



Järnvägsgruppen

***Effektiva tågssystem för godstransporter***  
***Underlagsrapport***

# **Automatkoppel**

Rune Bergstedt

**Järnvägsgruppen KTH**  
**Avd för järnvägsteknik**

Rapport 0507

# Förord

Denna rapport har utarbetats inom projektet ”Effektiva tågssystem för godstransporter” inom Järnvägsgruppen KTH.

Rapporten grundar sig på litteraturstudier, främst underlag från konferenser, tidskriftsartiklar samt personlig kommunikation med personer verksamma med teknikutveckling inom industrin eller med tillämpade försök eller praktisk drift med tekniken ifråga vid olika järnvägsförvaltningar.

Förhoppningen är att rapporten skall väcka intresse för olika möjligheter till effektivisering och prestandaförbättringar som kan uppnås med automatkoppel. Automatkoppel är en viktig del i automatiseringen vid det ”intelligenta godståget”.

Även om automatkopplet kan ses som ett viktigt komplement till ECP-bromsar, intelligenta godståg och fördelad dragkraft och där spela stor roll för att i samverkan höja effektiviteten hos godståg kan införandet av enbart automatkoppel ge effektivare och säkrare hantering vid växling samt medge något längre och tyngre tåg då man använder samma bromsgrupp och största tillåtna hastighet som nu med skruvkoppel och buffertar.

Stockholm 2004-01-18

Rune Bergstedt

# Sammanfattning

Automatiskt centralkoppel ger enklare, säkrare och snabbare hantering samt högre draghållfasthet än skruvkoppel med sidobuffertar. Moderna centralkoppel med stabiliserande länksystem, som kopplet C-AKv från SAB WABCO, tillåter även högre tryckkrafter i tåget än skruvkoppel med sidobuffertar när det gäller risken för urspårning. Med ett sådant koppel kan man därför köra något längre och tyngre godståg med oförändrad bromsgrupp och därmed oförändrad tåghastighet.

Under årens lopp har många försök gjorts att införa ett automatiskt centralkoppel i Europa men det har inte lyckats av olika skäl, bl a kostnaden för införandet, omställningsproblematiken samt oenighet mellan olika länder.

Ett framtida automatkoppel måste enligt UIC krav vara kompatibelt med det ryska kopplet SA-3 och ha anordningar för att enkelt kunna kopplas mot vagnar med skruvkoppel och buffertar för att underlätta omställningen till det nya kopplet.

De automatkoppel som används i Nordamerika, Japan och Ryssland har inte automatisk koppling av luft-, el- och signalledningar i tåget. Det har mindre betydelse vid systemtåg som i regel hålls samman. Den automatiska kopplingen av de olika ledningarna har större betydelse i allmän godstrafik. Särskilt om kabelbaserade ECP-bromsar eller ”intelligenta godståg” införs. Då tillkommer el-/signalledningar som skall kopplas och möjligheten att automatisera och fjärrstyra kopplen i tåget.

UIC krav på ett automatkoppel för Europas järnvägar inkluderar därför automatisk koppling av luft- och el-/signalledningar. Det behövs för att kopplet skall vara arbetsbesparande och spara tid vid rangering och tågbildning vid allmän godstrafik. UIC önskar också automatisk eller fjärrstyrd öppning och stängning av bromsledningens kopplingsventiler. En sådan anordning inrymmer viktiga säkerhetsproblem eftersom bromsledningens och nödbromsens funktion alltid måste vara säkerställd om ett koppel brister eller oavsiktligt öppnas så att tåget delas. UIC kräver att ett automatkopplet skall kunna medge fjärrstyrd till- och frånkoppling från loket.

Det finns två metoder för omställning:

- Den simultana där övergången görs samtidigt i alla berörda länder på bara några dagar efter omfattande, mångåriga, noggranna förberedelser. Då behöver inte det nya kopplet vara kompatibelt med det nuvarande. Denna metod användes vid bytet från skruvkoppel med buffertar till automatkoppel i Japan år 1925
- UIC har numera uppfattningen att en övergång bör ske successivt under ett antal år. Det kräver att det nya kopplet kan fungera mot det gamla. Denna metod användes vid bytet i Sovjetunionen som skedde under åren 1935 – 1957. det fördröjdes av 2:a världskriget.

# Innehållsförteckning

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Innehållsförteckning</b>                                | <b>4</b>  |
| <b>1 Översikt och historik</b>                             | <b>6</b>  |
| <b>2 Skruvkoppel med sidobuffertar</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>3 Automatkoppel</b>                                     | <b>9</b>  |
| 3.1 Införande av automatkoppel i USA                       | 10        |
| 3.1.1 Janney- (Knuckle-) kopplet                           | 11        |
| 3.1.2 Tightlock koppel                                     | 14        |
| 3.2 Införande av automatkoppel i Japan                     | 16        |
| 3.3 Införande av automatkoppel i Sovjetunionen             | 18        |
| 3.3.1 Willisen koppel typ SA-3                             | 18        |
| <b>4 Automatkoppel i Europa</b>                            | <b>23</b> |
| 4.1 Utvecklingen fram till första världskriget             | 23        |
| 4.2 Automatkoppelfrågan under mellankrigsperioden          | 24        |
| 4.2.1 Frågan om personalens säkerhet                       | 24        |
| 4.2.2 Frågor om den tekniska användbarheten                | 24        |
| 4.2.3 Frågor om lönsamheten                                | 25        |
| 4.3 Automatkoppelfrågan efter det andra världskriget       | 26        |
| 4.3.1 UIC specialutskott Automatkoppel återuppstår         | 27        |
| 4.3.2 Godsvagnar skall förberedas för automatkoppel        | 28        |
| 4.3.3 Inkomna förslag till automatkoppel                   | 28        |
| 4.3.4 Eurocoupler  | 29        |
| 4.3.5 Den fortsatta utvecklingen inom UIC/OSShD efter 1965 | 30        |

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>5</b> | <b>Urspårningsrisker vid godståg med centralkoppel</b> | <b>33</b> |
| <b>6</b> | <b>UIC normer för automatkoppel</b>                    | <b>39</b> |
| 6.1      | Några viktiga krav enligt UIC norm 522                 | 39        |
| 6.2      | UIC krav på automatisk koppling av luftledning         | 41        |
| <b>7</b> | <b>Moderna automatkoppel inom UIC</b>                  | <b>42</b> |
| 7.1      | Knorr dragkoppel Z-AK                                  | 42        |
| 7.2      | SAB WABCO automatkoppel C-Akv                          | 43        |
| 7.2.1    | C-AKv konstruktion och funktion                        | 43        |
| 7.2.2    | Högre koppelkrafter och lägre urspårningsrisk          | 45        |
| 7.3      | Scharfenbergskoppel (latch type)                       | 47        |
| <b>8</b> | <b>Användning av automatkoppel i Sverige</b>           | <b>50</b> |
| 8.1      | Äldre tillämpningar i godståg                          | 50        |
| 8.2      | Automatkoppel vid LKAB/MTAB                            | 51        |
| <b>9</b> | <b>Automatkoppel vid VR i Finland</b>                  | <b>54</b> |
|          | <b>Koppeltyper – en historisk översikt</b>             | <b>55</b> |
|          | Spårvagnskoppel  | 56        |
|          | Centralkoppel för smalspårsbanor                       | 57        |
|          | Äldre normalspårskoppel                                | 59        |
|          | <b>Litteratur och referenser</b>                       | <b>60</b> |

# 1 Översikt och historik

Det finns två huvudtyper av drag- och stötinrättningar för tåg, skruvkoppel med sidobuffertar respektive centralkoppel. Skruvkoppel med sidobuffertar användes förr i många länder, särskilt vid normal- och bredspåriga järnvägar. Centralkoppel placerade vid fordonets mittlinje användes vanligen på smalspårsbanor. I Nordamerika användes ursprungligen inte skruvkoppel och buffertar utan ett speciellt centralkoppel, ”link and pin”, som var synnerligen svårhanterligt och farligt. Bilaga 1 visar några olika typer av äldre centralkoppel och ger en historisk tillbakablick

Behovet av att minska de många olyckorna samt behovet av rationellare arbetsmetoder ledde till att automatiska koppel började utvecklas även för normal- och bredspåriga järnvägar redan på 1800 talet.

## 2 Skruvkoppel med sidobuffertar

Skruvkoppel användes fortfarande i Europa på normal- och bredspåriga banor för konventionella lokdragna tåg trots att stora ansträngningar gjorts i över 100 år att byta till ett automatiskt centralkoppel. I USA, dåvarande Sovjetunionen, Japan och många andra länder har för länge sedan bytt till automatiska centralkoppel.

Skruvkopplet kräver att växlaren står i spåret mellan de båda fordonen vid koppling och då tåget ska kopplas isär. Det behövs inte bara för att hantera kopplet utan också för att koppla bromsledningen och eventuella andra ledningar. Det medför risk för personskador, inte minst klämningsrisk mellan buffertarna. Detta ledde till många olyckor varje år med dödad eller skadad personal. De allvarliga olyckorna har dock minskat. Det kan bero på bättre utbildning, bättre arbetsmiljö och belysning samt bättre arbetarskydd och ändrade metoder.

Skruvkopplet behöver spännas manuellt genom att handtaget, ”svängeln”, för skruven dras runt. När tåget skall kopplas isär kan det ofta behövas att loket trycker mot tåget så att fjädrarna i buffertarna trycks ihop och skruvkopplet avlastas för att växlaren skall orka lossa skruven. Misslyckas växlaren med att lägga kopplet på dragkroken i rätt ögonblick då ett lok går emot vagnar som inte är bromsade kan de komma i rullning vilket är en säkerhetsrisk. Så kallade bakryck i tåget kan leda till att ett slakt kopplet plötsligt sträcks och skadar växlaren då det slår upp.

Förr fanns det många små stationer på landsorten där det lastades och lossades godsvagnar. Där det var det mycket växling av vagnar. Det var ofta högt tempo och besvärliga förhållanden vilket kan förklara de höga olyckstalen.

Växlingen på mindre stationer gjordes till stor del med så kallad ”skjuts”. Det innebar att loket med ett antal vagnar som skulle ”sorteras” gick ut mot linjen utanför växlarna till bangården. En eller några samhörande vagnar i taget kopplades loss varefter loket hastigt accelererade och sköt vagnarna bakåt varefter loket stannade medan vagnarna fritt rullade mot bangården. Genom att lägga växlarna till olika spår samlades sammanhörande vagnar på olika spår. Vagnar som kom rullande skulle tas emot av en växlare och bromsas upp med en bromssko som sattes på ena rälen på ett lagom avstånd från de väntande redan parkerade vagnarna. Det gäller att ställa bromsskon på rätt plats med hänsyn till hastigheten, antalet vagnar som kommer rullande tillsammans och bruttovikten hos den vagn som gick främst mot bromsskon. Vagnarna skall nå fram så att de kan kopplas samman i det ögonblick buffertarna kommer i kontakt med varandra. Ställs bromsskon för nära blir sammanstötningen kraftig vilket kan skada vagnarna och godset. Ställs skon för tidigt når inte vagnarna fram. Om växlaren inte hinner lägga kopplet på kroken i rätt ögonblick studsar vagnarna isär.

Hopkopplade malm och kolvagnar med sidobuffertar kan inte tömmas genom att individuellt roteras i vagnvändare utan att kopplas isär. Det är möjligt med en del typer av centralkoppel, förutsatt att bromsslangarna och övriga ledningar är tillräckligt långa.

Den manuella hanteringen av skruvkopplet är tung, arbetet tar tid och kräver personal. Det gör att rangeringen och tågbildningen blir dyr och att fordonen behöver tillbringa mer tid på rangerbangårdarna.

De allvarligaste nackdelarna med skruvkoppel med sidobuffertar är:

- Kopplet är svårhanterligt och ineffektivt vid växlingsarbetet. Det fördröjer rangeringsarbetet och medför höga personalkostnader
- Farligt vid hanteringen med personskador och dödsolyckor som följd.
- Har inte tillräckligt förmåga att överföra dragkrafter när utvecklingen gått mot tyngre tåg.
- Om kopplet förstärks för att tåla högre dragkraft blir tungt och svårhanterligt
- Saknar möjlighet för automatisk koppling av el-, signal- och luftledningar
- Tillåter inte att vagnar roteras i vagnvändare utan att kopplas isär.



## 3 Automatkoppel

Automatkoppel har införts för att komma tillrätta med nackdelarna hos de tidigare kopplarna. Med ett automatiskt koppel menades från början att det var mekaniskt självkopplande till nästa fordon. Numera önskar man att ytterligare automatiska funktioner ingår, t ex koppling av luft och elledningar samt i vissa fall också automatiskt öppnande och stängning av kopplingsventilerna för luftledningen.

Centralkoppel överför både drag- och tryckkrafter i samma koppel och har fjädringssystem för dämpning av både ryck och stötar (drag- och tryckkrafter).

Äldre koppeltyper är av stålgiutgods och har grova ytor av enkelt utförande för att kunna tillverkas till lågt pris. Kopplarna var inte heller ”stela” i vertikal led. Kopplarna rör sig vertikalt i förhållande till varandra beroende på spårläge och vagnarnas fjädringsrörelser.

Det finns modernare varianter ”stela koppel” där kopplarna låses ihop också i vertikal led så att de idealt bildar en rak stång även i vertikalplanet mellan infästningspunkten i respektive vagn. Men de stela varianterna av de ursprungliga grundtyperna är trots förbättringar i allmänhet inte utförda med sådan passning och glappfrihet i hopkopplingen att huvudledningen för bromsen och el-/signalledningar kan byggas in för automatisk hopkoppling på ett funktionssäkert sätt.

Under 1960-talet och senare har nya typer av koppel som uppfyller UIC krav och som är ämnade för alla typer av tåg utvecklats för användning i Europa. Bland kraven ingår att de skall ha inbyggda luft och el-/signalledningar och att de direkt skall kunna kopplas mot den typ av koppel, SA-3, som används av järnvägarna inom det forna Sovjetunionen.

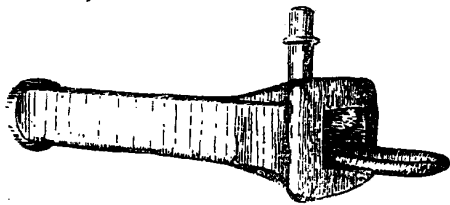
Det kom tidigt fram koppel av typ Scharfenberg (även benämnt latch-type koppel) med lite glapp och noggrann hopkoppling som medger inbyggnad flera flera luftledningar och många el-/signalledningar (med lägre strömstyrkor) och med inbyggda anordningar för att automatiskt öppna och stänga luftledningarna. Genom den täta hopkopplingen undviks ryck och stötar i tåget och slamrande ljud från kopplet.

Scharfenbergskoppel används sedan mellankrigstiden i motorvagnståg men har i någon utsträckning även använts i lokdragna persontåg och har prövats i godståg. Numera används så gott som enbart koppel av Scharfenberg eller liknande typer i de moderna motorvagnstågen liksom i X2 tågen.

