

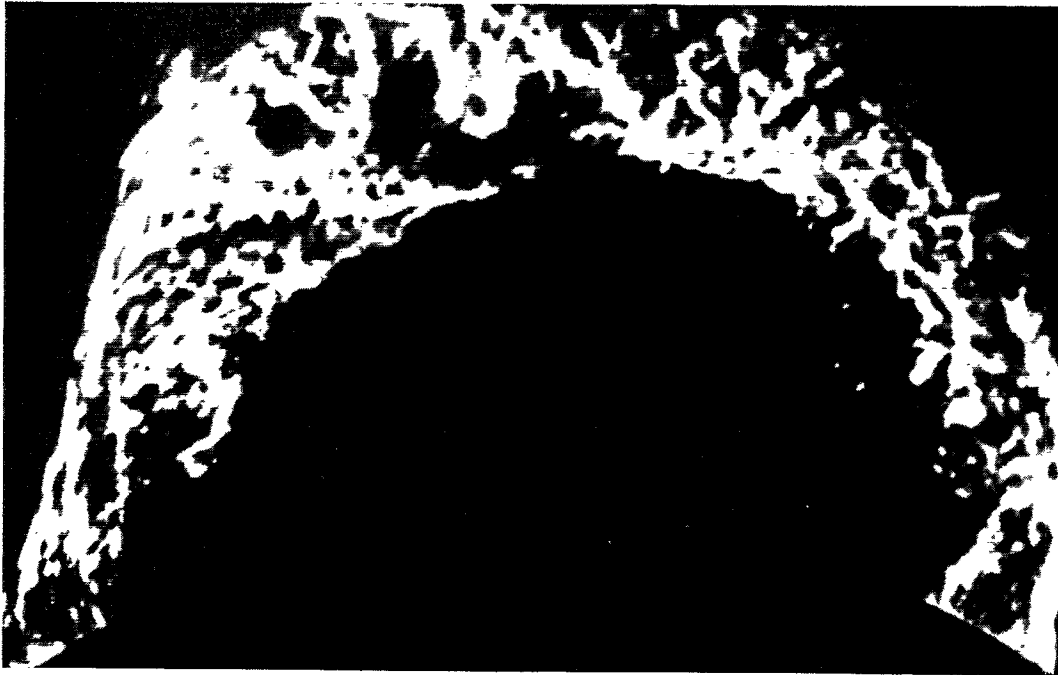
# HVAD JORDMAGNETISME, NORDLYSUNDERSØGELSER OG KUNSTIGE MÅNER KAN FORTÆLLE I DET GEOFYSISKE ÅR

---

Af statsmeteorolog *Johannes Olsen*

Som bekendt er Jorden en stor magnet, hvad enhver kan overbevise sig om ved at stille en kompasnål op. Man vil da se, at kompasnålen nordpol på ethvert sted peger i en bestemt retning, fordi jordmagnetismen trækker i den - her på Sjælland nærmest ret nord. I Julianehåb peger den mod nordvest, i Thule næsten stik vest. Kompasnålen står dog ikke stille, men svajer ganske lidt frem og tilbage i dagens løb. Udslagene er dog så små, at de kun kan ses på de følsomme instrumenter, man har på magnetiske observatorier, hvor der ad fotografisk vej nedtegnes en kurve, der viser kompasnålenes vekslende udsving døgnet igennem. Kurverne for forskellige dage viser, at det magnetiske vejr er lige så lunefuldt som det meteorologiske, idet små udsving den ene dag kan afløses af større udsving den næste. Det mærkelige er nu, at det viser sig, at det er Solen, der trækker i trådene, skønt den sidder 150 millioner km fra Jorden. Når der er mange pletter på Solen, som netop i dette år, er kompasnålenes daglige udsving gennemsnitlig større end normalt, og når - som det skete den 10. februar i år - en stor solplet under Solens omdrejning passerer hen over solmidten, kommer der ofte stærke udsving på kompasnålene hele Jorden over et døgn eller så efter. Der opstår det, man kalder en magnetisk storm. Men fænomenet er lunefuldt. Stundom har en stor solplet passeret solmidten uden at give anledning til en magnetisk storm på Jorden. Til andre tider har der raset stærke magnetiske storme uden een eneste plet på Solen. For tyve år siden opdagede man imidlertid en proces på Solen, der kunne opfattes som et tidssignal, der bebuder, at en magnetisk storm er i anmarch.

