

## SPÅRVAGNEN GENOM TIDERNA.<sup>1)</sup>

Föredrag av ingenjör *C. Wijkborn*,  
Asea, Västerås.

För att tillgodose det allmänna samfärdselbehovet inom de större städerna låg det till en början nära till hands att använda sig av det transportmedel, som sedan århundraden varit i bruk på landsvägarna, nämligen diligensen eller landsvägsomnibussen.

Dåtida gatu- och vägförhållanden vållade naturligtvis svårigheter att med den till buds stående animala dragkraften framföra vagnar med ett större passagerareantal, åtminstone om man skulle nöja sig med de vanliga två draghästarna. Att använda fyrspann skulle bliva alltför dyrbart och dessutom obekvämt i dåvarande trånga gator.

Emellertid hade den första järnvägen byggts mellan Stockton och Darlington 1825 och varför skulle man då inte också kunna tillämpa systemet med fordon på räls vid lokaltrafik? Därigenom skulle man ju kunna vid samma dragkraft framforsla ett betydligt större antal passagerare och dessutom slapp man ifrån omnibussarnas ganska besvärande oljud och skakningar mot den ojämna gatuläggnings.

Det var i Amerika, som de nya erfarenheterna först tillämpades, i det att världens första hästspårväg anlades mellan New York och dess dåvarande förstad Haarlem år 1832. Av obekanta skäl fick denna spårväg en kort livslängd. Först 20 år senare upptogs ånyo försöken, nu med bättre lycka, såväl i Amerika som i Europa och där-efter blevo hästspårvägarna allmänna i de flesta större och medelstora städer. Där de förbättrade vägförhållandena så tilläto och driftförhållandena passade, bibehölls dock alltjämt hästomnibussarna.

Möjligheten att avlösa hästdriften med en billigare och modernare drivkraft var naturligtvis ett spörsmål av stort intresse för spårvägsförvaltningarna. Nära till hands låg det vid järnvägarna med framgång använda drivmedlet ångan och därför uppstodo tid efter annan ångspårvagnar av olika konstruktioner, antingen med drivmaskineriet i samma vagn som passagerarna eller också liksom vid järnvägarna i form av härför lämpade lokomotiv. Av det förra systemet har här i landet Rowans ångvagn varit i bruk vid Stockholms Södra Spårvägs AB åren 1886—1901.

Gasspårsvagnen fann relativt liten användning, ty den moderna explosionsmotorn var ej då uppfunnen och man hade blott den

<sup>1)</sup> Föredraget har före publiceringen överarbetats och kompletterats av ingenjör *W. Heinrici*, Asea.

gamla Ottomotorn eller liknande med sina stora utrymmeskrävande svänghjul, alltså icke någon idealmaskin för spårvägsdrift. I bl. a. Dresden och Dessau pågingo en del försök med dylika spårvagnar till fram på 90-talet.

### Den första elektriska spårvägen.

Den framsynte Werner Siemens var den förste, som insåg betydelsen av att tillämpa den elektriska kraftöverföringen jämväl på ban-drift och han byggde år 1879 i Berliner Gewerbeausstellung den klassisk vordna lilla rundbanan med sitt elektriska miniatyrlokomotiv, dragande de för utställningsbesökarna avsedda små, öppna vagnarna. I Werner Siemens hjärna grodde även tanken att vid hästspårvä-garna införa den nya, lovande energiformen. Han byggde för den skull en försöksbana vid Gross Lichterfelde utanför Berlin. Då denna anläggning utgör de elektriska spårvägarnas anfader, kan det vara av intresse att litet utförligare syssla med den.

Banan sträckte sig mellan Gross-Lichterfelde station och Kadett-anstalten, en sträcka av 2,45 km. Dess spårvidd var 1,0 m och den använda spänningen 140—160 V likström. Strömtillförseln skedde genom den ena skenan och återledningen genom den andra. Träsyllan tjänstgjorde alltså som isolator. Detta var naturligtvis en synnerligen ofullkomlig metod med hänsyn till det stora strömläckaget, vilket särskilt vid ogynnsam väderlek kunde stiga till ansenliga värden, 25 A och däröver, alltså icke mera än c:a 6 ohms motstånd.

Frånsett den ekonomiska förlusten innebar detta förhållande en stor fara för människor och djur, som trafikerade spårets vägöver-gångar. I förbigående kan nämnas, att dessa olägenheter förutsågos under förberedelserna till anläggningen och man arbetade redan då på att söka tillföra strömmen genom kontaktledning. För att vid vägövergångarna minska riskerna företog man sig därför att där göra skenorna strömlösa och använda sig av underjordiska kablar för att fortleda strömmen. Vid dessa ställen fingo alltså vagnarna passera genom sin levande kraft. På ett senare stadium anbringade man reläer, som satte det isolerade skensystemet under spänning, när vagnen passerade.

Motorvagnen (bild 1) liknade en dåtida hästspårvagn med helöpp-na plattformar och av 5 meters totallängd och 1,8 meters bredd. Den hade 12 sittplatser och inalles 14 ståplatser inuti vagnen och på platt-formarna. Dess vikt inklusive elektrisk utrustning var 3,3 ton. Vagnen drevs av en seriemotor (Siemens-D-typ), som vid en medel-hastighet av 15 km/h utvecklade c:a 5½ hkr. Motorn, som vägde c:a 500 kg, var fast upphängd vid vagnens underrede med rotoraxeln parallell med vagnsaxlarna. Dessa senare drevos med utanför hjulen på vagnens ena sida sittande linskivor med ett flertal klena stålspi-

rallinor, sedermera för bättre hållbarhets skull ersatta med en i olja arbetande kedjeutväxling. Längre fram ökade man motorstyrkan till c:a 10 hkr och hastigheten till 20 km/h.

Omkastningen av motorns rörelseriktning skedde genom förändring av rotorströmmens riktning. Motorn hade 2 par snedställda metallborstar, ett par för vardera rörelseriktningen, vilka växelvis kunde upplyftas eller nedfällas. Detta utfördes genom en vid förareplatsen sittande hävstångsarm, som samtidigt ombesörjde motståndens successiva in- och urkoppling.

På grund av strömtillförselns art måste hjulen vara isolerade såväl från vagnsaxeln som från vagnens underrede. Detta skedde ge-

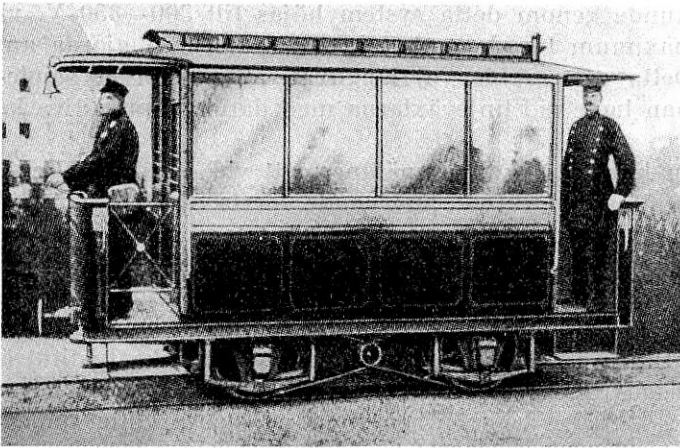


Bild 1. Den första elektriska spårvagnen (Gross-Lichterfelde 1881).  
Antalet platser var 26, varav 12 för sittande passagerare.

nom att hjulcentra tillverkades av trä, varvid man gjorde den upptäckten, att denna i viss mån elastiska konstruktion förorsakade mindre slitage på hjulringarna samt även någon ljuddämpning i förhållande till förut använda oelastiska järnhjul vid hästspårvagnarna. Detta är ju något som man i dessa dagar med ännu bättre verkan åstadkommit genom de moderna gummifjädrande hjulen. Hjulringarna voro förbundna med på axeln anbringade och från denna isolerade släpringar, varifrån strömmen genom kontaktfjädrar till- eller bortfördes från resp. motorklämmor.

Banan öppnades för trafik i maj 1881 samt ombyggdes och förlängdes år 1890. År 1930 hade den tjänat ut och nedlades detta år. Denna bana har sitt stora intresse genom att den under spårvägens barndomstid blev Siemens & Halskes experimentbana, där diverse nyheter prövades, bl. a. den första primitiva bygelkonstruktionen år 1890, till vilken ingenjören Reichel var upphovsman.

### Fortsatt utveckling i Europa.

Som nyss nämndes var man redan ganska tidigt på det klara med Lichterfelde-systemets nackdelar rörande strömtillförseln, varför redan påföljande år ett annat system tillämpades vid ombyggnaden av hästspårvagnarna på linjen Charlottenburg—Spandauer Bock. Här byggde man en dubbel kontaktledning liknande den vid nutida trådbussar men med blott 22 cm avstånd mellan ledningstrådarna. På vardera ledningen lät man en kontaktvagn med små, i isolerande ämne lagrade hjul (4 st. per ledning) rulla och ned- resp. återledde strömmen genom kablar till vagnen. Kontaktvagnen drogs av en stållina för att ej utsätta kablarna för onödig dragpåkänning. Spänningen kunde genom detta system höjas till 300—350 V, vilket utgjorde maximum för de under de närmaste åren gjorda anläggningarna. Detta system blev ej långlivat, antagligen beroende på det besvär man hade vid linjeväxlarna med dåtidens primitiva konstruktioner.

Som en kuriositet kan omnämnas, att vid den av Tekniska Samfundet i Göteborg år 1885 anordnade första elektriska utställningen i Norden fanns på Chalmerska Institutets gård en liten elektrisk ringbana med liknande kontaktvagn, alltså på sätt och vis den första elektriska spårvägen i Sverige. I Tekniska Samfundets minnesskrift med anledning av dess 50-årsjubileum kan man läsa följande: »Runt omkring rundeln på gården till Chalmers Tekniska Institut är själva banan byggd för en spårvidd av 4 fot och med en radie av endast 50 fot. . . . Själva vagnen, en liten ganska prydlig tingest, varav överdelen tillverkats vid Göteborgs Folkskolors slöjdverkstäder och underredet jämte dynamon vid AB Hakon Brunius & C:o fabriker, går på 4 hjul, av vilka 3 gå lösa på axlarna och det 4:de utgör drivhjul. Denna anordning bidrager i ej ringa mån att minska onyttig friktion och att tillåta vagnen att gå i skarp kurva. Järnvägsvagnen liksom tillhörande ledningar äro konstruerade av ingenjör A. J. Atterberg.»

Då alltså kontaktvagnen icke visade sig vara rätta lösningen av strömtillförselproblemet upptog man förnyade försök med en annan anordning, som under en kortare tid varit i bruk vid utställningen i Paris år 1881. I stället för vanliga trådledningar använde man tvenne nedtill efter generatrisen uppslitsade rör av 24 mm diameter, upphängda med isolatorer i konsoler vid de på banans sida placerade stolparna. För att mellan stolparna kunna upphänga dessa relativt tunga rör fick man anbringa bärlinor av stål, vilande medelst isolatorer på konsoler vid stolparnas topp och förankrade vid kontaktrören (bild 2). Detta var således den första indirekta kontaktledningsupphängningen, som numera i sin förbättrade form funnit användning vid järnvägar och förortsbanor och i någon mån också vid spårvägar.

Vagnens kontaktapparat utgjordes av två stycken i vardera röret på ett visst avstånd från varandra gående löpare, bestående av fjädrande släpkontakter och sinsemellan förenade med en ramliknande konstruktion nedanför röret. Ramen med löparna drogs av en särskild draglina infästad i en rörformad isolator på vagntaget. En dylik kontaktanordning fanns givetvis för vardera ledningen.

Det säger sig självt, att man skulle ha åtskilliga besvärligheter vid linjeförgreningarna, och några tillförlitliga linjeväxlar kunde knappast åstadkommas. Lägg därtill, att man för att erhålla god kontakt måste hålla rören invändigt rena från damm och smuts och att denna

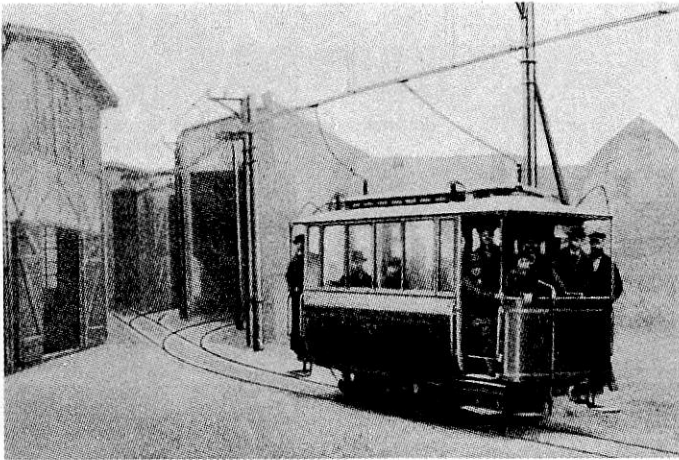


Bild 2. Elektrisk spårvagn jämte kontaktledning av rörkonstruktion (Frankfurt a. M. — Offenbach 1884).

»sotning» måste företagas ett par gånger i veckan, så förstår man nog, att anordningen förutom de dyra anläggningskostnaderna blev åtskilligt dyrbar i driften, varjämte den väckte estetiska betänkligheter. Detta var orsaken till att man enligt samtida uppgifter i Tyskland ledsnade på den under så stora förhoppningar påbörjade spårvägsdriften med överjordsledning, då någon tekniskt och ekonomiskt användbar konstruktion för strömavtagningen synbarligen icke kunde åstadkommas.