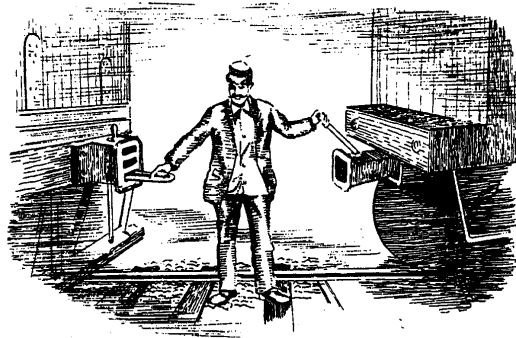
### 3.1 Införande av automatkoppel i USA

Detta avsnitt baseras till stora delar på en tidskriftsartikel.<sup>1</sup>

Vid nordamerikanska normalspåriga järnvägar användes ursprungligen inte buffertar och skruvkoppel som på många andra håll i världen utan ett enkelt manuellt centralkoppel, ”Link and Pin”-kopplet. Det liknar trumpetkopplet (se bilaga 1), med horisontellt liggande ögla och vertikala sprintar enligt figur 1. Vid hopkopplingen måste ögla hjälpas in i hålet enligt figur 2. Det måste göras under tiden kopplen närmar sig varandra, till skillnad från svenska smalspårskoppel av typ enkammare med vertikal ögla där kopplingen kan göras efter kopplen är i kontakt med varandra och fordonsrörelsen avstannat. För att hantera det amerikanska ”Link and Pin” kopplet måste växlaren stå i spåret då fordonen går mot varandra.



Figur 1 Link and Pin-kopplet



Figur 2 Hopkoppling med Link and Pin-koppel

De mycket långa och tunga tågen och de stora avstånden mellan lok och kopplingsställe begränsar förarens möjlighet att se hur hopkopplingsarbetet förlöper och växlingsarbetet blev farligt och mycket tidskrävande. Jämfört med växling av spårvagnar och växlingen på smalspårjärnvägar med korta lätta tåg ledde detta till mycket stora risker i rangeringsarbetet. Som exempel omkom i USA under år 1893 433 personer och skadades 11277 personer vid olyckor i samband koppling av tåg.

Med anledning av de många och svåra olyckor kom frågan om övergång till ett säkrare automatiskt (självkopplande) centralkoppel tidigt upp i USA och 1893 beslöt kongressen att en övergång skulle ske inom sju år. Trots att man senare förlängde tidsfristen med tre år till totalt tio år för omställningen genomförde USA således omställningen till automatkoppel mycket tidigt och omställningen gick förhållandevis snabbt. Den typ av automatiskt centralkoppel som infördes i USA var ett ”Knuckle Couple” dvs ett klokoppel med rörlig klo, kallat ”Janney-koppel” efter uppfinnaren, se figur 3.

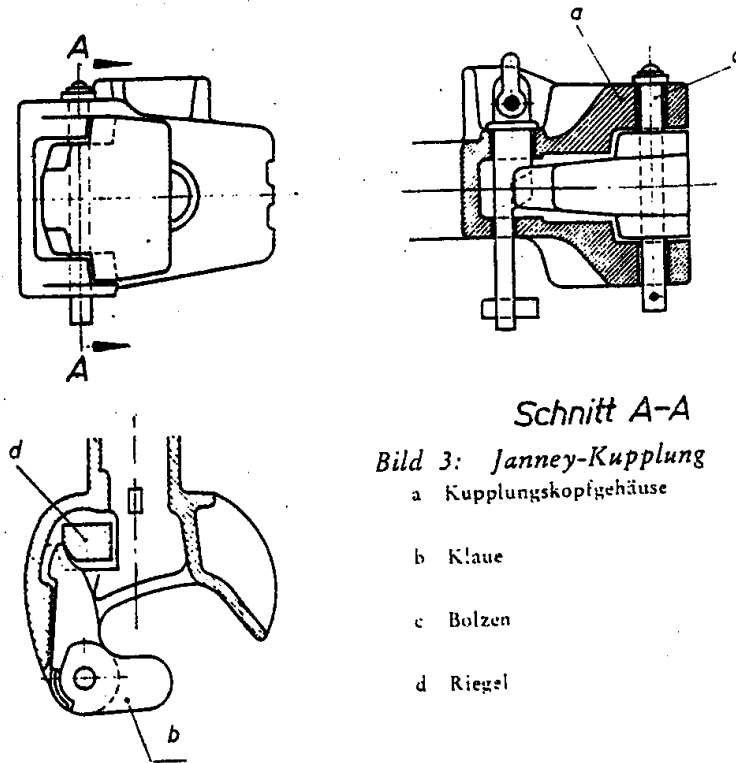
Efter införandet av det nya automatiska Janney-kopplet minskade olyckorna påtagligt trots att trafikmängden tilltog med åren, se tabell 1.

<sup>1</sup> Erich Schmidt: *Der Weg zur europäischen selbsttätigen Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

Tabell 1 Olycksfall i samband med koppling i USA

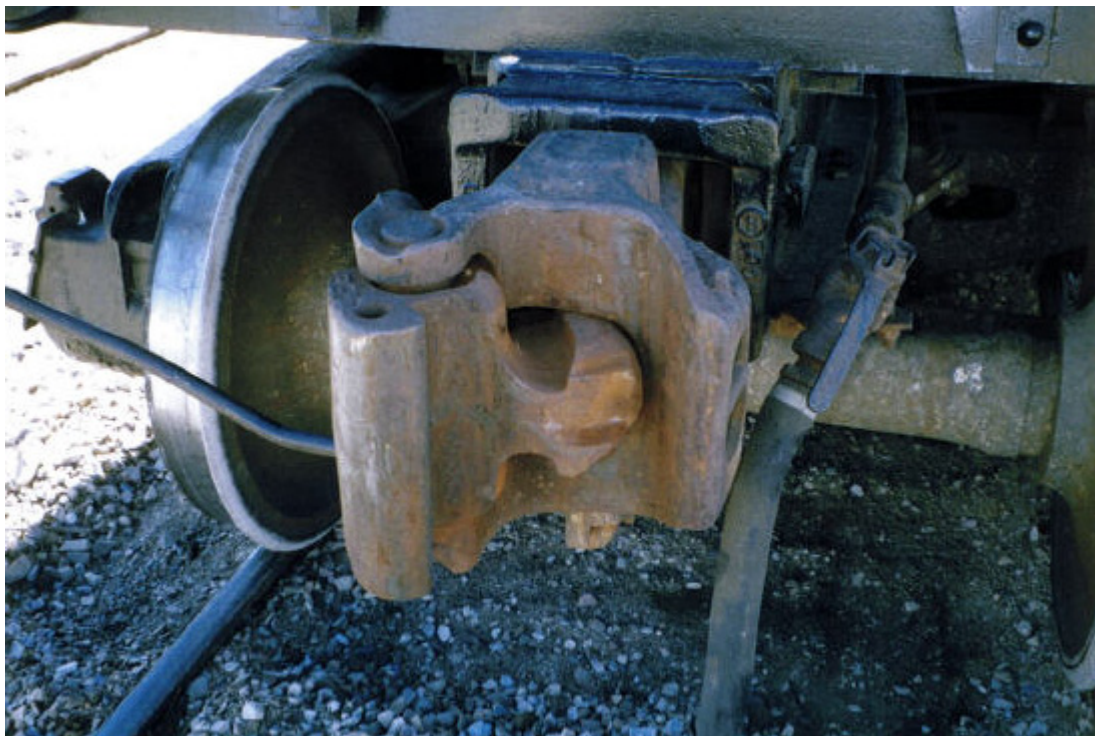
| År   | Typ av koppel               | Antal dödade | Antal skadade |
|------|-----------------------------|--------------|---------------|
| 1893 | Manuellt "Link and Pin"     | 433          | 11277         |
| 1914 | Automatiskt "Janney-koppel" | 171          | 2629          |
| 1923 | Automatiskt "Janney-koppel" | 64           | 1591          |

### 3.1.1 Janney- (Knuckle-) kopplet



Figur 3 Janney-koppel eller Knuckle Couple

Janneykopplet fungerar på följande sätt: Klön b kan vridas runt tappen c, som är lagrad i kopplingshuvudet a. Automatisk hopkoppling kan ske om minst en klo är öppen på två mot varandra belägna koppel. Vid hopkoppling vrider sig klön till det läge som framgår av figur 3. Därvid faller regeln d ner av tyngdkraften och spärrar klön. Inga fjädrar behövs i mekanismen. För att öppna kopplet lyfts regeln d via en stång eller kätting varvid klön frigöres och kan vridas. Figur 4 visar en bild på ett Janneykoppel med öppen klo. Den speciella utformningen av klön gör att krafterna överförs via dessa profiler och inte via ledbulten. Därför kan på nya konstruktioner ledbulten vara av plast.



Figur 4 Janney-koppel klart för hopkoppling med klon öppen

”Knuckle”-koppel av samma typ som används inom AAR förekommer också i andra världsdelar där man använder godsvagnar av liknande typer som inom AAR, bl a Sydafrika, Australien, Nya Zeeland m fl länder.

En nackdel med Janney- kopplet är att det bara är möjligt att koppla inom ett begränsat område i sidvinkel. Det medför problem för vagnar med stort överhäng i kurvor med små radier. Kopplet passar därför för den typ av rullande materiel som används inom AAR med kort avstånd mellan kopplingsplanet och närmaste hjulpar. I kurvor måste kopen ibland manuellt riktas in för att kunna kopplas samman. Ju mindre kurvradie desto större är sannolikheten för att det skall behövas.

Kopplet har ett visst glapp och kan därför böja sig en aning i kopplingsplanet mellan två koppel då de utsätts för tryckkraft och det är inte är ledat infäst i vertikalled. Därför rör sig de två kopplarna i vertikalled relativt varandra. Detta och glappet i övrigt gör att Janneykopplet inte är lämpat för inbyggnad av luft- och el-/signalledningar för automatisk koppling.

Det finns en modern version (typ F) som har stel hopkoppling genom ”horn” som går in i urtag i det motsatta kopplet och låser kopplarna vertikalt till varandra. Därmed bildar kopplarna idealt en rät linje mellan infästningspunkterna i respektive vagn. Men fortfarande finns det glapp och spel som gör att kopplarna böjer sig något och glappar i hopkopplingen. Typ F torde fortfarande ha för stora glapp och spel för att lämpa sig för automatisk koppling av luft- och elledningar. Spoornet anser inte att detta är något större problem, eftersom de i hög grad använder blocktåg vid koltransporterna på Emelo-Richards Bay och omgivande matarlinjer. Det minimerar behovet av isär- och hopkoppling av vagnarna. Dessutom töms vagnarna i roterande vagnvagnar utan att behöva kopplas isär<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Dave van der Meulen, Privat kommunikation, Chief Engineer (Systemic Rail Solutions), Spoornet, South Africa

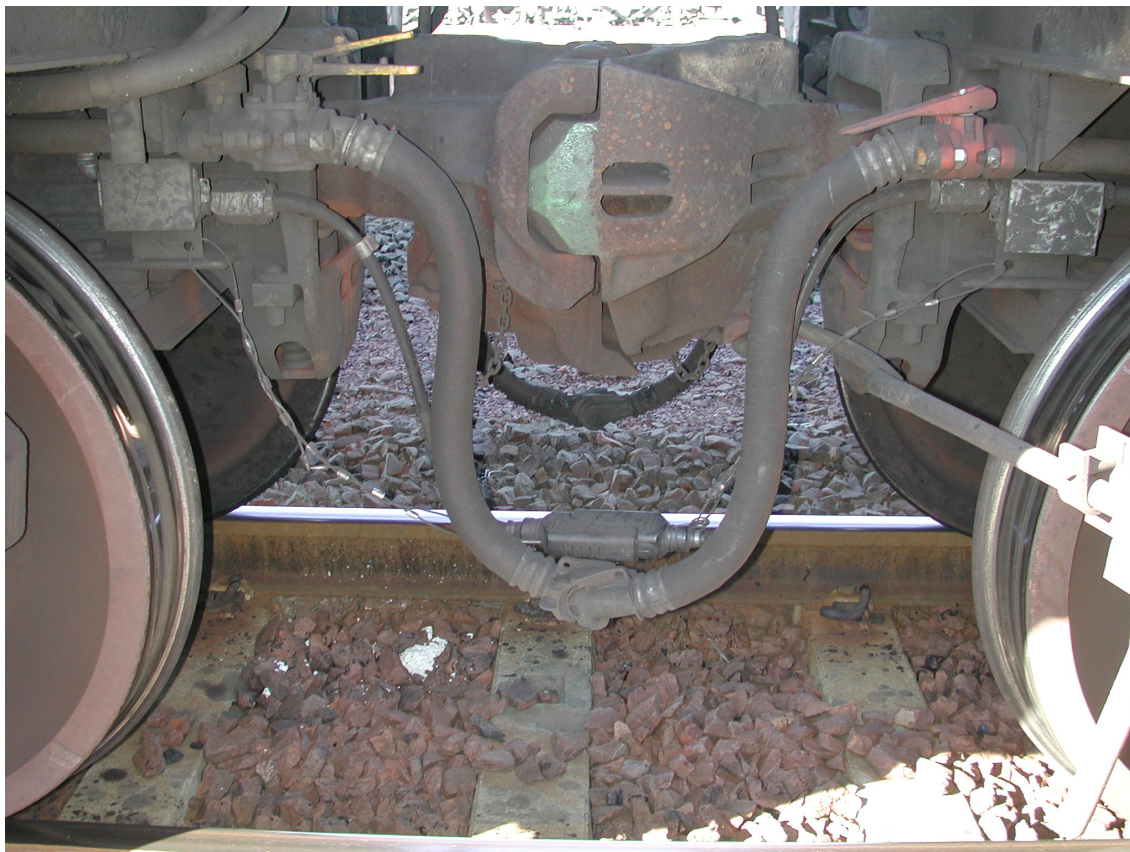
Den stela hopkopplingen behövs vid roterbara koppel (rotary dump coupler system). Vagnvändarens rotation är begränsad till ca ett halvt varv och rotationscentrum ligger ungefär vid koppelns längsaxel. Eftersom koppelhöjden kan variera mellan olika vagnar, pga. hjulslitage, spårläge, vagnens vertikala nedfjädring osv. används koppel med stel hopkoppling mellan kopplen som tillåter vertikal rörelse hos de två sammankopplade koppelhuvudena. Förutsatt att huvudledningens bromsslängor har lämplig längd och lämpligt läge på infästning i vagnen behöver vare sig kopplet eller slangarna lossas vid tömningen av vagnarna. Figur 5 visar ett stelt Janneykoppel av typ F på en av de vagnar som används vid Spoornets koltransporter i Sydafrika.



