitet:	35/4 + 35	=	0.897 (89.7 %)
Specifitet (ingen make-up):	37/2 + 37	=	0.947 (94.7 %)



Illustrerer testanvendelse og resultataflæsning.



Illustrerer tolkning af resultaterne herunder negative og svagt positive resultater, samt teststrimlens principielle opbygning.

lige forandringer i øjets slimhinde og hornhinde. Alle deltagere udspurgtes om tilstedeværelse af andre allergiske sygdomme, specielt astma, samt nylig øjenskade, idet disse menes at kunne give et falsk positivt testresultat.

### Resultater

Der blev i alt undersøgt 47 personer, hvis alder og køn er angivet i tabel 1a og 1b. Ud fra de anamnesticke oplysninger og den kliniske undersøgelse bedømtes 25 personer (48 øjne) at have øjenallergi, 21 personer (39 øjne) at være uden øjenallergi og 1 person (2 øjne) inkonklusiv pga. tørre øjne. En sammenligning af den kliniske undersøgelse og resultaterne fra Lacry-

testen viste en sensitivitet på 93,8 %; en specificitet på 89,7 %, samt en stigning i specificitet til 94,7 %, når personer med øjenmakeup ekskluderes (tabel 2).

5 patienter (10 øjne) blev undersøgt 2-3 gange grundet vedvarende øjenener. Alle 5 personer var fortsat klinisk syge, og lacrytesten fortsat positiv. Det bemærkedes endvidere, at enkelte personer testedes falsk positive, hvis de brugte øjen make-up.

### Sammenfattende

Undersøgelsen viste en høj sensitivitet og specificitet af Lacrytest. Testen kan således være et godt hjælpemiddel i den daglige klinik, i tilfælde hvor

diagnosen øjenallergi er usikker. Den korrekte diagnose og heraf følgende tidligere iværksatte behandling vil i en række tilfælde være fordelagtig for patienten.

# Elektroniske hjælpemidler til svagsynede

Teknologisk **Nyt**  
DØØ

Af Kirsten Holde



Gennem de seneste år har CCTV læsesystemer gennemgået en stor udvikling.

Fra tidligere at være store, kompakte systemer med traditionelle billedrør (CRT katodestråle rør), som ofte vejer mere end 15 kg, er udviklingen gået i en retning, hvor man anvender fladskærme (TFT/LCD).

Dette har gjort det muligt at frem-



stille systemer, der er lette at transportere.

Det svensk udviklede og producerede lille CCTV system Idea Solo kan endvidere kombineres med en stationære eller bærbare computer.

Systemet er for personer, der har mange arbejdsfunktioner og behov for stor fleksibilitet i deres liv, CCTV systemet fungerer på den måde, at man

bruger den transportable computers skærm til at vise, hvad kameraet modtager på afstand eller nær. Brugeren kan så veksle mellem billede fra kameraet og informationerne fra computeren. Alle funktioner til kameraet (forstørrelse, positiv/negativ tekst, opdeling mellem computer og kamera m.m.) foretages fra PC'ens tastatur. Der er mulighed for at gemme kamerainformationerne, f.eks. fra en tavle eller et lærred, i computeren. De gemmes let som almindelige digitale billeder taget med et traditionelt digitalt kamera.

Når brugeren skal flytte arbejdsplads, pakkes hele systemet ned på under 1 minut, og transporteres videre i en lille rygsæk. Hele systemet vejer under 1,5 kg.

Yderligere information kan findes på: [www.osv.nu](http://www.osv.nu)







# Kataraktoperation, gule linser og AMD



Morten la Cour  
Øjenafdelingen, KAS  
Herlev

Til trods for nye behandlingsmuligheder, er AMD stadigvæk en sygdom, der ofte har alvorlige konsekvenser for synsfunktionen hos det ramte individ. Udvikling af strategier for forebyggelse er derfor fortsat væsentlige. AREDS vitamin- og mineral behandlingen, som tidligere beskrevet i *Ophthalmology*, er fortsat den eneste forebyggende behandling, som har dokumenteret effekt. Desværre er AREDS formuleringen ikke tilgængelig som registreret lægemiddel, og den ordinerende læge er derfor henvist til magistrel ordination (i hvert fald i juridisk forstand).

Et andet aspekt af forebyggelse er, at vi som øjnlæger naturligvis skal være særligt opmærksomme på om nogle af vores behandlinger kan øge patienternes risiko for senere at udvikle synstab på grund af AMD. Det er velkendt at makulær laserbehandling, og sandsynligvis også makulær kirurgi indebærer en risiko for udvikling af choroidal neovaskularisering, og at denne risiko formodentligt er øget hvis der foreligger forud bestående AMD forandringer.