De båda anläggningar, som blevo utförda enligt detta system, var Mödling—Hinterbrühl (bei Wien) och Frankfurt a. M.—Offenbach, den förra färdig 1883 och den senare året därpå. Om själva motorvagnarna är just ingenting att säga. Beträffande motorer, kraftöverföring och reglering voro de i stort sett överensstämmande med Lichterfeldevagnen, men man hade ökat effekten till 15 hkr och hastigheten till 20 km per tim. Spänningen var 350 V.

Man gick emellertid vidare fram för att försöka andra möjligheter och tillgrep då underjordisk strömtillförsel vid en spårvägsanläggning i Budapest, som blev färdig år 1889. Huvudanledningen till att man försökte detta system var vederbörande stadsmyndigheters mycket förställiga skräck för att erhålla en bana med kontaktledning liknande den här ovannämnda utanför Wien.

Under ena skenan befann sig en slitskanal med på isolatorer sittande strömledningar bestående av vinkeljärn, ett vid vardera sidan av den äggformade kanalen (bild 3). Mot dessa gled fjäderkontaktstyc-ken, ett för vardera polen. Spänningen var 350 V. Anläggningskostnaden

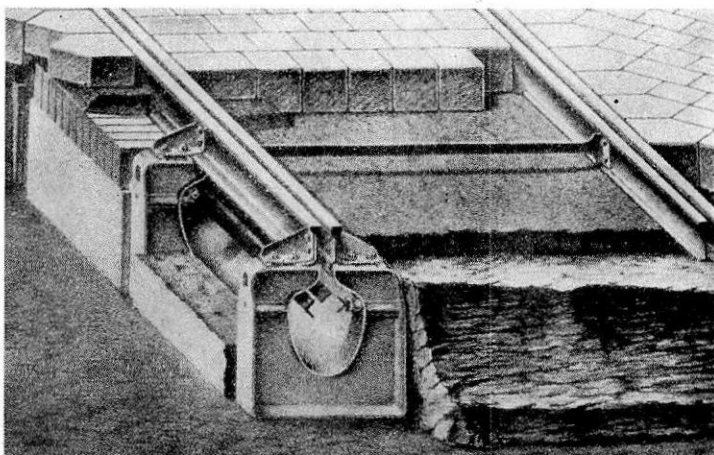


Bild 3. System för underjordisk strömöverföring i Budapest. Systemet har numera helt avvecklats, men skenorna ligger delvis fortfarande kvar i gator med spårvägstrafik. Även spårvagnar för trafik på dylika skenor finns ännu kvar.

blev mycket hög för den c:a 9 km långa sträckan (total spårlängd c:a 15 km) och dessutom medförde systemet diverse olägenheter. Smuts och vatten rann ned på vinkeljärnsledningar och isolatorer och gjorde kortslutningar, som förbrände isolatorernas fastsättningsmaterial, som i regel var svavel. Även häftiga vattenflöden kunde ibland fylla kontaktkanalen. Då detta upprepades titt och tätt och reparationerna och isolatorbytena endast kunde ske nattetid, insåg man så småningom att detta icke var den framtida lösningen.

Samtliga här ovan nämnda anläggningar voro utförda av den tyska firman Siemens & Halske.

För fullständighets skull bör kanske nämnas, att firman Schuckert & C:o redan 1886 utförde en liknande bana i München.

Man släppte emellertid ej tanken på underjordisk strömtillförsel och använde sig nu av en tredje skena mellan de båda farskenorna, vilka ombesörjde återledningen av strömmen. För att utesluta all fara för

gatutrafiken var mittskenan genom särskilda kontaktanordningar strömförande endast i det ögonblick resp. vagn passerade och då endast på det ställe, som var omedelbart under vagnen. Dylika system av liknande beskaffenhet försöktes i Paris samt av Schuckert & C:o vid utställningen i Frankfurt 1891. Svagheter av liknande art som i Budapest gjorde, att systemet ej fick någon vidare utbredning och försvann snart från Europa.

På nyssnämnda utställning i Frankfurt 1891 hade Siemens & Halske en ackumulatorvagn av boggietyd i drift mellan utställningen och Opernplatz och samtidigt utställde Maschinenfabrik Oerlikon i Schweiz en vagn med samma slags energikälla, vilken trafikerade den s. k. Frankfurter Waldbahn. Vid spårvägarna har med några få undantag ackumulatordriften ej vunnit någon terräng, beroende på de olägenheter och kostnader med laddning och underhåll, som ackumulatorerna vållade. I bl. a. Köpenhamn fanns omkring sekelskiftet under några år en dylig linje, Nørrebro-linjen, men dess illaluktande vagnar, de s. k. Syrevognerne, tillvunno sig icke någon större popularitet.

### De första spårvägarna i Amerika.

Jämsides med Europa hade man också i Amerika gjort sina mer eller mindre trevande försök med att tillämpa den elektriska kraftöverföringen på transportmedlen. Redan 1880 anlade Edison en experimentbana i Menlo-Park och år 1884 igångsattes en två engelska mil lång bana mellan Baltimore och Hampden. Året därpå utfördes en liknande anläggning i Kansas City och under de följande åren anlades ett antal mindre spårvägar på olika ställen i Amerika.

De i Europa prövade systemen med ackumulatordrift, underjordisk strömtillförsel och dubbel kontaktledning hade också provats i Amerika i New-York, Washington, Denver, Boston m. fl. städer men förkastats såsom olämpliga.

Den, som åstadkom det verkliga genombrottet, var emellertid Frank J. Sprague, vars revolutionerande konstruktioner haft den största betydelse för de elektriska spårvägarnas snabba utveckling. Sprague föddes 1857 och levde ända till 1934. Först utbildad till mariningenjör igångsatte han 1884 The Sprague Electric Railway and Motor Comp., vilket bolag erhöll koncession för en anläggning i Richmond år 1887. Den succé, som denna anläggning gjorde, resulterade i kontrakt på ytterligare ett hundratal nya banor. År 1895 uppfann han »multiple-unit»-systemet för elektriska banor.

Strömtillförselproblemet medelst ovanjordsledning, som i Europa icke kunnat bemästras på ett tillfredsställande sätt, fick av Sprague vid spårvägsanläggningen i Richmond sin lösning genom trolleysystemet, förvånansvärt genomarbetat även i sin linjebyggnad. Härigenom erhöles en synnerligen enkel och under långa tider bestående kon-

struktion, som dock så småningom fick sin medtävlare och överman i kontaktbygeln, åtminstone vad Europa beträffar.

Samtidigt höjdes spänningen till 450 V och den axelupphängda banmotorn infördes. Motorn, som var tvåpolig och serielindad med 7 hkr effekt hade Grammes ringankare. Den måste förses med dubbel kugghjulsutväxling, enär de höga magnetpolarna krävde ett stort avstånd mellan rotor- och drivaxel (bild 4). Någon inkapsling av motorn förekom ej och likaledes lågo kuggväxlarna oskyddade. Denna motorupphängning, som möjliggjorde kuggväxelöverföring med konstant centrumavstånd, var ju ett stort framsteg i förhållande till förut använda kraftöverföringsdetaljer såsom kedjor, linor etc. Vidare ut-

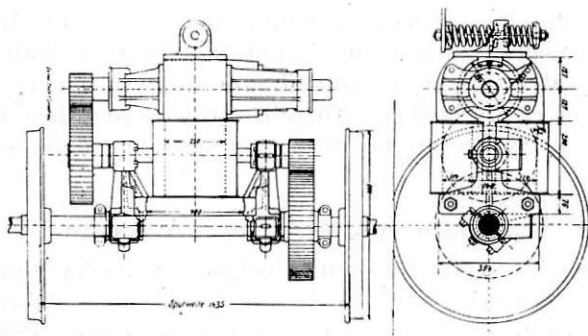


Bild 4. Motor med dubbelkugghjulsutväxling. Tillverkad för Richmond 1886 av F. J. Sprague.

gjorde givetvis den fjädrande motorupphängningen en avsevärd förbättring.

Mellan de tongivande, amerikanska elektriska firmorna uppstod nu en tävlan att ytterligare fullkomna banmotorn. Givetvis var det vid Sprague-motorn en olägenhet, att rotorerna och kuggväxlarna lågo helt oskyddade för smuts och stänkande vatten. Frånsett motorer byggda 1887 och 1888 av Thomson & Houston Comp., vilka voro i det närmaste i överensstämmelse med Sprague-motorn, utförde nyssnämnda firma år 1890 en motor, där åtminstone statorn var inbyggd i en parallelepipedisk plåtkåpa. En andra nyhet var att blott en kuggväxel användes i likhet med nuvarande motorer. För att få kuggutväxlingen så stor som möjligt indrogs vagnaxelns upphängningslager långt in i statorn. Motorn var tvåpolig med rektangulär form på statorn. De båda magneterna, som ringformigt anslöto sig till rotorn, förlades upptill och nedtill. För borttagande av rotorn kunde statorns övre del skruvas bort.

Året därpå (1891) hade Thomson & Houston en rätt originell motor färdig i det att den ehuru tvåpolig blott ägde en magnetpole, belägen horisontalt upptill. För övrigt var denna motor fullt sluten med

tudelat fält. Den olika fältstyrka, som genom denna konstruktion uppkom vid de båda polerna, sökte man sedan så bra som möjligt avhjälpa med en mindre tillsatsspole vid den andra polen. Ehuru denna motor var fullt sluten och därför fick beteckningen W. P. (water-proof), blev den blott en övergångsform.

Sprague Electric Railway and Motor Comp. hade redan 1888 uppgått i Edison General Electric Comp. och det sammanslagna bolaget övergick år 1890 till en fyrpolig motor för att kunna nedbringa hastigheten. Denna motor hade fältet i likhet med Thomson & Houstons motor av samma år inneslutet i en plåtkåpa, men hade dessutom till synes onödigtvis två enkla kuggväxlar, en på var sida om statorn. Dessa kuggväxlar blevo på grund av gjorda erfarenheter helt inneslutna i kåpor. I underhållsavseende var denna motor sämre än den samtidigt utförda Thomson & Houston-motorn, i det att rotorn var mycket besvärlig att taga bort. Bl. a. skulle ett av lagren först bortskruvas. Detta var givetvis en allvarlig olägenhet på grund av att rotorerna, utförda enligt dåtida teknik och med det ofullkomliga isolationsmaterial, som då stod till buds, blevo mycket ömtåliga och därför ofta måste utbytas.

Även Westinghouse-bolaget gjorde år 1890 en försöksmotor, som ganska mycket påminde om den första Sprague-motorn men hade magneterna lagrade i en särskild ram och fällbara på gångjärn. Motorn, som blev ganska tung, hade den för denna tid obestriddliga fördelen, att rotorn utan större svårighet kunde utbytas.

De motorer, som här omnämnts, äro att hänföra till det första trevande pionjärarbetet och det var först sedan Thomson & Houston, Edisonbolaget m. fl. i maj 1892 sammanslagits till General Electric Comp. som den namnkunniga typen GE 800 framträdde. Denna motortyp blev normgivande för såväl de amerikanska som de enligt amerikanska normer konstruerade europeiska motorerna. Liksom den ovannämnda Edison-motorn var den fyrpolig men utan spolar vid sidopolerna och i likhet med Thomson & Houstons WP-typ delad i mitten, vilket vid den tiden ansågs bättre än hel stator med löstagbara sidosköldar för att underlätta rotorns uttagande.

Som nyhet infördes trumankare i stället för ringankare, som dessförinnan i allmänhet använts. En annan nyhet, som vid denna motor inom kort infördes, var fältshuntningen. Införandet av denna motortyp i marknaden bidrog till de elektriska spårvägarnas exempelösa utveckling under sista decenniet av förra seklet. År 1898 uppgavs att c:a 50 000 motorer av denna typ voro i drift.

Jämsides med motorutvecklingen gjorde också kontrollern stora framsteg. Även på detta område var Sprague föregångsmannen. Vid Richmond-anläggningen använde han en envälsig kontrollertyp med regleringsvariation genom fältspolarnas uppdelning i 3 grupper och dessas inkoppling i serie resp. parallellt och med vridning av veven åt ena hål-

let för gång framåt och åt det andra för backkörning. Spragues kontroller hade 8 lägen med ett extra motstånd inlagt i det första läget. Denna kontroller övertogs av General Electric Comp. vid dess bildande 1892 men övergavs redan året därpå för den nu allmänt använda serieparallellkopplingen av motorerna. I samband härmed infördes kortslutningsbromsen, vilken till en början alltid kombinerades med den elektromagnetiska skivbromsen (Sperry-bromsen).

I och med ökad spänning och ökad effekt uppstodo svårigheter att bryta strömmen i kontrollern. Till en början kopplade man brytkontakterna i serie men då detta icke blev tillräckligt effektivt föreslog man år 1889 den magnetiska gnistblåsningen, vilken tillämpades av Thomson & Houston.

I slutet av år 1889 fanns i U. S. A. 109 elektriska banor och spårvägar med en trafiklängd av 922 km och med 946 vagnar. Knappt 11 månader senare, d. v. s. i november 1890, hade antalet banor vuxit till 246, trafiklängden till 3 526 km och vagnparken till 3 830 st, en efter dåtida förhållanden och teknik rekordartad utveckling.

Av ovanstående framgår, att det moderna spårvägssystemet i sina grunddrag fullbordades i Amerika och kom som en importprodukt till Europa och i främsta rummet då till spårvägens ursprungsland Tyskland. Edisonbolaget (Spragues system) knöt sålunda förbindelse med AEG redan 1889 och Thomson & Houston byggde en kortare bana till utställningen i Bremen 1890. Denna bana uppfyllde alla förväntningar, varför man beslöt att den skulle bliva permanent. I samarbete med en del tyska firmor (Ludvig Loewe, Thyssen etc.) bildade Thomson & Houston i början av 1892 ett europeiskt dotterbolag, Union-Elektricitäts-Gesellschaft (UEG) med säte i Berlin och med representanter i de flesta europeiska länder.

