

LIDT OM POLARLYS

Af cand. mag. *Asger Lundbak*

Om polarlys eller nordlys skrev den romerske tænker Seneca:

Til disse fænomener hører også sådanne, ved hvilke himmelen synes at være i brand, hvilket ofte er berettet af historikerne. Sommetider er denne ild tilstrækkeligt højt oppe til, at den skinner mellem stjernerne. Til andre tider ses den så lavt, at den antages for genskæret fra fjerne brændende bopladser eller byer. Noget sådant hændte under Tiberius, da skarer ilede i retning af Ostia-bebyggelsen, idet de troede, at den var i brand; under størstedelen af natten syntes himmelen nemlig oplyst af svagt lys, der lignede tyk røg.

Dette er blot et enkelt eksempel på, hvorledes nordlys gennem tiderne har formået at sætte den menneskelige fantasi i sving. Således er de stærke røde nordlys blevet fortolket på den måde, at himmelhvælvingen var gennemvædet med blod, f. eks. fra en afdød martyr, og de hastigt skiftende grønne nordlys er her i Norden blevet opfattet som valkyriernes ridt over himmelhvælvingen. Også kampe af trolde, hekse eller andre er i fortiden blevet placeret i nordlysets hastigt skiftende farvespil.

Skønt betegnelsen nordlys antyder, at dette fænomen er særligt hyppigt i nordlige egne, er forholdet for Grønlands vedkommende dog det, at nordlys optræder langt hyppigere i Sydgrønland end i Nordgrønland. Gennem talrige iagttagelser er det fastslået, at nordlysene fortrinsvis optræder i et omtrent cirkelrundt bælte, der fra Island strækker sig over Grønlands sydspids og gennem det nordlige Canada. Videre forløber dette bælte langs nordkysterne af Sibirien, Rusland og Norge tilbage mod Island.

Selve nordlysbæltets centrum, der jo som ovenfor nævnt er temmelig fattigt på nordlys, har sin plads nær Inglefield-Land i det nordvestlige Grønland og synes nærmest at skulle placeres over Kane-bassinet. Omtrent diametralt modsat findes på den sydlige halvkugle et bælte med såkaldt sydllys eller *aurora australis*. Til sammenligning er benævnelsen på nordlys i de angelsaksiske lande ofte *aurora borealis*, og det kan yderligere anføres, at *Aurora* i den romerske mytologi er morgenrødens gudinde, medens *Boreas* i den græske mytologi er nordenvindens gud. En sammenfattende betegnelse på dansk for både nordlys og sydllys er polarlys.

I en given egn er der visse fælles træk, som går igen, når der optræder nordlys. I

Nordeuropa består aftenens første nordlys ofte af en grønligt eller gulligt lysende bue, der hvælver sig over den nordlige horisont. Sædvanligvis er buen skarpere begrænset nedefter og mere udflydende opefter, og efter at den har stået forholdsvis roligt nogen tid, kan pludseligt komme gulgrønne stråler og bånd over større dele af himmelen; de skifter ustandseligt form, undertiden også farve, og de afløses muligvis efter nogen tids forløb af mere udviskede, skylignende former. Det kan derefter ske, at fænomenet helt ophører et stykke tid for senere at starte igen med de samme nordlysformer i den samme rækkefølge.

