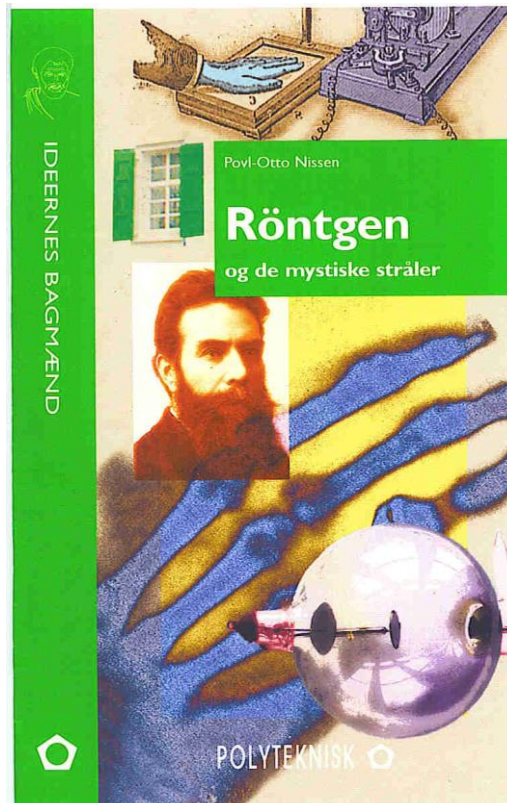


# Röntgen og de mystiske stråler

Denne bog fra serien *Idéernes Bagmænd* fås nu på [Nyt Teknisk Forlag](#)



ISBN 87-502-0972-8

*Bogen er grundlæggende en personbiografi, hvor den indledende forskning omkring opdagelsen af røntgenstrålerne og samtidens reaktioner på opdagelsen er i fokus. I bogen kan man også finde uddybende forklaringer på "fluorescens", "Æteren", "Longitudinale svingninger" og mange andre fysiske fænomener. Omtale af bogen på [FAGBOGINFO](#).*

*Den grønne farve på bogomslaget er inspireret af vinduesskoddernes farve på Röntgens fødehjem i den gamle middelalderby Lennep-Remscheid i nærheden af Düsseldorf i Tyskland. Alle husene i de kringlede gader har grønne vinduesskoder, og husenes udvendige vægge - ikke bare tagene - er tækket med blåsorte naturskiferplader, som udhugges i bjergene i nærheden.*

*Fødehjemmet fungerer i dag som Röntgen-museets bibliotek.  
Besøg også Deutsches Röntgen-Museums websider: [www.roentgenmuseum.de](http://www.roentgenmuseum.de)*



*Den 1.oktober 1888 blev Röntgen ansat ved Julius-Maximilian Universitet i Würzburg. Her opdagede han strålerne den 8. november 1895 og kaldte dem X-Strahlen. Hans rapport, "Über eine neue Art von Strahlen (Vorläufige Mitteilung)" er der ikke blevet plads til i bogen.*

*Derfor følger her som et supplement en dansk oversættelse af rapporten ved cand.pæd.fysik Povl-Otto Nissen. Wilhelm Conrad Röntgens første rapport om sin opdagelse af X-strålerne, Über eine neue Art von Strahlen (Vorleufige Mitteilung) er dateret: 27. december 1895:*

## Om en ny slags stråler

Foreløbig meddelelse

1. Hvis man lader udladningen fra en større Ruhmkorff'er foregå gennem et Hittorf'sk vakuumrør, eller et tilstrækkeligt udpumpet Lenard'sk, Crooke'sk eller lignende rør, som er pakket stramt ind i sort karton, vil man i et fuldstændigt mørkelagt rum kunne se et tydeligt fluorescerende lys på en papirskærm, som er malet med bariumplatinocyanür, lige meget hvilken side af skærmen, der vender ind mod udladningsrøret.

Virksomheden kan endnu ses i en afstand af 2 meter fra udladningsrøret.