Det har længe været mistænkt, at blått lys er en mulig risikofaktor for udvikling af AMD (se. f.eks. *Progress in retinal and Eye Research* 2004;23:523). Øjets naturlige linse forhindrer kortbølget lys i at nå netinden, og denne egenskab forstærkes med alderen. Operation for grå stær

medfører at øjets naturlige linse udskiftes med en plasticlinse, der godt nok filtrerer ultraviolet lys fra, men som tillader blått lys i det synlige spektrum at passere. Efter en kataraktoperation vil nethinden derfor blive eksponeret for en øget mængde blått lys, som teoretisk skulle øge risikoen for udvikling af AMD. Af denne årsag, har man interesseret sig for forekomsten af AMD progression i øjne, som har undergået operation for grå stær. Således publiceredes i 2003 data vedrørende kataraktkirurgi og AMD fra befolkningsundersøgelserne Blue Mountain og Beaver Dam Eye studies (*Ophthalmology*, 2003;110:1960). Datagrundlaget var 5-års follow-up fra 6019 deltagere fra de to undersøgelser. Udført kataraktoperation ved baseline blev undersøgt som risikofaktor for AMD progression over 5 år. Ved analysen af kombinerede data fra de to studier fandtes risikoen for udvikling af de to sene AMD fænotyper, geografisk atrofi og choroidal neovaskularisation, øget med henholdsvis 4,9 og 4,5 gange i øjne der var opererede for grå stær i forhold til øjne, hvor den naturlige linse var bevaret ved baseline. Den samlede risikoøgning (enten geografisk atrofi eller neovaskulær sygdom) var 5,7 gange, når der blev taget hensyn til alder, køn, rygning og graden af tidlige AMD læsioner ved baseline. Risikoøgningen i alle grupper var signifikant; studiet indeholdt 11393 øjne i risiko for udvikling af sen AMD, heraf 315 non-phake øjne ved baseline. Sen AMD udvikledes i 98 øjne (77 phake og 21 non-phake). Der er ikke tale om data fra en kontrolleret klinisk undersøgelse af en ensartet kohorte som undergik standardiseret kirurgi. Der er ingen oplyste data om tiden fra kataraktoperationen til udvikling af AMD, og vi ved ikke om det er ekspositionen for blått lys, eller andre forhold ved operationen, der medfører den forøgede risiko. Alligevel understreger undersøgelsen efter min opfattelse nødvendigheden af en makulær risikovurdering hos alle pa-

tienter, der skal opereres for grå stær, også selvom case serier viser at mange patienter med tidlige AMD forandringer har glæde af en sådan operation. Tager man Blue Mountain og Beaver Dam Eye Studies relative risiko, og de tilgrundliggende modelantagelser, for pålydende, så betyder det, at kataraktoperation medfører en fem-dobling af den forud bestående risiko for progression til sene AMD former. D.v.s. for øjne uden tidlige AMD forandringer, som har en meget lav risiko for udvikling af sene AMD former, vil risikoen også efter en kataraktoperation være lav ( $5 \times 0,5\% = 2,5\%$ ). For øjne med mange bløde og store drusen samt pigmentforskydninger vil den præoperative risiko være betydelig og stæroperation vil derfor medføre en væsentlig risikoforøgelse ( $5 \times 12\% = 60\%$ ).

Til hjælp for risikovurderingen blev der ved ARVO 2005 (abstract # 2426) fremlagt en simpel algoritme baseret på AREDS studiet. Algoritmen kombinerer data fra begge øjne, og resulterer i en point score med heltals værdier mellem 0 og 4. Specifikke læsioner i hvert øje medfører addition af mellem 1 og 2 points til den totale score. For hvert øje, vil tilstedeværelsen af drusen større end 125 mikrometer (=diametere af en retinal vene ved papillkanten) lægge et point til den samlede score. Pigmentforskydninger lægger yderligere et point til scoren. Tilstedeværelsen af neovaskulær AMD i et øje lægger de maksimale 2 points, som øjet kan bidrage med, til den samlede score. Hvis de eneste forandringer man finder er små drusen (63-125 mikrometer) i begge øjne, anvendes en samlet score på 1. Hvis der ingen forandringer er, eller kun små drusen (<63 mikrometer i diameter) er den samlede score 0, og så er 5-års risikoen for progression til sen AMD i mindst et øje 0,5%. Hvis den samlede score er 1, så er denne risiko 3%, hvis scoren er 2, er risikoen 12%. Hvis scoren er 3, er risikoen 25% og hvis scoren er 4, er risikoen 50%.



Bemærk, at der er tale om kumulerede 5-års risikoer.

Der er fremkommet intraokulære linser med blå filter på markedet (gule linser). Anvendelse af disse linser vil medføre, at nethinden udsættes for mindre blå lys i forhold til hvad der er tilfældet for standard linser. Der er således en teoretisk fordel ved anvendelsen af gule linser ved kataraktope-

rationer hos patienter med tidlige AMD forandringer. Der mangler dog en prospektiv undersøgelse, der kan afklare dels hvad risikoen er for AMD progression i en veldokumenteret kohorte af kataraktererede patienter, samt dels hvilken grad af risikoreduktion (hvis overhovedet nogen) der kan opnås ved anvendelse af de gule linser.