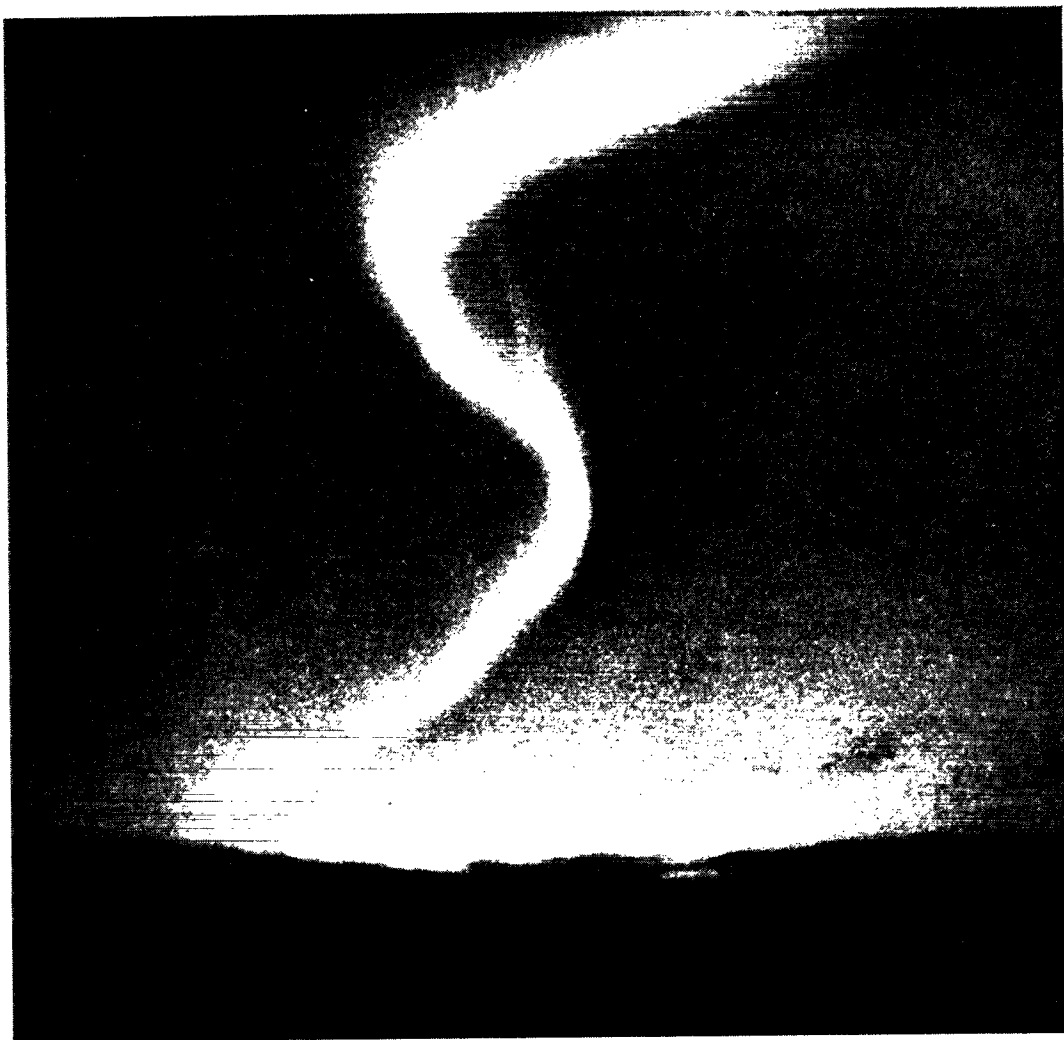
Ved andre lejligheder optræder nordlyset i bestandigt bølgende draperier i forskellige strålende farver, eller det består af kaskader af lys, der udstråler fra en prægtigt funk-lende krone højt oppe på nordhimmelen.

Nordlysets måde at optræde på i Nordeuropa stemmer ikke helt med de nordlysiagttagelser, der er gjort på Grønland. Det fremgår bl. a. af seminarielærer *S. Kleinschmidt's* iagttagelser i Godthaab gennem en længere årrække. Nordmanden *Sophus Tromholt*, der har bearbejdet Kleinschmidts iagttagelsesmateriale, fremhæver således i sin redogørelse i 1880, at »alt, hvad der henhører under Nordlysets vexlende Hyppighed, i Godthaab udviser et Modsætningsforhold, til hvad der finder Sted paa sydligere Bredder«.

Medens det gælder i det egentlige Danmark, at år, i hvilke der optræder mange solpletter, også bringer mange nordlys, er det modsatte ifølge Tromholt tilfældet i Godthaab. Ligeledes fremgår det, at nordlys på Grønland er hyppigst omkring vintersolhverv, medens nordlys på lavere bredder fortrinsvis optræder ved jævndøgnstiderne. I det sydlige Canada synes endog sommeren at være den gunstigste årstid for nordlys. Inden for den enkelte nat er det ofte således, at nordlysene forskydes mod nord, evt. med en sydgående forskydning igen sidst på natten. Således er der i det egentlige Danmark observeret relativt få nordlys omkring midnat. Ved Oslo er 22-tiden særlig gunstig for nordlys, og på Grønland er der stor nordlyshyppighed omkring midnat.