*Figur 5 Stelt Janneykoppel typ F på en Sydafrikansk vagn för koltransporter*

Koppelhuvudet är mer komplicerat på typ F. Dessutom behövs en fjädrande anordning som bär upp kopplet och ger det vertikal rörelsefrihet. Ett Janneykoppel av typ F är därför dyrare än ett icke stelt koppel av typ E. Vid typ E bärs kopplet upp av en enkel fast stödplatta. Spoornet använder de enklare kopplen av typ E på lokomotiven.

Figureerna 5 och 6 visar hur koppelhuvudets bakre del i överkanten har en vertikal yta som är utformad för att överföra tryckkrafter till vagnen innan fjädringen helt bottnar. Detta anges vara orsaken till att AAR koppel tål stora tryckkrafter.



*Figur 6 Stela Janneykoppel typ F på två hopkopplade Sydafrikanska vagnar för koltransport. Koppelhuvudets vertikala yta som överför kraften till vagnen innan fjädringen helt bottnar.*

### 3.1.2 Tightlock koppel

Tightlock kopplet är en variant av Janney-kopplet med större kontaktyta i kopplingsplanet. Det används vid resandetåg. Det finns modernare varianter med stel hopkoppling i vertikalled. Då krävs, som vid Janney koppel typ F, att kopplet är rörligt i vertikal led runt sin infästningspunkt samt att det finns en fjädrande anordning som bär upp kopplet då det inte är kopplat till ett annat koppel.

Genom den täta hopkopplingen blir det mindre glapp, ryck och slammer i tåget, se figurerna 7 och 8.

Tightlockkopplet har likväl så mycket glapp och spel att det inte går att integrera fasta ledningar för luft- och el-överföring i koppelhuvudet. Men det finns ända möjlighet till automatisk koppling av ledningarna.

Dellner Couplers AB i Falun har gjort lyckade försök (Crossrail testet) med att kombinera en rörlig eldel och luftöverföring med Tightlock koppel.<sup>3</sup> Sådana tightlock

---

<sup>3</sup> Anders Svedbo, Dellner Coupler, Falun, Privat kommunikation

koppel har tillverkats för export till England och till en järnväg i Kuala Lumpur. Rörliga eldelar används t ex på moderna Scharfenbergskoppel. Det innebär att eldelen (boxen med elkontakterna) är flytande i lateral och vertikal led och dessutom rörligt monterad i längsled relativt kopplet. Eldelen förs automatiskt fram för hopkoppling momentet efter den mekaniska hopkopplingen av kopplen är klar. Eldelarna har centeringsdon som styr boxarna till rätt inbördes läge vertikalt och lateralt då de förs fram emot varandra. Det är en helt annan princip än vid UIC-kopplet som har ett komplicerat rörelsemönster då kopplen går emot varandra och de fasta klorna skall komma till ingrepp. För att föra fram den kombinerade el-/luftdelen används någon form av ställdon. Vid Scharfenbergskoppel brukar det ske automatiskt med tryckluft eller med en eldriven mekanism. Det går bra på motorvagnar och dylika fordon men skulle medföra komplikationer i godståg.



*Figur 7 Tigt Lock koppel med klon i öppet läge färdig för hopkoppling. Längst t.v. och t.h. är de kontaktytor som tillkommit och som inte finns på det vanliga Janney-kopplet*



Figur 8 Tightlock koppel i Amtracks tåg California Zephyr på linjen Chicago - San Fransisco

## 3.2 Införande av automatkoppel i Japan

Detta avsnitt baseras helt på en tidskriftsartikel.<sup>4</sup>

Fordonen på de japanska järnvägarna var ursprungligen utrustade med sidobuffertar samt skruvkoppel i ena ändan och kättinglänk i den andra ändan. Detta förhållande blev till en stor nackdel då järnvägarna förstatligades i Japan och man ville utnyttja den rullande materielen på hela bannätet. Då två vagnar som skulle kopplas och kopplen inte passade fick man antingen vända den ena vagnen, vilket då kanske ledde till nya problem i den andra ändan, eller byta kopplet. Detta blev till avsevärda hinder för trafiken och medförde höga driftskostnader. Dessutom var antalet olycksfall vid koppling mycket stort. Den låga tillåtna dragkraften för skruv- och kättinglänkkopplet på 10 Mp (100 kN) respektive 8 Mp (80 kN) tillät inte att dragkraften på nya lok utnyttjades.

Beslut att införa ett automatkoppel fattades 1918. Ett klokoppel av typ Janney efter amerikansk förebild valdes. För de korta vagnarna med litet överhäng var Janneykopplets begränsade fångområde i sidled tillräcklig (räckvidd inom vilket koppling

---

<sup>4</sup> Erich Schmidt: *Der Weg zur europäischen selbstätigen Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965



automatiskt kan ske). Ett lättare utförande på kopplet kunde väljas eftersom vagnarna och tågen med spårvidden 1067 mm är relativt lätta. Koppel typ D som tillät 40 Mp (400 kN) dragkraft valdes därför. Senare togs en japansk konstruktion fram, Shibata, som tillät 60 Mp (600 kN) dragkraft. Man avstod från att införa automatisk koppling av huvudledningen.

Japan valde att införa det nya kopplet ”simultant”. Efter sju års förberedelser infördes det nya automatkopplet 1925 i ett slag på några få dagar. På detta sätt kom man ifrån de problem som uppstått och den extra utrustning som hade behövts för att använda de äldre kopplen tillsammans med den nya typen vid trafik under en längre omställningsperiod.

Förberedelseperioden omfattade tre moment:

1. På samtliga fordon anpassades underreden och ramverk för att överföra längstryckkraften från kopplen längs mitten på ramverket. och för monteringen av automatkopplen.
2. Koppel och dess betjäningsanordningar anpassades till respektive fordon. För godsvagnar hängdes kopplen tills vidare upp under långbalkarna på vagnarna medan de för lok och personvagnar lades upp i förråd på bestämda bangårdar.
3. Ytterligare granskning och kontroll av arbetena i de två första momenten, särskilt förberedelserna och ombyggnaden av vagnsunderreden, försök med montering av koppel, smörjning och kontroll av att alla aktuella skruvar går att lossa o s v. All personal som skulle leda arbetena under omställning blev genom detta väl insatta i arbetena och upplägget. Genom försöken blev det klarlagt att en arbetare i genomsnitt kunde klara  $3 \frac{1}{2}$  godsvag per dag.

För den slutliga omställningen valdes juli månad 1925. Juli är i regel en varm och torr månad i Japan och det är ljukt länge under dagarna. Dessutom är det lite godstrafik i juli och den 15 och 16 juli är buddistiska helgdagar.

Omställningen omfattade 3205 lokomotiv, 8544 personvagnar och omkring 52000 godsvagnar. I detalj gick omställningen till på följande sätt:

1. Alla distrikt (förvaltningsområden) med undantag för distriktet Kyushu

- a) Personvagnar och lokomotiv

Först byttes övriga delar utom själva kopplen på sådana personvagnar som normalt gick i trafik under för respektive fordon normal uppehållstid under perioden 1/7 till 10/7. Den 16 och 17 /7 monterades kopplen på personvagnarna och byttes kopplen på reservvagnar och lok likaså under fordonens normala uppehållstid.

- b) Godsvagnar

Den 17/7 byttes koppel på 34518 godsvagnar fördelade på 187 bangårdar utsedda för ombyggnaden av ca 11000 arbetare. Denna dag låg godstrafiken nere med undantag av några få tåg för ömtåligt gods som lätt kunde bli förstört.

- 2 Distriktet Kuysyu

Detta distrikt ligger på en avsides belägen ö. Den 19 och 20/7 konverterades distriktets personvagnar och lok, dessutom byttes kopplen på 7143 godsvagnar på 43 ombyggnadsbangårdar av omkring 1200 arbetare.

Beträffande ombyggnaden av resterande godsvagnar, ca 20 % av godsvagnsparken finns inga uppgifter. Om dessa vagnar har byggts om har det troligen skett i samband med annat planerat underhåll.

Omställningen (inklusive förberedelser på fordonen samt anskaffande av koppel och tillbehör) kostade ca 10 miljoner US \$. Utslaget på fordonsparken blev det ca 160 US \$ per fordon.

Man uppnådde avsevärda förbättringar med det nya kopplet. Olycksfallen i samband med koppling av fordon minskade från 219 år 1924 med det ursprungliga kopplet till 38 år 1926 med det nya automatkopplet. Verksamheten effektiviserades och arbetsstyrkan kunde minskas med 583 växlare (14,3 %) och 103 arbetare. Antalet tågdelningar pga. avdragna koppel minskade med ca 70 % trots att tågvikten ökade från 700 till 1000 ton. Underhållskostnaden sjönk till ca 50 % av den tidigare kostnaden med ursprungliga kopplet.

### 3.3 Införande av automatkoppel i Sovjetunionen

Detta avsnitt baseras på en tysk tidskriftsartikel.<sup>5</sup>

I Sovjetunionen blev frågan om införande av automatkoppel aktuell i mitten på 1920 talet. En tävling utlystes 1928. Första pris gick till ett team av ryska ingenjörer för ett till koppel av typ Willison som anpassats till förhållandena på de Sovjetiska järnvägarna och andra pris gick till det tyska företaget Scharfenberg för dess förslag.

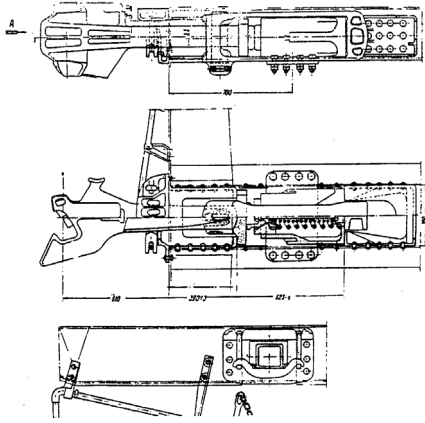
Under åren 1929 till 1931 genomfördes försök med olika typer av koppel. Det framkom då bl a att det amerikanska Janneykopplet inte var lämpligt för de sovjetiska förhållandena. Fordonen hade stora överhäng och Janney-kopplet hade ett begränsade området i sidled som tillät hopkoppling. Det försvårade hopkoppling på kurvspår. .

#### 3.3.1 Willisen koppel typ SA-3

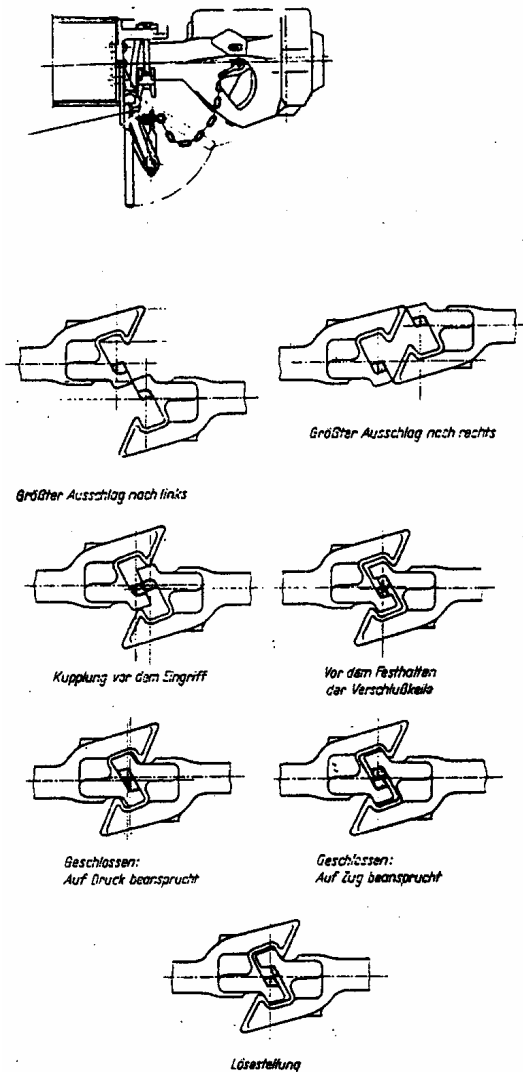
Bäst lämpat var koppel med fasta klor av typ Willison. Olika varianter av förreglingsmekanismen i kopplet provades. Slutligen valdes den tredje varianten betecknad SA-3. Figur 9 visar inbyggnaden av kopplet i underredet på en godsvagn. Funktionssättet och förmågan att fånga det motsatta kopplet framgår av figur 10.

---

<sup>5</sup> Erich Schmidt: *Der Weg zur europäischen selbstätigen Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965



Figur 9 SA-3 koppel på en Sovjetisk godsvagn



Figur 10 Willisen kopplets funktionssätt

Willisen-kopplet har två fasta klor. Koppelhuvudet har plana ytor som fungerar som ledramper för att lateralt styra kopplen till rätt läge. Låsningen sker genom två kilar, en i vardera kopplet, som låser kopplen till varandra sedan klorna kommit till fullständigt ingrepp i motsatta kopplet. Det finns en låsregel som spärrar kilen så att den inte kan oavsiktligt dras tillbaka vid rangerstötter.

Vid losskoppling frigörs låsregeln på ett koppel varvid kilen frigörs varefter kopplen kan dras isär.

De ursprungliga Willisenkopplen är liksom de ursprungliga amerikanska och japanska Janneykopplen "icke stelt" hopkopplade i vertikalled. Buffertytorna kan då röra sig vertikalt mot varandra och kopplet är därför inte lämpat för direkt inbyggnad av luft- och elledningar i kopplet. Det har kommit fram andra varianter av SA-3 koppel med stelt hopkoppling. Den stela hopkopplingen är nödvändig för kopplen som skall medge vridning runt koppelhalsarna om kopplen är på olika höjd. Roterbara koppel används vid kol- och malmvagnar som töms genom att vändas upp och ned i roterande vagnvändare.

Figur 11 visar två hopkopplade äldre, icke stela, SA-3 koppel där en vagn har sidobuffertar



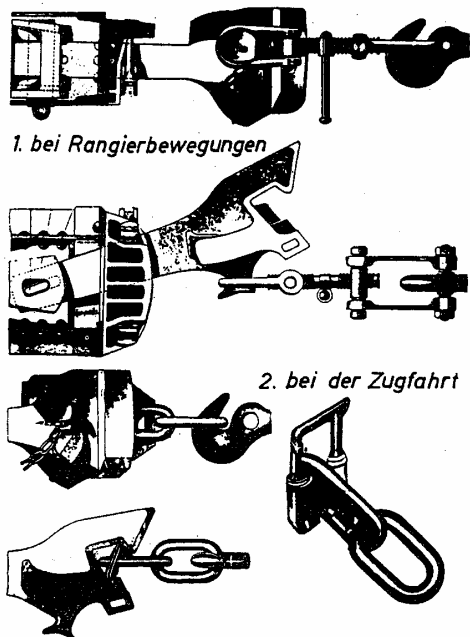
Figur 11 Äldre sovjetiska SA-3 koppel

De Sovjetiska järnvägarna valde ett gradvis "progressivt" införande. Från 1935 försågs i första hand alla nya fordon med det automatiska SA-3 kombinerade drag-/tryckkopplet samt dessutom med sidobuffertar.