2. Det er påfaldende, at de mystiske stråler tilsyneladende uhindret går gennem det sorte kartonhylster, som ellers ikke lader hverken synlige eller ultraviolette solstråler og ej heller elektrisk buelys passere. Det er derfor nærliggende at undersøge om andre genstande har lignende egenskaber. Man finder snart, at alle genstande er gennemtrængelige for strålingen, men i forskellig grad. Graden af gennemtrængelighed findes ved at sammenligne styrken af fluorescenslyset på skærmen, når genstande anbringes mellem røret og skærmen, og når der ikke er noget imellem. Et par eksempler: Papir er meget gennemtrængeligt. Bag en bog på 1000 sider kan man stadig se fluorescensen tydeligt, tryksværten er heller ikke nogen forhindring. På samme måde kan et dobbelt sæt whistpillekort anbragt mellem rør og skærm ikke give nogen mærkbar synlig forandring. Selv et enkelt lag Stanniolfolie nedsætter ikke virkningen, først når man lægger flere lag

oven på hinanden, ser man deres skygger på skærmen. Tykke træklodser er gennemtrængelige. To-tre centimeter brædder af grantræ absorberer kun lidt. Omkring en 15 mm tyk aluminiumsplade svækkede virkningen betragteligt, men stoppede ikke strålingen helt. Flere lag gummiskiver er også gennemtrængelige. Med glasplader er der den forskel, at gennemtrængeligheden er afhængig af om der er tale om blyholdigt glas eller almindeligt flintglas. Det første er mindre gennemtrængeligt end det sidste. Holder man en hånd mellem udladningsrøret og skærmen, ser man de mørke skygger af knoglerne i det knap så mørke omrids af hånden. Vand, svovlkulstof og forskellige andre væsker viser sig undersøgt i glimmerbeholder at være meget gennemtrængelige. Om brint er mere gennemtrængelig end almindeligt luft har jeg ikke kunnet konstatere. Bag plader af kobber, sølv, bly, guld og platin kan man stadig tydeligt se fluorescensen, når pladerne ikke er for tykke. Platin af 0,2 mm tykkelse er gennemtrængelig, sølv og kobber af samme tykkelse endnu mere. En blyplade af 1,5 mm tykkelse er så godt som uigennemtrængelig og kan derfor bruges som afskærmning mod strålingen. En kvadratisk træstok, som er malet med blyholdigt maling på den ene flade er forskelligt gennemtrængelig, afhængig af om strålerne går parallelt med den malede flade, eller de skal gå på tværs af den malede flade. I sidste tilfælde se man skygger af penselstrøgene. Ligesom metallerne, kan deres salte - faste eller opløste -, sættes op i en række afhængig af deres gennemtrængelighed.

3. De anførte forsøgsresultater og andre viser, at gennemtrængeligheden af de forskellige stoffer ved samme pladetykkelse, væsentligst afhænger af deres massetæthed. Ikke andre egenskaber viser i hvert fald så stor indflydelse. At tætheden ikke er eneførende viser følgende forsøg. Jeg undersøgte omtrent lige tykke plader af glas, aluminium, kalkspat og kvarts. Tætheden af disse stoffer er også omtrent ens, og dog viste det sig ganske tydeligt, at kalkspat skiller sig ud ved at være mindre gennemtrængelig i sammenligning med glas, aluminium og kvarts, (se pkt. 6).

4. Med tiltagende tykkelse bliver alle stoffer mindre gennemtrængelige. For at finde en forbindelse mellem gennemtrængelighed og stoftykkelse har jeg lavet fotografiske optagelser med et tiltagende antal lag Stanniolfolie. Dermed fås ved sammenligning et mål for gennemtrængeligheden uden at have et egnet fotometer til rådighed.

5. Der blev udvalset plader af hhv. platin, bly, zink og aluminium i tykkelser, der så tæt som muligt viste sig lige gennemtrængelige. Den følgende tabel viser den målte tykkelse i millimeter, og den relative tykkelse i forhold til platinpladen.