En ting er karakteristisk for nordlysiagttagelserne i Godthaab, nemlig at nordlyset fortrinsvis ses på den sydlige himmel; det stemmer imidlertid godt med, at det ovenfor omtalte nordlysbælte passerer sønden om Godthaab. Endvidere hedder det i en beretning fra 1882 af ingeniør *S. Fritz* om nordlysene ved Ivigtut, at de i mange tilfælde består af »lange, ondulerende bånd, sammensat af stråler af lys på tværs af båndene«. Ing. Fritz tilføjer, at båndene ofte tager retning efter fjorddalene, og bedømmer deres højder over jorden til omkring 1000 fod. At nordlysbåndene ofte har samme retning som fjordene, er imidlertid et tilfældigt sammentræf, der skyldes, at den fremherskende fjordretning her er parallel med selve nordlysbæltets retning, og en nordlyshøjde på kun 1000 fod må bero på fejlslutninger.

Allerede i Oldtiden spekulerede man på, hvilke højder nordlysene havde over jordens



*Karakteristisk nordlys-bånd, der er sammensat af strålebundter, og som hurtigt skifter form.
Fotografiet er taget natten mellem d. 3. og 4. marts 1910 ved Bossekop i Norge.
Tilsvarende nordlys-bånd ses meget almindeligt i Grønland.*

overflade, og på nordlysenes fysiske forhold iøvrigt. Grækeren *Aristoteles* forklarede ca. 334 år før vor tidsregnings begyndelse i sin »*Meteorologica*« nordlysets farvespil ved brydning og refleksion i de højere luftlag som følge af variationer i luftens tæthed.

Hvor vanskeligt problemet er, fremgår bl. a. af, at der to tusind år senere ikke var fremkommet nogen bedre forklaring; således mente den bekendte engelske astronom Edmund Halley i begyndelsen af 1700-tallet, at nordlys var en slags selvlysende damp, der steg op fra jorden.

På denne baggrund synes et værk, der blev offentliggjort i 1733 af franskmanden *Jean-Jacques D. de Mairan*, særlig imponerende; på omtrent 300 sider er her samlet nordlysobservationer gennem mere end tusind år. Værket indeholder den ganske rigtige konklusion, at nordlys forekommer hyppigst i marts og oktober. Spørgsmålet om nordlysets højde over jorden besvarer Mairan ud fra egen iagttagelser også forbavsende rigtigt, idet han angiver den til få hundrede km.