## XII Nordiske Barneoftalmologiske Kongress (NBK)

### Parallellmøte: Nordisk Strabismologmøte (NSM)

Åbo (Türkü), Finland. 1-3 september 2005

[www.congress.utu.fi/nbk2005](http://www.congress.utu.fi/nbk2005)

Kaare Vigander, Norge  
Øyeavdelingen, Ullevål Universitetssykehus  
Øyeavdelingen, Stavanger Universitetssykehus, p.t.

[Kaare@vigander.com](mailto:Kaare@vigander.com)



En kollega fra Norge ble noe bekymret da hun dagen før avreisen til Åbo sjekket flybilletten hvor det stod at hun skulle til Türkü. Hun ringte straks reisebyrået og fortalte at det var gjort en feil. Omsider fant man ut at Åbo er svensk og Türkü er en finsk betegnelse for samme by.

#### Türkü

Türkü er en hyggelig kystby som ligger 2 timer med tog nordvest for Helsinki. Det er en gammel by med lange universitets- tradisjoner. Byen var tidligere Finlands hovedstad.

#### Profesjonelt og intimt

Dr. Päivi Lindahl og dr. Heikki Erkkilä

og medarbeidere har gjort en stor innsats og skapt en flott ramme for arrangementet. Mange engasjerte foredragsholdere, spennende sosialt program og profesjonell finsk gjennomføring. Det blir en intim og jovial stemning på en slik kongress der de fleste kjenner hverandre og der nye medlemmer av den barneoftalmologiske familien hurtig og hjertelig blir inkludert i det gode selskap.

#### Strabismene og Stadshuset

Torsdagen startet med NSM symposium om exodeviasjoner med bl.a. transatlantisk innslag ved prof. Jonathan M. Holmes fra Mayo klinikken: Når bør man operere intermitterende exotropi? Etter foreningsmøte i Nordisk strabismologisk forening bar det av gårde til Stadshuset (Rådhuset) med Åbo stad som vert. Borgermesteren hilste pent på alle og hun holdt en humoristisk og lærerik tale før vi gikk løs på fingermaten og konversasjonen.

#### NBK og Akademihuset

Etter frie strabismeforedrag fredag gikk man etter lunsj i gang med øyemanifestasjoner ved metabolske sykdommer. Her er det mange tilstander av sjelden sort! Hyperornitinemi er ikke navnet på en finsk professor. Det er en tilstand preget av bl.a. myopi og nattblindhet. Finnene stiller sterkt med 80 av verdens 200 kasus.

Norske innslag glitret igjen med sine fravær, men ble pent kompensert med dr. Olav Haugens to foredrag og hedersforelesningen av dr. Ruth Riise om ataxia teleangiectasia (Louis Bar syndrom), en 5 års studie av norske barn. Om det ikke er norsk kvantitet så er det ikke mangel på kvalitet og entusiasme fra disse to! Nordisk barneoftalmologisk forening holdt sitt møte før alle gikk "hjem" og skiftet til finstasen for å stille respektable i Akademiets søyleganger. Deilig mat, høyt under taket, men en kakofonisk akustikk som ledet til noen misforståelser som kan utdypes senere på anmodning.

#### Uveitt, allergi og frisk skjærgård

29 foredrag i et auditorium på en lørdag er et ambisiøst program. Barneoftalmologene i Norden har meget på hjerte. Denne dagen om uveitt og allergi og annet. Det friskeste innslag må vel sies å tilhøre dr. Joan Lithander fra Uddevalla i Sverige. Hun har bl.a. ledet en "workshop" innen pediatrik oftalmologi i Aden, Yemen. Hun har vært en pådriver for overrettelse av utstyr og faglitteratur til de få øyelegene i det strengt muslimske og fattige landet. Mange barn kan forvente en forbedring av deres øyelidelser.

Så dro de fleste på skjærgårdskrysning i landet med de tusen sjøer og sikkert enda flere øyer! Dr. Jon Henrik Tveit og jeg tok kveldstoget til Helsinki for å oppleve livet i hovedstaden.

Takk til finnene for et flott arrangement med høy deltakelse og stor bredde. Et sterkt sosialt program der mange ny idéer ble utklekket og nye kontakter skapt.

#### København 2007

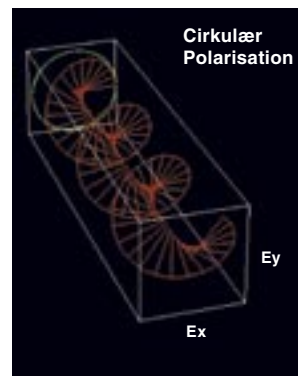
Neste Nordiske Barneoftalmologiske Kongress avholdes i København i 2007. Også da samkjørt med Nordisk Strabismologmøte.