Da det i trediveerne blev almindeligt at benytte kortbølget radio til langdistance-telegرافي over verdenshavene, kom man undertiden ud for en mærkelig oplevelse. Bedst som en europæisk station havde en fin forbindelse med Amerika, tav modtageren pludselig. Det besynderlige var, at alle radiostationer på Jordens solbelyste



*Billede af soludbrud. Man ser brintskyens opblussen, der er resultatet af et vulkansk udbrud på solen.*

del blev tavse samtidig, mens stationerne på natsiden var upåvirkede. Efter et kvarters - måske et par timers - forløb ophørte så tavsheden pludselig igen på alle stationer, så signalerne kom igen med samme styrke som før. Man mistænkte Solen og satte vagt over solskiven, som man studerede gennem særlige kikkerter. Det viste sig nu, at en kraftig opblussen af en brintsky i nærheden af et solplet-område havde en øjeblikkelig virkning nede på Jorden. I samme nu indtrådte den nævnte radiotavshed som ved et trylleslag. Forklaringen er enkel nok. Sammen med det kraftige synlige brintlys udsender Solen store mængder af kortbølget usynligt lys - sandsynligvis røntgenstråler - som trænger dybt ned i lufthavet og danner et nyt elektrisk ledende lag under det elektriske spejl, som normalt hjælper radiobølgerne over havet ved at tilbagekaste dem. Dette nye lag indsuger de radiobølger, der er på vej op for at tilbagekastes. Spejlet sløres derfor, og radiotavsheden indtræder, indtil brintskyens lys dør hen, og sløret hæves.

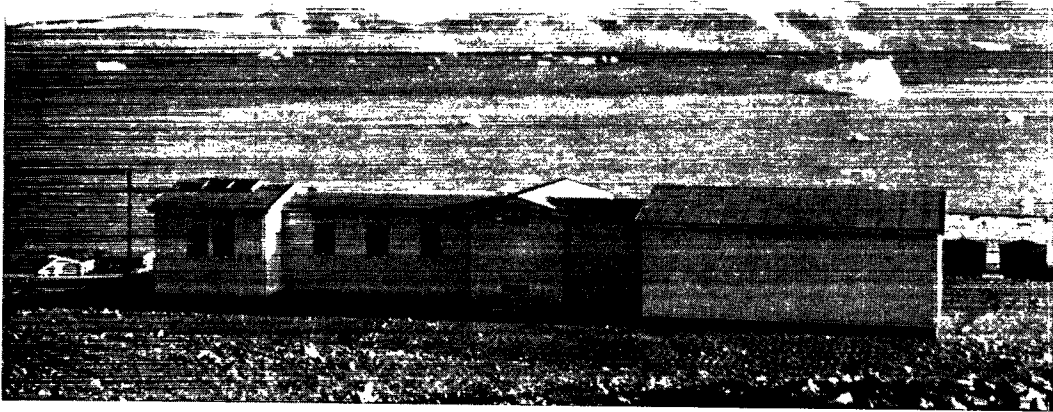
Det viste sig imidlertid, at brintskyens virkning ikke var slut hermed. Hvis brintskyen var flammet op i nærheden af solmidten, kom der så godt som altid en magnetisk storm ca. et døgn efter, og brintskyen kan derfor opfattes som et forvarsel for stormen. Men medens udbruddet på Solen kun varer et par timer, raser den magnetiske storm fra 16 timer op til et par døgn. Hvad er det, der sker?