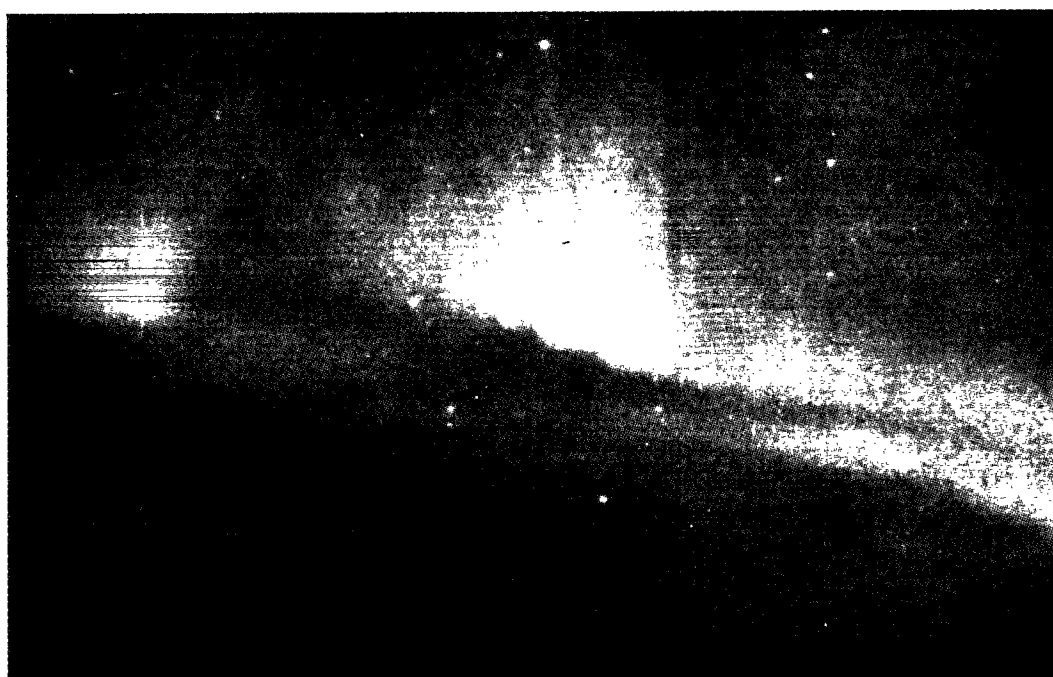
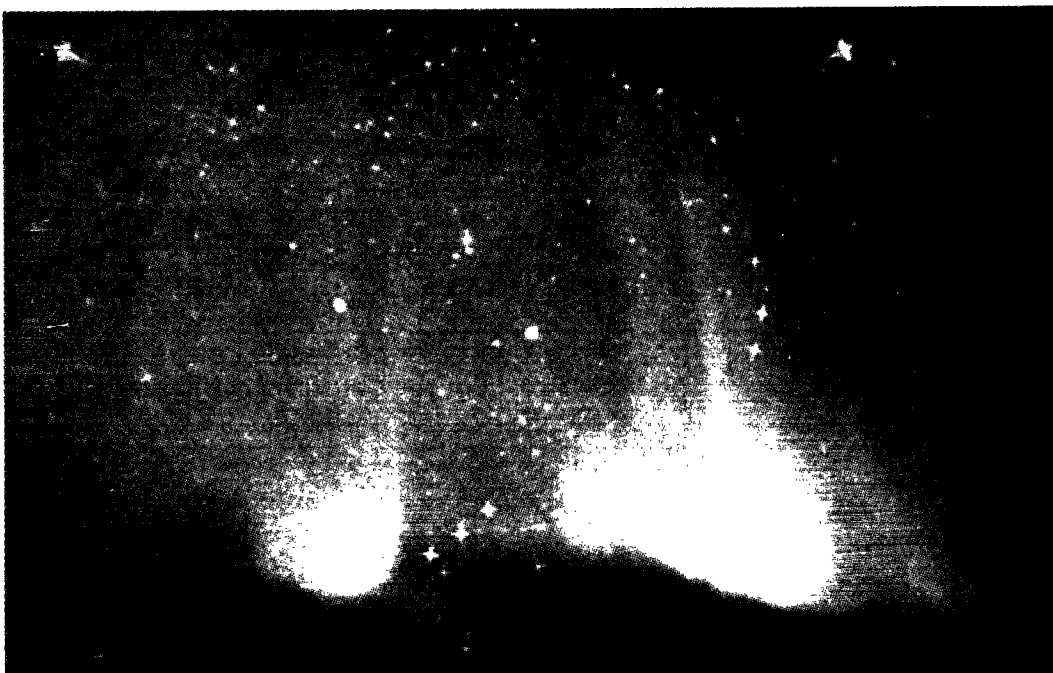
En egentlig måling af nordlysets højde blev dog først foretaget af englænderen *Henry Cavendish* 50 år senere. Han benyttede en fremgangsmåde, hvorved der sigtedes til et nordlys fra to forskellige byer på samme tid, og fik herved som resultat en nordlyshøjde på godt 100 km.

Nordmanden *C. Størmer* har i vort århundrede bestemt nordlyshøjder på denne måde, som Cavendish var inde på, og som består i at sigte til karakteristiske partier af nordlysene fra forskellige punkter af jordoverfladen. En god baggrund for orienteringen af disse sigtelinier danner selve stjernehimlen. Herved har Størmer kunnet bestemme højderne til over 10.000 punkter i nordlysene. Resultatet er, at de højeste nordlyspunkter ligger i 1100 km's højde, de laveste i 70 km's højde. De fleste nordlys optræder imidlertid i højder fra 90 til 120 km over jordoverfladen.