# Lysets polarisation

## Øjet og lyset 9

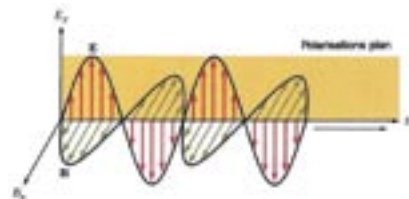


Af Per Nellemann



Lyset har mange egenskaber, rumlige, spektrale, temporale, kohærens, men polarisation af strålingsenergien spiller også ind. Polarisationen hænger sammen med lysbølgernes transverselle udbredning. Hvis der er asymmetri langs den transverselle udbredning, vil det være en måde at polarisere lyset på.

Vi kan ikke beskrive lysets udbredning i en traditionel skalar, det vil sige trinvis, teori, som også omfatter polarisationen, men må anvende vektor teori for at beskrive periodiske fluktuationer i en mængde, som har såvel retning som størrelse.



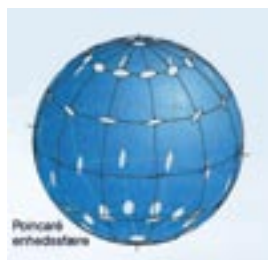
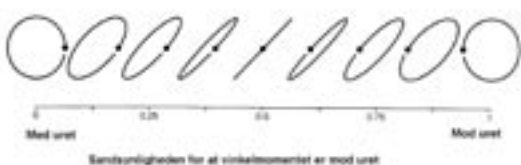
Ved planpolarisation er det elektriske  $E_y$  felt og det magnetiske  $B_z$  felt lokaliseret enkelt i ét plan vinkelret på hinanden.

Hvis den elektriske felt vektor er lokaliseret i kun ét plan, vibrationsplanet, er lyset plan polariseret, men det elektriske felt behøver ikke at være begrænset til ét plan, Felt vektoren kan også rotere med tiden. Amplituden og den relative fase på de samvirkende bølger bestemmer da Polarisationstilstanden. Polarisationen beskriver altså det stadie i sammenhængen mellem det elektriske og magnetiske felt som strålingen befinder sig på.

Rodiek( 1998) forklarer polarisationen ned på foton niveau. Når elektronen udsender en foton, optager fotonen en variabel energimængde, afhængig af dens frekvens og en bestemt mængde af vinkelmomentet (angular momentum), som kan være højre drejet, med uret eller venstredrejet mod uret. Fotoner i hver af disse tilstande siges at være cirkulært / elliptisk polariseret

Det der er afgørende for om fotonen bliver højre eller venstredrejet er om fotonen bliver påvirket af stof før sin endelige absorption af en elektron.

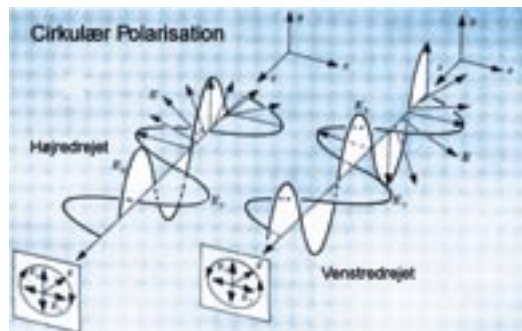
Hvis fotonen ikke vekselvirker med stof (interact with matter), før den senere bliver absorberet af en elektron, så vil elektronen både få energien og den mængde vinkelmoment, højre eller venstredrejet, som blev overgivet fotonen på det tidspunkt den blev udsendt. Men hvis fotonen derimod vekselvirker med stof før dens absorption, så er polarisationstilstanden usikker på en fundamental måde. Elektronen, som absorberer fotonen vil stadig få en bestemt mængde af vinkelmoment, men om det bli-



ver højre eller venstre drejet vil være et spørgsmål om sandsynlighed. Overgangstilstandene er vist i graduerede ellipser på figuren.

Alle disse sandsynligheder repræsenteres bekvemt på en enheds kugle, en Poincaré sfære. Polarisationstilstanden ( P ) på enhver foton afbildes på et eller andet punkt på kuglen og omvendt repræsenterer ethvert punkt på kuglen enhver polarisationstilstand,  $\mathcal{R}, \mathcal{L}$ , højre eller venstredrejet. Højredrejet er som en proptrækker eller et sneglehus.

Siden Rasmus Bartholin i 1690 gjorde opmærksom på, at den islandske kalkspat (Kalcit, Calcium Carbonat) er dobbeltbrydende har man undret sig over, hvordan det kunne gå til. Såvel den hollandske fysiker Huygens

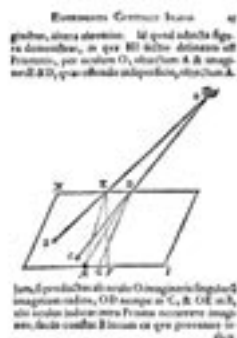


Dobbeltbrydningen ( eng birefringence) i den islandske kalkspat, har historisk set været indgangsporten til forståelsen af det mystiske polarisation af lyset.