Samtidig med soludbruddet udsendes der radiostøj fra området på Solen, og denne opfanges af modtagere på Jorden. Denne støjs karakter viser, at brintskyens opblussen er resultatet af et vulkansk udbrud på Solen, hvorved elektrisk ladede smådele slynges bort fra Solen med en fart op til 500 km i sekundet. Når udbruddet sker nær ved solmidten, har denne byge retning mod Jorden. Efter et døgn forløb nærmer den sig Jorden, og dennes magnetisme får bygen til at dele sig i to, hvoraf den ene slår ned i nordpolaregnene i samme øjeblik, som den anden når sydpolaregnene. Når bygen rammer Jordens yderste lufthav, virker dens smådele som projektiler, der slår luftens molekyler itu til elektrisk ladede smådele. Luften begynder at lyse, - polarlysene opstår. Vekslende elektriske strømme på op til een million ampere løber over Sydgrønland i en højde af 100 til 150 km over Jorden. De magnetiske kræfter fra disse strømme får kompasnålene på de grønlandske stationer til at svinge kraftigt frem og tilbage. I Godhavn har man oplevet, at kompasnålen vandrede 15 grader på et kvarter under en sådan magnetisk storm. I det geofysiske år er observatorierne i Godhavn og Thule suppleret med midlertidige observatorier i Julianehåb og Scoresbysund.

Stormen begynder, så snart bygen når frem til lufthavet. Men i pionerernes spor følger langsommere partikler, og stormen ender først, når de sidste partikler fra soludbruddet er nået frem til Jorden efter et døgn eller tos forløb.

Selv om bygen især slår ned i polaregnene, raser den magnetiske storm over hele Jorden med mer eller mindre styrke. Ud fra de samtidige magnetiske variationer på magnetiske observatorier verden over kan man pejle sig frem til de elektriske strømmes plads i lufthavet og bestemme, hvorledes deres styrke varierer fra sted til sted. Man kan derved supplere de oplysninger om ionosfærens elektriske tilstand, som ionosfærestationerne giver. Der er grund til at vente nye vigtige oplysninger på dette område i det geofysiske år, fordi polaregnene både i syd og nord for første gang i videnskabens historie er velforsynet med magnetiske observatorier.

Da den byge, der rammer nordpolaregnene, styres af en magnetpol i nærheden af Thule, kan de magnetiske observatorier i Grønland og arktisk Kanada yde vigtige bidrag til belysning af, hvad der sker under magnetiske storme. De langsomste partikler i bygen bindes så at sige ved magnetpolens nærhed, så de ikke kan fjerne sig langt fra Thule. Undersøgelser af det magnetiske materiale fra observatoriet i Godhavn og af materialet fra ionosfærestationen dér tyder da også på, at ionosfæren over Godhavn træffes af en særlig stråling, som ikke mærkes i Sydgrønland. Det geofysiske år giver mulighed for at belyse dette forhold gennem en sammenligning af Godhavns resultater med resultaterne fra nyoprettede stationer i arktisk Kanada med tilsvarende afstand fra Thule.



*Det nye observatorium i Thule.*

Da *nordlysene* flammer op langs bygens vej, viser de bygens bane ned gennem lufthavet. Jo større fart - alt andet lige - bygens smådele har, desto længere vil de trænge sydpå på den nordlige halvkugle og nordpå på den sydlige. Nordlysens udbredelse under magnetiske storme studeres derfor ivrigt i det geofysiske år samtidig med, at sydlysene studeres på den sydlige halvkugle. Nordlysene forekommer hyppigst i nordlyszonen, der ligger som et bælte, der danner en ring omkring Thule. Denne zone går lidt syd for Julianehåb, over Island, Nordnorge, Novaja Semlja og Beringsstrædet. Syd for og nord for denne ring aftager nordlysene i antal. I Thule ses kun en fjerdedel af de nordlys, man ser i Julianehåb. Her kan det indskydes, at den længste og bedst gennemførte serie af nordlysstudier blev gennemført af Kleinschmidt i Godthåb i forrige århundrede. I sydpolaregnene findes en tilsvarende sydlyszone.

For at få hele vrimlen af polarlys i polaregnene noteret observerer man dem her automatisk. Specielt indrettede nordlyskameraer fotograferer natten igennem hvert minut hele himmelhvælvingen med stjerner og eventuelle nordlys ned på en 16 mm filmsstrimmel. I Grønland har Danmark 4 af disse kameraer, som arbejder i Julianehåb, Godhavn, Scoresbysund og Station Nord. De vil frembringe ialt 5 km film i det geofysiske år. Amerikanerne har et kamera i Thule, og i arktisk Kanada

arbejder en masse andre kameraer. Dette materiale vil man foreløbig udnytte til at lave et oversigtskort over nordlysenes udbredelse hvert kvarter natten igennem.