### Nya spårvägar på kontinenten.

De firmor, som under närmast följande tid genomförde spårvägarnas elektrifiering på europeiska kontinenten, voro huvudsakligen UEG, AEG och Siemens & Halske, samt i någon mån dessutom Schuekert & C:o, Ganz & C:o etc.

AEG:s första anläggning var i Halle, som kontraherades 1889 och öppnades för trafik 1891. Självfallet utfördes denna spårväg helt och hållet enligt Spragues system och patent, vilka ju såsom ovan nämnts övertagits av AEG. Banan i Halle blev den stora sensationen och mönsteranläggningen, till vilken fackmän från hela Europa vallfärdade, i all synnerhet som dess öppningsår 1891 sammanföll med den stora elektriska utställningen och kongressen i Frankfurt a. M., där den elektriska kraftöverföringen definitivt slog igenom. Även från Norden kommo besökande.

Från Kristiania kommo representanter, vilka måtte erhållit ett gynn-

samt intryck enär uppgörelse kort därpå träffades med AEG att utföra den första delen av Kristianas Spårvägar (Drammensvejen och Bogstadsvejen), som öppnades år 1894. Vissa svårigheter och barnsjukdomar vidlånade naturligtvis den nya anläggningen. Bl. a. visade det sig, att sedan spårvägen satts i gång, telefontrafiken i hög grad stördes. Vederbörande telefonmyndigheter ville t. o. m. förbjuda spårvägstrafik under den tid, telefonstationen hölls öppen, d. v. s. mellan kl. 7 f. m.—9 e. m. I den dåtida fackpressen berördes mycket denna fråga, men den löstes väl så småningom genom tekniska förbättringar på ömse håll.

Vagnarna i Halle voro lika dåtida hästspårvagnar, men en nyhet var likväl införd i det från vagnkorgen skiljbara understället. Detta visas i bild 5, av vilken framgår, att underställsramen kunde direkt fastskruvas i vagnkorgens botten utan något som helst fjädrande

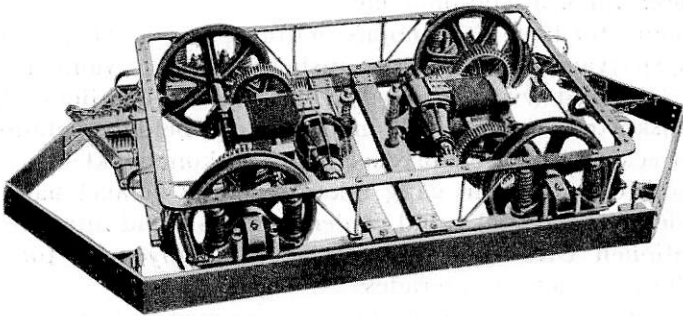


Bild 5. Underställ för motorvagn i Halle 1891.

element emellan. Avfjädringen fanns blott vid lagerboxarna i form av spiralfjädrar, hjulen voro av gjutgods utan lösa ringar och bromsen en vanlig handbroms, verkande med en bromsklots på varje hjul. Vagnarna voro försedda med skyddsfendrar och dessutom med stålborstar för att hålla rälsen ren. Motorerna voro av Spragues typ men tillverkade i Tyskland samt avsedda för 500 V. Själva motorn var okapslad, medan kuggväxlarna voro inneslutna i kåpor och löpte i olja. Den Spragueska fjädrande motorupphängningen framgår också av bilden.

Europa genomlevde nu en rastlös utveckling på spårvägsområdet fram till sekelskiftet, främst karakteriserad av, att de amerikanska impulserna, ytterligare fullkomnade med europeiska förbättringar, voro den pådrivande faktorn. De större och medelstora städerna på kontinenten ombyggde sina hästspårvägar och, där spårväg ej funnits, byggde man den med elektrisk drift från början.

### Spårvägarna i Sverige.

I Norden öppnades den första spårvägslinjen i Kristiania år 1894. Bergen och Köpenhamn följde 1897 och Helsingfors 1900. Det är ett

rätt egendomligt förhållande, att samtliga våra tre grannländer voro före oss på detta område.

För att förbereda det stundande införandet av det nya transportmedlet i Sverige träffade Asea strax före sekelskiftet en överenskommelse om samarbete med nyssnämnda Union Elektricitäts Gesellschaft (UEG), som under sin tillvaro utfört de största och förnämsta anläggningarna. UEG skulle med sin vidsträckta erfarenhet bistå Asea, som dessförinnan blott vunnit obetydligt insteg på området. Vidare skulle UEG stå som huvudleverantör och leverera det material, där Aseas erfarenhet behövde kompletteras, såsom motorvagnarnas elektriska utrustning med montage, den speciella delen av linjematerialet jämte hela linjebyggnaden etc. Till Aseas leverans skulle höra vagnarnas mekaniska del, en del linjematerial, såsom fackverksstolpar m. m., generatorer till kraftstationer etc.

Vid denna tid hade Stockholms Södra Spårvägs AB på sin huvudlinje ångspårvagnsdrift och på anslutningslinjen vanliga hästspårvagnar. Då ångspårvagnarna voro 14 år gamla och deras drift- och underhållskostnader gingo till mycket stora belopp, befann sig bolaget vid sekelskiftet i ett mycket prekärt ekonomiskt läge i all synnerhet som det redan en gång rekonstruerade bolaget hade förlorat en stor del av sitt aktiekapital. I denna kritiska tid inträdde den nya kombinationen UEG-Asea med förslag till ombyggnad för elektrisk drift, vilket förslag accepterades.

Anläggningen omfattade 16 motorvagnar med 2 st. motorer Unions typ GE 58, 25 Hkr, ombyggnad av en del släpvagnar, kraftstation för ångdrift, ledningsnät för trolley, komplett skenläggning etc. och öppnades för allmän trafik på hösten 1901. Detta var alltså den första svenska stadsspårvägen, vilken inledde ett decenniums för svenska förhållanden storartat uppsving på detta område.

Den 1 januari 1900 hade Göteborgs stad åt sig förvärvat äganderätten till den ursprungligen 40-åriga koncession på hästspårväg, som sedan över 20 år innehafts av det engelska bolaget The Gothenburg Tramway Comp. Ltd., för att hava fria händer att helt ombygga sina i rätt miserabelt tillstånd varande hästspårvägar till elektrisk drift.

Denna anläggning blev från början mycket väl tekniskt och ekonomiskt planerad av den kraftfulle och energiske chefen, direktör Sigfrid Edström med hans dåvarande assistenter, ingenjörerna Reuter-svärd och Hultquist, båda sedermera spårvägsdirektörer, den förre i Jönköping, därefter i Göteborg och den senare i Norrköping. Anläggningen omfattade förutom linjenät, bananläggning, kraftstation, verkstäder och vagnhallar, 52 motorvagnar, till vilka den elektriska utrustningen inkl. montage utfördes av AEG, ehuru de av dem tillverkade motorerna AB 51 på 25 hkr, på begäran av beställaren utfördes av Westinghouse-typ. Huvudparten av vagnarna tillverkades av Asea, som i samråd med beställaren ganska grundligt i alla detaljer genom-

arbetade denna vagnstyp, vilken sedermera under de närmaste åren i det väsentliga låg till grund för kommande spårvägars motorvagnar. Bild 6 visar denna vagn i sitt ursprungliga skick.

Då i Hälsingborg under sommaren 1903 en utställning skulle avhållas, beslöto stadens myndigheter att till nämnda utställnings öppnande också hava en spårvägsanläggning färdig. Arbetet uppdrogs åt Siemens & Halske (under samma år sammanslagen med Schuckert & C:o till nuvarande firma Siemens-Schuckert). Anläggningen erhöll 10 motorvagnar, vilkas mekaniska del utfördes av Asea. Dessa vagnar

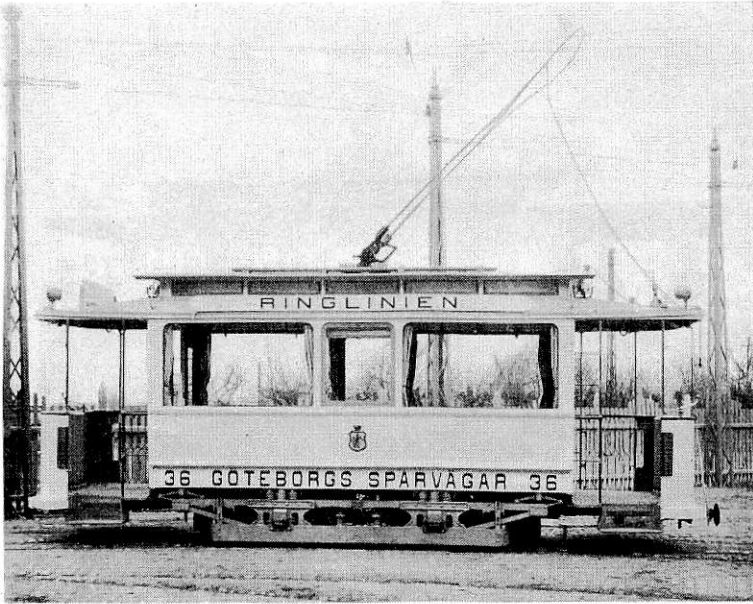


Bild 6. Motorvagn för Göteborgs Spårvägar, tillverkad 1902.

voro av göteborgstyp, ehuru något kortare och därför försedda med härför lämpad truckkonstruktion.

Efter långa förhandlingar med de statliga och kommunala myndigheterna skred även Stockholms Nya Spårvägs AB till verket att förse de norra stadsdelarna med liknande goda kommunikationer, som redan funnits i gång i närmare ett par år på Söder. Avtal träffades med Asea som huvudleverantör, ehuru vagnarnas elektriska utrustning alltså var av UEG:s fabrikat. Beställningen, som skedde på sommaren 1903, omfattade bl. a. till en början 100 motorvagnar och fullständiga kontaktledningar samt ombyggnad av 150 hästspårvagnar till släpvagnar. Motorvagnens utseende framgår av bild 7. Den avviker från göteborgsvagnen blott i en del detaljer såsom fönsterutförande, grindar, inre utstyrsel etc. enligt vederbörande företags önsk-

ningar. Den första vagnen provkördes på sträckan Norra Bantorget—Haga i februari 1904, varefter resp. linjer successivt öppnades för trafik under loppet av det efterföljande året.

Samtidigt med Stockholms Nya Spårvägs AB beslöt Norrköping att ombygga sin förutvarande hästspårväg till elektrisk drift och vidtaga erforderlig utvidgning av nätet. På eftervintern 1904 blev anläggningen färdig. Den bestod bl. a. av 10 motorvagnar, vilka utfördes

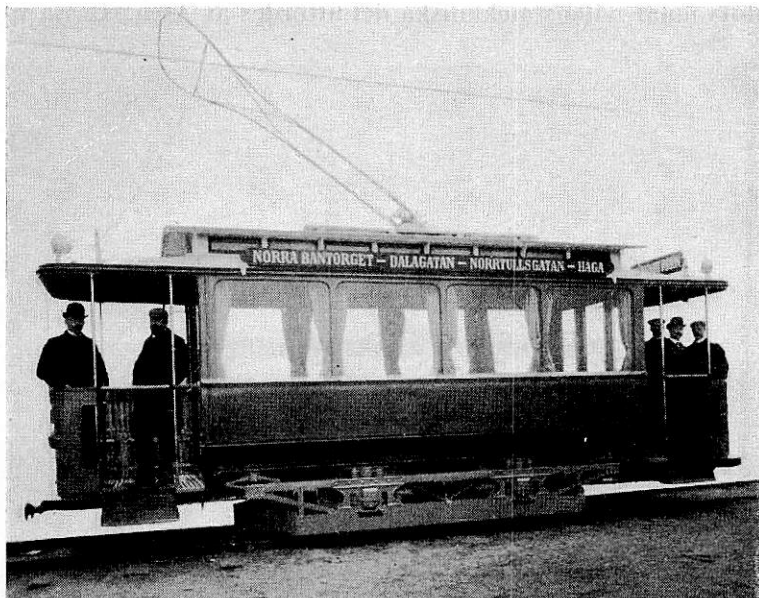


Bild 7. Motorvagn för Stockholms Spårvägar 1904. Fotot taget i Västerås 1903. Personerna äro: På vänstra plattformen från vänster ingenjör Heinrich, Asea, och kapten Hjortzberg, SNS. På högra plattformen från vänster montör Jörgensen, SNS, ingenjör Hiersemann, Asea, och maskiningenjör Åström, SNS.

av Asea med AEG som huvudleverantör och tillverkare av vagnens elektriska utrustning, vilken i det stora hela var i överensstämmelse med göteborgsvagnarnas.

Malmö, rikets tredje stad, kom jämförelsevis sent att få sin hästspårväg elektrifierad, men detta berodde på de svårigheter och dröjsmål, som uppstodo innan spårvägen i januari 1905 kom i stadens ägo. Elektrifieringen uppdrogs åt Asea och AEG, vilken senare firma redan 1 juli 1904 i sig inkorporerat UEG. Den första beställningen omfattade 37 motorvagnar, vilkas mekaniska del Asea tillverkade liksom AEG den elektriska. Motorerna voro av AEG-Unions typ GE 52 på 20 hkr, d. v. s. samma motortyp som förut använts vid Stockholms Nya Spårvägs AB.