Rasmus Bartholin (1625-1698), astronom på observatoriet på Rundetårn og senere anatom, storebroderen Thomas's efterfølger.

ekstraordinære stråler vil gå direkte ned i vandet uden refleksion. Vinklen har også givet navn til Brewster vinduet (sv. fönster), (David Brewster 1781-1868), som er et skråtstillet glasvindue, der medvirker til opformeringen af laserlyset i for eksempel He-Ne laseren, idet den aktive gas er indesluttet mellem to Brewstervinduer.



Rasmus Bartholins tegning af dobbeltbrydningen i islandsk kalkspat.

som Newton forsøgte sig med en forklaring på hver deres måde, ved bølge-teori og korpuskulær teori, men uden held. Først med den franske militær ingeniør Etienne Malus fik man åbnet for forståelsen.

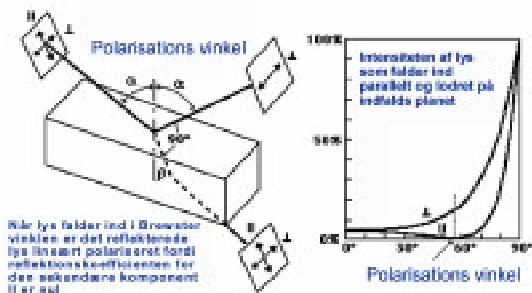
Fysikeren Ernst Mach, fortæller, at Malus var igang med en prisopgave om dobbeltbrydningen i kalcit, da han i det parisiske aftenlys ser gennem kalcitkrystallet og over på vinduerne i Luxembourg paladset, som lå overfor hans hjem. Han bliver forbløffet (sv. forbluffat), da han ser, at ved visse orienteringer af kalcitkrystallet er der kun et billede, og at det ordinære og det ekstraordinære forsvinder skiftevis ved rotation af krystallet. Imidlertid går solen ned, men Malus fortsætter i stearinlys og opdager, at de to billeddannende stråler opfører sig forskelligt. I en bestemt skrå vinkel ( $52^\circ$  og  $45^\circ$ ), Polarisationsvinklen, vil de ordinære lysstråler reflekteres af en vandoverflade på sædvanlig måde, men de



Fysikeren David Brewster 1781-1868

Dobbeltbrydningen giver anledning til *dikroisme*, dobbeltfarvning af visse krystaller og den består i sin bedste forstand af en selektiv absorption af en af de to ortogonale polarisations stadier.

Et rektangulært krystal, som NaCl, er isotropt det vil sige brydningen er ens i alle planer, der er samme brydningsindex. Hvis brydningen derimod er forskellig i flere planer, der er varierende brydningsindex, er det et udtryk for at de intermolekulære kræfter i krystallet er uens i forskellige planer. Krystallet vil da bryde lyset forskelligt



LCD skærmens tal er dikroiske og forsvinder når et skråstillet polarisationsfilter anbringes foran.



i flere planer og der vil opstå en dobbelt brydning. I LCD og FTF displayet påvirkes et dikroisk krystal med en spænding, så at det vil rotere optisk (blive twisted), og på denne måde give anledning til en ændret polarisation og en anden farve. På en regnemaskine, fra klar til blåsort.

På fladskærmen og på regnemaskinen er slukningsaksen i reglen 45 grader (HP) og 135 grader (FTF), så man undgår at lægge polaroidsolbrillen, fordi skærmen er sort, da solbrillen som oftest har vandret akse.

De **gule maculapigmenter**, lutein og zeoxanthin er dobbeltbrydende og nogle mennesker, men ikke os alle, har nemt ved at polariseret lys i form af en børste form, som beskrevet af den østrigske mineralog Wilhelm K. v. Haidinger (1795-1871).

von Frisch fandt ud af at **bierne** meddelte sig ved en runddans eller vrikke dans, når de skulle fortælle, hvor der var nektar. Dansen er ret præcis. "Der er nektar 2 km og 30 grader fra solen" kan dansen betyde.

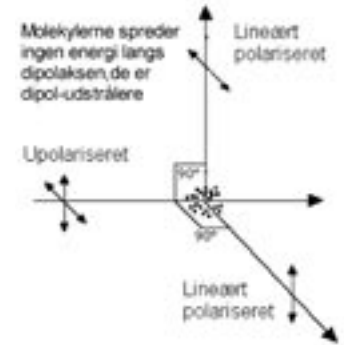
Sollyset er diffust upolariseret, men ved spredningen (scatter) i atmosfærens gas molekyler vil lyset polariseres vinkelret på molekylernes dipol. Med Polaroid solbriller kan vi se, at solen altid vil befinde sig 90 grader fra polarisationsmaksimum som er der, hvor himlen er mørkest gennem solbrillen.