Da der findes nordlyskameraer både i syd- og nordpolaregnene, kan man gennemføre et interessant eksperiment. Når den elektriske byge fra Solen nærmer sig Jorden, deler den sig som nævnt i to, hvoraf den ene følger den jordmagnetiske kraft til sydpolarområdet, mens den anden slår ned nordpå. Man kan nu vente, at de samme nordlysformer optræder samtidigt på de to steder på Jorden, hvor disse tvillingestrømme rammer. Kommer der en nordlysbue det ene sted, må man vente en sydlysbue det andet sted, ligesom også en overgang fra rolige buer til nordlysstråler må forventes at ske samtidigt begge steder. To sådanne tvillingestationer i syd og nord har man i en belgisk station i sydpolarområdet og et sted i Atlanterhavet midt imellem Julianehåb og Reykjavik i Island. Kun i forårs- og efterårsmånederne er der nogle timer om natten, hvor der er mørkt begge steder samtidigt. På initiativ af svenskeren W. Stoffregen er der i år i månederne februar til april etableret et samarbejde mellem de tre nævnte stationer for at se, om ovennævnte teori holder stik. Hvis udfaldet bliver lovende, vil dette samarbejde blive genoptaget til efteråret.

I nordlyszonen ses nordlys næsten hver klar vinternat, også når de magnetiske forhold er rolige på lavere breddegrader. Under stærke magnetiske storme trækker nordlyszonen sydpå, og nordlys bliver synlige i Danmark, ja man har undertiden set nordlys ved Guineabugten 10 grader nord for ækvator. Så sent som den 10.-11. februar i år meldte de kubanske aviser, at der sås nordlys på Kuba. Man har fortolket disse sydlige nordlys som virkningen af en elektrisk ringstrøm, der dannes i store afstande fra Jorden uden om ækvatoregnene. For at få disse sjældne, men vigtige, nordlys noteret har man verden over dannet grupper af amatører, der noterer klokkeslettet for synlige nordlys's forekomst og deres plads på himlen. I Danmark har vi et par hundrede frivillige observatører, som gør et fortrinligt arbejde i det geofysiske år ved notering af forekommende nordlys.

Selv om nordlysets underkant næsten synes at berøre en nærliggende bjergtop, må man dog gå ud fra, at det ligger ca. 100 km oppe i lufthavet. I Norge og Kanada har man foretaget utallige bestemmelser af nordlyshøjder, idet man har fotograferet nordlyset og stjernerne omkring det samtidigt med to fotografiapparater med telefonisk forbindelse og anbragt 30 til 100 km fra hinanden. På de sammenhørende fotografiske plader vil stjernernes plads i forhold til det samme nordlys være forskellig, fordi stjernernes afstand er uendelig mange gange større end nordlysets. Ved udmåling på pladerne kan nordlysets højde derefter beregnes. Nordlysets underkant findes i gennemsnit at ligge i 100 km's højde over Jorden, mens de højeste stråler når 1000 km over Jorden.

Andre forskere har studeret farverne i det lys, som nordlyset udsender. Disse farver kan nemlig røbe, hvilke luftarter der findes oppe i nordlyshøjderne. Når en luftart bringes til at lyse, således som det sker i forretningernes reklamerør, udsender den ikke hvidt lys, men nogle få ganske bestemte farver, som er forskellige for de forskellige luftarter. Neonrørene udsender således kun to kraftige røde farver, mens natriumlysrørene på Tuborgvej i København udsender to gule farver. En luftarts farver er altså så at sige dens fingeraftryk, som røber, hvilken luftart det drejer sig om. Ved at rette et prismeapparat - et spektroskop - mod nordlyset kan man adskille det i sine farver. Ad den vej har man fundet, at der under normale forhold kun findes ilt og kvælstof i ionosfæren, altså de samme luftarter, der dominerer her nede ved Jorden. Men netop idet nordlysene tændes, har man også fundet brint, men denne kommer susende ind i lufthavet ude fra verdensrummet med en fart på op til 3300 km i sekundet. Denne vigtige opdagelse var det første direkte bevis på partikelbygens eksistens.