De nya motorvagnarna (bild 8) visade en betydligt avvikande typ mot föregående och stodo på höjden av dåtida modernitet. Vagnarna utfördes enligt s. k. half-convertible-typ, d. v. s. fönsterna nedfälldes helt i vagnsväggen och täcktes medelst låsbar lucka, varigenom vagnen kunde från helt slutna vintervagn på en kort stund förvandlas till en åtminstone halvöppen sommarvagn. Vagnarna gjordes bredare än förut, så att tvärsoffor kunde användas, dörrarna voro dubbla och

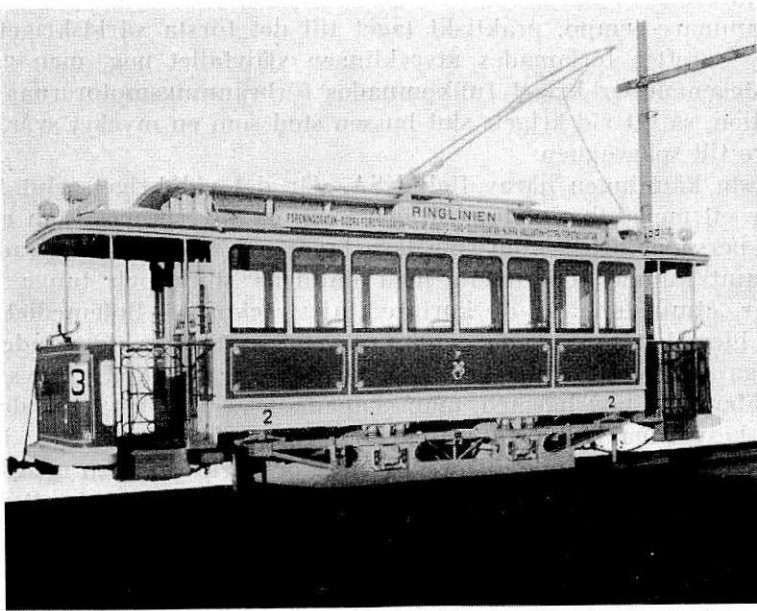


Bild 8. Motorvagn för Malmö Spårvägar 1906.

kopplade och utstyrseln var förhållandevis elegant. Elektriska driften öppnades i sin helhet våren 1907.

Samtidigt med Malmö och under följande år tillkommo en rad medelstora städer, som ej haft hästspårväg, varför den elektriska spårvägen där helt nybyggdes. Först av dem i ordningen var Uppsala, som öppnade trafik på hösten 1906 med 11 motorvagnar. Asea kunde nu svara för hela anläggningen, sålunda även vagnarnas elektriska utrustning, som hädanefter i regel blev av inhemsk tillverkning. Omedelbart efter Uppsala kom Jönköping, där driften öppnades på sommaren 1907 med 10 motorvagnar, helt levererade av Asea. Vid dessa vagnars motorer infördes för första gången kommuteringspoler. De återstående rena stadsspårvägarna voro Gävle, öppnad i slutet av 1909, Karlskrona år 1910 samt Sundsvall i slutet av 1910, den senare helt utförd av Asea.

Beträffande övriga skandinaviska länder kan framhållas, att svenska motor- och släpvagnar i större eller mindre antal trafikera spårvägarna i Helsingfors, Åbo och Viborg i Finland samt i Odense i Danmark, samtliga av Aseas fabrikat.

### Fortsatt utveckling.

Spårvägarnas storartade uppsving efter Thomson & Houston-systemets införande kulminerade omkring sekelskiftet och fortsatte, fast i långsammare tempo, praktiskt taget till det första världskrigets utbrott. Därefter förlamades utvecklingen självfallet nog, men genom framstegen under kriget fullkomnades förbränningsmotorernas konstruktion, så att vid krigets slut bussen stod som en mycket svår medtävlar till spårvagnen.

Första känningen härav fick USA, där det vid krigets slut framträdde ett mellanting mellan bil och buss, de s. k. jitneys, som rymde 7 å 8 personer och genom sina låga taxor och trafiktäthet visade sig verksamt kunna konkurrera med dåtidens stora och tunga spårvagnar, åtminstone på de kortare linjesträckorna. Botemedlet här emot blev den nyskapade och på sin tid mycket reklamerade lilla 2-axliga »Birneys Safety Car», som med framgång bjöd jitneys spetsen. Men icke nog härmed, man skapade också, för att hålla de alltmåra besvärliga bussarna stängna, den namnkunniga s. k. »Peter-Witt»-vagnen, åsyftande att få en rymlig och bekväm vagn med framför allt rationell passagerarecirkulation. Man kan gott säga, att denna vagnstyp med sina varianter fortfarande står sig som den lämpligaste, när det gäller innerstadstrafik i större städer.

I början av 20-talet blev konkurrensen spårväg—buss också märkbar i Europa och denna tävlan blev alltmera besvärande för spårvägarnas mindre hårt belastade linjer. Där det gällde en jämn masstransport i de större städerna kunde dock inte bussen ekonomiskt tävla med spårvagnen. För att så mycket som möjligt försvara spårvägarnas position tvungos konstruktörerna att steg för steg förbättra sina vagnar och så småningom kom man fram till de nu moderna vagnstyperna. Det senare decenniets nykonstruktioner med strävan att nedbringa vagnvikten hava endast varit möjliga tack vare en förbättrad tillverkningsteknik, särskilt svetsningens införande och framstegen på materialområdet. Detta i förening med de impulser, som kommit från buss- resp. flygmaskinsområdet, hava grundlagt nutida konstruktionsprinciper.

De synpunkter, som man därvid haft för ögonen, voro förutom viktens nedbringande att få vagnarna, såväl de 2-axliga som boggi-vagnarna, bekväma, lättskötta och publiktilldragande samt med största möjliga passagerarekapacitet. Stor vikt har också lagts på att förse dem med större motoreffekt med i allmänhet ökad linjespän-

ning och bättre bromsar än förut. Härigenom hava accelerations- och retardationsmöjligheterna blivit större, varigenom resehastigheten ökat och vagnparken för visst passagerarebehov kunnat göras mindre. Dessa åtgärder hava huvudsakligen gått ut på att spårvagnarna skulle hävda sig i konkurrensen med andra fordon och att göra driften ekonomiskt bärkraftig.

Då de 2-axliga vagnarna hava sin begränsning, särskilt när det gäller en intensiv storstadstrafik, har arbetet till större delen koncentrerats på de 4-axliga vagnarna. Den gamla vagnbredden 2,0—2,2 meter har successivt ökats till 2,5 meter, varvid spåravståndet blivit i motsvarande grad större. Som en följd av hastighetsökningen nödgades man göra kurvradierna större och införa övergångskurvor, så att hastigheten vid gång genom kurvorna ej skulle behöva nedsättas alltför mycket.

Passagerareomloppets påskyndande utan att släppa efter på betalningskontrollen var också en viktig faktor för ett rationellt utnyttjande och den förut omnämnda Peter-Witt-vagnen, särskilt med fast konduktör, var ett stort framsteg. En åtgärd med samma syftemål var, att vagnarna byggdes med låg golvhöjd, så att endast ett fotsteg var behövt; dörrarna gjordes med dubbla instigningsöppningar och manövrerades av konduktör resp. förare pneumatiskt eller elektro-pneumatiskt, någon gång rent elektriskt. En följd av den lägre golvhöjden blev, att hjuldiametern måste minskas, varför motorernas dimensioner fingo reduceras. Ett större varvantal måste då tillgripas för att få in den erforderliga effekten. För att ej komplicera regleringen kopplades motorerna i serie två och två.

Mer eller mindre automatiska och lättskötta regleringar, speciellt finreglering, infördes för att få en behaglig och jämn igångsättning och underlätta arbetet för föraren. Erfarenheten har emellertid visat, att den helautomatiska regleringen icke visat sig fullt lämplig på starkt trafikerade gator, där ideligen hastighetsändringar krävas.

Gummi togs också i anspråk för dämpande av oljud och stötar såsom t. ex. i hjulen och som mellanlägg mellan korg och boggie, gummimattor inlades som golvbeklädnad etc. Ävenså utbyttes stålfjädrarna helt eller delvis mot gummifjädrar.

Här i Europa gjordes de första ansträngningarna att modernisera vagnarna helt eller delvis enligt ovan angivna riktlinjer, bl. a. i Milano 1928. Det var emellertid även denna gång USA förbehållet att åstadkomma en vagn, som åtminstone enligt deras egen mening står ouppnådd, nämligen den s. k. PCC-vagnen, vilken uppstod genom flerårigt samarbete mellan spårvägsförvaltningarna och resp. tillverkare på området.

För att återgå till de ursprungliga 2-axliga vagnarna använde man till en början icke något särskilt underställ, utan fastsatte lagerboxgejderna direkt vid vagnskorgens underrede såsom bild 1 visar. Senare

infördes ett vid vagnskorgen fastbultat underställ (se bild 5). Vid båda dessa fanns blott fjädring vid lagerboxarna. Det visade sig dock, att mera fjädring vore önskvärd, varför man övergick till separata underställ eller truckar av hopnitade valsjärn, pressade eller smidda ramar eller med kombination av stålgjutgods och valsjärn och erhöll då samtidigt ett eller två extra fjädersystem. Dessa 2-axliga underställ finnas utförda i ett stort antal variationer och så gott som vid alla tvåaxliga vagnar intill denna dag. För den trafik, som rådde i seklets början, var den dåvarande 2-axliga, korta vagnen med fast, relativt liten hjulbas och med små plattformar tillräcklig, ehuru man vid rusningsperioderna fick tillkoppla släpvagnar.

Redan på ett tidigt stadium, innan ännu busskonkurrensen uppstått, insåg man snart den ekonomiska betydelsen av att göra vagnen så stor som möjligt för att bättre kunna nedbringa den alltmera betydande personalkostnaden och för att ej i tid och otid behöva tillkoppla släpvagnar. Man tillgrep då först ökning av plattformslängden för att bereda möjligheter för ytterligare ett antal stålplattor. Genom den ökade vagnslängden blev man tvungen att öka hjulbasen så mycket, som befintliga kurvor tilläto. Härvidlag överskreds ibland den gräns, som mer än önskligt ökade drift- och underhållskostnaden till följd av för stark avnötning av hjulringar och skenor i skarpare kurvor, större strömkostnad etc. Dessutom fingo dessa förlängda vagnar genom sitt trots hjulbasens ökning stora överhäng vid vissa hastigheter en slingrande och orolig gång.

### Boggier m. m.

Med fast hjulbas gick det alltså icke att komma längre, varför man på ett eller annat sätt måste göra hjulen rörliga. Försök med fria länkaxlar låg närmast till hands, men detta medförde en dålig och orolig gång, hård fjädring och risk för urspårning i kurvor. Dylika vagnar voro i trafik bl. a. i Budapest och Wien. Ett närliggande steg i utvecklingen var därefter försök med enkelaxliga boggier, som i och för sig ingalunda utgjorde någon ny konstruktion. Redan före sekelskiftet byggdes i USA en vagn med 3 sinsemellan hopkopplade enkelaxliga boggier. Detta visar tydligt, att man redan på den tiden i USA insåg den 2-axliga vagnens begränsning.

Mycket stora förhoppningar fästes vid de enkelaxliga boggierna enligt system Hildebrand och en provvagn med dylika byggdes vid Berlins spårvägar. Denna visade till en början mycket fördelaktiga resultat. Särskilt var egenskapen att utan hastighetsminskning gå genom ganska skarpa kurvor synnerligen värdefull. Vagnen var en ren innerstadsvagn och löpte endast på rännskenor.

Göteborgs Spårvägar beställde på grund av de goda lovord denna vagn typ fått från Berlin, hos Asea 3 motorvagnar med dylika från

Tyskland inköpta boggier. Dessa vagnar levererades år 1907. De hade en längd av 11,72 meter och ett hjulavstånd av 4,2 meter samt rymde 30 sittplatser och 15 à 20 ståplatser. Så länge vagnarna fingo röra sig på ränskenor, gingo de förhållandevis bra, men då de skulle användas på Långedragbanans vignolskenor, gingo de oroligt och vaggade i sidolejd. Försök gjordes att förbättra gången, bl. a. genom insättande av oljekatarakter. Resultatet blev dock ej tillfredsställande och de togos så småningom ur trafik.

Man släppte emellertid ej tanken på att förbättra den enkelaxliga boggien. Så förde t. ex. för c:a 20 år sedan Bergische Stahl Industrie,

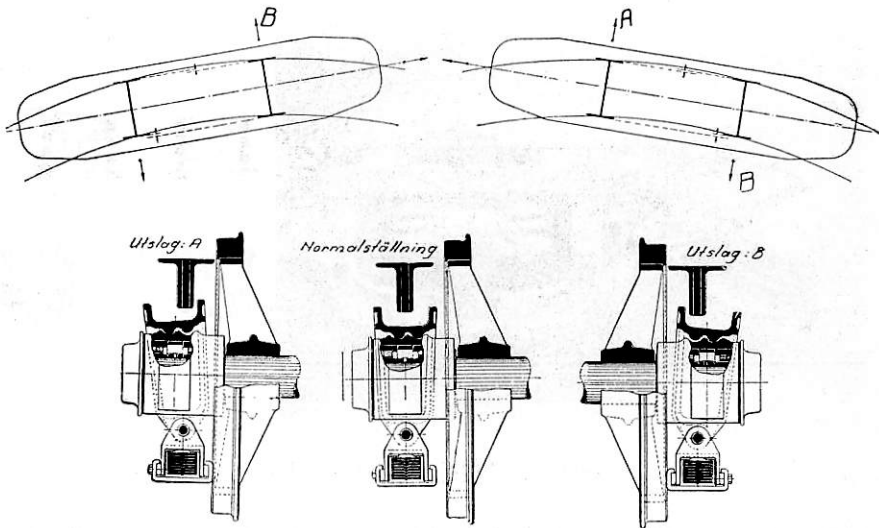


Bild 9. Peckhams pendlande lagerupphängning, som på prov infördes vid Göteborgs Spårvägar.