	Tykkelse	Rel. tykk.	Tæthed
Pt	0,018 mm	1	21,5
Pb	0,05 mm	3	11,3
Zn	0,10 mm	6	7,1
Al	3,5 mm	200	2,6

Af disse værdier må man antage, at der ikke findes metaller med samme gennemtrængelighed trods samme tykkelse og tæthed. Gennemtrængeligheden tiltager i en endnu større målestok, når stofferne bliver lettere.

6. Fluorescensen fra bariumpatencyanür er ikke den eneste synlige virkning af X-strålerne. Man må være klar over, at også andre genstande fluorescerer, som f.eks. kalciumfosforforbindelser, uranglas, almindeligt glas, kalkspat, stensalt osv. Af særlig betydning er i mange henseender det faktum, at fotografiske plader har vist sig følsomme overfor X-strålerne. Man er i stand til at fikserer mange iagttagelser og kan dermed lettere undgå fejltolkninger. Jo vigtigere iagttagelser, jeg foretog med øjnene på fluorescensskærmen, i jo højere grad har jeg kontrolleret dem med fotografiske optagelser. Da strålerne næsten uhindret går gennem tynde lag af træ, papir og stanniolfolie, kan man sagtens optage fotoet i et oplyst rum, mens pladen befinder sig i den lukkede kassette. På den anden side medfører denne egenskab, at man ikke skal lade ufremkaldte fotografiske plader ligge fremme i den sædvanlige anvendte indpakning i nærheden af udladningsapparatet. Det er endnu et spørgsmål om, hvorvidt den kemiske påvirkning af sølvsaltet på pladen stammer direkte fra X-strålerne, eller den fremkommer ved påvirkning fra fluorescenslyset i glasset eller gelatinelaget. "Film" kan i øvrigt ligeså godt bruges som glasplader. Om X-strålerne udøver en varmepåvirkning, har jeg endnu ikke påvist eksperimentelt. Dog må man på forhånd antage dette, efter at det er påvist, at X-strålerne kan omdannes til fluorescens, og det således er sikkert, at ikke alle X-stråler igen forlader genstanden som sådanne. Øjets regnbuehinde er upåvirkelig af strålerne. Et øje anbragt tæt ved udladningsrøret bemærker intet, hvilket stemmer overens med, at øjet erfaringsmæssigt består af materialer, der må være gennemtrængelige for strålingen.

7. Efter at have konstateret gennemtrængeligheden af genstande af relativ tykkelse, skyndte jeg mig at undersøge, hvordan strålerne opfører sig ved gennemgang af et prisme; om de bliver afbøjet eller ikke. Forsøg med vand og svovlkulstof i et glimmerprisme med cirka 30 graders brydende vinkel viste ingen afbøjning, hverken på fluorescensskærmen eller på den fotografiske plade. Til sammenligning blev under lignende forhold afbøjningen af lysstråler iagttaget, med en afbøjningsforskydning på 10 - 20 mm fra det ikke afbøjede. Med et prisme af hårdt gummi og et aluminiumsprisme med ligeledes en brydende vinkel på cirka 30 grader har jeg fået billeder på fotografiske plader, der måske tyder på en afbøjning. Under alle omstændigheder så lille, at brydningsforholdet for X-strålerne højst er på 1,05. Med fluorescensskærmen har jeg i dette tilfælde ikke kunnet konstatere nogen afbøjning. Forsøg med prizmer af metaller med større massetæthed giver indtil nu - på grund af den mindre gennemtrængelighed og dermed ringe intensitet - ikke noget sikkert resultat. Denne sag rummer det vigtige spørgsmål, om hvorvidt X-strålerne vil blive brudt ved overgang fra et medium til et andet eller ej. Det ville være glædeligt om dette spørgsmål også kunne undersøges på en andre måder end ved hjælp af prizmer. Fint pulveriserede materialer lader ved tilstrækkelig lagtykkelse kun lidt af almindeligt indfaldende lys passere eller spreder det som følge af brydning og refleksion. Viser det sig, at pulveret er lige så gennemtrængeligt, som den samme mængde fast stof, så ville det være påvist, at hverken brydningsfænomener eller refleksion spiller en rolle i forbindelse med X-strålerne. Forsøget blev gennemført med fint pulveriseret stensalt og med elektrolytisk indvundet sølvpulver, såvel som med det meget anvendte zinkstøv. Der viste sig ingen forskel i gennemtrængeligheden for pulverets vedkommende i forhold til de faste stoffer, hverken ved iagttagelse på fluorescensskærmen eller på den fotografiske plade. At man ikke kan koncentrere X-strålerne ved hjælp af linser, er, efter det meddelte, selvindlysende. En stor linse af hårdt gummi og en glaslinse viste sig da også virkningsløse. Et skygebillede af en rund stang er i midten mørkere end ved yderkanterne. På samme måde er et rør, fyldt med mere