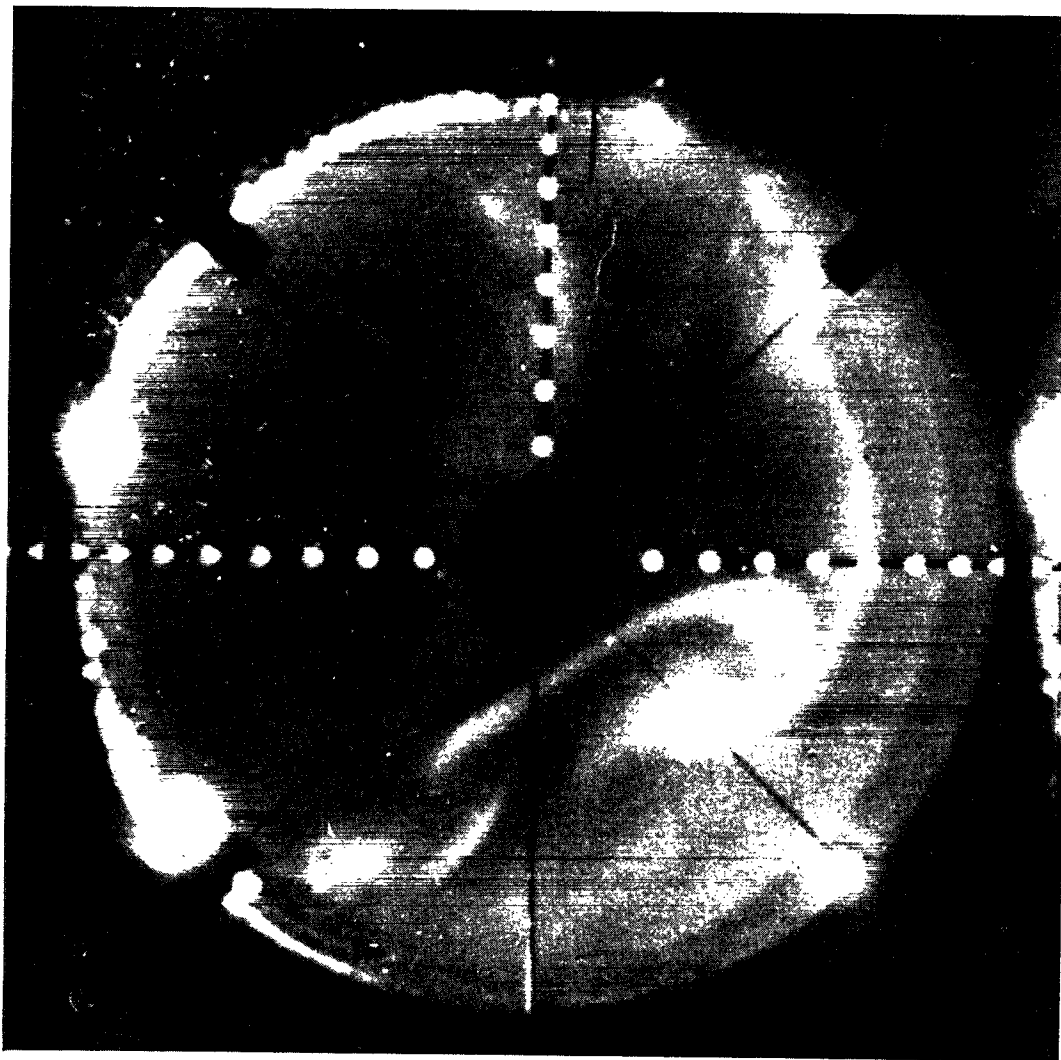
De første forskere, som arbejdede med disse ting, mødte et mærkeligt paradoks. Den allermest almindelige farve i nordlyset er jo svagt gulgrøn og stammer fra en ganske bestemt spektrallinie, som altid viser sig, når man betragter nordlyset gennem et spektroskop. Ejendommeligt nok var denne bestemte farve i forvejen ukendt på Jorden, idet ingen kendt luftart udsendte den. I 1925 lykkedes det endelig et par englændere at få denne farve frem ved at sende en elektrisk udladning gennem et næsten lufttomt rør med lidt ilt og helium. Det viser sig, at farven stammer fra iltatomet, men kun forekommer, når luften er så tynd, at der går et helt sekund mellem sammenstød mellem to luftdele (i luften her ved jordoverfladen er der 5 milliarder sammenstød mellem luftdelene hvert sekund). Når et iltatom skal udsende lys, må en af dets elektroner springe fra en plads i atomet til en anden. For en almindelig farve gælder det, at elektronen kun betænker sig en hundrededel milliontedel sekund før den springer, men når nordlysfarven skal udsendes, betænker elektronen sig et helt sekund. Hvis der, inden sekundet er gået, sker et sammenstød med et andet atom, bruges den overflødige energi hertil, og lyset udsendes ikke. Derfor udsendes denne farve kun oppe i den overordentlig tynde luft, hvor nordlysene opstår.

