

*Föredrag*  
*vid av Köpenhamns spårvägar anordnat*  
*sammanträde i Köpenhamn den 24 november 1934*  
*till vilket Svenska spårvägsföreningens*  
*styrelse inbjudits.*  
*(Sid. 185—240).*

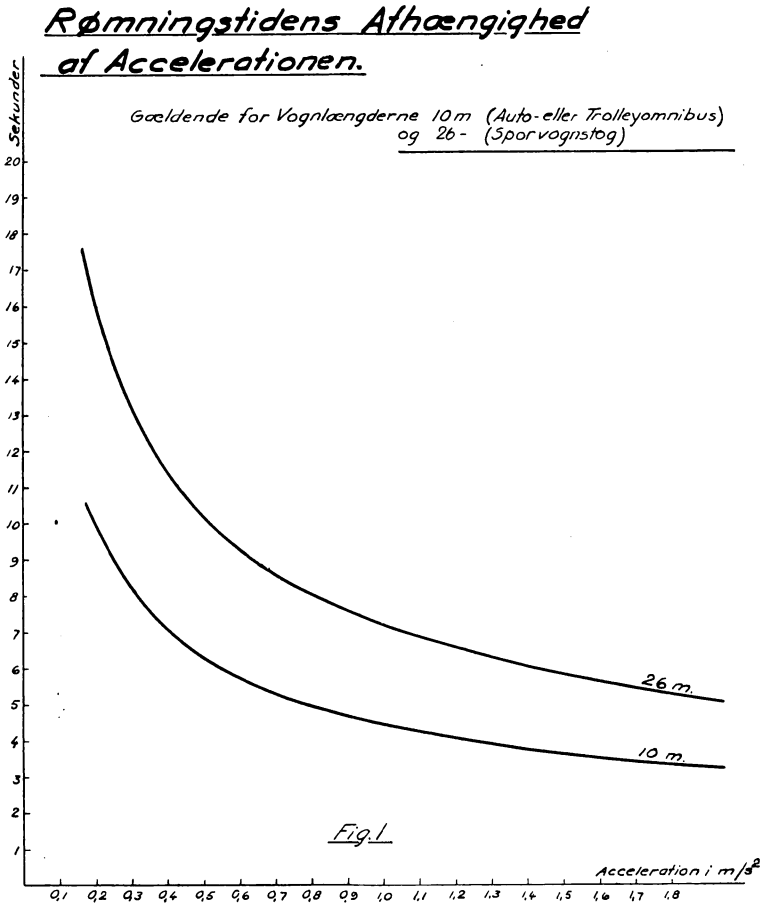
# AUTOMATISK KONTROLLERBETJENING.

Foredrag af Sporvejsdirektør A. Juel-Hansen,  
Københavns Sporveje.

Automobilismen har som bekendt fremkaldt en betydelig Ændring i Publikums Indstilling overfor Sporvogne, saaledes at Kravene til disse er ændrede paa følgende Maade. Fra det *sporvejskørende* Publikums Side ønskes større Komfort — ingen Træbænk, større Hastighed og mindre Afstand mellem Stoppestederne samt smaa Intervaller mellem Vognene, og fra det motorkørende Publikums Side ønskes, at Sporvognene, der før var det hurtigste Køretøj — Hestevogne kunde ikke følge med — men nu er relativt langsomme. i langt bedre Grad skal køre med samme Smidighed, Hastighed og Bremseevne, som den øvrige paa Hjul rullende Trafik. Alt i alt Krav, som nok kan sætte Sporvejsfolk graa Haar i Hovedet, og Krav, som stiller store Fordringer baade til *Vognmateriel og Vognstyrere*. Vi har prøvet at undersøge nærmere, hvilke Foranstaltninger der maa træffes, for at disse Krav kan opfyldes, og jeg vil her tillade mig at fremdrage enkelte Træk, enkelte Facit fra denne Undersøgelse.