Remscheid, i marknaden en modifierad och förbättrad typ. Vid denna sammanbundos de båda boggierna med en diagonalt sittande koppelstång och upplagen voro dessutom utförda så, att friktionsdämpning erhöles.

Även på andra vägar har man emellertid varit ute för att förbättra den förlängda 2-axliga vagnens gångegenskaper. Man har genom dessa konstruktioner avsett att vid större hjulbas och minskat överhäng kunna få vagnen att gå mjukare in i kurvorna, utan att då behöva i större grad nedsätta hastigheten. Konstruktionerna hava gått ut på att genom vissa med återställnings- resp. dämpningsegenskaper försedda pendelupphängningar av underställsramen få axlarna att inställa sig relativt understället antingen med endast större sidoförskjutning eller med både detta och en viss inställbarhet i radiell led.

Exempel på den förra anordningen finnes vid Peckhams pendelupphängning (bild 9), som för 12 à 15 år sedan på prov infördes vid

Göteborgs Spårvägar. Den visade sig enligt uppgift gå bra i början, men sedan den relativt snart slitits i pendelupphängning, bultar och eggjar, blevo gångegenskaperna sämre och någon nyanskaffning skedde ej.

En annan konstruktion, som också på sin tid lät tala om sig, var Brills s. k. »Radiax Truck» (bild 10). Någon större spridning utanför USA torde denna konstruktion ej hava fått, antagligen var konstruktionen rätt labil.

Bland andra försök att få största möjliga vagnslängd utan att tillgripa sedvanlig boggiekonstruktion kunna nämnas de 3-axliga vag-

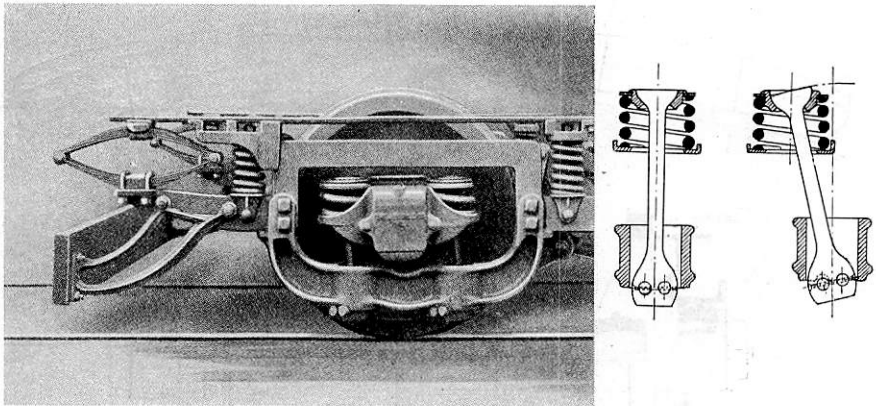


Bild 10. Brills »Radiax Truck».

narna, varav ett flertal konstruktioner sett dagen. Särskilt har Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM), Winterthur, nedlagt rätt mycket arbete på detta problem. Redan 1927 hade man en konstruktion färdig, som dock egentligen var 4-axlig, när den bestod av 2 inre styraxlar förenade i gemensam mittboggie och 2 yttre, inställbara drivaxlar. Konstruktionen har sedermera förbättrats och ett nytt utförande var färdigt strax före nuvarande krigs utbrott (bild 11). Vid detta har man använt sig av endast en mittstyraxel i likhet med vad Westdeutsche Waggonfabrik på sin tid utförde för Kölns spårvägar. Egentligen kan man säga, att det är den gamla enkelaxliga boggien, som återkommit i avsevärt förbättrad upplaga.

Den sistnämnda konstruktionen består av 2 enkelaxliga stjärtboggier, som med sina ändrar vila på och medelst kultappar röra sig vid mittaxelns bärkonstruktion. Mittaxeln upptager ungefär 10 % av vagnsvikten, resten kommer på drivaxlarna, varför en ganska god adhesionsvikt finnes. Skall denna emellertid fullt utnyttjas för största möjliga motoreffekt, blir motorn antagligen så stor, att en hjul diameter av 750—800 mm eller mera är behövlig, och golvet kommer då

tämligen högt. Det relativt höga hjultrycket, som måste stå i relation till banans överbyggnad, begränsar vagnlängden och konstruktionen har en del rörliga, för slitage utsatta delar jämte en komplicerad dubbelklotsig broms. Härigenom förefaller det, som om den 4-axliga boggienvagnen vore att föredraga, särskilt som dess reglering genom att 2 motorer ständigt seriekopplats icke blir besvärligare än den 3-axliga vagnens. Vid hastigheter över 40 km/tim och särskilt på vignolräls kommer säkerligen den 4-axliga motorvagnen med 2 bog-gier att hava en bättre och lugnare gång.

De 2-axliga boggierna hava utförts enligt en snart sagt otalig mängd konstruktioner, varvid man beträffande avfjädringen skiljer mellan rena fjäderboggier, som äro de vanligaste, kombination med balanser

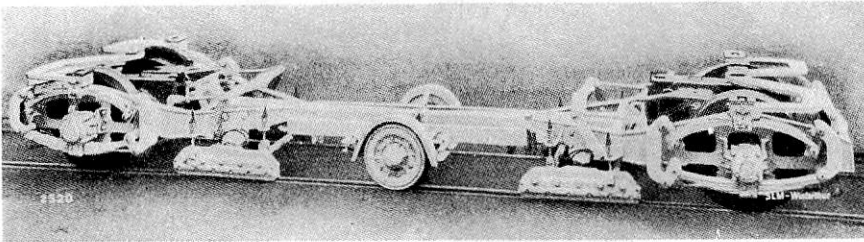


Bild 11. 3-axligt underställ för motorvagn till Zürich (1938), levererat av Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur. Bilden hämtad ur SLM Technische Mitteilungen nov. 1941.

(exempelvis Brills svanhalsboggie, Dingertz boggie etc.) och bog-gier med endast gummifjädring (exempelvis PCC) eller med gummi i sam-band med stålfjädrar. Vidare kunna de förses med pendlande våg-balk eller utan dylik, vilket senare ger en mera stum konstruktion. För att nedbringa vikten har man bl. a. försökt utföra motorerna såsom en sammanhållande och stagande del av boggierramen, men detta har haft sina olägenheter särskilt vid revisioner, motorbyte etc. Boggierna hava även utförts med ett drivhjul samt ett löphjul av mindre diameter, den s. k. Maximum-Traction-boggien. Dessa bog-gier, där blott  $\frac{2}{3}$  av belastningen kom på drivhjulen, medförde en rätt betydande dödvikt, som ej kunde komma adhesionen till godo. Dessutom nödvändiggjorde de en större motorenhet, som krävde stor hjuldiameter, när blott 2 av de 4 hjulparen kunde utnyttjas för fram-drivningen. Vid en senare tids strävanden att nedbringa vagn-golvshöjden och vikten passade de därför ej och torde numera knappast förekomma.

PCC-boggien (bild 12) har motorerna fastbultade i boggiens ram-verk och liggande i vagnens längdriktning. Drivkraften överföres medelst koniska kugghjul till axlarna. Drivhjulen äro försedda med gummifjädring och dessutom finnas gummifjädrar mellan den av

rörkonstruktion utförda ramen och de på hjulens innersida liggande rullagera för drivaxlarna. All fjädring åstadkommes således med gummi. För den mekaniska bromsningen användes klotsbroms på hjulens yttersidor och manövreringen har i allmänhet skett medelst tryckluft. Helt nyligen har försök gjorts i St. Louis att helt borttaga tryckluften jämte bromsklotsarna och manövrera bromsningen medelst solenoid, som frånskräper en på rotoraxelns ena ända anbringad trumbroms. När strömmen brytes, sker bromsningen genom att solenoidkärnan nedfaller. Då bromsen härvidlag med full kraft slås

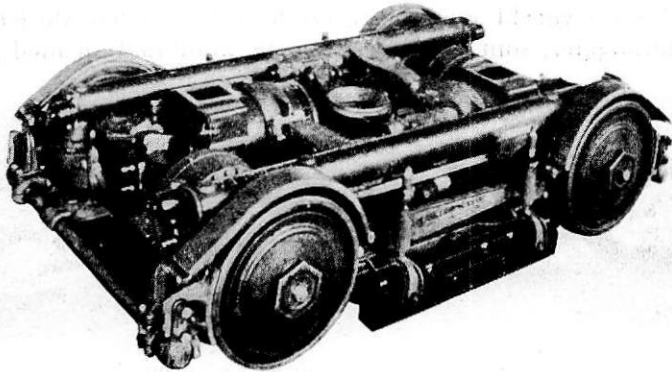


Bild 12. Den amerikanska PCC-boggien, bl. a. utrustad med gummifjädring.

ned först i den ena och sedan i den andra boggien och ingen finreglering synes vara för handen, torde bromsningen bliva föga tillfredsställande.

En annan intressant, nyligen utförd boggie är den på senaste lättviktsvagnen i Zürich av Brown-Boveri använda Simplex-boggien (bild 13), som är av förbättrat utförande i förhållande till den av samma firma till Essen år 1934 levererade. Banmotorernas statorer bilda här en del av boggieramen, i det att de äro fästade vid en tvärgående mittdel, så att de tillsammans med denna bilda ett helt sammanhängande block, som medelst s. k. halvfjädrar avbäres på axlarna genom att fjädrarna upplagts på kuggghjulsåpan vid ena sidan och på det inre lagret vid den andra. Motorn är vidare genom en tasslagerliknande utbyggnad på mitten hopbyggd med en rörformig del, som omsluter axeln, och vilar med sin ena ända vid kuggghjulsåpan och med den andra på det innanför hjulet liggande lagret. Kuggghjulsåpan är åt andra sidan utbildad till motsvarande lager. Vågbalken är försedd med långt ut liggande rullar, som uppbära vagnskorgen. Den är vid ändarna nedbyggd och vilar där på ett pendlande tvärstycke. I pendelns övre ända finnas tvärgående fjädrar, som på mitten vilar på förut nämnda motorblock. Härigenom blir vågbalken

fjädrande och pendelupphängd. På vågbalkens mitt finnes ett centrumlager, som blott är avsett för horisontala krafter. För att överföra samtliga dessa horisontalkrafter till boggierramen (motorblocket) finnes en i höjdled något vridbar medbringare avsedd för såväl dragning som tryck. Axlarnas förening med boggierramen sker genom diverse länkar, som i allmänhet äro försedda med »silent blocs». Dylika finnas också vid nyssnämnda medbringare och i bromsupphängningen. Bromsen är vanlig klotsbroms, tryckluftmanövrerad. Från rotoraxeln överföres drivkraften till kuggväxeln genom två kar-

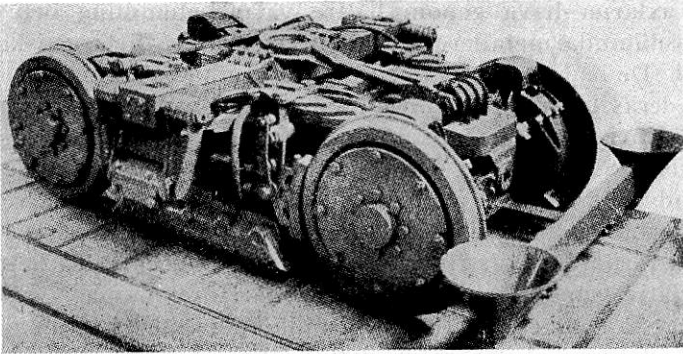


Bild 13. »Simplex»-bogie för lättviktsmotorvagn i Zürich.

danmekanismer, en på vardera sidan om motorn och arbetande i serie (BBC-plåtskivetyyp).

Även på andra håll har man konstruerat boggierramen med avfjädrade motorer, så att motorn eller motorerna utgöra en konstruktionsdel av boggien. Bland de 6 provvagnar, som Oslo Spårvägar byggde för några år sedan, fanns en dylik konstruktion. Någon viktbesparing uppnåddes ej och gången blev ganska hård. En stor olägenhet var att revisionsarbetet ställde sig besvärligare och då några direkta fördelar av konstruktionen ej kunde vinnas, anskaffade man inga flera vagnar av denna typ.

### Hjul och axlar.

Spårvagnarnas hjul gjordes ursprungligen, om de tidigare med träcentra utförda hjulen frånräknas, av gjutjärn, med eller utan kokillhårdning av löpbanorna, eller av gjutstål. Ur underhållssynpunkt var en dylik konstruktion olämplig, varför hjulen försågos med påkrympta hjulringar av slitstarkare material. Senare tillkommo hjulcentra av smidd och hopvälld konstruktion i likhet med järnväghjulen, men dylika centra äro numera så gott som helt och hållet ersatta av valsade skivstommar resp. ståljutna centra med ekrar.

Speciellt lätta hjul med av plåt pressade centra ha bl. a. konstruerats av Bochumer Verein. Försök med gjutna hjulcentra av lättmetall, speciellt s. k. elektronmetall, gjordes för ca 10 år sedan i Tyskland. Dessa hjuls benägenhet att så småningom lossna från axlarna på grund av lättmetallens ringa elasticitet gjorde, att försöken avstannade.