För den blandade kopplingen mot skruvkoppel fanns två metoder, se figur 12:

1. För rangering och för tåg på kortare sträckor användes skruvkopplet som krokades på en krok eller horn på sidan av automatkopplets.
2. Fjärrgodståg bildades i form av två grupper. Främst i tåget gick gruppen med automatkoppel, som tål högre dragkrafter. Vagnar med skruvkoppel gick i den bakre gruppen. De två grupperna kopplades ihop med ett dubbellänkskoppel. Detta medfördes på lokomotiven under omställningsperioden

En nackdel med den första metoden är att växlaren måste stå mellan vagnarna vid hopkoppling för att hantera skruvkopplet.



Figur 12 Anordningar för hopkoppling mellan SA-3 och skruvkoppel

Övergången till automatkoppel fördröjdes avsevärt av det andra världskriget. Omställningen tog 22 år och avslutades 1957, sedan äldre vagnar utgått eller byggts om. På godsvagnar började man 1958 ta bort buffertarna i samband med underhåll på verkstäderna.

Däremot har buffertar på personvagnar behållits för att få en komfortabel gång utan ryck och stötar i tåget. Figur 13 visar en bild tagen år 2003 på ett tåg mellan Tallinn i Estland och S:t Petersburg. För att bära upp gångbryggorna har en tvärgående balk fästats i buffertarnas överkant, vilket förfaller ge risk för klämskador. Vid automatkoppel behöver dock inte växlaren stå i spåret mellan vagnarna under hopkopplingen. Om växlaren ändå behöver gå emellan vagnarna för att koppla luft och el-/signalledningar kan han göra det sedan den mekaniska hopkopplingen är klar och rörelsen i tåget avstannat. Däremot måste detta ha varit en mycket obehaglig risk under övergångsperioden om de ovannämnda blandade kopplarna då användes i persontåg

Sedan omställningen genomförts uppgav Sovjetiska järnvägarna att följande stora förbättringar uppnåts:

1. Antalet skadade personer minskade under perioden 1951 till 1957 till en femtedel.
2. Antalet tågdelningar som följde av koppelbrott minskade från ca 35000 till ca 500 per år trots att tågvikterna hade ökat från mellan 500 och 1500 ton till mellan 3000 och 4000 ton och ökat antal vagnar
3. Insparad tid för lokomotiv och vagnar genom att man inte behövde ta särskild hänsyn till vagnarnas vikt och utrustning vid deras placering i tåget vid tågbildningen. Detta motsvarade ett värde av 600 miljoner rubel per år.
4. Antalet växlar kunde minskas med 17 000, vilket motsvarade en årlig besparing på 170 miljoner rubel.
5. Omloppstiden för godsvagnar minskade i medeltal med ca 6 timmar.



*Figur 13 Personvagn med SA-3 koppel och buffertar samt en bärande balk för gångbryggan*

## 4 Automatkoppel i Europa

### 4.1 Utvecklingen fram till första världskriget<sup>6</sup>

I Europa hade man valt skruvkoppel och sidobuffertar för de normalspåriga järnvägarna. Tankar på att byta till automatkoppel har förekommit under mer än hundra år. Det har inte kommit till stånd annat än inom avgränsad trafik, t ex vid malmtrafiken mellan Luleå, Kiruna och Narvik samt i hög grad för speciella resandetåg, främst motorvagnståg.

Redan 1873 utlyste järnvägarna inom den tyska organisationen ”Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen” en pristävling för att försöka eliminera den ”stora faran för liv och lem” för järnvägspersonalen som arbetade i växlingstjänst. Man ville få fram ett automatiskt koppel som inte krävde att växlaren behövde gå emellan vagnarna. Ett grundläggande krav var att inga nämnvärda ändringar skulle behövas. Det kom in många förslag men de gick i allt väsentligt ut på anordningar för att hantera den befintliga skruvkopplingen från sidan av vagnen. Anordningarna var komplicerade och i praktiken oanvändbara.

År 1896 kom, inom samma organisation, frågan upp om att förstärka skruvkopplet för större dragkraft. Det skulle leda till ett tyngre koppel som man bedömde skulle ytterligare öka risken för personskador. Om då kopplarna på samtliga fordon skulle utbytas till förstärkta ansågs lämpligt att undersöka om ett automatkoppel med tillräcklig hållfasthet skulle vara lämpligt. Detta ledde till att tio järnvägsförvaltningar i Tyskland gjorde försök med olika varianter av Janney-koppel mellan 1903 och 1909. Försöken avbröts därefter sedan det tekniska utskottet inom ”Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen” kommit till slutsatsen att det inte fanns någon helt invändningsfri lösning på automatkoppelproblemet.

Även vid statsbanorna i Frankrike gjordes försök men med ett annat koppel av typ Boirault som ledde till planer på en total omställning. Men den franska regeringen och senaten ansåg att frågan krävde en gemensam lösning för alla Europas stater vars järnvägsnät var förenat med varandra. Även i Ryssland utlystes liknande pristävlingar utan att man fick fram någon tillfredsställande förslag på automatkoppel.

---

<sup>6</sup> Erich Schmidt: *Der Weg zur europäischen selbsttätigen Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

## 4.2 Automatkoppelfrågan under mellankrigsperioden<sup>7</sup>

Några år efter första världskriget kom frågan om att införa ett automatkoppel upp på nytt. Vid 5:e Internationella Arbetskonferensen 1923 behandlades frågan. UIC tog upp frågan 1924 och från 1927 drevs den inom ett specialutskott för automatiskt koppel.

Den uppgift som ställdes till specialutskottet bestod av tre delfrågor

### 4.2.1 Frågan om personalens säkerhet

Detta försökte man utreda genom att undersöka hur många som skadades av de befintliga drag- och stötinrättningarna och om det skulle kunna undvikas med andra lösningar.

Medlemsförvaltningarna inom UIC skulle därför från 1929 samla in statistik över olycksfall i samband med kopplingsarbete enligt bestämda riktlinjer. Trots det blev det inte enhetliga begrepp. Det blev bristande överensstämmelse i uppgifterna. Därför beslöts 1933 att endast ta med dödsfall för järnvägspersonal utom verkstadsarbetare vid kopplingsolyckor inom UIC och göra jämförelse med motsvarande för järnvägarna i USA.

Det visade sig att för åren 1929 – 1937 blev antalet dödsolyckor i medeltal per år:

- I Europa 140
- I USA 34

Men av dödsolyckorna i Europa skulle bara 53 per år ha kunnat förhindras med ett automatkoppel av amerikansk typ.

Detta resultat och ytterligare undersökningar ledde till följande beslut:

- Det amerikanska kopplet har inte så stora fördelar jämfört med det europeiska när det gäller säkerhet att det är värt att införa eftersom man i alla fall måste koppla broms- och ångvärmeledningen för hand.
- Om man i alla fall ska införa ett automatkoppel måste det vara av en fullkomlig konstruktion
- Att den höga kostnaden för införandet av ett automatkoppel inte står i rimlig relation till det minskade antalet olyckor
- Att undersökningar hade lett till uppfattningen att det fanns möjligheter att minska antalet olyckor även om skruvkoppel användes.

### 4.2.2 Frågor om den tekniska användbarheten

Man utarbetade tekniska krav som automatkopplet måste uppfylla samt ett program för anmälan, försök med och utvärdering av automatkoppel. Detta inarbetades i UIC dåvarande normer B4 till B6, senare normerna nr 522 till 524. De krav som ställdes på eller behövde definieras för kopplet gällde:

---

<sup>7</sup> Erich Schmidt: *Der Weg zur europäischen selbsttätigen Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965



- Kopplets horisontella och vertikala fångområde (området inom vilket det automatiskt kan koppla)
- Fordonens mest ogynnsamma ställning i spåret, på sådana platser (olika kurvor och kombinationer) där det skall vara möjligt att med säkerhet kunna koppla
- Krav på vilka horisontella och vertikala kurvor (rangerryggar) som kopplet skall tillåta att fordonen kan passera
- Vilka krafter kopplet skall kunna överföra
- Vilka betjäninganordningar kopplet skall ha och anordningarnas/kopplets inställningsmöjligheter.
- Automatisk koppling av bromsledningen
- Det är en fördel om el- och ångvärmeledningen kan kopplas automatiskt.

I den slutliga lösningen skall det automatiska kopplet och vara ett kombinerat dragtryckkoppel utan sidobuffertar. Att automatkopplet skulle kunna kopplas samman med skruvkopplet var inte avsikten. Automatkopplet skulle därför kunna fungera både som övergångskoppel (bara dragkoppel) under omställningstiden och som det slutgiltiga kopplet. Omställningen skulle göras i tre steg:

- Steg 1. Tidsperiod ca 3 år. Förberedelser för att införa det automatiska kopplet som till att börja med bara skall fungera som dragkoppel. Kopplet införs samtidigt på en och samma dag inom alla Europas järnvägsförvaltningar.
- Steg 2. Tidsperiod minst 12 år. Vagnarnas underrede förstärks och övergångskoppel ersätts med den slutliga versionen. Nya vagnar byggs direkt så att tryckkrafterna kan överföras i mitten vid vagnarnas längsaxel. De utrustas direkt med den slutliga versionen av automatkoppel. Sidobuffertarna behålls under detta skede.
- Steg 3. Så snart alla fordon inom de europeiska järnvägsförvaltningarna kan överföra tryckkraften vid fordonens längsaxel tas buffertarna bort.

### 4.2.3 Frågor om lönsamheten

Specialutskottet jämförde olika övergångsförfaranden beträffande deras lönsamhet. Det kom till följande slutsats:

Ingen av de bedömda övergångsförfarandena ger mer än obetydliga besparingar sett i relation till de utomordentligt höga kostnaderna. Det gällde även långsiktigt eftersom byggandet av nya vagnar fordrade avsevärt högre kostnader och den totala kostnaden skulle betydligt överstiga de besparingar som skulle kunna uppnås. En övergång från skruv- till automatkoppel kunde därför inte motiveras ur företagsekonomisk synpunkt.

Under mellankrigstiden genomfördes en hel del försök med automatkoppel inom olika järnvägsförvaltningar.

Dåvarande Deutsche Reichsbahn utrustade ett antal förortståg på Berlins "Stadtbahn" och några hundra godsvagnar med automatkoppel av typerna Willison-Knorr och Scharfenberg. Snabbmotorvagnståg och ångsnälltåg av typ Henschel-Wegman utrustades med Scharfenbergs automatkoppel. Den helautomatiska Scharfenbergskopplet blev snart därefter standardkoppel på motorvagnstågen på Berlins och Hamburgs stadsbanor liksom på snabbmotorvagnståg och övriga motorvagnståg.

I Frankrike hade SNCF samtidigt utrustat ett större antal personvagnar på den norra förortsbanan i Paris med Willison-koppel och dessutom många motorvagnståg med andra typer av automatkoppel.

Trots detta anmäldes inga automatkoppel till UIC specialutskott ”Automatkoppel” för försök och godkännande enligt det ovan nämnda fastställda förfarandet, se 4.2.2).

Ett särskilt utskott granskade problemet och kom fram till att det var ekonomiska skäl som hindrade de olika järnvägsförvaltningarna från att anmäla eller prova automatkoppel enligt UIC föreskrivna förfarande. UIC själv kunde inte genomföra sådana försök eftersom organisationen saknade både ekonomiska och tekniska resurser. Utskottet lade fram ett utkast till en mellanstatlig europisk plan för försöken som skulle finansieras via en internationell fond. På grund av den politiska utvecklingen i Europa före det andra världskriget genomfördes aldrig planen.

## 4.3 Automatkoppelfrågan efter det andra världskriget

Detta avsnitt baseras till delar på en tidskriftsartikel.<sup>8</sup>

Frågan om att införa automatkoppel inom det ”normalspåriga” Europa togs upp på nytt 1948 då ett utskott för Europas inre trafik inom Europiska Handelskommissionen bad UIC studera följande frågor:

- På nytt ta upp och omarbete de tekniska, ekonomiska och finansiella frågorna med hänsyn till de nya förhållanden som nu rådde i Europa
- Att faställa vilka krav vagnsunderredena måste uppfylla för att vara anpassade till ett senare införande av automatkoppel

UIC rapport innehöll det som regeringarna behövde för att kunna bedöma frågan. Dessutom påpekade UIC att en omställning till automatkoppel måste göras samtidigt i alla länder som har ett järnvägsnät som anknyter till andra länders. UIC rekommenderade inte att några ändringar på vagnsunderreden skulle göras så länge regeringarna inte fattat ett slutgiltigt beslut om övergång till automatkoppel. Men om regeringarna fattade ett sådant beslut förklarade sig UIC vara villigt att utarbeta en mellanstatlig plan samt att genomföra nödvändiga försök.

Under de första åren efter andra världskriget rådde för övrigt uppfattningen att införandet av automatkoppel måste stå tillbaka för det viktiga återuppbyggnadsarbetet.

Näringslivet i Europa fick ett kraftigt ekonomiskt uppsving under 1950-talet. Det gällde inte för Europas järnvägar som inte höll jämna steg i utvecklingen med det övriga näringslivet. Det ledde till att UIC på nytt började intressera sig för automatkoppel. Liksom förr, lade man dessutom stor vikt vid att förhindra olyckor i samband med koppling av vagnar. Till detta kom ytterligare synpunkter som blivit allt viktigare:

- Möjligheten att spara in personal, särskilt på rangerbangårdar. Den allmänna bristen på arbetskraft gjorde att det blivit allt svårare att hitta personal som ville arbeta med rangering och koppling av järnvägsfordon
- Att underlätta arbetet för den personal som redan arbetade på rangerbangårdarna. Man väntade sig också att det skulle leda till att fordon och last skulle behandlas på ett varsammare sätt med färre skador på dessa

---

<sup>8</sup> Erich Schmidt: *Der Weg zur europäischen selbsttätigen Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

- Automatkoppel var en viktig förutsättning för rationalisering och slutligen automatisering av rangeringsverksamheten
- Automatkoppel skulle snabba upp rangeringen och därigenom förkorta omloppstiden för godsvagnarna
- Den större draghållfastheten hos automatkopplet skulle medge större tågvikter

### 4.3.1 UIC specialutskott Automatkoppel återuppstår<sup>9</sup>

UIC specialutskott ”Automatkoppel” återuppstod och började 1957 på nytt arbeta med frågorna rörande införandet av automatkopplet i Europa. Man beslöt att närmare granska följande alternativ:

- Ett rent dragkoppel (som bara kan överföra dragkraft)
- Ett kombinerat drag-tryckkoppel
- Eventuellt också en lösning med ett rent dragkoppel som senare kan övergå till att bli ett drag-tryckkoppel.

De krav som skulle ställas på ett nytt automatkoppel sågs över och en ny kravlista utarbetades.