Lad os se lidt paa, hvorledes man faar en Sporvogn til at skynde sig. Det, det kommer an paa, er her i første Linie Accelerationen; jo større denne er, jo hurtigere forsvinder en Vogn fra et Stoppested eller passerer et Gadekryds, og Vognens Evne hertil kan i nogen Grad udtrykkes ved dens Rømningstid, hvorved forstaas den Tid, Vognen er om at køre sin egen Længde. Rømningstidens Afhængighed af Accelerationen er udtrykt grafisk paa Fig. 1, der viser Forholdet for vort nye Sporvognstog paa ca. 26 Meters Længde og for en Omnibus eller Trolleybus paa ca. 10 Meters Længde. Kurven viser, at en Acceleration paa  $0,35 \text{ m/Sek.}^2$  giver en Rømningstid paa 12,3 Sek., medens f. Eks. Rømningstiden for vort nye Sporvognstog, der har en Acceleration paa  $0,7 \text{ m/Sek.}^2$ , er 8,6 Sek. eller 3,7 Sek. mindre. Forøger man Accelerationen med 100 % til 1,4, gaar Rømningstiden ned til 6,1 Sek. eller 2,5 Sek. mindre, og Accelerationsforøgelsen udover 0,7 giver saaledes en forholdsvis ringe Gevinst. Med denne Acceleration vil vore nye Tog under Forudsætning af 10 % Reservetid og med den herværende gennemsnitlige Stoppestandsafstand paa 316 m, som det fremgaar af den grafiske Fig. 2, kunne give en *Rejsehastighed* paa 18,1 km. Formindsker vi Stoppestandsafstanden med 25 %, gaar den opnaaelige Rejsehastighed ned paa 15,6 km eller omtrent den Rejsehastighed, vi har i Øjeblikket.

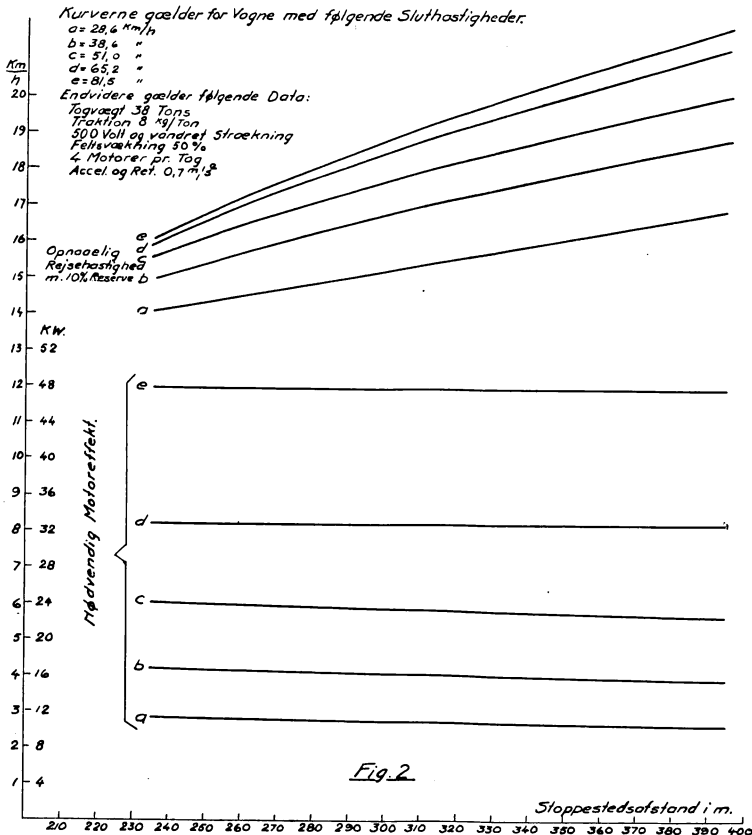
Kravet om mindst mulige Stoppestandsafstand gør det ønskeligt at kunne skønne over den ved forskellige Rejsehastigheder optrædende *Belastning* som Funktion af Stoppestandsafstanden, og hertil kan den grafiske Fig. 3 bruges. Den viser f. Eks., at den med 18 km.s Rejsehastighed for vore nye Tog med 316 Meters Stoppestandsafstand er ca.