Hjulringarna hava under årens lopp erhållit större hållfasthet, hårdhet och slitstyrka genom högre kolkhalt och legering med härför lämpliga metaller (krom, nickel, mangan etc.). Även en förbättrad värmebehandling har i sin mån bidragit till ett gott resultat.

Även axlarna hava genom bättre värmebehandling och legering med nyssnämnda metaller uppnått bättre hållfasthetsegenskaper och livslängd. De både teoretiska och praktiska undersökningar, som gjorts rörande deras utmattning, hava i sin mån befruktat det konstruktiva arbetet. Härigenom har axeln blivit proportionellt dimensionerad, brottanvisningar ävensom olämplig form och placering av ev. kilspår m. m. undvikits. För att nedbringa axlarnas vikt har man även ibland gjort dem ihåliga, men viktminskningen, som uppstått vid spårvagnar, har blivit förhållandevis ringa och tämligen dyrt betald i betraktande av de relativt små axeldiametrar, som här förekomma.

Man har länge strävat efter att åstadkomma ett i viss mån elastiskt hjul för att så mycket som möjligt nedbringa den ofjädrade vikten. Försök med olika stålfjädrar gävo icke den rätta lösningen. Därför övergick man till olika konstruerade och anbringade inlägg av gummi, men det dröjde flera år, tills den till synes rätta lösningen framträdde. Felet berodde nog i huvudsak på att man förbisett, att gummits bästa elastiska egenskaper gjorde sig gällande vid skjupåkänning. En konstruktion, som baserats härpå, är den, som förts i marknaden av Svenska Aktiebolaget Bromsregulator (SAB). Konstruktionen, som numera torde vara allmänt känd, finnes beskriven i föreningens årskrift för 1934 (Gävle). Hittillsvarande erfarenhet har givit vid handen, att nämnda konstruktion torde hava stått sig mycket bra i konkurrensen och vunnit terräng såväl i Sverige som i bl. a. Tyskland och Schweiz.

Vidare har det överraskande nog framgått, att hjulringarnas varaktighet i hög grad ökat gentemot vid stela hjul. Detta medför minskade kostnader för omsvarvning och hjulringsbyte. I sammanhang härmed kan också nämnas, att uppkomsten av s. k. slag i hjulringsbanan vid häftiga bromsningar enligt uppgift visat en förminskning vid de elastiska hjulen.

### Lager.

Lagerboxarna voro under många år i likhet med vid järnvägarna uteslutande av glidlagertyp med lagerskålar av metall med eller utan

babbitsinlägg. I regel fanns lageranläggning endast på en del av tappens övre yta, någon gång runt om tappen som t. ex. vid Korbuly-boxen. Vanligtvis användes endast undersmörjning i form av smörjdynor av olika utföranden. Glidlagerboxarna hava under åren förbättrats, särskilt vad smörjningen beträffar och bl. a. kan nämnas Peyinghaus-lagera (f. d. Isothermos), där oljan översköljer lagertyorna genom en särskild med tappen förenad roterande slunga, så att dels en ständig oljefilm bildas, som minskar friktion och lagerförslitning och dels en god värmeavledning erhålles.

Redan tidigt kom man dock att tänka på att nedbringa friktionsmotståndet i lagera. Även här var det amerikanarna, som först slogo in på detta område, i det att de redan på 90-talet konstruerade de första rullagerboxarna (bl. a. Hyatt-Flexible Roller Journal-Bearings). Vid denna och liknande konstruktioner voro rullarna rörformiga, förmodligen av den orsaken, att dåtidens teknik ej tillät precisionsutförande, varför en liten differens på rulldiametern utjämnades genom rörets fjädring. Sedan diverse försök med kullager på flera håll utförts, kom man så småningom underfund med, att rullagera voro mera lämpliga för spår- och järnvägsdrift genom sin större hållbarhet. Man kan nog säga, att de flesta spårvagnarna numera utrustas med rullager och som bekant har SKF varit banbrytande på detta område. Även andra mer eller mindre närbesläktade konstruktioner hava använts, såsom skivlagera och de s. k. Nomy-lagera, d. v. s. glidlager med användande av rullagrets konstruktionsprincip. Fördelen härmed ligger i den större bärighet, som erhålles inom samma utrymme som rullagret.

### Fjädrar.

Rörande underställens och boggiernas fjädring har denna merendels skett genom blad- och spiralfjädrar, ibland endast med det förra slaget men än oftare med en kombination av de båda fjädersorterna. Man har undan för undan fått tillgång till bättre material och genomfört lämpligare behandlingsmetoder, varigenom man kunnat öka de tillåtna påkänningarna och därigenom minskat fjäderdimensionerna. Numera användes rätt mycket armerade gummifjädrar med eller utan kombination med stålfjädrar.

Under senare år har uppstått en förbättrad bladfjäder av svensk uppfinning (Asspi-fjäder), vilken förts i marknaden av AB Svenska Spiralfabriken i Stockholm. Denna fjäder har en mera rationell tvärsnitt av bladen, så att viktbesparing erhålles och dessutom är smörjningen kontinuerlig genom oljekanalerna mellan fjäderbladen. På kontinenten användas numera dessa fjädrar under namn av Kruppfjädrar, enär firman Krupp innehar tillverkningslicens.

## Bromsar.

Den mekaniska broms, som förutom handbromsen i huvudsak kommit till användning, är först och främst luftbromsen. Det luftbromssystem, som i regel användes vid spårvägsdrift, är det direkta, vilket är relativt enkelt att reglera. Kombineras förarebromsventilen med reduktionsventil som manöverorgan, erhåller man genom olika in-spänning av ventilens fjädrar inställning för varierande lufttryck. Härigenom uppnås en ganska god smidighet, så att bromsen bättre kan avpassas efter fordonets varierande bruttovikt och adhesionsgräns. Luftbromsen kan också göras inverterad, så att tryckluften spänner en tryck- eller dragfjäder, vilken åstadkommer bromsning vid luftens utsläppande i likhet med den vid järnvägar använda automatiska tryckluftbromsen. Ett gammalt exempel härpå är den för ca 40 år sedan utförda fjädertryckbromsen med snäckfjädrar som tryckorgan. Dylikt system med användning av dragfjädrar kan också användas. Oljebromsar hava understundom kommit till användning delvis med hjälp av tryckluft, som dock för detta ändamål regenererats, så att kompressor ej varit behöflig. På detta sätt är Piepers oljetrycksbroms inrättad.

Handbromsens ansättning sker i regel med ratt, vev eller spak, i vissa fall kompletterade med spärrlåsnig. För åstadkommande av bättre kraftutväxling har man inlagt en kuggväxel och upplindat bromskättingen på snäcka med varierande diametrar såsom t. ex. vid Peckhams och Ackleys bromsar.

De elektriska bromsarna komma att här nedan delvis behandlas i samband med kontrollerna. Såsom i det föregående omnämnts, införde man redan tidigt kortslutningsbromsen, vilken till en början blott var avsedd att mata de elektromagnetiska skivbromsarna (Sperry-resp. virvelströmsbromsar). Dessa senare bromsar äro numera sällsynta vid motorvagnar men torde ännu någon gång förekomma vid släpvagnar. I allmänhet användes nuförtiden kortslutningsbromsen som driftbroms, varjämte denna kompletteras av någon annan broms — luftbroms, direkt eller inverterad, handbroms etc. Dessa bromsar äro då blott avsedda att stanna vagnen, sedan kortslutningsbromsen slutat verka, men skola vara så beskaffade, att de temporärt kunna tjänstgöra som driftbromsar, om fel skulle uppstå på kortslutningsbromsen. De verka i allmänhet på klotsar på hjulen eller på mekaniska skivbromsar (tång- resp. vinkelhävstångsbromsar o. d.), på drivaxlarna eller på trummor på rotoraxlarna. För släpvagnsbromsen användas ofta solenoidbromsar, matade med kortslutningsströmmen och verkande på samma bromsningsobjekt som ovan angivna mekaniska bromsar.

Den på senare år alltmera tilltagande användningen av elektromagnetiska skenbromsar står i samband med den ökade hastigheten,

och deras funktion blir i huvudsak som säkerhetsbroms eller nödbroms med huvudsaklig användning på starkt trafikerade gator.

En effektiv sandningsanordning är en mycket viktig faktor vid bromsningen speciellt under vissa ogynnsamma väderleksförhållanden. Även vid de accelerationer, som numera förekomma vid igångsättning, är sandning ofta en tvingande nödvändighet. I spårvagnarnas barndom förekom icke någon sandningsanordning. Till en början använde man sig av en tratt med rör anbringad på plattformsskärmen och nedsläppte sanden för hand. Detta var givetvis en mycket ofullkomlig anordning, därför att blott en ringa del av sanden stannade på skenan och vid blåsväder kanske icke något alls. Dessutom tjänstgjorde icke denna primitiva anordning i kurvor. Därefter övergick man till mekaniska sandapparater, av vilka ett mycket stort antal sett dagen under tidernas lopp. I allmänhet utfördes de i form av medelst trampstift eller handtag manövrerade mekaniska ventiler med rörelse i horisontal- eller vertikalplanet, ibland voro de försedda med en liten sandomrörare. När tryckluft finnes, erhålles den mest effektiva sandanordningen, särskilt om den kombineras med ett bläster-rör, som direkt sprutar in sanden under hjulbanan.

### Vagnkorg.

Under den första tiden till i början av 90-talet byggdes vagnkorgarna som hästspårvagnarna och helt av trä. I och med att vagnarna blevo större samt motoreffekt och hastighet ökades, infördes som förut nämnts vagnens skiljande i vagnkorg och separat underställ. Till en början bibehöll man korgens träkonstruktion men stagade upp vagnkorgsbotten med lämpligt spännverk. Sedermera byggdes vagnkorgsbotten av stål, eventuellt med sidobalkar av styva, speciella Z-profiljärn med eller utan spännverk, men den övriga delen av vagnkorgen utfördes fortfarande av trä, dock med diverse järnförstärkningar och beslag. Detta byggnadssätt hade en ganska lång varaktighet, till dess amerikanerna på grund av den alltmera ökade trafiken och därmed kollisionsrisken vid förra världskrigets slut började övergå till s. k. halvstålvagnar. Den första vagn typ, som utfördes efter detta system, var den förut omnämnda »safety-car», där sidobeklädnaden under fönsterna gjordes bärande genom att beklädnadens tjocklek ökades och stagjärn upptill och nedtill fastnitades vid plåten, så att en bärande balk uppkom. Vaggarna över fönsterna ävensom takkonstruktionen gjordes alltså av trä med behövliga järnförstärkningar. Man erhöll härigenom en relativt lätt och stark vagn med ett visst motstånd mot kollisioner. De första vagnarna här i landet, som byggdes enligt denna metod, voro Stockholms Spårvägars boggieläpvnagnar litt. B 17, av vilka 10 utfördes av Asea år 1921.

Övergången till mera genomförd järnkonstruktion skedde först vid

järnvägarna på grund av den ökade hastigheten och därmed förenade risker. Den gamla träkonstruktionen hade vid en del större trafikolyckor, speciellt den vid Malmslätt år 1912, visat sig vara mycket riskabel vid kollisioner och urspårningar, icke minst ur brandfarsynpunkt. De första helt stålbyggda järnvägsvagnarna voro av nitad konstruktion och med grova ståldimensioner, varför deras vikt blev ansevärt högre än trävagnarnas. En dylik konstruktion kunde ej gärna tänkas lämplig för spårvägsmaterial utan man såg tiden an, tills svetsningstekniken hade utvecklats. Genom denna blev det möjligt att så småningom framställa en helstålvagn, vid vilken vikten alltmera kunnat nedbringas tack vare ett med åren förbättrat material

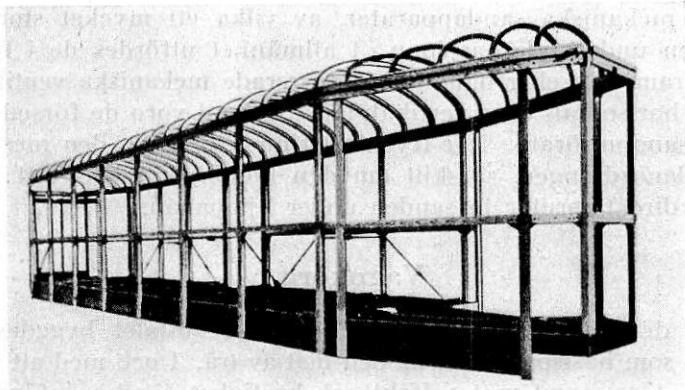


Bild 14. Lättviktskorgstomme för motorvagn i Zürich.

och en mer och mer utvecklad teknik, varvid vunna erfarenheter undan för undan kunnat tillämpas.

Vid nyare konstruktioner har man låtit hela sidoväggen och stundom också taket deltaga i bärkonstruktionen för att så mycket som möjligt utnyttja materialet. I förhållande till järnvägsvagnarna visade sig vid spårvagnarna en olägenhet, som i början ej tillräckligt beaktades vid övergången till helstålvagnar resp. lättmetallsvagnar. Det var nämligen de genom kollisioner och påkörningar från andra gatufordons sida uppstående deformationerna i sidled, som vållade besvär vid den nya konstruktionen, där huvudsynpunkten varit att erhalla vagnarna tillräckligt starka i vertikalled. Vid de gamla konstruktionerna, som voro mera robusta även för sidopåkänningar, hade detta problem ej varit så aktuellt.