Netop disse højder har i de senere år fået fornyet aktualitet. I 100 eller godt 100 km's højde ligger nemlig det vigtigste af de såkaldte ionosfærelag, E-laget. Det er dette lag, der under normale forhold tilbagekaster radiobølger af forskellig bølgelængde, især mellembølger og korte bølger (men ikke ultrakorte bølger), og således muliggør radiospredning over store afstande. E-laget udgør også på anden måde et vigtigt fysisk skillelag i atmosfæren, nemlig ved, at luftens ilt over E-laget hovedsageligt forekommer i form af frie ilt-atomer, medens ilten under E-laget består af »rigtige« iltmolekyler med to atomer i hver molekyle ligesom den ilt, vi indånder ved selve jordoverfladen.

Også temperaturen i E-laget har man i løbet af de seneste år fået oplysning om. Bl. a. gennem raket-eksperimenter. Den er omkring minus 40-50 grader Celcius, og ejendommeligt nok stiger temperaturen, når man går fra E-laget og opefter; i 150 km's højde regner man således med temperaturer på omkring plus 150° C., og temperaturen stiger endnu mere længere oppe. Under E-laget findes der to temperaturminier på ca. minus 75° C. i henholdsvis 80 og 20 km's højde samt et maksimum i 50 km's højde, hvor temperaturen er omtrent som ved jordoverfladen. Luftens tryk og dens tæthed i 100 km's højde er konstateret at være henholdsvis to millioner og halvdelen million gange mindre end ved jordoverfladen.

Det nyeste inden for polarlysforskningen er lokalisering af polarlys ved hjælp af radar. Således er det bl. a. af radarstudier i Kiruna i Nordsverige muligt at drage yderligere slutninger om sammenhæng mellem polarlyshyppighed, jordmagnetisk uro (variationer i kompasnålens retning), forekomst af særlige tykke flager af E-laget samt de såkaldte



To fotografier af samme nordlys; de er taget den 14. januar 1939 i Østgrønland fra to forskellige steder med indbyrdes afstand på 55 km. Bag nordlyset ser man bl. a. Orions karakteristiske stjernebillede, og det ses, at nordlyset er forskelligt placeret i forhold hertil, eftersom det betragtes fra det ene eller andet sted (Fotografierne skyldes Dansk Nordøstgrønlands Ekspedition 1938-39, efter Størmer, M.o.G. bd. 127 1947).

black-out. Disse sidste, som især optræder i arktiske egne, ytrer sig ved, at der slet ikke sker nogen tilbagekastning, når radiobølger sendes op imod ionosfærelagene; grunden menes at være den, at radiobølgerne fuldstændigt absorberes i stærkt ioniserede regioner under det egentlige E-lag.

Radarobservationerne ved Kiruna har nu vist, at polarlys, magnetisk uro og E-lagsflager optræder omtrent samtidigt, medens de observerede black-out gennemgående er forsinket ca. 6 timer i forhold hertil. Endvidere fremgår det af disse radarobservationer, at de centrale dele af nordlysene er koncentreret i 120 km's højde.

En manifestation af den sammenhæng, der er mellem jordmagnetisme, nordlys og ionosfære er iøvrigt sket ved oprettelsen af en ionosfærestation i Godhavn i 1951. Siden 1925 er der her opnået vigtige resultater ved det magnetiske observatoriums virksomhed, og forhåbentlig vil ionosfærestationen bidrage sit til yderligere at bestyrke Godhavns position som arktisk forskningscentrum.