23 kw. pr. Motor. Et Blik paa Fig. 4 vil vise, at der med den ovennævnte Stoppestandsafstand ikke vindes synderligt i Rejsehastighed ved at lade Motorvognene løbe alene; herved gaar Accelerationen op til ca. 1,1 m/Sek.<sup>2</sup>, men Rejsehastigheden stiger kun med 0,8 km/h til ca. 19 km/h. En nærmere Undersøgelse har vist, at man ud fra de givne lokale Betingelser, altsaa vort gunstige Terrænforhold, og med den givne gennemsnitlige Stoppestandsafstand kan give en grafisk Fremstilling af en hvilken som helst ønsket Rejsehastigheds Indflydelse paa maksimal Vognhastighed, Motorstørrelse, maksimale Strømstød ved Igangsæt-

ning, Strømforbrug og Acceleration (Fig. 38). Eksempelvis ses, at vil vi naa 18 km/h, faas maksimal Vognhastighed ca. 51, Acceleration 0.67, Motorstørrelse ca. 23 kw for 4 Motorer, maksimalt Strømstød ca. 450 Amp., Strømforbrug ca. 2 400 Wh/Togkm. Alt saaledes at Bivognskørsel endnu er mulig. Vilde vi derimod køre 19 km/h, skulde Vogn-

### Den opnaelige Rejsehastigheds Afhængighed af Stoppestedsafstanden.



hastigheden op paa ca. 60 km/h, Motorstørrelsen paa 30 kw, Acceleration 0,83 m/s<sup>2</sup>. En saadan Motoreffekt og en saadan Acceleration kunde dog næppe anbringes i og opnaas med et almindeligt Motorvognstog, og vi maatte derfor gaa over til Vielfachsteuerung eller Flerledsstyring. Strømforbruget vilde stige til 2 860 Wh/Togkm og Strømstødet til 640 Amp. Uagtet disse Ulemper næppe opvejes ved de ca. 5 % Forøgelse i Rejsehastigheden, saaledes at vi er paa det rene med, at vi foreløbig vil nøjes med de 18 km's Rejsehastighed, har vi dog taget Anledning til en Undersøgelse af, hvad Teknikken havde at byde paa i Henseende

til Vielfachsteuerung eller Flerledsstyring, hvilket jeg straks skal komme ind paa. Vor Undersøgelse lærte os jo, at vi med vore nye Vogntog teoretisk kan naa op paa Rejsehastigheden 18 km/h. Hertil vil dog udfordres en nøjagtig Kontrollerbetjening til Opnaelse af en teoretisk rigtig Igangsætning. Motorstrømmen under rigtig Igangsætning svinger

Den ved forskellige Rejsehastigheder optrædende Belastning som Funktion af Stoppestandsafstanden.

Kurverne gælder for følgende Data:

Togvægt 38 Tons  
 Traktion 8 kg/Ton  
 500 Volt  
 Vandret Strækning  
 Feltsvækning 50%  
 4 Motorer pr. Tog  
 Acceleration  $0,7 \frac{m}{s^2}$   
 Retardation  $0,7 \frac{m}{s^2}$