En mycket viktig fråga var hur övergången från skruvkoppel till det automatiska kopplet skulle gå till. Företrädare för en del järnvägsförvaltningar hade åsikten att efter en tillräckligt lång tid för olika förberedelser, anskaffning av automatkopplet med tillbehör och ombyggnad av underreden så skulle skruvkopplarna bytas ut mot automatkopplarna på några få dagar. Andra företrädare hade åsikten att automatkopplet måste kunna kopplas samman mot skruvkopplet utan väsentlig inskränkning av utrymmet för den som kopplar och att då kunde omställningsperioden sträcka sig över många år. För båda alternativen fanns det stöd i erfarenheterna från den japanska omställningen som gjordes på tre dagar respektive ryska omställningarna som tog 22 år (se 3.3).

Under 1960 infordrades anbud och förslag på automatkopplet från ett hundratal olika tillverkare i Europa, Amerika och Asien. Det var vid denna infordran tillåtet med ett övergångskoppel (adapter) för att koppla samman automatkopplet med det Sovjetiska SA-3 kopplet.

Ungefär samtidigt hade organisationen för samarbete mellan järnvägarna inom Östblocket (OSShD) gjort en sammanställning av krav och villkor som skulle ställas på ett automatkoppel. Man insåg inom båda blocken att det var nödvändighet att ha ett enhetligt koppel för hela Europa och en gemensam arbetsgrupp för OSShD och UIC bildades för att utforma enhetliga krav och normer.

Den 1 januari 1961 ändrades kraven något. De nya kraven ändrades till:

1. Direkt koppelbarhet mot de SA-3 koppel som användes inom Sovjetunionens järnvägar
2. Automatisk koppling av luft- och elektriska signalledningar.

Den direkta koppelbarheten, enligt punkt 1, ändrade de förutsättningar som gällde när UIC 1960 begärde in förslag och anbud på automatkopplet. Det gjorde att firman Scharfenberg som lämnat ett förslag som byggde på Scharfenbergskopplet kompletterat

---

<sup>9</sup> Erich Schmidt: *Kurzer Überblick über den Stand der Vorbereitungen zur Einführung einer Selbsttätigen Kupplung in Europa*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

med ett löst övergångskoppel (mellanadapter) inte uppfyllde UIC nya krav. Det ledde till att Scharfenberg GmbH tillsammans med sin ägare företaget Linke-Hoffman-Busch GmbH inkom med ett nytt förslag, EUROCOUPLER, som uppfyllde de nya kraven. Detta koppel beskrivs i avsnitt 4.3.4.

Efter olika omgångar av tillägg eller ändringar i fordringarna återstod efter granskning några förslag till automatkoppel som var direkt koppelbara mot SA-3 och dessutom några förslag som saknade den möjligheten. Det fanns tre alternativ från västerländska tillverkare och ett östeuropeiskt alternativ som i huvudsak uppfyllde de uppställda kraven.

Beträffande övergångsförfarandet hade man studerat både den gradvisa övergången under en flerårig period och den simultana med långa noggranna förberedelser och därefter ett snabbt byte på bara några dagar.

Vid gradvis övergång har man behov av anordningar för blandad koppling mellan automatkopplet och det gamla skruvkopplet. Dessutom måste buffertarna finnas kvar åtminstone under övergångsperioden. Skulle den simultana övergångsmetoden väljas behövdes inte någon förmåga till sådan blandad koppling.

### 4.3.2 Godsvagnar skall förberedas för automatkoppel

UIC beslöt 1961 att alla godsvagnar skall klara tryckkrafter på minst 2000 kN i fordonsmitt vid längsaxeln samt att vid alla nybyggda vagnar från och med 1965-01-01 skall underredet vara förberett för inbyggnad av automatkoppel (UIC norm 530-1)

### 4.3.3 Inkomna förslag till automatkoppel<sup>10</sup>

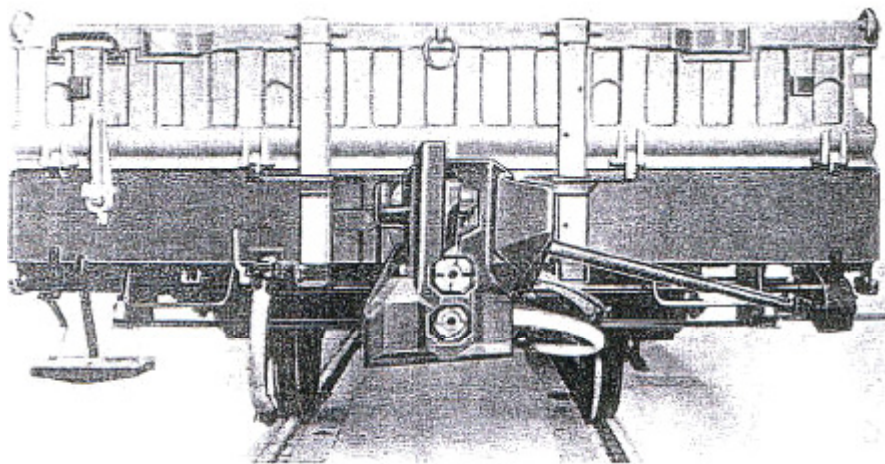
Det kom 1960/61 in totalt 14 förslag varav endast tre från västblocket uppfyllde kraven. Det var:

- Ett koppel *Boirault-Sambre et Meuse* från en fransk företagsgrupp
- *Unicupler* ett gemensamt projekt från en tysk-fransk företagsgrupp (figur 14)
- *Willson Associated* från en huvudsakligen engelsk-amerikansk företagsgrupp

Inom östblocket kom det ett förslag som gemensamt utarbetats av Deutschen Reichsbahn och de sovjetiska järnvägarna.

---

<sup>10</sup> Erich Schmidt: *Kurzer Überblick über den Stand der Vorbereitungen zur Einführung einer Selbstätigen Kupplung in Europa*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965



Figur 14 Unicoupler. Kontaktdonen är placerade underkopplet och riktade i vagnens längdriktning

Snart gick de första två företagen samman om ett gemensamt förslag och därmed fanns det bara två förslag inom UIC-området.

Uppgiften för OSShD och UIC gemensamma arbetsgrupp var nu att genom undersökningar och försök utvärdera de inkomna förslagen och efter förhandlingar med de berörda företagen avgöra vilket som borde antas som europeiskt koppel. Alternativt att ta fram ett nytt koppel baserat på en syntes sammansatt av delar från de olika förslagen.

Det hade emellertid tillkommit två ytterligare avvikande förslag:

- En konstruktion från National Castings Company, Cleveland i USA
- En konstruktion Eurocoupler från Linke-Hoffman-Busch i Tyskland

Förslaget från National Casting Company Cleveland (som för övrigt var det ledande företaget inom firmagruppen Willison Associated) hade elementen för att åstadkomma den stela hopkopplingen (hornet och hålrummet) på sidan av koppelhuvudet i stället för under koppelhuvudet som de tre huvudalternativen hade. Den lösningen ansågs trots allt kunna ha fördelar under själva omställningsperioden men bara om man kunde bortse från kraven på automatisk koppling av luft- och elledningarna.

#### 4.3.4 Eurocoupler<sup>11</sup>

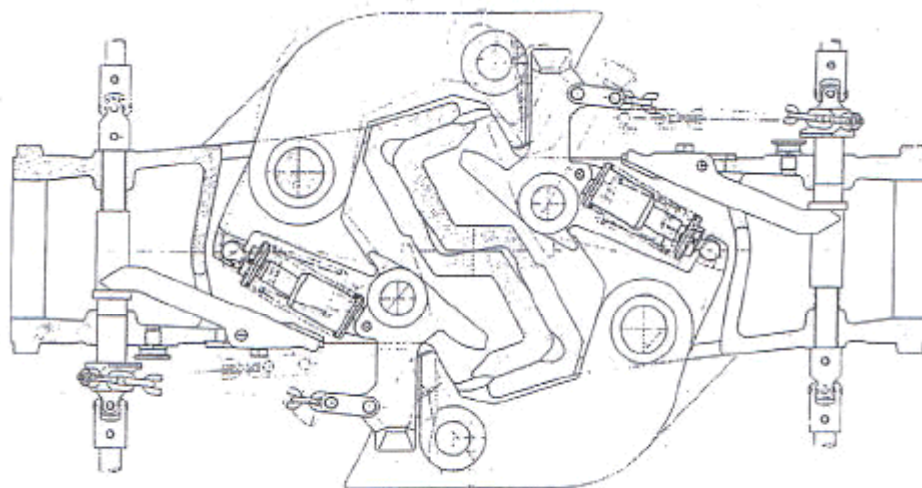
Företaget Scharfenberg hade under 1961 kommit in med ett förslag på ett Scharfenbergskoppel. För koppling mot SA-3 användes ett övergångskoppel vilket var godtagbart enligt de krav som ställdes året innan. Reglerna ändrades emellertid under 1961, efter det förslaget lämnats in, till krav på att automatkopplet skall vara direkt koppelbart mot SA-3.

Då gick företaget Linke-Hoffman-Busch Waggon-Fahrzeug-Maschinen GmbH samman med sitt dotterbolag, Scharfenberg GmbH, för att utveckla ett nytt koppel benämnt

<sup>11</sup> Walter Scarfenberg: *Eine Automatische Mittelpufferkupplung für die europäischen Eisenbahnen*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

EUROCOUPLER. Det skiljer sig från de övriga automatkopplarna genom att det har en stor rörlig klo, men det är ändå direkt koppelbart med SA-3, figur 15.

Denna konstruktion har flera fördelar som frihet från glapp och spel, kopplet rör sig rätlinigt rakt fram under kopplingsrörelse vilket i sin tur ger en enklare koppling av luft- och el-/signalledningarna. Detta gäller åtminstone vid koppling mellan två Eurocoupler. Det gör att Eurocoupler liksom det vanliga Scharfenbergkopplet, är väl lämpat för inbyggnad av luft och el-/signalledningar. Genom att använda en boxliknande eldel med många kontakter kan man överföra ett antal parallella el-ledningar. Det föreslagna Eurocoupler hade inbyggd överföring av 2 luftledningar och 6 el-/signalledningar.



Figur 15 Två sammankopplade Eurocoupler

Eurocoupler kan lätt kopplas loss även när det är stor dragkraft kopplet. Det är en viktig egenskap inte minst under omställningsperioden. Skall tåget kopplas isär i ett kurvspår kan kopplarna stå under ansevärd dragkraft på grund av de intryckta sidobuffertarna.

När Eurocoupler skall kopplas mot SA-3 låses automatiskt den rörliga klon fast.

För blandad koppling mellan Eurocoupler och skruvkopplet användes ett speciellt övergångskoppel med två länköglor och ett förreglingsstycke. Det kopplas mellan en hake på Eurokopplet och skruvkopplets dragkrok. Övergångskopplet är lätt hanterbart. Det väger 17 kg men en del av vikten bärs upp av dragkroken.

#### 4.3.5 Den fortsatta utvecklingen inom UIC/OSShD efter 1965<sup>12</sup>

Under 1963 upprättades ett gemensamt konstruktionskontor i Bautzen med ingenjörer därifrån, från Sovjetunionen och från Deutschen Reichsbahn. De ryska ingenjörerna kunde bidra med praktisk erfarenhet från SA-3 kopplet.

Under 1966 tillverkades 306 koppel av Waggonbau Bautzen och en intensiv försöksverksamhet började.

OSShD/UIC tekniska arbetsgrupp avhöll den 1 konferensen under 1967. Den ledde fram till en ömsesidig överenskommelse och arbetsplan för att utveckla automatiska koppel

<sup>12</sup> History of the European Automatic Center Coupler for Goods Wagons, Internet: [http://people.freenet.de/amktreff/amkenglish/geschichteamk\\_e.htm](http://people.freenet.de/amktreff/amkenglish/geschichteamk_e.htm)

på båda sidor ”järnridån”. Men kopplen skulle ha samma karakteristik för att garantera att de var interoperabla. Under konferensen kom de politiska motsättningarna mellan väst- och östblocket i Europa fram, vilket ledde till stora motsättningar som måste överbryggas. Det ledde till att det inte var de bästa lösningarna gick segrande ur striden.

En grupp ingenjörer från Waggonbau Bautzen respektive Knorr Bremse München började 1969 anpassa kopplen för respektive öst och väst. Ett speciellt problem var kraven att inkludera patenterade lösningar på båda sidor och uppnå balans i dessa frågor. Tack vare uppfinningsriktighet och flexibilitet på båda sidor kunde det mesta (men inte allt) lösas på ett tekniskt tillfredsställande sätt.

Under 1970 utfördes försök i Sverige, Sovjetunionen och i Minden, Tyskland med tåg bestående av blandade vagnar och koppel från UIC och OSShD. Försöken visade att den ömsesidiga kopplingsförmågan och samfunktionen med SA-3 kopplet fanns. Därmed var i huvudsak utvecklingen av det europeiska automatkopplet klart.

Figur 16 visar OSShD koppel ”Intermat” avsett för Östeuropa. Det är kompatibelt med UIC koppel AK69e och det sovjetiska kopplet SA-3. Till skillnad från SAB WABCO koppel C-AKv så ligger styrhornet till vänster och långt ner. Likaså ligger munstycken för luftledningarna och vad som ser ut att vara kontaktdon under kopplet och på ett helt annat ställe än vid det nyutvecklade C-AKv kopplet.



Figur 16 Kopplet Intermat med styrhorn och lågt placerade luft- samt elledningar

Under de följande åren efter 1970 koncentrerades arbetet på att förenkla och effektivisera produktionsmetoderna för kopplet. Nyare vagnarna var enligt UIC beslut redan förberedda för automatkoppel.

Men nu började hindren. Trots många möten och ansträngningar för att träffa överenskommelser mellan länderna inom UIC om införandet har det inte lett till några

resultat. Tvärt om förefaller det allt svårare och inte så sannolikt att det går att ena alla länder om ett beslut.

En trolig förklaring till att den för godstågens effektivitet och konkurrenskraft synnerligen viktiga omställningen inte blivit av, är problem med finansieringen av omställningen och bristen på lönsamhet för den allmänna godstrafiken. Enligt en grov uppskattning gjord år 1965 för dåvarande DB i Västtyskland skulle omställningskostnaderna uppgå till ca 1,5 miljarder DM, medan besparingarna med det nya kopplet uppskattades till ca 100 miljoner DM per år efter omställningen.<sup>13</sup>

Förut ansågs att besparingarna i personal och övriga kostnader, den snabbare tågbildning och möjligheten till längre och tyngre tåg skulle kompensera kostnaderna för omställningen. Tyvärr kom inte bytet att genomföras i tid. Den ökade konkurrensen från lastbilarna, som följd av kraven på ”just in time”-leveranser hade flyttat över marknadsandelar till bilarna, trots att EU strävar efter mer transporter på järnväg och mindre på vägarna.

Efter 1981 har nya idéer kommit fram för att förenkla automatkopplen och minska kostnaderna. Först föreslogs att det bara skulle finnas en luft- (broms-) ledning.