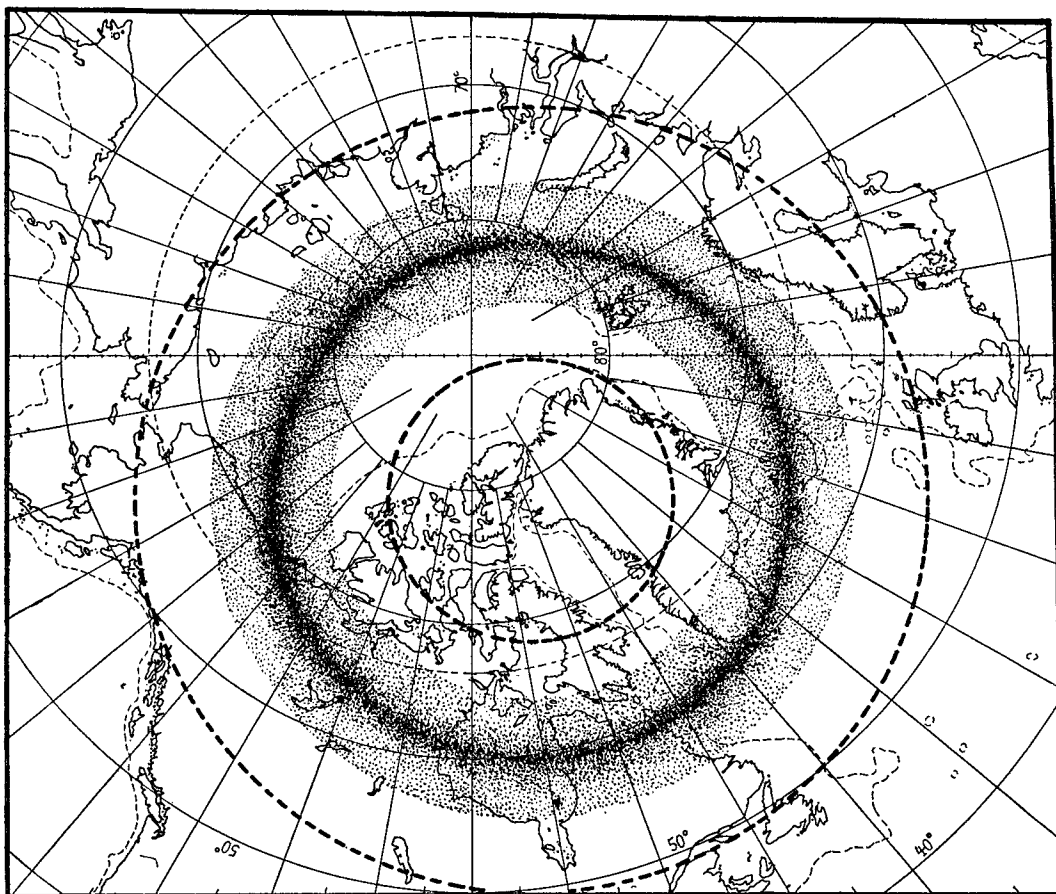
Lad os imidlertid forsøge at få et sammenfattende overblik over polarlysfænomenerne og deres udformning, idet vi holder os til den almindeligt antagne teori, at polarlyset skyldes partikelstråling, der trænger ind i atmosfæren fra rummet udenfor.

Skønt en del af partiklerne meget vel kan stamme fra fjernere kloder, har den overvejende partikelstråling utvivlsomt sin oprindelse i Solen. Ved direkte observation af Solen har man også netop iagttaget en sådan udslyngning af Solens overfladestof, f. eks. i form af de bekendte protuberanser. For at blive helt løsrevet fra Solens tyngdefelt må dette stof udslynges med en hastighed på mindst 615 km i sekundet; ad spektralanalytisk vej har man endog kunnet måle udslyngningshastigheder på ikke mindre end 3000 km pr. sekund.

På grund af jordens magnetfelt vil partikelstrålingen nærme sig jorden ad spiralformede baner, og skønt det således ikke er den nærmeste vej mellem Solen og jorden, der gennemløbes, viser erfaringen dog, at polarlys ofte optræder knapt et døgn efter udbrud af den pågældende art på Solen. Også ultraviolet stråling fra Solen kan spille ind, og denne er kun 8 minutter om at tilbagelægge afstanden mellem Solen og jorden. Selve eksistensen af ionosfærelagene omkring jorden skyldes hovedsagelig den energi, de modtager i form af ultraviolet stråling fra Solen.

Udover de hidtil omtalte fænomener bevirker denne partikelstråling ifølge moderne anskuelser også et for os usynligt fænomen, nemlig en ring af elektrisk ladede partikler, der kredser om jorden i ækvators plan, og som har en radius 6-10 gange jordens egen radius. Jorden får herved en vis lighed med planeten Saturn.

Fra denne ring bevæger en del af partiklerne sig nu i retning efter jordens poler, idet de spiralformigt snor sig om kraftlinierne fra jordens magnetfelt. De har særlig god chance for at komme ned i ca. 100 m's afstand fra jorden netop i de to tidligere omtalte polarlysbælter.