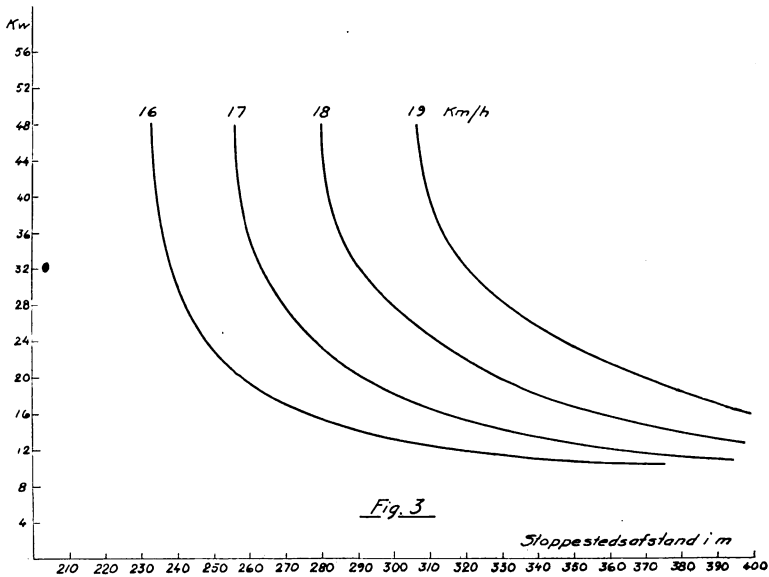
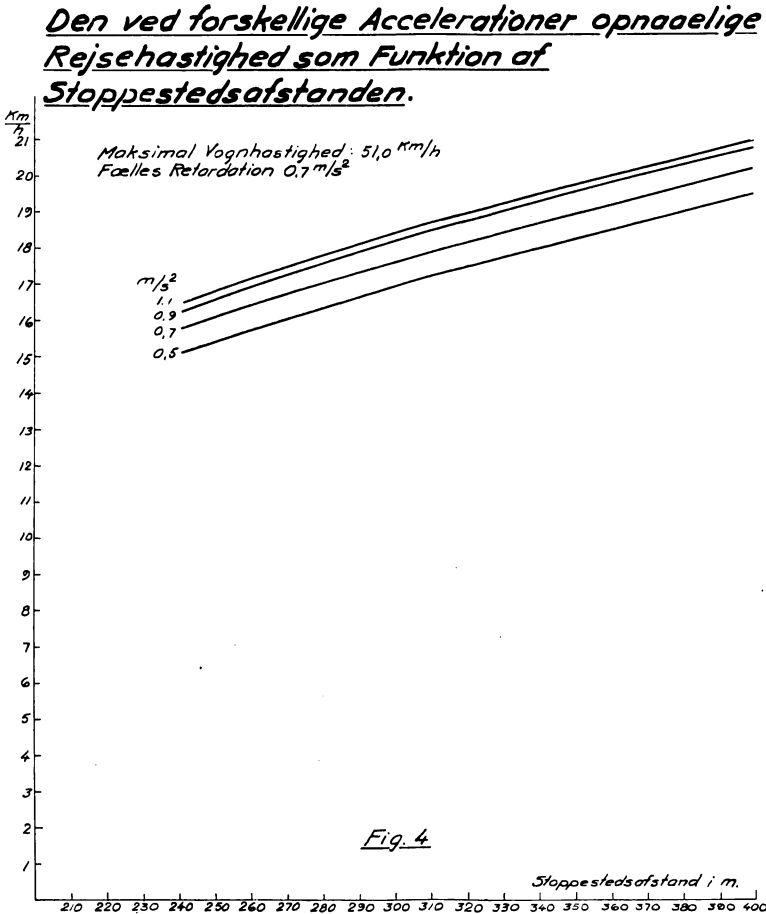


Fig. 3

som bekendt mellem to faste Strømstyrker. De ser paa den grafiske Fremstilling Fig. 7, hvorledes ved Igangsætning paa første Modstands-trin Strømstyrken straks springer op til en vis Størrelse — 110 Amp.; idet Motorens Hastighed og dermed den modelektromotoriske Kraft øges, daler Strømstyrken, og naar den har naaet sin laveste Værdi, bør næste Modstandstrin indskydes og fortsættes saaledes. Det bemærkes, at de Spidser, Kurven indviser, selvfølgelig er Resultatet af Feltsvækningen. Det, der skal opnaas er, at Hastighedsændringen forløber jævnt, altsaa med mindst mulig Variation i Accelerationen, hvilket