Efter 1988 kom idén att begränsa automatkopplet till att bara vara ett automatiskt dragkoppel. Det kräver att sidobuffertarna blir kvar. Knorr-Bremse har utvecklat dragkopplet Z-AK. Det har kommit till en viss begränsad användning i Tyskland men inte fått något större genomslag. Z-AK beskrivs i det följande, se 7.1.

Ett intressant komplett drag-tryckkoppel, C-Akv, har utvecklats av SAB WABCO i Remscheid i Tyskland. Det kom fram 1994 och har integrerat luft och elledningarna i koppelhuvudet på ett elegant och praktiskt sätt. C-Akv kan direkt kopplas mot SA-3 och har ett inbyggt länk-koppel för att kopplas mot skruvkoppel. Det kan därför fungera ihop både med ryska och nuvarande europeiska godsvagnar och lok. C-Akv beskrivs i det följande, se 7.2.

---

<sup>13</sup> Erich Schmidt: *Kurzer Überblick über den Stand der Vorbereitungen zur Einführung einer Selbsttätigen Kupplung in Europa*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965



## 5 Urspårningsrisker vid godståg med centralkoppel<sup>14</sup>

Ett mycket viktigt problem som måste utredas var urspårningssäkerheten för den typ av rullande materiel som användes inom UIC om man skulle övergå till centralkoppel.

Försök som de Sovjetiska järnvägarna gjort med centralkoppel och tvåaxliga vagnar visade att de spårade ur vid stora längsriktade tryckkrafter (ca 500 kN).

För att utreda detta vidtog DB under mitten av 1960 talet olika försök. Det visade sig att vid godståg med 80 till 100 axlar kunde det uppstå stora längstryckkrafter på mellan 1000 kN och 1400 kN vid snabb bromsning i låg hastighet (ca 10 km/h).

Försök genomfördes på rakt spår med tåg om ca 50 vagnar och snabb bromsning i hastighetsområdet 8-15 km/h. Vagnarna var utrustade med stela centralkoppel och sidobuffertarna var borttagna. Man använde bromsläge P med tillsättningsstid 3-5 s och i någon mån även tillsättningsstid 10-15 s (något kortare än bromsläge G som har 18-30 s) på lok och vagnar. Tågsammansättningen var avsiktligt ogynnsam med lastade och svagt bromsade vagnar i tågets bakre hälft. Den främre delen bestod av tomma respektive delvis lastade vagnar med hög utbromsning.

Försöken visade att 2-axliga vagnar i tågets mitt spårade ur medan tåg med sidobuffertar inte gjorde det under liknande förhållanden.

Hastighetsområdet 8-15 km/h är särskilt ogynnsamt i detta fall med hög risk för urspårning. Följande förklaring anges:

Den främre delen av tåget bromsas först på grund av den långsamma utbredningen av trycksänkningen i bromsledningen (se rapporten Bromssystem). Bromsens korta tillsättningsstid (den enskilda vagnens tid för att fylla bromscylinern) i kombination med den höga utbromsningen gör att främre delen av tåget bromsas hårt medan övriga delar av tåget obromsade eller svagt bromsade trycker på. Det leder till de höga tryckkrafterna. Strax innan vagnarna i tågets mitt har stannat inträffade urspårningen i tågets mitt. Vid just detta ogynnsamma hastighetsområde hinner främre delen av tåget stanna vilket leder till de höga krafterna mitt i tåget när de bakre delarna fortfarande i rörelse trycker på.

Till detta bidrar också gjutjärnsbromsblocken som har en mycket ogynnsam friktionskaraktistik (se rapporten Bromssystem). Friktionen och därmed bromsningen tilltar kraftigt då hastigheten sjunker.

---

<sup>14</sup> B Janke: *Entgleisungssicherheit von Güterwagen mit automatischer Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 90 Jahrgang / Heft 10 Oktober 1966

Vid högre hastighet minskade krafterna och urspårningsrisken. Då hinner bakre delar börja bromsa innan främre delar stannar. Den främre delen flyttar sig undan de påskjutande tågdelarna och gjutjärnsblockens friktionskaraktistik gör i den högre hastigheten att främre delen ännu inte bromsas så kraftigt. Det ger lägre tryckkrafter och mindre urspårningsrisk.

Vid ännu lägre hastighet än 8 km/h är rörelseenergin i tåget mindre och då blir också tryckkrafterna och urspårningsrisken lägre.

Sidobuffertarna har en stabiliserande verkan och vill räta upp vagnarna längs rakspåret då tåget utsätts för längstryckkrafter.

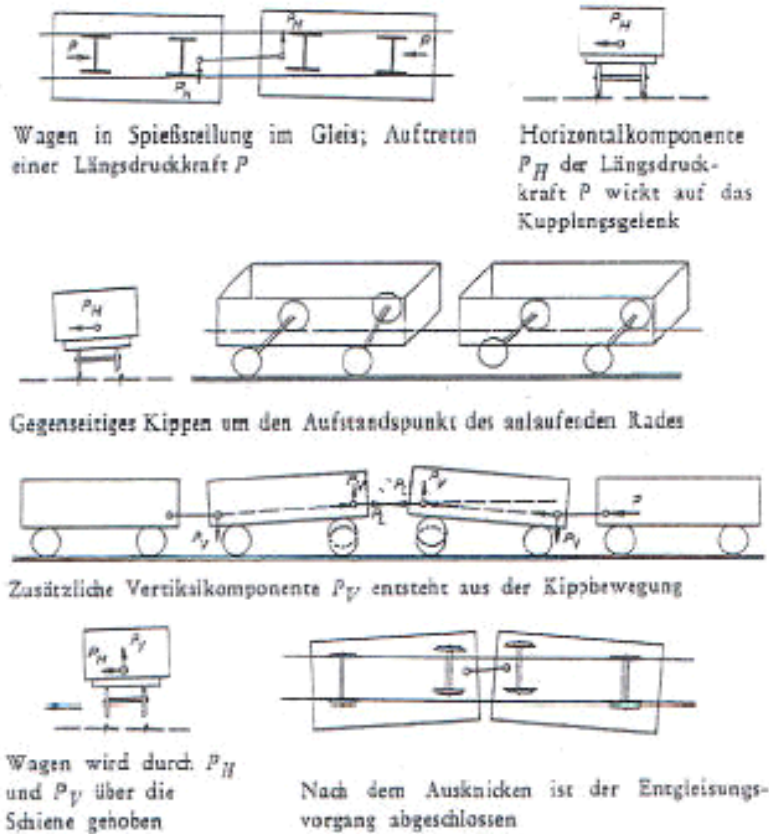
Två sammankopplade centralkopplet, av den ”stela” typ som bildar en rak stång från infästningspunkt till infästningspunkt i sidled och höjddled överför krafter i stångens längsriktning. I vertikal riktning finns två fall beroende på koppellets utförande. Om koppellet är ett ”stelt” koppel som bilar den nämnda raka stången eller om det är ett koppel som är riktat rakt fram i vertikalled och där buffertytorna sålunda rör sig vertikalt i förhållande till varandra enligt det som tidigare beskrivits.

De uppåtriktade vertikala komponenterna av koppelkrafterna kan lyfta vagnen. Om kraften är nedåtriktad i vagnens ena ända och uppåtriktad i den andra strävar vagnen att vägas upp runt en hjulaxel. Om en hjulaxel lyfts eller avlastas så försvinner eller minskar förmågan att hålla vagnen kvar på spåret. Sidokrafter i kombination med lyftkrafter kan vara särskilt ogynnsamma vid öppna, lätta, olastade, 2-axliga vagnar med liten torsionsstyvhet. Figur 17 visar några olika sådana fall.

Krafterna i tåget påverkas också av fjäderkaraktistiken och drag-/tryckinrättningens konstruktion.

Längstryckkrafterna blir särskilt stora om tåget på grund av dragkraft är utsträckt när bromsningen inleds. I detta fall tillkommer utöver vagnarnas rörelseenergi den energi som är lagrad i draginrättningens fjädrar. Genomgående dragstång är därför gynnsamt eftersom varje fjäder längs draginrättningarna endast belastas av massan från den egna vagnen.

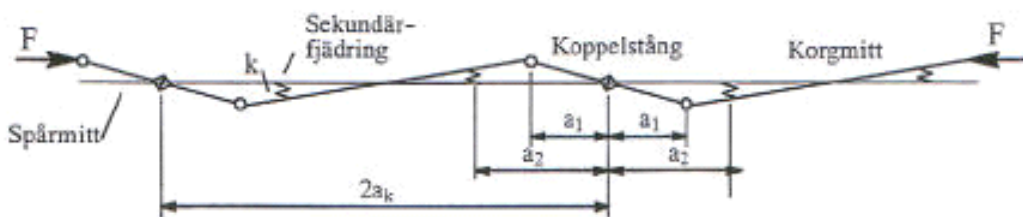
Vid tvåaxliga vagnar kan tvärkomponenten av tryckkraften bli stor. Ett kort avstånd mellan hjulaxlarna relativt avståndet mellan koplens infästning, liten lateral fjäderstyvhet ( $k$ ), som är fallet vid fjädring med dubbellänkar och lätt vagn i kombination med att vagnskorgen vrids ut en relativt stor vinkel ( $\alpha$ ) är ogynnsamt.



Figur 17 Ursprungsförlopp vid vagnar med centralkoppel<sup>15</sup>

Vid zick-zack ställning i spåret gäller att följande approximativa villkor för skall vara uppfyllt för att erhålla stabilitet<sup>16</sup>. Beteckningarna framgår av figur 18.

$$F < k \cdot \frac{a_1}{a_k} \cdot \frac{(a_k - a_2)^2}{(a_k - a_1)}$$



Figur 18 Beteckningar gällande för ovanstående formel för stabilitetskriteriet

<sup>15</sup> B Janke: *Entgleisungssicherheit von Güterwagen mit automatischer Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 90 Jahrgang / Heft 10 Oktober 1966

<sup>16</sup> Evert Andersson, Mats Berg: *Kompedium: Järnvägssystem och spårfordon*, KTH Järnvägsteknik, sid 17:50

De ovannämnda försöken skedde på rakspår. I kurvor och särskilt i S-kurvor kan vagnar med kort axelavstånd och stora överhäng utsättas för stora vridande moment runt vagnens giraxel. Det gäller såväl vid skruvkoppel med sidobuffertar som vid centralkoppelssystem. Normen UIC 530-2 anger hur vagnarnas urspårningssäkerhet skall fastställas genom prov i olika normerade S-kurvskombinationer. Detta behandlas i avsnittet om SAB WABCO koppel C-AKv.

Längstryckkrafterna beror i hög grad på bromssystemen och kan minskas genom olika åtgärder (se rapporterna Bromssystem samt Fördelad dragkraft).

Åtgärder som kan minska längstryckkrafterna i tåget:

- Välja ett bromsläge med längre tillsättningsstid ( t ex bromsläge G i stället för P) vilket dock ger längre bromssträcka och rimligen krav på sänkt hastighet.
- Införa lägre utbromsning (svagare bromsverkan) men det ökar bromssträckan och leder rimligen till krav på sänkt hastighet
- Införa bromsblock med fiber- eller sintermaterial med hastighetsoberoende friktion
- Införa nytt bromssystem med mycket snabb signalutbredning och kort tillsättningsstid (ECP-bromssystem) som ger samtidig bromsansättning längs tåget. Det ger kort bromssträcka och tillåter därför högre hastighet
- Införa extra fjärrstyrda utsläppsventiler i bakre delen av tågets bromsledning
- Införa fördelad dragkraft (DP) som tillför ovannämnda utsläppsventiler på flera platser längs tåget.
- Dynamisk bromsning med fördelade lok (DP). Positiv eller negativ inverkan beror på tågets sammansättning, lokomotivens placering i tåget och fördelningen av bromskrafterna mellan tågbronsen och den dynamiska bromsen, vid samtidig bromsning med båda systemen. Enbart elbromsning lok i framändan på tunga tåg ökar tryckkrafterna i tåget. SJ/LKAB har negativ erfarenhet från malmbanan då elektrisk motståndsbromsning användes på elektrolok litt Rm
- Lastbromsautomat för att få jämnare bromsning då vagnarna har varierande lastförhållanden

Anordningar och åtgärder som minskar den skadliga verkan av längskrafterna:

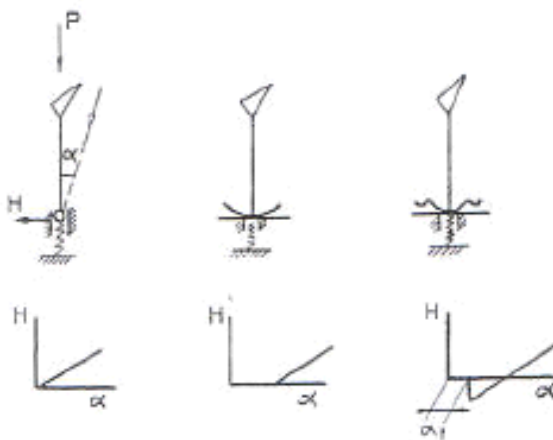
- Sidobuffertar fungerar stabiliserande åtminstone på rakt spår och på spår med mycket stora radier
- Stabiliserande länksystem med ”*alignment control*”. I stället för att kopplets tryckkrafter påverkar kopplets ledbult har kopplets ledcentra utförts så att lägre tvärkraft uppstår vid kopplets snedställning. Det kan gälla bara i horisontalplanet eller både i horisontell och vertikal led.
- Lämplig dimensionering av drag- och stötinrättningens fjädring och dämpning (fjäderkonstant, lång fjädringsväg mm för att öka den energiupptagande förmågan)

Under 1965 utvecklades olika stabiliserande länksystem och med speciellt utformade vridningscentra som skulle ge en återställande verkan och minska sidkraftkomponenten.

Figur 19 visar principen för stabiliserande länksystem.<sup>17</sup> Den vänstra figuren utgör det enkla systemet med en bult i ledpunkten. Tvärkraften  $H$  tilltar med vinkeln  $\alpha$ . Det är en labil länk.

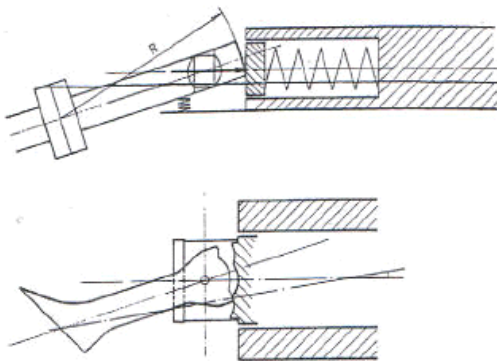
Den mellersta figuren visar ett indifferent länksystem. Leden fungerar som avrullning med en vals. Ingen riktig vridningspunkt finns (avrullningsverkan) i detta fall. Det uppstår ingen  $H$ -kraft till en början. Vid en viss vinkel  $\alpha$  överskrider den verksamma bredden och  $H$ -kraften tillväxer därefter med ökande vinkel  $\alpha$  som vid "bultsystemet".