I det hele taget foregår der mange processer, som hidtil var ukendte her på Jorden, oppe i nordlysregionen. Men mange af disse fænomener kan ikke studeres her nede fra jordoverfladen. Dette gælder således de elektriske partikler i bygen fra Solen, som går til grunde højt oppe i lufthavet samtidig med, at nordlysene dannes. Det samme gælder det kortbølgede lys fra Solen - de ultraviolette stråler, som går til grunde samtidig med, at de danner de elektrisk ledende lag. Her er det nødvendigt at sende raketter op med passende måleinstrumenter, som kan

måle styrken af disse størrelser i de luftlag, hvor de findes. Man har allerede fået vigtige oplysninger ved hjælp af raketter, og i det geofysiske år er raketprogrammet udvidet stærkt, idet op til 100 raketter vil blive sendt op i arktisk Kanada for at måle karakteren af nordlyspartiklerne. Men da raketterne kun opholder sig i nordlysregionen nogle få minutter, giver de kun kortvarige stikprøver. Derfor betød det et umådeligt fremskridt, da russerne den 4. oktober opsendte den første kunstige måne, som kredsende om Jorden i månedsvis, når den forsynes med passende instrumenter, kan fortælle mere om de her ønskede oplysninger end alle de kostbare raketter, der er opsendt fra Jorden gennem de sidste ti år. I stedet for raketternes øjebliksbilleder giver satellitten en film, der giver en udviklingshistorie for processerne i lufthavet. Hvad er nu princippet i den kunstige måne?

Da Jorden er kuglerund, vil en granat, der skydes vandret ud efter en ret linie, komme højere og højere op over Jorden, hvis ikke Jordens tyngdekraft fik den til at falde nedefter, og derfor får den til at ramme Jorden efter en kort flugt. Giver man granaten den dobbelte hastighed, vil den nå længere bort, før den rammer Jorden. Man kan nu let regne ud, at når granaten får en fart på 8 km i sekundet, vil den aldrig falde ned. Tyngden vil ganske vist stadig krumme dens bane, men netop kun så meget, at den følger Jordens egen krumning og derfor stadig bevarer samme højde over Jorden. Nede ved Jorden kan eksperimentet dog ikke realiseres. Her er luftmodstanden så stor, at granaten hurtigt ville styrte til Jorden og iøvrigt brænde op ved gnidningen mod den tætte luft. Men hvis den først når sin største fart og flyver vandret 300 km over Jorden, hvor luften næsten ikke yder modstand, er planen mulig.