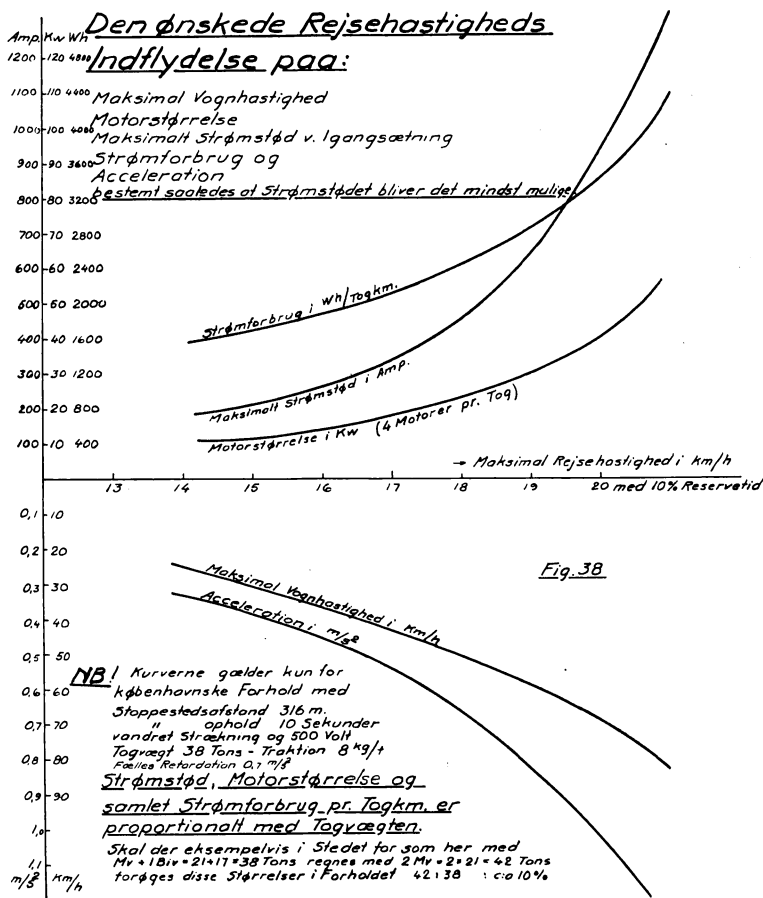
kræver, at Kørenøglen respektive Kontrollervalsen drejes i et bestemt crescendo. Finder dette ikke Sted, tager Kurven for Strømstyrke sig eksempelvis ud som vist paa Fig. 7 a. Vognenes Igangsætning sker under meget ubehagelige Ryk og Stød, hvorved Passagererne kan tumle mellem hinanden, og har man mange Vogne i samme Føde-



distrikt, summerer disse Strømstød sig op til betydelige og for Kraftværket meget ubehagelige Størrelser. Samtidig med Undersøgelsen over de forskellige Systemer paa Vielfachsteuerung eller Flerledsstyring og den dermed sammenknyttede Anvendelse af fjernstyret Afbryder eller »Schützen«, har vi derfor ogsaa undersøgt, hvorledes det stiller sig med automatiske Kontrollere, og dette er jo saa meget naturligere, som Forudsætningen for de fleste Flerledsstyringssystemer netop er en automatisk Kontroller. En Gennemgang af de forskellige Flerledsstyringssystemer vilde kræve flere Timer, og de udviklede Strøm-