gennemtrængeligt materiale end selve røret, lysere i midten end ved kanterne.

8. Spørgsmålet om refleksion af X-strålerne er gennem de forannævnte forsøg blevet opklaret med det resultat, at ingen mærkbar tilbagekastning finder sted fra de undersøgte materialer. Andre forsøg, som jeg her vil gennemgå, fører til det samme resultat. I denne sammenhæng er det værd at omtale en iagttagelse, som ved første blik ser ud til at vise det modsatte. Jeg eksponerede en fotografisk plade, der var beskyttet mod lyset med sort papir med glassiden vendt mod udladningsrøret, altså mod X-strålerne. Det modtagelige lag var foruden en fri del dækket med blanke plader af hhv. platin, bly, zink og aluminium i et stjerneformet mønster. På det fremkaldte negativ kan man tydeligt se, at sværtningen under platin, under bly og især under zink er stærkere end andre steder. Aluminium havde ikke givet nogen virkning. Det syntes dermed, at de tre nævnte metaller reflekterede strålingen. I den forbindelse var dog andre årsager tænkelige, og for at blive sikker lagde jeg ved andet forsøg et stykke aluminiumsfolie mellem det modtagelige lag og pladerne. Folien er uigennemtrængelig for ultraviolet lys, men gennemtrængelig for X-strålerne. Da det samme resultat i alt væsentligt viste sig igen, er det dermed påvist, at de tre nævnte metaller reflekterer X-stråler. Sammenholder man denne kendsgerning med det forhold, at pulver er lige så gennemtrængeligt som faste stoffer, og videre at genstande med ru overflade viser lige så stor gennemtrængelighed som blankpolerede genstande, så kommer man til den anskuelse, at en regelmæssig refleksion ikke finder sted, men at genstandene forholder sig til X-strålerne ligesom mørke genstande overfor lys. Da jeg heller ikke kunne påvise brydning ved overgang fra et medium til et andet, har X-strålerne tilsyneladende den samme hastighed i alle medier, også hvor genstanden består af smådele, hvilket frembyder en hindring af X-strålerne, jo større ved tiltagende tykkelse.

9. Derefter kunne det tænkes, at organiseringen af smådelene i genstanden kunne have indflydelse på gennemtrængeligheden, som f.eks. et stykke kalkspat, der ved den samme tykkelse kunne have forskellig gennemtrængelighed ved bestråling langs en akse og vinkelret derpå. Forsøg med kalkspat og kvarts har imidlertid givet et negativt resultat.