Figuren viser beliggenheden af nordlysbøltet, d. v. s. den kreds på den nordlige halvkugle, hvor polarlysenes hyppighed er størst. Udenfor den store stiplede cirkel og indenfor den lille stiplede cirkel er nordlys sjældne.

Polarlysets prægtigste udtryksform, den tidligere nævnte nordlyskrone (henh. sydlyskrone), bekræfter iøvrigt, at partikler, der i de ækvatoriale egne har stor afstand fra jorden, søger at nærme sig til jorden i nærheden af jordens magnetiske akse. Nordlyskronen omkranser nemlig – bortset fra en mindre perspektivisk forskydning – netop det punkt på himmelen, hvorimod jordens magnetiske akse peger.

Endvidere bekræftes denne teori af, at man kan regne ud, under hvilke forhold de to bælter om henholdsvis magnetisk sydpol og magnetisk nordpol udvider sig, d. v. s. under hvilke forhold polarlysene rykker nærmere ækvator. Det sker, enten når partikelstrømmen i ringen om ækvator forstærkes, eller når denne rings radius formindskes, således at ringen kommer nærmere jorden. Heri ligger åbenbart årsagerne til, at polarlysbælterne forskydes mod lavere bredder under forøget solaktivitet. Man har endog under sådanne forhold iagttaget polarlys så nær ækvator som i Indien.

Tilbage står da spørgsmålet: Hvilke luftarter er det, der lyser op i polarlysene? Er det selve de indtrængende luftpartikler, der lyser, eller er det luften i de pågældende højder, der bringes til at lyse, når den rammes af de udefra kommende partikler?

Begge dele sker; men det er dog især den sidstnævnte proces, der er ansvarlig for selve lysfænomenerne. Det stof, der udslynges fra Solen, er nemlig i overvejende grad brint; men ifølge de spektralanalytiske undersøgelser af polarlyset er kun i ganske få tilfælde lokaliseret brint i polarlysets spektrum.

Det er i ganske overvejende grad kvælstof og ilt, der giver glans og farve til polarlyset, og vi kan altså slutte, at luften i 100 km's højde og længere oppe ligesom ved jordoverfladen er domineret af disse to luftarter. Den antagelse, man i sin tid gjorde, at de højere luftlag især beherskedes af lette luftarter som brint og helium, kan altså ikke oprettholdes.

Foruden kvælstof og ilt er i polarlysspektret ikke med sikkerhed konstateret andre luftarter end brint og natrium. Forekomsten af natrium kan synes ejendommelig, og nok så ejendommeligt er det, at det pågældende natrium i »byger« synes at komme ude fra verdensrummet og altså ligesom brinten kan tænkes at være udslynget fra Solen. En del af forklaringen ligger muligvis i, at natrium er et stof, der selv i yderst minimale mængder formår at give sig til kende ved spektralanalyse. Man har endog konstateret natriumlys fra selve den mørke nathimmel.

En overgang mente man at have fundet et ikke-jordisk stof i polarlysets spektrum, geokoronium, idet der forekom en stærk grøn linie, som man ikke kendte i de jordiske stoffers spektrer. Det er dog senere blevet påvist, at ilt under de ekstreme betingelser, der hersker i polarlysregionerne, specielt med hensyn til lufttryk og lufttæthed, kan udsende sådant grønt lys. Iøvrigt er forholdene ikke så simple, at alt grønt lys i polarlysene skyldes ilt. Også kvælstof er ansvarlig for grønne polarlys, dog gennemgående af svagere beskaffenhed. Endvidere kan det oplyses, at kvælstof af og til giver anledning til en ret stærk rød kant, som afgrænser polarlysene nedefter. Også infrarøde linier af både kvælstof og ilt er konstateret i polarlysets spektrum.

I den tidligere nævnte beretning ved nordmanden Tromholt om Kleinschmidt's mangeårige nordlysiagttagelser i Godthaab, slutter Tromholt med ordene:

Hvor uigennemtrængeligt end for Øjeblikket det Slør er, der hviler over hele dette interessante Forskningsomraade, bør vi dog ikke opgive Haabet om efterhaanden at løfte det mere og mere.

Hvis læseren af nærværende artikel har fået det indtryk, at sløret nu for en væsentlig del er løftet, men at enkelte flige af sløret dog endnu dækker over visse af nordlysets hemmeligheder, da er artiklens formål nået.