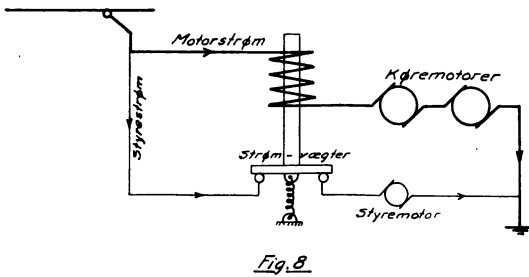
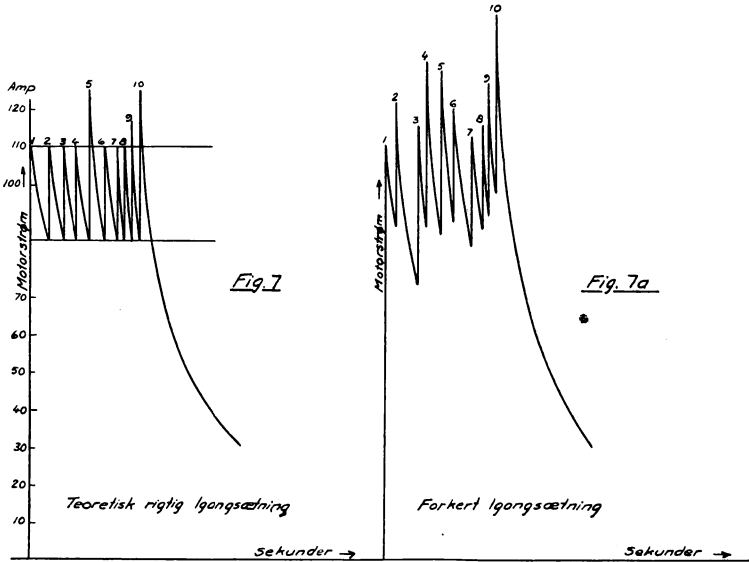
skemaer er vanskelige at følge ved en mundtlig Demonstration. Jeg vil derfor renoncere paa Gennemgangen og i Stedet overlevere hver Sporvejsdirektør en skriftlig Fremstilling (til internt Brug) og iøvrigt indskrænke mig til nogle orienterende Bemærkninger.

Forgængerer for de ved Sporveje anvendte Flerledsstyringer har væ-



ret Automatstyringer ved elektriske Baner, men medens Banedriften paa eget Sporareal er uafhængig af andre Trafikmidler og normalt kun har 1 Igangsætning og Opbremsning for hvert Stoppested, der endda først naas efter nogle Minutters Kørsel, og derfor ikke stiller uovervindelige Krav til Elektromeknikken, kræver Sporvejsdriften uafsluttelig skiftende Strømtilførsel og Bremsning, saa godt som momentan Virkning, ingen bremseafstandslugende Reaktionstid samt ingen Svigten af Apparaterne. En direkte Overføring af Apparaturen fra Bane- til Sporvejsbrug lader sig derfor ikke gennemføre.

Det karakteristiske for samtlige fremkomne Systemer er saa at sige, at Vognstyrerens Haandkraft erstattes med en lille Motor, den saakaldte *Styremotor*, medens det Instinkt eller den Øvelse, der gør, at Vognstyreren kan bevæge sin Kørenøgle i et passende crescendo eller diminuendo, erstattes med et særligt Apparat, den saakaldte



*Strømvægter*, der som det fremgaar af Fig. 8 er et Slags Relais, hvis Anker er paavirket dels af en af Motorstrømmen gennemløbet Solenoide dels af en Kontrafjeder, hvorhos Ankeret er i Forbindelse med en i Styremotorens Strømkreds indskudt Kontakt, saaledes at naar Motorstrømmen vokser over en vis forudbestemt Værdi, brydes Styremotorens Strømkreds, hvorved Kontrollervalsens Videredrejning op-hører. Først naar Motorstrømmen igen falder til en vis lavere Værdi, slippes Ankeret, saaledes at Styremotorens Strømløb igen sluttet, hvorved Kontrollervalsens Videredrejning fortsættes.