Regnbuen vil vi også kunne se polariseret efter de interne refleksioner i vanddråberne. Når det er overskyet bliver sollyset igen diffust upolariseret, Sådan en overskyet dag ser vi heller ingen bier. De bliver hjemme.

Hvordan kan bier, myrer, fårekylinger (sv:sysja) og døgnfluer (sv.: dagslända) se polarisationen uden et dikroisk filter eller krystal? Alle dyr, vertebrater som non vertebrater har rhodopsin som synspigment i fotoreceptormembranen, og rhodopsin molekylerne vil absorbere polariseret lys maksimalt når det elektriske felt vibrerer i dipolaksen. I vertebrater er



Mineralogen Wilhelm K.V. Haidinger (1795-1871)



ne finde solen og bestemme solhøjden ved "breddesejlsads", selvom det var overskyet. Fra sagaerne kendte man solstenen, som nok var et dobbeltbrydende krystal, turmalin, cordierit eller et helt tredje, som kan findes i Skandinavien. Men sagafortællerens fantasi er sikkert løbet af med ham. Bierne er hjemme, når det er totalt overskyet og **vikingerne** har i den situation været nødt til at vente på stjernerne i stedet. Der skal være noget af himlen til syne for at himlens polarisering kan ses. Arkæologen Thorkil Ramskou fik ideen fra en SAS pilot. Ved DC-8 flyvning over Arktis, virkede magnetkompasset ikke og derfor havde man et "Sky Compass" i flyets næse. Man kunne bruge et polaroidfilter til at bestemme solhøjden for "ove nover skyerne er himlen altid blå". Metoden forsvandt med DC-8.

Polaroid solbrillen virker som en lineær polarisator. Edwin Land tog et stykke klart plastik, lange molekyllæder af polyvinylalkohol og imprægnerede det med jod. Molekylerne fik retning

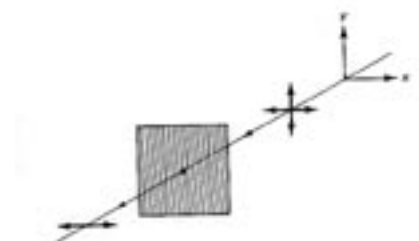


Illustration af wire risten. Når det upolariserede lys rammer et lodret absorberende lag (f.eks. Polaroid) bliver lyset planpolariseret.

Himmellyset er polariseret. De krydsede plane polarisationsfiltre har ikke samme lyshed. Det lodrette er mørkest på grund af himlens polarisation. Solen står da 90 grader herfra. Vi ser også at cellofanen giver andre farver når der er flere lag cellofan og altså anden lagtykkelse.



Tegning af Haidinger børste – de blå og gule områder kan ombyttes.

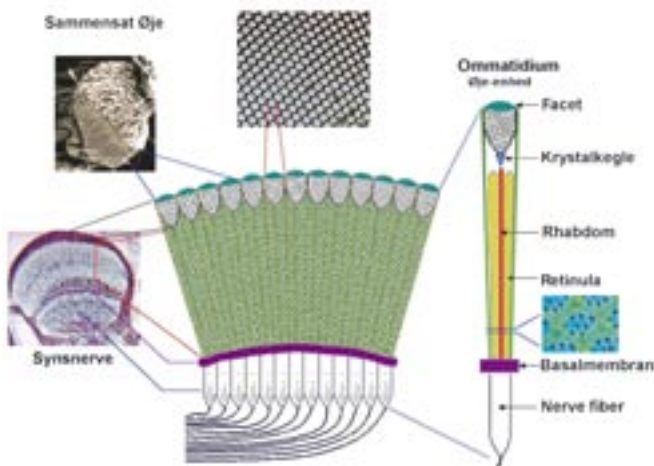
Men andre dyr, nogle insekter, nogle fisk og snegle og også octopus kan orientere sig ved hjælp af polariseret lys.

Vi skal helt frem til 1944 før Karl

rhodopsin molekylerne tilfældigt orienteret, men ikke i insektøjet. I det sammensatte multifacetterede insektoje er de mange 'simple øjne' (ommatidia) samlet i stjernemønster og den lysfølsomme del af synscellerne er en kæde cylinderformede membraner, hvor rhodopsinet sidder. Disse såkaldte 'mikrovilli' peger alle mod stjernens center, idet de danner en lysleder, rhabdomet.

Følsomheden for polariseret lys opstår ved at rhodopsin molekylerne overvejende er rettet parallelt med mikrovilli-cylindrene.

Det har været på tale, at også vikingerne, anvendte polariseret lys i navigationen for at kun-



Oversigt over insektets synsorganer.