10. Som bekendt er Lenard med sine smukke forsøg med at lade Hittorf'ske katodestråler gå gennem tynde aluminiumsvinduer kommet til det resultat, at katodestrålerne bevæger sig i Æteren, og at de forløber diffust i alle legemer. Vi har kunnet fremsætte enslydende udtalelse om vore stråler. I sit sidste arbejde har Lenard bestemt absorptionsevnen i forskellige genstande, og ligeledes fundet den for luft ved atmosfæretryk på 4,10, 3,40, 3,10 over en afstand på 1 cm, alt efter fortyndingen af gassen i udladningsrøret. At dømme efter udladningsspændingens gnistlængde har jeg med mine forsøg haft at gøre med nogenlunde den samme størrelse fortynding, sjældent mere eller mindre. Det lykkedes mig med et Weber'sk fotometer - et bedre har jeg ikke - at sammenligne intensiteten af min skærms fluorescenslys i to afstande, - cirka 100 og 200 mm - fra udladningsrøret, og jeg fandt ved tre ret godt samstemmende forsøg, at det forholder sig omvendt til afstanden mellem skærm og udladningsrør. Dernæst tilbageholder luft en meget mindre brøkdel af X-strålerne end katodestrålerne. Dette resultat er ganske godt i overensstemmelse med den ovennævnte iagttagelse, at fluorescenslyset kan ses helt ud i en afstand af 2 meter fra udladningsrøret. Ligesom med luft forholder det sig i almindelighed også med andre genstande, som er langt mere gennemtrængelige for X-stråler end for katodestråler.

11. Endnu en bemærkelsesværdig forskel mellem X-stråler og katodestråler ligger i den

kendsgerning, at det trods mange anstrengelser ikke er lykkedes, - endda ikke med meget stærke magnetfelter - at opnå en afbøjning af X-strålerne med magneter. Magnetisk afbøjning er indtil nu det mest karakteristiske kendetegn ved katodestråler. Ganske vist har von Hertz og Lenard fundet, at der findes forskellige former for katodestråler, som adskiller sig fra hinanden ved forskellige phosphorescens, absorberbarhed og afbøjelighed med magnetisme. Men en betragtelig magnetisk afbøjning forekommer dog i alle de undersøgte tilfælde, og jeg tror ikke, at man opgiver at se dette som en karakteristisk egenskab uden tvingende grund.

12. Efter særlige tilrettelagte forsøg med det formål at finde stedet på udladningsrøret, som er hovedudgangspunktet for strålingen, er det sikkert, at X-strålerne udbreder sig i alle retninger fra, hvor glasset fluorescerer stærkest. X-strålerne går dermed ud fra det sted, hvor katodestrålerne efter flere forskeres udsagn rammer glasvæggen. Afbøjer man katodestrålerne med magnet allerede inde i udladningsrøret, så ser man, at X-strålerne også kommer fra et andet sted, nemlig fra det sted, hvor katodestrålerne ender. Af denne grund kan X-strålerne, som ikke kan afbøjes magnetisk, ikke bare være katodestråler, som uændret er videregivet eller blot reflekteret af glasvæggen. Glassets større tæthed kan ifølge Lenard ikke være ansvarlig for en sådan forskellighed i afbøjelighed udenfor. Jeg kommer derfor til det resultat, at X-strålerne ikke er identiske med katodestrålerne, men at de derimod produceres af katodestrålerne i udladningsapparatets glasvæg.

13. Denne produktion finder ikke bare sted i glas, men - som jeg har kunnet iagttage i et apparat lukket med stykke 2 mm aluminiumsblik - også fra dette metal. Andre stoffer bør undersøges senere.

14. Berettigelse til at kalde denne virkning, som udgår fra udladningsapparatets væg, for "stråler" udledte jeg delvis fra de helt regelmæssige skyggebilleder, som viser sig, når man anbringer en mere eller mindre gennemtrængelig genstand mellem udladningsrøret og den fluorescerende skærm (eller den fotografiske plade). Mange sådanne skyggebilleder, som for øvrigt virker helt specielt fortryllende, har jeg iagttaget og til dels også optaget fotografisk. Således har jeg et fotografi af skyggeprofilen af den dør, som deler rummet, og hvor udladningsapparatet var opstillet på den ene side og den fotografiske plade på den anden; et fotografi af skyggerne af knoglerne i en hånd, et skyggebillede af en træspole med skjult opviklet tråd, et af en lukket kasse med vægtlodder, et af en Bussole, hvor magnetnålen helt er indelukket i metal og endnu et af et metalstykke, hvor X-strålerne afslører metallets inhomogenitet, osv.. Beviset på den retlinede udbredelse af X-strålerne er endvidere et hulfotografi, som jeg har lavet med udladningsapparatet indhyllet i sort papir. Billedet er svagt, men tydeligvis rigtigt.