Vognstyrerens Arbejde indskrænkes saaledes til at sætte Strøm til Kontrollerens Styremotor, hvorefter hele Koblingen sker automatisk. Denne Manøvre foretager han i Reglen ved Hjælp af en lille letgaaende Styrekontroller, anbragt paa Hovedkontrollerens gamle Plads paa hver Perron. De 2 gamle Hovedkontrollere er erstattet med 1 automatisk Kontroller anbragt f. Eks. midt under Vognbunden forbundet med Styrekontrollerne med de nødvendige Styreledninger. I Reglen vil Styrekontrolleren være indrettet ganske som den gamle Hovedkontroller med Køre- og Bremsstillinger og, foruden ved i Størrelse at være mindre, kun adskille sig fra denne ved, at Stillingernes Antal er stærkt reduceret. For Kørsel vil saaledes almindeligvis kun findes 3, nemlig 1 for halv Fart (Seriekørsel) og 2 for fuld Fart (Parallelkørsel) med henholdsvis fuldt og halvt Felt. Undertiden findes foran Seriestillingen endnu en 4' Kontakt beregnet til Rangerbrug og svarende til den nuværende 1. Modstandsstilling. Vognstyreren kan straks sætte Nøglen op paa en hvilken som helst af Kontakterne, og Hovedvalsen føres da automatisk frem i det rigtige Tempo til den tilsvarende Stilling. Han er saaledes ikke helt uden Indflydelse paa Kontrollerens Fremføring, men kan efter Omstændighederne vælge den ene eller anden Stilling.

Til Brug ved Bremsning vil i Reglen forefindes 2 Stillinger paa Styrekontrolleren 1 for normal Bremsning og 1 for Nødbremsning. I den sidste kortsluttes Strømvægteren, saaledes at den sættes ud af Funktion. Valsens Drejning unddrages derved Bremsstrømmens Indflydelse og føres derfor lige igennem til sidste Kontakt, d. v. s. Nødbremsningen indtræder.

Under Valsens Fremadretning, under saavel Kørsel som Bremsning, spændes en Fjeder (Tilbagetræksfjederen), som ved at udløses, naar Kørenøglen føres tilbage til sin Stopstilling, bringer Valsen tilbage til den tilsvarende Stilling.

Valsens Fremføring kan ske efter 2 forskellige Principper, nemlig trinvis fra Kontakt til Kontakt som ved Haandbetjening (Brown Boveri) eller kontinuerligt uden Standsninger (A.E.G., Dresdnervognen). Det sidste muliggøres ved Anvendelse af et betydeligt større Antal Modstandstrin, end de hidtil almindeligt anvendte 5, f. Eks. ved Dresdnervognen 15. Hvad Driftsikkerheden angaar, kan en automatisk virkende elektrisk Bremse ikke konkurrere med en haandbetjent, idet det i Praksis ikke vil være muligt at indskyde mekaniske Mellemed mellem Kørenøgle og Bremsvalse uden samtidigt at tilføre nye Fejlkilder. Skal der f. Eks. under Kørsel med Kørenøglen paa sidste Kontakt pludselig bremses, drejer Vognstyreren hurtigst mulig Nøglen tilbage til Nulstillingen og videre hen i en Bremsstilling. Ved den normale haandbetjente Kontrollerstyring vil Bremsningen da indtræde praktisk talt i samme Øjeblik, denne Stilling naas, i hvert Fald kan der ikke gaa længere Tid end den Brøkdelen af 1 Sekund, som det tager at magnetisere Motorerne op.

Ved den automatiske Kontroller skal Hovedvalsen derimod først føres tilbage til sin Nulstilling af Tilbagetræksfjederen (som repræsenterer en Fejlkilde), førend den af Styremotoren (ogsaa en Fejlkilde) kan føres hen i Bremsstillingen og Bremsningen begynde. Ogsaa selve Styrekontrolleren og Styreledningerne mellem denne og Hovedkontrolleren repræsenterer nye Fejlkilder, saaledes at Rigtigheden af den fremførte Paastand om forringet Driftsikkerhed ikke kan bestrides.

Hvad Reaktionstiden angaar, maa man anse det for umuligt at undgaa en Forlængelse, idet de nævnte Mellemlid nødvendigvis maa medføre en vis Faseforskydning mellem Styre- og Hovedkontroller.