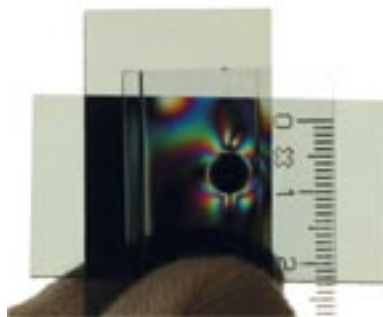
ved helt enkelt at strække plastikken. De ledende elektroner, som er forbundet med jodmolekylerne kører op og ned, som var de mikroskopiske wirer. Og de kommer derved til at give en lineær polarisation. Da solen normalt står over os, vil de skrå reflekser fra de vandrette overflader blive absorberet af polaroidsolbrillen, som normalt har en lodret akse. Det gælder især på søen og havet. Man kunne derfor tro at dykkende havfugle bruger polarisation til at få øje på fisken fra stor højde, men det er ikke lykkedes at påvise at fugle er følsomme for polarisation på denne måde, og i øvrigt heller ikke til orientering ved "fugletræk".



Cellofan mellem to krydsede pol-filtre.

lysets aktuelle fase. Hvis cellofanen bevirker en fasedifference der er anderledes end 180 grader, vil der trænge lys igennem. Farven vil da afhænge af tykkelsen på cellofanen som virker som en forsinker (retardation plate).

Mange almindelige dielektriske materialer, glas, plastik udviser dobbeltbrydning og somme tider kun under mekanisk stress, såkaldt *fotoelektrisk stress*.



Fotoelasticitet . Når et dielektrisk materiale f.eks cellofan og akryl anbringes mellem to krydsede polarisationsfiltre, forsinkes lysets fase og farver åbenbares af mørket.

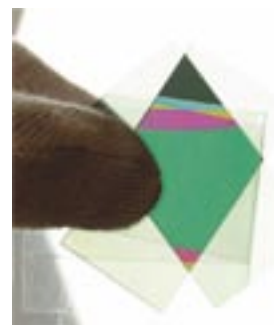
Også det retinale nervetrådslag (RN-FL) udviser dobbeltbrydning på grund af axonernes cylindriske, dielektriske karakter og som vi har set i cellofanforsøget, er lagtykkelsen af betydning for billedannelsen. Måling af RNFL ved scanning laser polarimetri, har derfor betydning i diagnostikken af sygdomme i synsnerven, bl.a. glaucom. Den cirkulære polarisation giver anledning til Dracula effekten. Navnet skyldes at pøgelser (Spøke) og gengangere ikke giver refleks i spejle, som vi erindrere fra Transsylvanien. Ser vi gennem et



#### Draculaeffekten

Et cirkulært polarisationsfilter er fotograferet mod et spejl. Refleksionen (spejlbilledet) af polfiltret forsvinder fra forreste glasflade når en højredrejet polarisering efter rotation bliver venstredrejet og dermed udslukket og vice versa. Metalbelægningen på spejlets bagside depolariserer lyset, og giver derfor refleksion.

cirkulært polfilter i et spejl. bliver der sort svarende til refleksionen i glasset, fordi en højredrejet polarisering efter refleksion bliver venstredrejet og dermed udslukket. Refleksionen fra metalbelægningen dybere nede ses stadig, fordi metal depolariserer lyset. Metalglansen skyldes blandt andet, at depolariseringen medvirker til maksimal refleksion.



Cellofan mellem to krydsede pol-filtre.

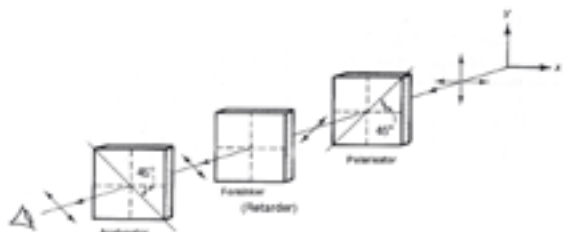
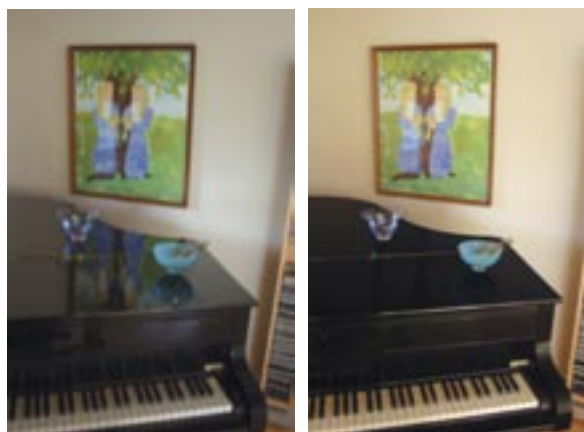


Illustration af polarisationstilstanden når en "retarder", et dielektrisk medie, anbringes mellem to krydsede polarisationsfiltre

#### En ny Goethe gåde

Tager vi to stykker polaroid med samme transmissionsakse og lægger dem vinkelret over hinanden, som en analysator og polarisator, vil intet lys trænge igennem, der bliver sort over krydsningsstedet. Hvis vi nu lægger et stykke cellofan eller et andet *dielektrisk* materiale, imellem de to stykker polaroid, ser vi noget meget besynderligt. Der hvor der før ikke kom lys igennem, der var sort, kommer der nu et virvar af smukke farver. Man kunne næsten sige med Goethe: Lysets møde med mørket. Se billedet.