Den högra figuren visar ett s.k. *skulderlänksystem* (tyska *Schultergelenk*). Det fungerar vid små vinklar som det mellersta med valsavrullning. När  $\alpha$  överskrider en viss så kallad frivinkel  $\alpha_f$  tar en skuldra över kontakten vilket till en början ger en negativ  $H$ -kraft med återförande verkan. Den återförande kraften avtar med ökande vinkel  $\alpha$  för att så småningom byta tecken och tillväxa som vid länken med "bult". Detta är ett stabilt länksystem fram till den vinkel där  $H$ -kraften blir positiv.



Figur 19 Stabiliserande länksystem

I figur 20 visar den övre bilden i ett vertikalt verkande "valslänk" i vertikalplanet medan den undre bilden visar ett lateralt verkande skulderlänksystem i horisontalplanet.<sup>18</sup>



<sup>17</sup> Nikolaas H. C. E. Zeevenhooven: *Einige Betrachtungen zum Entgleisungsproblem unter besonderer Berücksichtigung der Einführung der Automatischen Kupplung*, Glasers Annalen 94, Nr 2/3 1970, Februar-März

<sup>18</sup> Nikolaas H. C. E. Zeevenhooven: *Einige Betrachtungen zum Entgleisungsproblem unter besonderer Berücksichtigung der Einführung der Automatischen Kupplung*, Glasers Annalen 94, Nr 2/3 1970, Februar-März

Figur 20 Överst ett vertikallänk med vals, nederst en horisontell skulderlänk

Gynnsam vagnsutformningen för att minska inverkan av längskrafterna:

- Boggivagnar är gynnsammare än lätta 2-axliga. Det är fördelaktigt med korta avstånd mellan koppelplan och närmaste hjulpar och med långt avstånd mellan boggicentra
- För lätta 2-axliga vagnar är det gynnsamt med stort axelavstånd och kort avstånd mellan koppelplan och närmaste hjulpar
- Styvare lateralfjädring som ger större styvhet i girled och mindre snedställning av vagnen i spåret

Men utformningen av vagnarna kan inte bara optimeras med hänsyn till de diskuterade urspårningsriskerna vid låg hastighet. Det finns andra hänsyn att ta t ex till de allmänna gångegenskaperna som ställer andra krav på fjädring och vagnens utformning.

Tågsammansättningen påverkar också urspårningsrisken:

- Homogena tåg med bara boggivagnar är gynnsamt. Detta är den amerikanska principen med relativt enhetliga godståg med enbart boggivagnar
- Genom att t ex placera tomma, lätta och öppna 2-axliga vagnar bak i tåget och tyngre vagnar och gärna 4-axliga vagnar i tågets främre och mitre delar skulle risken kunna minskas. Det tillför en komplikation vid rangeringen och tågbildningen och motverkar snabbare och billigare rangering

## 6 UIC normer för automatkoppel

UIC norm 522 och 523 behandlar tekniska krav på automatkoppel för vagnar.

UIC norm 530-1 behandlar tekniska krav på vagnar som skall vara förberedda för att utrustas med automatkoppel.

UIC 530-2 behandlar krav på urspårningssäkerhet vid tryckkrafter då vagnarna går genom olika definierade kombinationer av S-kurvor. Här kommer centralkopplens stabiliserande länksystem in som en viktig metod att höja förmågan att stå emot tryckkrafterna och minska risken för urspårning.

### 6.1 Några viktiga krav enligt UIC norm 522

Automatkopplet skall vara av samma typ för alla fordon (lokomotiv, motorvagnar, godsvagnar, passagerarvagnar, arbetsfordon och fordon som fastän det inte tillhör järnvägen är godkänt för färd på banorna).

Automatkopplet kunna kopplas direkt mot det ryska SA-3 kopplet vad gäller den mekaniska hopkopplingen.

Kopplet skall ha en enkel och säker anordning för frånkoppling. Den skall kunna manövreras från båda sidor av spåret och genom att bara manövrera en anordning (på en av vagnarna).

Kopplet skall kunna kopplas isär även när det är utsatt för en moderat dragkraft.

Det skall ha en anordning som påverkar kopplingsmekanismen och som är åtkomlig från båda sidor av fordonet som tillåter att:

- Att kopplet är olåst (öppet) tills fordonen dragits isär
- Beroende på vad som önskas skall kopplingsmekanismen antingen återgå till läge som medger hopkoppling eller till ett läge som omöjliggör hopkoppling då kopplen går emot varandra (skjutsläge)

Korrekt koppling skall ske:

- På rakt spår då vagnar går emot varandra med hastigheter mellan 2 och 7 km/h
- I kurvor enligt nedan i gånghastighet (ca 5 km/h)

Kopplet skall tåla att fordon går emot varandra med hastigheter upp till 15 km/h utan att skador uppstår.

Kopplet skall ha en lateral rörelseförmåga på 190 mm på båda sidor om vagnens längsaxel. (UIC 530-1 punkt 3.3 anger i stället +/- 220 mm relativt fordonets längsaxel).

Kopplet skall kunna kopplas samman på ett riktigt och säkert sätt vid 120 mm höjdskillnad mellan koppelhuvudenas axlar.

Koppling utan manuell assistans skall kunna ske:

- På rakspår
- I punkter där rakspår möter en kurva med åtminstone 150 m radie för godsvagnar och kurva med åtminstone ... (ej angivet) m radie för personvagn.
- I kurvor med samma radier som ovan.

Koppling med manuell assistans skall kunna ske:

- I motriktade (S-) kurvor med åtminstone 190 m radier utan mellanliggande rak sektion
- I motriktade kurvor med åtminstone 150 m radier med en 6 m mellanliggande rak sektion

Färd med hopkopplade fordon skall vara möjlig genom:

- Motriktade (S-) kurvor med åtminstone 190 m radier utan mellanliggande rak sektion
- Motriktade kurvor med åtminstone 150 m radier med en 6 m mellanliggande rak sektion
- Motriktade kurvor med åtminstone 120 m radier med en 20 m mellanliggande rak sektion

Automatkoppel skall medge färd över rangerryggar med en i normen angiven profil utan risk för oavsiktlig losskoppling. Dessutom skall det vara möjligt att avsiktligt lossa kopplet i varje punkt längs växelryggen.

Automatkopplet skall tåla följande krafter applicerade centralt på kopplet:

- Dragkraft 1000 kN
- Tryckkraft 2000 kN

I Ryssland krävs dock att ingen permanent deformation får uppstå vid drag- eller tryckkrafter på 2500 kN i automatkopplet.

Anordningen för att koppla samman automatkopplet med ett skruvkoppel skall tåla:

- Dragkraft (brott) 850 kN
- Dragkraft 500kN

Kopplet skall vara enkelt, robust och billigt. Det skall ha låg vikt och fungera på ett säkert sätt oavsett temperatur och atmosfäriska förhållanden (frost, snö, damm etc.)

Användningen av fjädrar i mekanismen skall så långt möjligt undvikas. Brott eller utmattning av en fjäder får inte leda till att kopplet öppnas (avkoppling).



## 6.2 UIC krav på automatisk koppling av luftledning

Automatkopplet skall vara så konstruerat att vid koppling av två fordon också huvud- (broms-) ledningen kopplas automatiskt.

Det skall vara möjligt att öppna och stänga huvudledningens kopplingsventiler från båda sidor av fordonet.

Om öppning/stängningen av huvudledningen automatiseras, vilket förutses för framtiden, skall fortfarande manuell manövrering av kopplingsventilerna vara möjlig.

Anordning för automatisering av öppning/stängning av huvudledningen får inte leda till risker för bromsens säkra funktion.

Om tåget plötsligt delas måste kopplingsventilerna förbli öppna och bromsledningen automatiskt tömmas på luft.

Om inte speciella konstruktiva åtgärder har vidtagits som alltid garanterar effektiv täthet i kopplingsanordningen för luftledningen, skall det vara möjligt att byta packningar utan att koppla isär de två berörda fordonen.

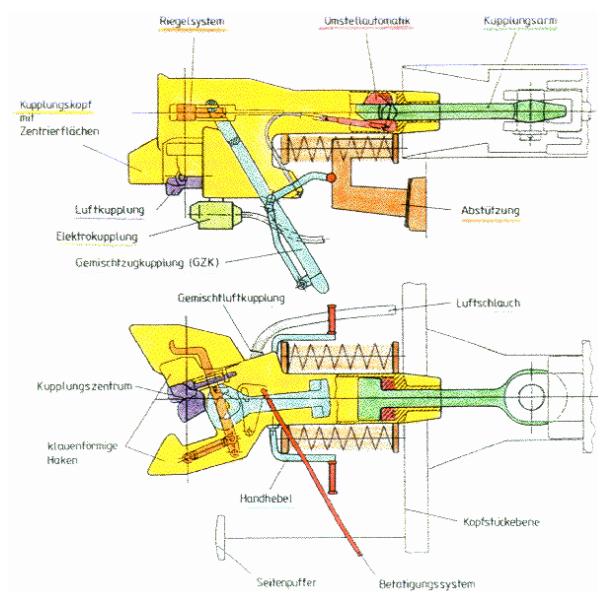
## 7 Moderna automatkoppel inom UIC

### 7.1 Knorr dragkoppel Z-AK

Knorr har i samarbete med DB utvecklat ett koppel Z-AK avsett enbart för att överföra dragkraft, figur 21. Det fordrar att buffertarna finns kvar.

Avsikten var att utveckla ett koppel som kan bidra till effektivare godstransporter genom ökad flexibilitet, snabbare tågbildning och förbättrad ekonomi. Kopplet godkändes av UIC 1999. Därefter har ungefär 400 godsvagnar har utrustats med Z-AK för trafiken med blocktåg genom Alperna mellan Lehm i Tyskland och Italien. Tågvikten är ca 3200 ton.

Z-AK tillåter automatisk mekanisk koppling och frånkoppling samt automatisk koppling av bromsledningen. Kopplet hanteras från sidan på vagnen vilket minskar olycksrisken och minskar kostnaden vid växling. Det är kompatibelt med skruv och andra standardkoppel. Ombyggnadskostnaden uppges vara låg. Kopplet kan fungera tillsammans med Knorrs rangerkoppel GZK.



Figur 21 Det automatiska dragkopplet Z-AK från Knorr

## 7.2 SAB WABCO automatkoppel C-Akv

### 7.2.1 C-AKv konstruktion och funktion

SAB WABCO i Remscheid i Tyskland har utvecklat ett koppel C-AKv<sup>19</sup> som uppfyller alla krav enligt normen UIC 522-1. Kopplet presenterades 1994. Viktiga utprovade detaljer från tidigare UIC/OSShD AK koppel har använts vid konstruktionen. Kopplet inkluderar både dubbla luftledningar och dubbla elledningar enligt FEBIS dvs. två Powerlinekablar, vardera med en tvinnad dubbelledare för seriell kommunikation överlagrad på en strömförsörjning på samma ledare med 230 V likspänning. Det är för övrigt samma typ som används vid det amerikanska (AAR) kabelbaserade kombinerade ECP/DP systemet men det använder bara en Train Line kabel.

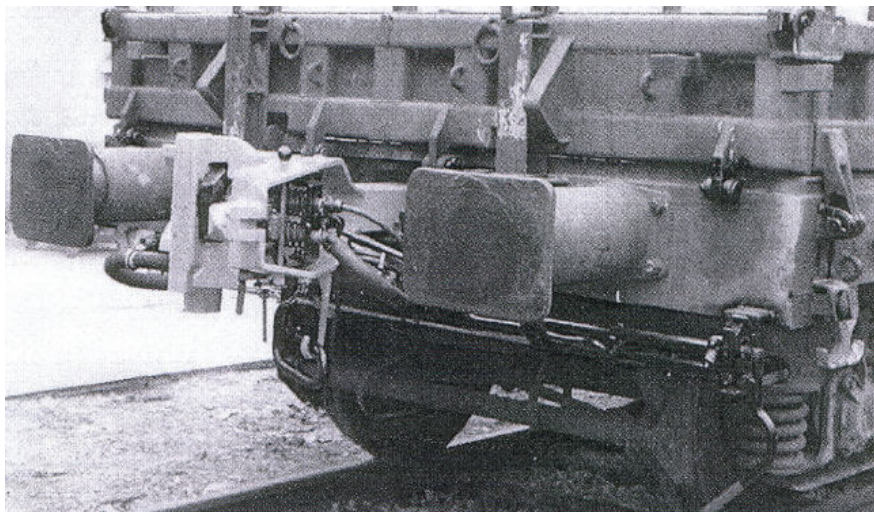
C-AKv kräver inga ändringar på vagnar som är förberedda för UIC automatiska koppling AK.

Genom C-AKv förenklas och minskas kostnaderna för koppling/losskoppling av vagnar och man får högre effektivitet:

- kopplet tillåter högre dragkraft,
- högre tryckkrafter i kritiska kurvor och därmed högre urspårningssäkerhet
- högre tåghastigheter
- högre transportkapacitet på banorna
- el-/signalledningen öppnar möjligheter för automatisering, t ex ECP-bromsar och ”intelligenta godståg“

Investeringen bedöms få kostnadstäckning efter ca 5 till 10 år.

Figur 22 visar C-AKv på en godsvagn. På kopplets sida syns el- och luftledningarna. Genom att fälla ut anordningen kan packningarna bytas utan att koppla isär fordonen.

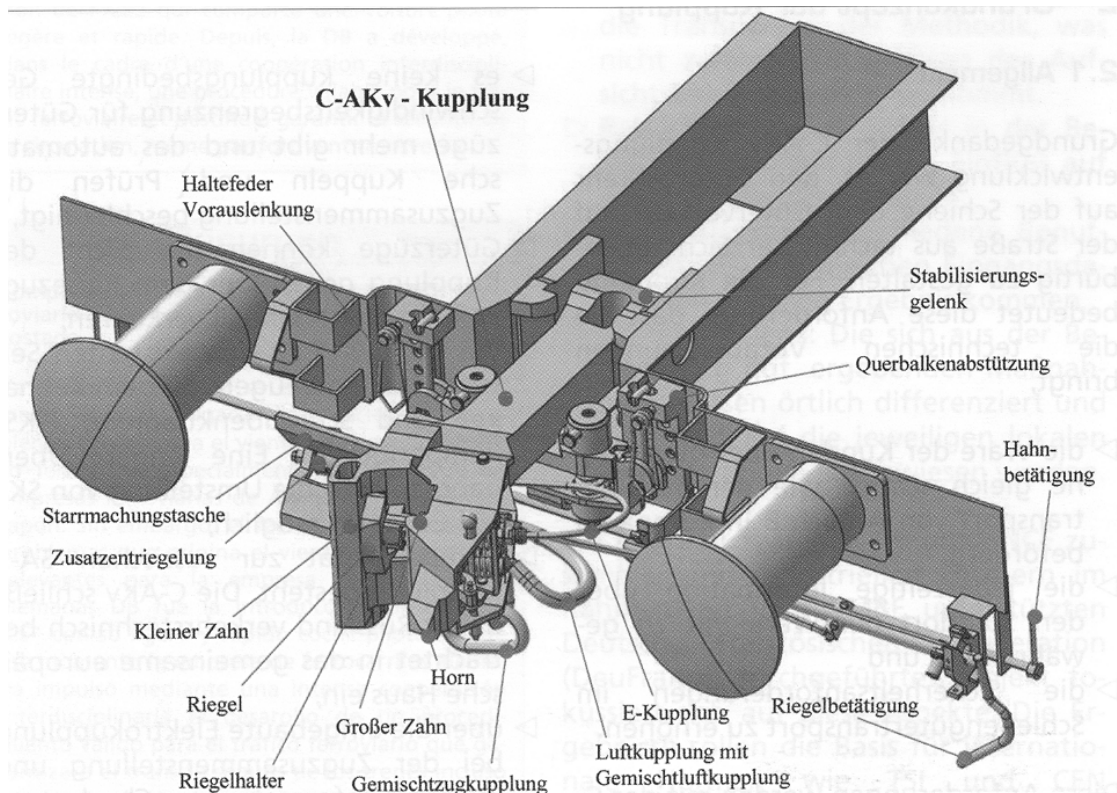


Figur 22 C-AKv på en godsvagn, buffertarna behövs bara under övergångsperioden.