När de nyligen utförda lättviktsvagnarna i Zürich skulle konstrueras, hade man ögonen på denna olägenhet och därför försågos dessa vagnar med ett underrede av stål tillräckligt kraftigt även för horisontala påkänningar. Hela överbyggnaden med sidostolpar och tak utfördes i lättmetall enligt bild 14. Liknande erfarenheter

hava också gjorts vid Oslo Spårvägar, där de år från år tilltagande kollisionerna visat sig vara synnerligen kostsamma.

För att få effektiv viktminskning har man också vid moderna lättviktsvagnar med gott resultat nedbringt den elektriska utrustningens vikt. Om, när fredliga tider stunda, aluminium kan erhållas till rimligt pris, torde säkerligen detta material i lämpliga legeringar efter vederbörlig värmebehandling komma att i viss grad uttränga stålet vid moderna spårvagnar, detta så mycket mera som man nu lärt sig svetsa aluminium genom punktsvetsning. Samtliga hittills byggda aluminiumvagnar äro nitade.

### Kopplingar.

De mera primitiva trumpetbuffertarna, som funnits sedan spårvägarnas ungdomsår, ha i allmänhet ersatts med kopplingar av typ Albert, Scharfenberg (Schaku), Compact, Union etc. i förening med dragfjäderanordningar med ringfjädrar eller armerade gummifjädrar. I de fall, då man använder »multiple-unit»-system, innebära dylika kopplingar en stor fördel, enär samtliga ledningar för tryckluft och elektrisk ström kunna inbyggas i kopplingsanordningen, vilket i hög grad förenklar rangering.

Numera anses de elastiska draganordningarna obehövligen på motorvagnen men insättas på ev. släpvagnar. Vad man härigenom åsyftar är att få en möjligast fast, ehuru dock i viss mån något elastisk förbindning mellan vagnarna, så att de fordom så vanliga, obehagliga pendlingarna och ryckningarna mellan vagnarna avlägsnas.

### Fönster.

Fönsterna kunna indelas i fasta och rörliga eller i kombinationer av bådadera. De fasta sitta antingen infästade direkt i korgstommen eller i bågar av trä, metall, aluminium etc. Materialet är spegelglas eller maskinglas, beroende på storlek och i viss mån på önskemål ifråga om utstyrseln. Förr använde man mer än nu dubbla rutor för bättre värmeisolation och för att undvika imbeläggning på insidan.

De fasta fönsterna kunna göras med ett fast parti och i övrigt rörliga, såsom de partiellt nedfällbara eller uppskjutbara fönsterna, den senare typen med förkärlek använd i Amerika. Vid Beclawat-fönsterna, som i sitt senaste utförande — »Whirl»-typen — torde komma idealet nära, är nedre bågen fast och överdelen nedfällbar på yttersidan genom manövrering med vev till önskat öppningsläge.

Även andra kombinationer av fasta och rörliga fönster finnas, såsom skjutfönster, som kunna omfatta hela fönsteröppningen, varvid halva fönstret är rörligt i horisontal led och halva fast. Man kan

också göra kombinationen så, att större delen av fönstret är fast och upptill försett med smärre skjutfönster eller s. k. klaffbågar, d. v. s. inåt fällbara småfönster, avsedda för enbart ventilation.

Man använder också i sidorna nedfällbara fönster med eller utan bågar och kombinerade med lämpliga fönsterlyftare (exempelvis Nürnbergersax, Klein etc.). Också vertikalt vridbara fönster förekomma ibland i förarehytter och plattformar. På den tiden vagnarna hade lanternin användes för övrigt ofta rörliga fönster enligt samma princip, som nu går igen i de s. k. perspektivfönsterna.

Numera användes i stor utsträckning splitterfritt glas antingen i hela vagnen eller vid sådana rutor, som äro mest utsatta för kollisionrisker. Dessa glas äro antingen skiktade och hopsatta med konstharts eller också härdade glas, bl. a. Sekuritglas, vilket senare besitter mycket stor hållfasthet men som tyvärr icke kan justeras efter härdningen med avseende på dimensionerna.

Ävenså hava på senare tid de s. k. Plexi-glasen, en konsthartsprodukt, kommit till användning. De kunna icke gå sönder genom stötar och äro dessutom i viss mån plastiska. De hava den olägenheten att de ofta icke äro helvita och äro därjämte relativt mjuka i ytan, så att de lätt »sandblästras» under driften.

Framför fönsterna användas rull- eller skjutgardiner, de förra för att ge bättre ventilation och ofta av något glest tyg (t. ex. tageltyg). Före sista kriget ansåg man ofta gardinerna onödiga vid spårvagnarna, men nu vill man ha dem för mörklägningsändamål.

## Dörrar.

Den första tiden använde man sig av helt öppna plattformar liksom vid hästspårvagnarna, men fann snart, att de ej passade för vårt klimat, varför man övergick till att bygga lämpliga glasskydd framtill på plattformarna. Sedermera kompletterades dessa med dörrar av olika konstruktioner, såväl skjutdörrar som klaffdörrar eller vanliga svängdörrar. De sistnämnda, vilka på grund av säkerhetsföreskrifterna måste röra sig inåt, befunnos olämpliga genom det utrymme, som dörrarna togo i anspråk. De uppdelades därför i 2 eller flera element. På så sätt uppkommo de nu ofta använda klaffdörrarna. Skjutdörrarna ha den fördelen, att de taga ringa plats och ej äro i vägen, när de skola öppnas eller stängas, men ha den nackdelen, att det är besvärligt att få dem täta mot snö och regn.

Dörrarnas manövrering skedde först alltid manuellt, men vid de vagnar, där tryckluft införts, fick man så gott som på köpet en mycket enkel och bekväm manövrering, särskilt om den kombineras med elektropneumatiska ventiler. I en del fall har manövreringen även utsträckts till att samtidigt omfatta fotstegen, som antingen kunna slås upp mot vagnessidan eller skjutas in under vagnramen.

För dörrarnas rörelse användes numera huvudsakligen kulslädeanordning, vilken har ringa friktion och stor hållbarhet mot slitning. De moderna avståndsmanövrerade dörrarna utföras i regel med klämskydd.

### Sitsar.

Sofforna gjordes ursprungligen av trä utan någon som helst stoppning eller beklädnad. Ryggar och sitsar bestodo av spjälor — enligt tidens smak ofta växelvis ljusa och mörka — eller också gjordes de av perforerat fanér.

I äldre tider och vid då använda smala vagnkorgbredder begagnade man gärna längsgående soffor, avdelade genom något armstöd. Numera äro tvärsofforna så gott som allenarådande, eventuellt kombinerade med längsgående soffor vid kupéändarna.

Vid vagnar gående i båda körriktningarna göras sofforna dubbla med ryggarna mot varandra eller enkla med omkastbara ryggstöd. När man blott kör vagnen åt ett håll, som ju vid moderna vagnar ofta är fallet, äro sofforna alltid enkla och vända i fartriktningen.

Soffötterna gjordes till en början av trä eller smidesjärn. Först på senare tid göras de i likhet med bussarnas av stålörskonstruktion eller med svetsad, central fot.

De moderna, stoppade sofforna, vilka tillkommo som ett led i spårvagnarnas konkurrens med bussarna, ha vanligen resärer med tagelstoppning i sitsar och ryggar eller också utföras dessa delar av svampgummi (Dunlopillo). Även s. k. Königssitsar med sitsar och ryggar av plattfjäderutförande ha använts här i landet bl. a. på örbybanans vagnar.

Beklädnaden göres antingen av skinn, pegamoid (rexine) eller tyg (moquette, épinglé etc.). Stundom användes även rottingflätning.

Förarestolarna äro numera oftast liksom vid bussarna vridbara resp. skjutbara (Leveroll-anordning) och ibland höj- och sänkbara. Beklädnad och stoppning är gjord som på sofforna. Ibland användes flyttbara stolar eller vridbara sitsar i form av velocipedsadlar o. d.

### Ventilation.

Vid äldre vagnar förekom uteslutande den naturliga ventilationen genom fönster och dörrar och för utsugning av luften användes luft-sugare på taket (Torpedo, Grove, Bremer, Flettner etc.).

För att erhålla en bättre och jämnare luftväxling har man sedermera tillgripit konstgjord ventilation med fläkt på så sätt, att man anbringat en vacuumfläkt i taket i vagnens bakända och låtit luften insugas genom lämplig ventil i främre vagnsändan. Under den kallare årstiden har insugningsluften passerat genom ett värmebatteri. Detta

system, som kan kallas vacuumsystemet, har bl. a. medfört en del olägenheter på grund av drag.

För att neutralisera nämnda missförhållande använder man i stället ett system, som ger luften i vagnen något övertryck. Den insugna luften får passera genom vagnens i särskild trumma inneslutna start- och bromsningsmotstånd, där den uppvärms, varefter den under svagt övertryck inpressas i vagnen. Då denna luft samtidigt tjänstgör som kyluft för motstånden, får man värmeeffekten gratis. Under den kallare årstiden kan man för att förstärka uppvärmningen i motståndstrumman insätta ett extra värmeelement, som matas från kontaktledningen. Detta element kan också tjänstgöra för vagnens uppvärmning i vagnhallen om morgonen. Man avstänger i så fall luftintaget för ytterluften och insuger luften inifrån kupén, varigenom en inre kretsgång erhålles av den alltmera uppvärmda luften.

Under sommartiden erhålles en god ventilation, om luften på samma sätt insuges från kupén och fönsterna hållas öppna. Den uppvärmda luften släppes då självfallet ut i det fria.

### Övrig inredning.

Vagnarnas inredning och utstyrsel har i vanliga fall avspeglat smaken under sin tidsperiod. Man har frångått den på 90-talet och i seklets början rådande förkärleken för profilerade listverk, facettslipade glas och speglar, ornament m. m. till fromma för större enkelhet och mera rena och odelade ytor. Utan all fråga har den moderna och funkisbetonade inredningsarkitekturen haft ett visst inflytande härpå.

### Strömavtagare.

Jämsides med den härovan i stora drag behandlade utvecklingen av spårvagnarnas mekaniska del har också den elektriska delen alltmera fullkomnats. Även här har man rönt inflytande av att bättre material skapats. Speciellt ha de mera värmebeständiga isolationsmaterialen tillåtit en större uppvärmning, varigenom dimensionerna kunnat minskas. Nya konstruktioner med bättre driftsäkerhet och lägre vikt ha ersatt de äldre. I korthet sagt ha framstegen på banområdet följt den övriga elektroteknikens utveckling.

Vad först strömavtagningen beträffar, äro de första trevande försöken med kontaktvagnar etc. här förut omnämnda. Sedan Sprague i Richmond gjort en sådan succé med sin trolleyanordning, sökte konkurrenter genom kringgående av Spragues patent åstadkomma en jämbördig konstruktion.

Redan 1888 insatte S. H. Short i stället för trolleyen en släpsko, som gjordes av metall, men förmodligen vållade denna ett alltför stort slitage, och den avlägsnades snart igen. Detta utförande gav emeller-

tid Siemens & Halske uppslag till utförande av den första kontaktbygel, som avprovades på Lichterfelde-banan 1890 såsom förut omnämnts. Denna första bygelströmavtagare bestod av ett högt stativ av smäckra rör, på vilket monterats 2 st. vridbara, rektangulära och fjädrande strömavtagare, ävenledes utförda av klena rör.

Trolley, var, trots att bygel, vidare utvecklades, ganska allena-rådande flera år framåt och är fortfarande allmän i U. S. A., där byglar huvudsakligen kommit till användning vid järnvägarna. En variant av den vanliga trolley är den s. k. Dickinson-trolley med på en vertikal tapp rörlig trolleyhållare. Denna trolley har fått användning vid de anläggningar, där man av en eller annan orsak förlagt kontaktledningen vid sidan av spåret.

Thomson & Houston-bolaget och dess europeiska avläggare UEG arbetade uteslutande med trolley och hade vid tiden strax före sekelskiftet ett ingående meningsutbyte med bygelns anhängare om de båda strömavtagarnas för- resp. nackdelar, men med tiden förbättrades bygel, och kunde effektivt konkurrera. Här i Sverige har trolley funnits blott vid en enda spårväg, nämligen vid den av UEG för Stockholms Södra Spårvägar byggda. Vid detta bolags senare samgående med Stockholms Nya Spårvägs AB ombyggdes dess ledningar för bygel.

Att trolley ej infördes i Göteborg, berodde på, att linjebyggnad och kontaktapparat anförtroddes åt Siemens & Halske, vilka ju voro målsmän för bygel, som vid denna tid visat sina fördelar i praktiken. Dessa äro först och främst, att den medgiver en enklare linjebyggnad i kurvorna och att risken för urspåringar, som alltjämt vidlåda trolley, eliminerats.

Från den vid Lichterfelde-vagnen utförda mer eller mindre försöksmässiga bygel utvecklades den sedermera allmänt kända Lyrabygel, vars konstruktion blev färdig omkring 1896.

Då denna bygel med sin relativt stora svängmassa visade sig olämplig genom sin alltför stora gnistbildning, när en viss hastighet överskreds, började man allmänt övergå till saxbygel. Vid denna hade den för strömmottagning avsedda delen, toppbygel eller »vippan», gjorts mindre och lättrorligare, så att den vid större hastigheter bättre kunde följa kontakttråden.

De förbättringar av saxbygel, som vidtagits under senare år, ha till stor del varit inriktade på att nedbringa radiostörningarna. Bland alla de olika konstruktioner, som för detta ändamål sett dagen, kan bl. a. nämnas Fischer-bygel med flat stålskena, vilken visat sig vålla stor kontaktledningsförslitning samt Å-bygel (Ångströmsbygel) med fjädrande s. k. hjälpkontaktsskenor på var sin sida om huvudkontaktsskenan.