15. Jeg har søgt meget efter interferens-egenskaber ved X-strålerne, men uden succes, måske blot på grund af strålingens ringe intensitet.

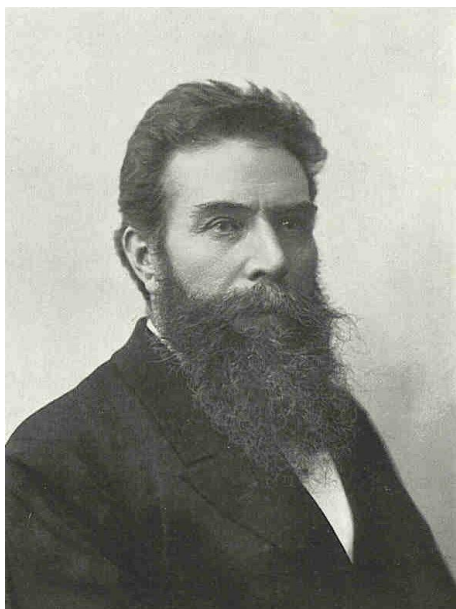
16. Forsøg med at få konstateret elektrostatiske kræfters eventuelle indflydelse på X-strålerne er indledt, men endnu ikke afsluttet.

17. Overvejer man spørgsmålet om, hvad X-strålerne - som jo ikke kan være katodestråler - egentlig er, så bliver man forledt til i første omgang at tænke på ultraviolet lys på grund af den livlige fluorescens og den fotokemiske virkning. Men snart støder man mod

tungtvejende argumenter. Hvis X-strålerne skulle være ultraviolet lys, så måtte dette lys have følgende egenskaber: a) ingen tydelig brydning ved overgang fra luft til vand, svovlkulstof, aluminium, stensalt, glas, zink osv. b) ikke at blive reflekteret regelmæssigt og mærkbart fra genstande af de nævnte materialer, c) at de med de sædvanligt anvendte midler ikke kan polariseres, d) at deres absorption ikke kan hidrøre fra andre egenskaber ved genstandene end tykkelsen. Det vil sige, at man måtte antage, at disse ultraviolette stråler skulle opføre sig ganske anderledes end de hidtil kendte infrarøde, synlige og ultraviolette stråler. Dette har jeg ikke kunne tilslutte mig og har derfor søgt efter en anden forklaring. Et slags familieskab mellem de nye stråler og lysstrålerne ser ud til at være til stede. I det mindste tyder skyggedannelse, fluorescensen og den fotokemiske virkning, som forekommer ved begge slags stråler, på noget sådant. Nu har man allerede længe vidst, at der foruden transversale svingninger også kan forekomme longitudinale svingninger i Æteren, og at sådanne må forekomme efter forskellige fysikerens mening. Frit sagt er deres eksistens indtil nu ikke tydeligt påvist og deres egenskaber derfor endnu ikke undersøgt. Skulle de nye stråler mon ikke kunne tilskrives longitudinale svingninger i Æteren? Jeg må indrømme, at jeg i løbet af mine undersøgelser mere og mere har gjort mig fortrolig med disse tanker, og jeg tillader mig hermed at fremsætte denne formodning, skønt jeg er meget bevidst om, at denne forklaring endnu mangler yderligere begrundelser.

**Würzburg, Universitetets Fysiske Institut, december 1895.**

*Oversat fra tysk i 2004 af tidl. seminarielektor Povl-Otto Nissen, cand.pæd.fysik.*



Billedet af Wilhelm Conrad Röntgen gengives med tilladelse fra Universitetet i Giessen, hvor Röntgen arbejdede fra 1879 til 1888.

Den 1.oktober 1888 blev han ansat ved Julius-Maximilian Universitet i Würzburg.

Her opdagede han den 8. november 1895 de stråler, han kaldte X-Strahlen.

Han kaldte sin første rapport: "Über eine neue Art von Strahlen (Vorläufige Mitteilung)"