Af figuren kan vi se, at forklaringen er at cellofanen virker forsinkende på



Med pol filter kan generende reflekser fjernes, så farven bliver mættet.

Referencer: [www.oftalmolog.dk](http://www.oftalmolog.dk)

## Referencer:

- Albers, J : Interaction of Colors.Yale Univ Press. New Haven 1975
- Bang, B: Strejftog i Niels Bohrs tanker. Hernov København. 1999
- Boëtius, H., Lauridsen,M.L. og Lefevre,M.L.: Lyset, mørket og farverne. Goethes Farvelære, indblik og perspektivering. Multivers København .1998.
- Ditchburn, R.W. : Light. 3rd. Ed. Academic Press. London 1976.
- v.Frisch,K : The dance language and orientation of bees.Cambridge. Mass. Harvard Univ Press. 1967.
- v.Frisch,K : Om bierne . GECGad Forlag. København 1964
- Gelb, A.: Die Farbenkonstanz der Sehdinge. Handbuch der Normalen und Pathologischen Physiologie. 1929, 12, 594-678
- Goethe, Johann Wolfgang von : Goethe's Theory of Colours translated from german notes by Charles Lock Eastlake. London 1840. MIT ed. 1970
- Gregory; R L :Mind in Science. Penguin, 1981. London 1981.
- Gregory; R L :Eye and Brain.5th ed. Oxford Univ Press. Oxford.1996.
- Gregory; Richard : Mirrors In Mind. WH Freeman comp. N.Y. 1996.
- Grum, F. and Becherer, R.J. : Optical Radiation Measurements. Vol. 1. Radiometry. Academic Press . N.Y. 1979.
- Grum, F. and Becherer, R.J. : Optical Radiation Measurements. Vol. 2. ColorMeasurement. Academic Press . N.Y. 1980.
- Hubel, DH Eye, Brain and Vision. Sci.Am.Lib. N.Y.1987.
- Hunter DG et al. Mathematical modelling of retinal birefringence scanning. J Opt Soc Am A Image Sci Vis. 1999. 16: 2103-11.
- Mach, Ernst : The Principles of Physical Optics : an historical and philosophical treatment. Dover, 2003. Eng translat. reprint of the 1926 ed.
- McLaren, K.: The Colour Science of Dyes and Pigments. Sec. ed. Adam Hilger, Bristol,1986.
- Minnaert, M. : The nature of Color & Light in the open air. 1954 .Dover .N.Y
- McLaren, K. : The Colur Science of Dyes and Pigments. Adam Hilger Ltd. Bristol. Sec. Ed. 1986.
- Newton, Isaac : OPTICS or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light. Based on 4th.ed. London 1730. Dover Publ. N.Y.1079
- Palmer, S: Vision Science. Photons to Phenomenology. MIT Press.Cambridge, Mass.1999
- Penrose, R. :The Emperor's new Mind. Concerning Computers, Minds, and the laws of physics. Oxford Univ.Press. N. Y. 1989.
- Ramskou, Thorkild : Solstenen. Primitiv navigering i Norden før kompasset. Rhodos Forlag, København 1969.
- Rodieck, R W : The first steps of seeing.Sinauer.Sunderland,Mass. 1998.
- Tovéé, M.J :An introduction to the visual system.Cambridge Univ. Press, Cambridge,1996.
- Uttal, W R : A taxonomy of the visual processes. Lawrence Erlbaum Ass. hillsdale, New Jersey. 1981.
- Weale, RA : Natural History of Optics. in The Eye.Comparative Physiology vol 6. eds Davson H&LT Graham.academic Press London 1974. 1-110.
- Wolken, JJ: Comparative Structure of invertebrate Photoreceptors. . in The Eye. Comparative Physiology vol 6. eds Davson H&LT Graham.academic Press London 1974. 97-226
- Wright, W D: The Rays are not coloured. Essays on science of vision and colour. Hilger. London. 1967.
- Wright, W D: The measurement of Colour.Hilger and Watts, London 1964
- Wyszecki, G. and Stiles, W.S.: Color Science. Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae. John Wiley and sons, inc. New York. 1982. ( sec. ed. 2000).
- Xiang-Run Huang et al. Variation of Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer Birefringence in normal Human Subjects. Invest Opthal. 2004 45: 3073-3080.
- Zajonc,A. : Cathing the Light. The entwined history of light and mind.1993. Oxford, Oxford
- Zeki, S: A Vision of the Brain. Blackwell. 1993.