Af de sparsomme oplysninger, der er sivet ud fra Rusland, fremgår det, at satellitten vejede 83,6 kg og havde en diameter på 58 cm. Den blev sendt op med en tre-trins raket, og amerikanerne mener at kunne lokalisere opsendelsesstedet til et punkt nord for det kaspiske hav. De første to km steg den lodret til vejrs og begyndte derefter at krumme sin bane. Efter et til to minutters forløb var raketens fart blevet 2 km i sekundet, og den fløj under en vinkel på 45 grader med Jorden. Her faldt rakethylsteret til første trin ned. Andet rakettrin gav den en fart på  $5\frac{1}{2}$  km i sekundet, og 1000 km fra startstedet bragte tredje trin raketten ind i den vandrette bane med en fart på næsten 8 km i sekundet eller 28.500 km i timen, men både raketspidsen og hylsteret fra tredje trin optrådte som ekstra kunstige måner. En radiosender med 1 watts energi sendte på 15 meters og  $7\frac{1}{2}$  meters radiobølgebredde. De amerikanske stationer, der var indrettede til at opfange den påtænkte amerikanske satellits signaler på ca. 3 meters bølgebredde, blev i løbet af to døgn omstillet til Sputniks bølgelængder. Dens signaler opfanges både af den amerikanske station på Sydpolen og af en amerikansk station



*Fotografi af nordlys, optaget af kamera i Julianehåb.*

på en isø i nærheden af Nordpolen. En tysk station bestemte satellittens bane, som var en oval med største afstand fra Jorden på 1000 km og mindste afstand 250 km. Fra den 4/10 til den 26/10 sank satellittens omløbstid omkring Jorden fra 96,2 minutter til 95,31 minutter, som tegn på at den efterhånden fik større fart på, fordi luftmodstanden bragte den nærmere ned mod Jorden.

Ifølge russerne gav radioen oplysninger om temperatur og antallet af meteorstød mod satellitten, og man fandt en temperatur og en luftvægtfylde, som var lavere, end man hidtil har troet. Konkrete værdier er dog ikke blevet oplyst. Den



lavere vægtfylde stemmer med, at russerne kun havde ventet, at Sputnik ville vare i to uger, mens den i virkeligheden holdt ud i tre måneder.

Hvor interessante disse foreløbige resultater end er, fortæller de dog kun lidt om, hvilke muligheder indførelsen af satellitter rummer for udforskningen af universet. Opsendelsen af Sputnik nr. 2 med en vægt på en halv tons viser, at man i Rusland er i stand til at opsende et instrumentel med betydelig vægt. Det vil være en ret simpel opgave at indsætte instrumenter, som automatisk måler udstrålingen af ultraviolet lys og partikelbyger under et soludbrud og telegrafisk sende meddelelserne ned til modtagere på Jorden. Derved vil forskerne få et helt nyt grundlag for beregningen af de processer, der foregår i ionosfæren under en magnetisk storm. Magnetiske måleinstrumenter kan samtidig måle styrken af de strømme, som gennemkrydser ionosfæren fra pol til pol, mens satellitten i løbet af halvanden time foretager et omløb omkring Jorden. Det samme gælder målingen af de kosmiske stråler, som består af atomkærner, der suser gennem universet med en hastighed, der nærmer sig lysets. Disse undersøgelser vil kunne fortælle, hvorvidt disse stråler - hvis direkte virkning lufthavet beskytter Jordens beboere imod - kan blive en fare for passagerer i eventuelle fremtidige rumskibe. En satellit forsynet med en fjernsynssender vil kunne blive til umådelig nytte for meteorologerne. I løbet af et omløb kan den give oplysning om skydække og eventuelle orkaner langs hele ruten.

Hvis hunden, der sendtes op med Sputnik 2, havde kunnet bevæge sig frit i sin celle, ville den være kommet ud for ejendommelige fornemmelser. Så snart satellitten var kommet ind i sin bane omkring Jorden, ville hunden føle sig som vægtløs, og det mindste stød til gulvet ville bringe den til at svæve frit i cellens luft.

Hvilket resultat kan man nu vente af den videnskabelige kraftanstrengelse, som det geofysiske år er? Kun fremtiden kan vise det. Men der er grund til optimisme. Det tog 100 år, fra atomet blev opdaget, til dets væsen blev forklaret. Der gik kun 40 år fra Einsteins opdagelse af atomenergien til dennes frigørelse. Man har lov til at vente, at skarpsindige hjerner i løbet af det kommende tiår ud af det geofysiske års vrimmel af detaljer kan udkrystallisere lovene for lufthavets bevægelser og ionosfærens forvirrede processer til gavn for en sikrere vejrforudsigelse og radiomodtagning.