I Overensstemmelse hermed ser man da ogsaa, at enkelte Firmaer, f. Eks. A. E. G., har bevaret Haandbetjeningen af Bremsningen og kun automatiseret Igangsætningen, og det samme er Tilfældet med den saakaldte »Hechtwagen» i Dresden, — vistnok den eneste automatiskstyrede Sporvogn, der til Dato kører i et større Antal (ca. 25).

Disse »Hechtwagen» er iøvrigt ejendommelige ved, at de i Stedet for Styrekontrollere paa Perronerne har et System af Trykknapper, ved Hjælp af hvilke Hovedkontrolleren nede under Vognen styres. Denne Hovedkontroller har 2 Valser: 1 for Kørsel og 1 for Bremsning. Bremsevalsen drejes ved Tovtræk fra en Pedal og som nævnt direkte af Vognstyreren; Kørevalsen derimod af to ovenpaa hinanden stillede Solenoider, hvis Stempelbevægelse er afhængig af, hvilken Knap der trykkes paa, og som enten kan dreje Valsen op paa øverste Seriekontakt eller øverste Parallelkontakt.

Skal der med denne Vogn under Kørsel pludselig bremses, træder Vognstyreren blot paa en Bremspedal. Derved bremses Vognen dog ikke straks, idet nemlig de 2 Valser aflaaes hinanden saaledes, at den ene kun kan drejes, naar den anden staar paa 0. Der sker derfor i første Øjeblik ikke andet end, at Kørevalsen udløses og af Tilbagetræksfjederen føres hen i denne Stilling. Først naar den er naaet, kan Bremsevalsen drejes og Bremsningen begynde. Sikkerheden er saaledes ogsaa i dette System formindsket omend kun i ringe Grad.

Vil man ogsaa undgaa denne Ulempe, maa man gøre som A. E. G., flytte Bremsevalsen op paa dens gamle Plads, saaledes at Vognstyreren kan dreje den direkte med Haanden. A. E. G.'s Kontroller er derfor en kombineret Styre- og Bremsekontroller. For Kørsel findes de for automatiske Systemer almindeligt anvendte, tidligere omtalte 3 Stillinger, svarende til den under Vognen liggende egentlige Hovedvalses Kørestillinger, hvorimod der for Bremsning findes de sædvanlige 7—8 Stillinger. For ved Afbrydning fra Kørsel at gøre det muligt straks at kunne bremse, uden at vente paa, at Kørevalsen af Tilbagetræksfjederen er drejet tilbage til sin Nulstilling, benytter dette Firma et særligt Sæt Bremsemønstre, som straks er til Raadighed, selvom Kørevalsen endnu ikke har frigivet Igangsætningsmønstrene. Køre-

strømmen er af samme Aarsag ført direkte over et Par Afbrydnings-elementer i Styrekontrolleren, saaledes at den afbrydes, saa snart Kørenøglen passerer 0.

Dette System er vistnok det eneste, om hvilket det kan siges, at intet er tabt med Hensyn til Driftsikkerhed. Til Gengæld er det et kostbart System. Den kombinerede Styre- og Bremskontroller bliver af Dimensioner omtrent paa Størrelse med en almindelig haandbetjent Kontroller, og desuden er der altsaa kommet endnu en under Vognen, nemlig den automatiske.

Københavns Sporveje har derfor ladet udarbejde et Forslag til en Styring, der som A. E. G.'s kombinerer automatisk Igangsætning med haandbetjent Bremsning, men hvor dette er opnaaet ved en forholdsvis simpel Ombygning af og Tilbygning til den hidtil benyttede haandbetjente Kontroller. Saa vidt mig bekendt har Siemens netop solgt et automatisk System, der oven i Købet er kombineret med »Rekuperation» af Strømmen, til Oslo. Vi fortsætter vore Undersøgelser og Forsøg paa dette Omraade, og er det rigtigt, at Oslo gør det samme, turde her maaske være et Felt for Samarbejde og Udveksling af Erfaringer.

---