Asea har med sin erfarenhet från järnvägarna konstruerat den på bild 15 visade strömavtagaretoppen. Som av bilden framgår, är själva



kontaktskenan vertikalt rörlig med fjäderdämpning. Hela systemet är dessutom rörligt kring toppledsaxeln och balanserat med fjädrar. Kontaktskenan är av aluminiumplåt med särskilda slitskenor av kopparlegerad aluminium. Tack vare skenans bredd uppstår en viss stabilitet vid dess glidning mot tråden. Strömavtagarna skola användas för de nya boggiemotorvagnarna till Göteborgs Spårvägar (bild 16) och en dylik strömavtagare har med gott resultat sedan flera månader provats där. I jämförelse med de gamla strömavtagarna med »vippa» har den visat betydligt bättre egenskaper såväl i strömavtagningshänseende som för motverkande av radiostörningar. Konstruktionen kan ytterligare förbättras genom att den förses med slitskenor av kol.

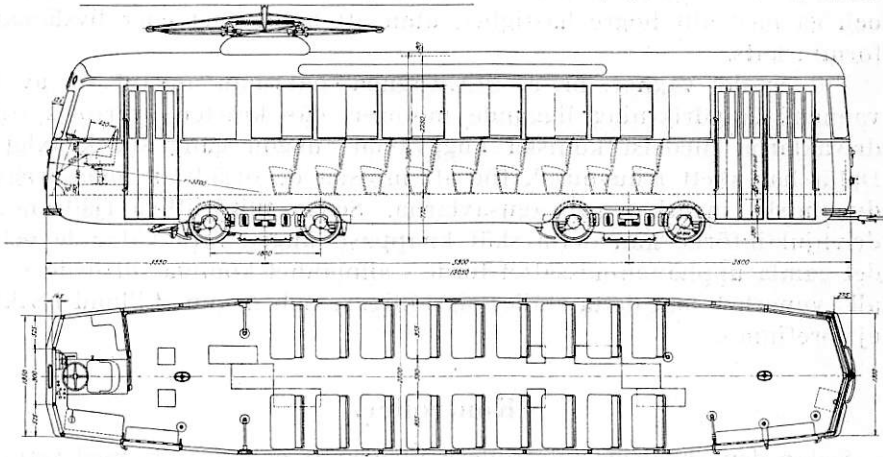


Bild 16. Ny boggiemotorvagn för Göteborgs Spårvägar. Levereras av Asea under 1943.

### Motor.

Såsom i det föregående omtalats, erhöi banmotorn sin grundläggande mekaniska utformning, upphängning och utväxlingsanordning redan 1887 av Sprague och 1890—92 av Thomson & Houston. Även de första 4-poliga motorerna utfördes under denna tid och fältshuntningen kort därefter. Det tudelade fältet bibehölls ganska länge. Numera torde motorerna i allmänhet utföras med helt fält och lager-sköldar.

Omkring år 1906 försågos motorerna med kommuteringspoler. Isolationen har även förbättrats. Värmebeständigheten har ökats och den tillåtna temperaturen har härigenom avsevärt kunnat höjas. Vidare har också ventilation, i regel självventilation, införts, varigenom motorn ännu bättre kunnat utnyttjas. Detta förhållande samt

att man företagit ökning av varvantalet har bidragit till, att man kunnat betydligt nedpressa motorvikten (från 40 å 50 kg per hkr till 8 å 10 kg). Banmotorerna äro i allmänhet seriemotorer, men då strömåtervinning avsetts, ha de kompondlindats.

Rotoraxlarna ha försetts med friktionsminskande lager (kul- och sedermera rullager), varigenom man också erhållit fördelen att kunna bibehålla konstant luftgap.

På sista tiden har jämväl införts rullager för vagnsaxellagera, vilket utan risk kunnat ske genom att nämnda lager förbättrats och framför allt på grund av de elastiska hjulen, som i hög grad skona lagren för dynamiska påkänningar.

Kuggväxlarna ha i avseende på materialet och det större precisionsutförandet förbättrats, så att de kunnat överföra allt större effekter och gå med allt högre hastighet, utan att hållfasthet eller livslängd förminskats.

Vid en del vagnar, bl. a. PCC-vagnen, har man använt sig av i vagnens längdriktning liggande motorer, där kraften överförs till drivaxlarna medelst koniska kuggväxlar, någon gång snäckväxlar. Detta har skett i huvudsak för att minska de ofjädrade massornas dynamiska inverkan på vagnsaxlarna. Sedan tillförlitliga fjädrande drivhjul införts, kan detta skäl knappast längre vara gällande och det gamla upphängningssättet torde i allmänhet komma till heders, i all synnerhet som detta ställer sig billigare och någon skillnad i vikt ej förefinnes.

### Kontroller.

Sedan den envalsiga kontrollern utvecklats och försetts med fram- och backvals, serie-parallellkoppling och elektrisk kortslutningsbroms, bibehöll kontrollern rätt länge detta utförande, men då effekten växte, framtvingades den moderna kamkontrollern (bild 17) där man ersatte kontaktfingrarna med motsvarande kamställare, var och en med sin egen gnistblåsning. Dessförinnan hade man vid valskontrollerna i samma syfte infört separat gnistblåsning vid varje finger. Indirekt manövrering med manöverkontroller och kontaktorer, elektromagnetiskt eller elektropneumatiskt manövrerade, har också kommit till utförande på en del moderna spårvagnar. Ävenså har automatisk pådragning i flera utföranden använts, men det har, såsom förut omnämnts, visat sig, att dylika system icke äro så särskilt lämpade för spårvagnar i innerstadstrafik.

För att få en jämnare och mera ryckfri start- och bromsning har numera i allmänhet införts ett större antal manöverlägen såväl i serie- som parallellkopplingen och vid bromsning.

Den elektriska kortslutningsbromsen, som infördes på ett relativt tidigt stadium, har alltjämt bibehållit sin egenskap att vara den

broms, som mest rationellt kunnat användas vid vagnens varierande belastning och olika adhesionsvikt, då den lätt låter anpassa sig till rådande adhesionsgräns.

På senare tid har man infört den s. k. separatmatade motståndsbromsningen, som ger en mjuk bromsning och en bromskraft, som icke nämnvärt överstiger ett förut bestämt värde.

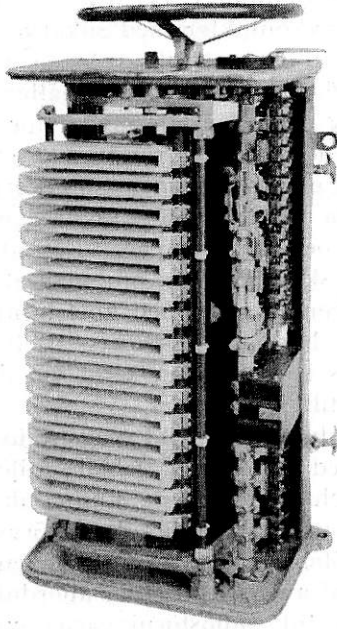


Bild 17. Modern kamvalscontroller av Asea-typ.

### Motstånd.

Om motstånden är ej mycket att säga. De äldsta motstånden voro trådspiraler. Därefter har jämsides med trådspiraler använts gjutjärns- motstånd, bandmotstånd etc. Materialet i trådspiraler är numera konstantan, kanthal eller dylika legeringar.

Först anbringades motstånden under vagnen, men i vårt klimat visade sig vintertid vissa svårigheter uppstå, varför de sedermera flyttades upp på vagntaget. Allra senaste utförandet är att inbygga motstånden i en tät trumma under vagnarna och kyla dem med fläktanordning samt begagna den avgivna värmen till vagnens uppvärmning. Härigenom bli motstånden väl skyddade och man slipper belamra taket, vilket ju är en vinst ur utseendesynpunkt. Dessutom kan takkonstruktionen härigenom göras lättare.

## Belysning.

På grund av den för belysningsändamål höga kontaktlednings-spänningen har man alltid varit tvungen koppla lamporna i lämpliga serier, så att en mera normal och för lampans hållbarhet mera passande spänning erhållits. I allmänhet har lampspänningen varit 90—110 V. Denna anordning medför en del besvärligheter vid konstaterande av söndergångna lampor i serien och man har därför betjänat sig av lamsökare, provkontakter med sökarlampa etc.

På senare tid har man övergått till att lägga samtliga lampor, exempelvis 25 st., i en enda serie, då man erhåller en lampspänning av 24 V, vilken spänning också är lämpligare för strålkastarelamporna, i det att en mera koncentrerad brännpunkt erhållits. Alla lampor förses i detta fall med en strömbrygga, som kortsluter strömmen, om lystråden skulle brista. Den söndergångna lampan ger sig således omedelbart tillkänna och kan utbytas. För att under detta arbete icke hela belysningen skall slockna, när man skruvar ut den defekta lampan, är lamphållaren försedd med kortslutningskontakt, som träder i verksamhet när lampan utskruvas. Detta system finnes dels utfört i Tyskland, dels i Trondheim samt vid de av Asea levererade motorboggievagnarna till Helsingfors.

Man kan också anordna en särskild svagströmsserie och alstra ström med generator eller med omformare, i båda fallen kompletterade med ackumulatorbatteri, och alla lampor kunna då parallellkopplas på denna lågspänning, som i allmänhet kan göras 24 V. Vid de nya motorvagnarna till Göteborgs Spårvägar har en dylik lågspänningsanläggning blivit utförd av Asea. Denna anordning har också en viss betydelse med hänsyn till radiostörningarna, vilka äro besvärligast, då vagnarna rulla utan belastning med endast den svaga belysningsströmmen tillkopplad. Vidare blir genom detta system belysningen oberoende av den ofta varierande linjespänningen.

## Signaler.

För signalering mellan konduktör och förare användes ursprungligen rent mekaniska ringklockor betjänade av genom vagnen gående dragremmar. Senare tillkom elektrisk ringledning på en del ställen anordnad så, att passagerarna kunde direkt till föraren signalera önskad avstigning. De moderna signalanordningarna utgöres av en kombination av optisk och akustisk signalering med möjlighet att vid tåg bestående av flera vagnar magasinera avgångssignalen, så att den går fram först sedan alla vagnar äro klara.

På senare tiden har man använt sig av högtalareanläggning med mikrofon vid förareplatsen, så att föraren kan utropa hållplatser, övergångar m. m., varigenom konduktörens arbete underlättas.

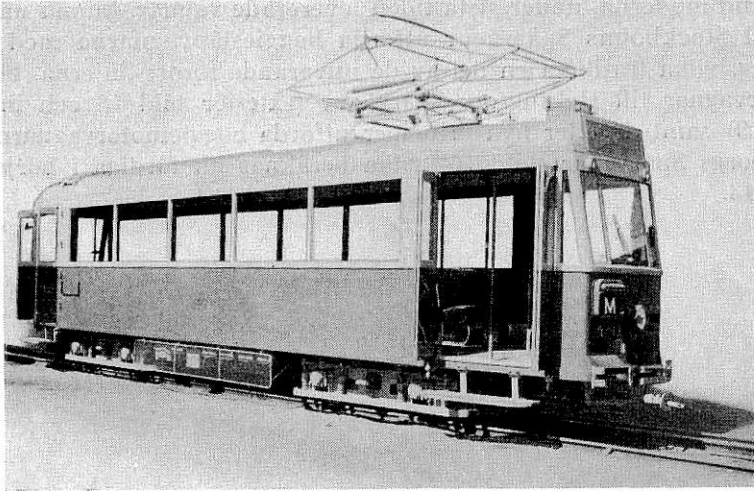


Bild 18. Boggiemotorvagn från Helsingfors, tillverkad av Asea 1941.  
Exteriör.

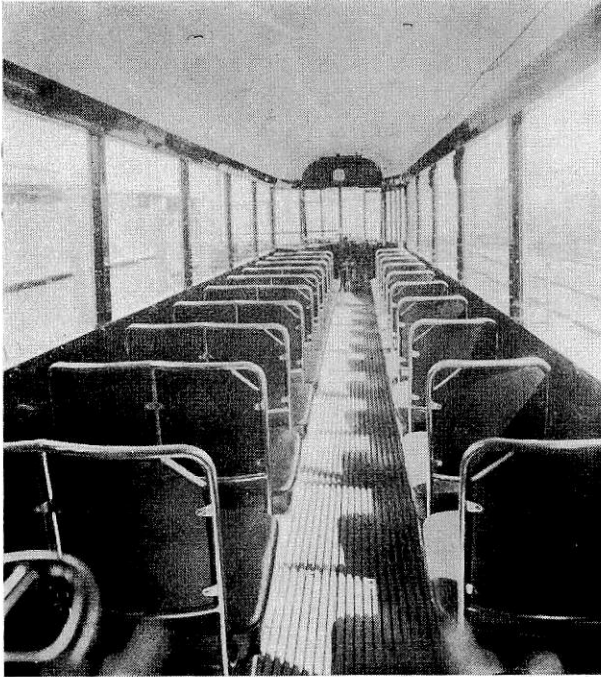


Bild 19. Boggiemotorvagn från Helsingfors 1941. Interiör.

Bland moderna, under sista tiden levererade vagnar, kunna nämnas de till Stockholms Spårvägar utförda boggiesläpvnarna med mitt-ingång, vilka trafikera en del av de nuvarande förortslinjerna, boggie-motorvagnar till Helsingfors Spårvägar (exteriör bild 18 och interiör bild 19) samt de efter nya principer utförda boggiemotorvagnarna till Göteborgs Spårvägar (bild 16) vilka beräknas bli färdiga i början av år 1943.

---