---

<sup>19</sup> B. Jatterjee, B. Hetterscheidt und J. Bensch: *Die SAB WABCO C-Akv-Güterwagen-kupplung bei der SNCF*, Eisenbahn Technische Rundschau 4, April 2002, sid 207-211

Figur 23 visar C-AKv samt inbyggnaden i vagnen. Det undre handtaget (Riegelbetätigung) används för att betjäna kopplets förreglingsmekanism och det övre (Hahnbetätigung) för att manuellt öppna och stänga huvudledningens kopplingsventil. Längst bak ligger stabiliseringslänken (Stabilisierungsgelänk).



Figur 23 C-AKv inbyggnad i godsvagn

C-AKv är direkt koppelbart mot det ryska SA-3 kopplet. Det kan kopplas mot en vagn med skruvkoppel genom en inbyggd anordning med ögla som betjänas från sidan av vagnen med samma handtag som betjänar förreglingsmekanismen vid vanlig koppling. Figur 24 visar blandad koppling mot en vagn med skruvkoppel. I den stora klon (högra) syns det fjäderbelastade luftmunstycket och el-kontakten. Packningen bytas genom att munstycket fälls ut som beskrivits ovan. I den lilla (vänstra) klon är det fasta luftmunstycket och elkontakten inbyggd. Vid koppling mellan två C-AKv koppel kopplas luft- och el-/signalledningarna automatiskt, men kopplingsventilerna måste betjänas för hand. Beträffande kopplet räcker det med att betjäna ett koppel.

Det finns ett speciellt ”skjutsläge” där kopplet kan användas för att trycka (backa tågsättet) utan att automatisk hopkoppling sker.

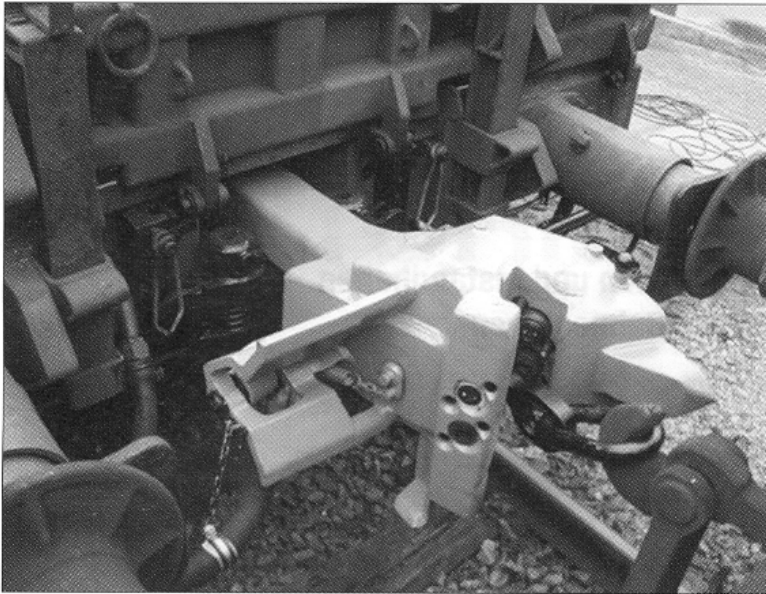
Fångområdet är +/- 200m horisontellt och +/- 120 mm vertikalt. Om vagnarna står på kurvspår där fångområdet överskrides så kan kopplet ställas ut åt sidan manuellt och hållas kvar av en hållfjäder. Efter hopkopplingen behöver inte hållfjäders lossas för hand. Hållfjäders släpper automatiskt när kopplet återgår till normalläge.

Blandad koppling mot skruvkoppel manövreras från vagnens sida men först måste det blandade kopplet tas ur sin hållare. När buffertavståndet minskas sträcks automatiskt övergångskopplet till ”kort” läge.

Losskoppling vid blandat koppel måste göras på rakspår och buffertarna måste stå i beröring med varandra. Övergångskopplets ögla måste lyftas för hand (eller med avkopplingsstång vid rangerrygg).

Vid koppling mot SA-3 och vid blandad koppling mot skruvkoppel används en "blandad" luftkoppling. Bromsslängen från den andra vagnen kopplas till ett speciell kopplingsnäve på kopplet.

Det att s.k. "Bern utrymmet" (tyska "Berner Raumes" efter den konferens i Bern där utrymmeskravet behandlades) mellan buffertarna och vagnarna har begränsats. Därför måste växlingspersonalen ges särskild utbildning (arbetarskydd) liksom vid det förut nämnda dragkopplet Z-AK och de tidigare kopplen UIC-AK69e respektive OSShD-AK Intermat.



*Figur 24 Blandad koppling C-AKv mot skruvkoppel. Luftmunstycken och elkontakter syns i figuren*

Kopplet tillåter en dragkraft på 1000 kN och tryckkraft på 2000 kN.

Tack vare det stabiliserande länksystemet tillåter C-AKv en urspårningssäker tryckkraft på 700 kN vid två axlig vagn jämfört med ett urspårningskritiskt värde inom området 150 kN till 200 kN då vagnen är utrustad med skruvkoppel och sidobuffertar, se tabell 2.

Någon automatisk anordning för att i samband med koppling/losskoppling automatiskt öppna/stänga huvud- (broms-) ledningens kopplingsventiler finns inte. I de "intelligenta godstågen" i projekten EBAS respektive INTELRET talas om fjärrstyrning av kopplingsventilerna genom ställdon kombinerat med sensorer för kontroll och återföring av det verkliga läget. Detta kan bara styras via den distribuerade datorkraften i den egna vagnen på order från en master i tåget. Detta är en mycket säkerhetskritisk funktion som kan bli svår att implementera på ett godtagbart sätt. Jämför med den direkta mekaniska styrningen av ventilen i vissa Scharfenbergskoppel (se 7.3).

## 7.2.2 Högre koppelkrafter och lägre urspårningsrisk

Inom UIC begränsas nu de drag- och tryckkrafter som kan tillåtas i godståg av skruvkopplet och buffertarna.

Skruvkopplet tillåter 500 kN dragkraft (max belastning utan kvarstående deformation).

C-AKv tillåter max 1000 kN i dragkraft (max belastning utan kvarstående deformation).

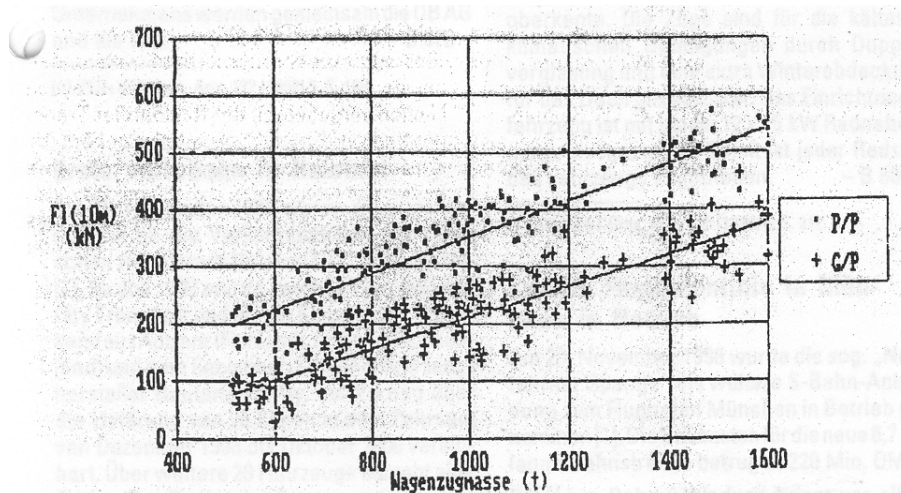
För C-AKv och för buffertar (båda) gäller för tryckkraft 2000 kN.

SAB WABCO har i samarbete med DB AG dessutom utvecklat en speciell variant av C-AK, ”Spårviddsväxel-AK” att användas på fordon med utrustning för att byta spårvidd och som därför kan trafikera banor med rysk spårvidd. Detta koppel är starkare med dragkraft 2500 kN och tryck 3000 kN.

Enligt UIC 522 var åtminstone tidigare kraven vid de sovjetiska järnvägarna 2500 kN dragkraft.

Förmågan att tåla tryckkraft begränsas dock inte bara av koplets och stötrinrättningens hållfasthet utan i högsta grad av stabiliteten och därmed urspårningsrisken. Som tidigare nämnts anger UIC normer 530-2 hur de tryckkrafter som ett fordon kan tillåta skall bestämmas. Ett antal definierade gränskriterier finns definierade som testas i S- kurvor bestående av två motriktade kurvor med 150 m radie och en 6 m mellanliggande raksträcka. Särskilt känsliga är de öppna vagnarna med kort axelavstånd och stora överhäng. De klarar en längstryckkraft av 150 kN.<sup>20</sup>

Som framgår av kapitel 5 och rapporten Bromssystem uppstår det stora längstryckkrafter vid snabb bromsning, särskilt i det låga hastighetsområdet 8-15 km/h. Figur 25 visar längstryckkrafter som funktion av tågvikten och bromsläget.



Figur 25 Längstryckkraft som funktion av tågvikten vid bromsläge P/P respektive G/P

Vagnar utrustade med automatiskt koppel C-AKv och den stabiliserande länk som ingår i systemet får betydligt bättre prestanda när det gäller att klara längstryckkrafter utan risk för urspårning. I tabell 2 görs jämförelser beträffande förmågan att klara drag- och tryckkrafter mellan följande tre koppelsystem<sup>21</sup>:

1. Nuvarande skruvkoppel med sidobuffertar
2. Dragkopplet Z-AK med sidobuffertar
3. C-AKv

<sup>20</sup> Gerhard Stieler: Der Güterzug in Bremsstellung „Personenzug“, Eisenbahn Technische Rundschau 44 (1995) H. 12 Dezember

<sup>21</sup> B. Chatterjee ud J. Bensch: Steigerung der Sicherheit im Eisenbahn-Güterverkehr bei Einsatz der vereinfachten kompakten automatischen Mittelpufferkupplung, ZEV+DET Glas. Ann. 123 (1999) 1 Januar.

## 4. C-AKv med sidobuffertar (sidobuffertar behövs under övergångsperioden)

Tabell 2 Jämförelse mellan olika koppeltypers förmåga att klara drag- och tryckkrafter

| Koppel-typer      | Tillåten Dragkraft (kN) | Uppträdande dragkraft i tåget (kN) | Tillåten Tryckkraft (kN) | Kritiskt uppträdande tryckkraft i tåget (kN) | Urspåringsgräns enl. UIC 530-2 för 2-axlig vagn (kN) | Anmärkning                          |
|-------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|--|-------------------------------------|
| Skruv + buffertar | 500                     | 700 till 850                       | 2000                     | ca 300 till 600                              | ca 200   | Risk för Urspårning och tågdelening |
| Z-AK+ buffertar   | 500                     | 700 till 850                       | 2000                     | ca 300 till 600                              | ca 200   | Risk för Urspårning och tågdelening |
| C-AKv             | 1000                    | 700 till 850                       | 2000                     | ca 300 till 600                              | ca 700   |                                     |
| C-AKv+ buffertar  | 1000                    | 700 till 850                       | 4000                     | ca 300 till 600                              | ca 440   | Minskad urspåringsrisk              |

Tabellen visar att C-AKv tål betydligt högre tryckkraft än nuvarande koppel med hänsyn till urspåringsrisken vid längstryckkrafter i tåget (ca 700 kN mot 200 kN). Enligt diagrammet i figur 3-25 kan det uppstå farliga längstryckkrafter redan vid relativt låg tågvikt, ca 500 ton i läge P/P och vid ca 800 ton i lägre G/P då skruvkoppel och sidobuffertar används. Med C-AKv ligger urspåringsgränsen 700 ton klart över värdena i diagrammet. Med ett automatkoppel av typ C-AKv kan man alltså köra både tyngre tåg och med gynnsammare bromsläge och därmed med högre hastighet än med nuvarande koppelsystem. Dessutom minskar risken för tågdelening på grund av att kopplet dras av.

Andra viktiga fördelar med C-AKv är snabbare rangering, lättare arbete för personalen, mindre personalbehov samt minskad olycksfallsrisk vid tågbildning och växling.

## 7.3 Scharfenbergskoppel (latch type)

Scharfenbergkopplet är sofistikerat med noggrant bearbetade ytor och mekanismer och är därför dyrare och känsligare mot smuts, fukt, snö, isbildning osv. Både det mekaniska kopplet och luft-/elöverföringarna behöver skyddas av lock och kåpor.

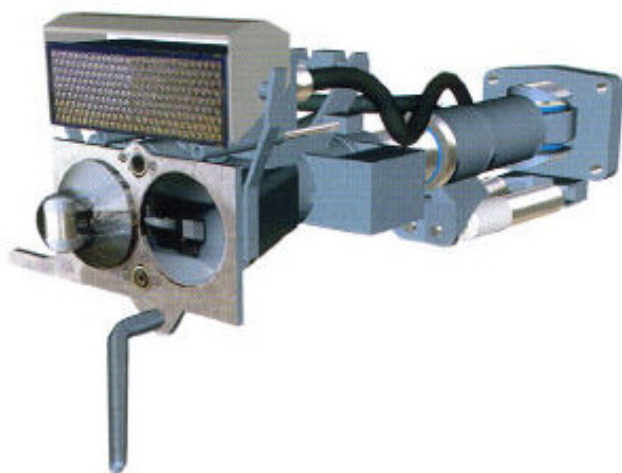
Fångområdet (det laterala område inom vilket det går att koppla) kan vara osymmetriskt. Många typer av Scharfenbergskoppel har fånghorn (ett "ben" som är riktat snett framåt, nedåt och åt vänster) som hjälper kopplen att hitta rätt i sidled relativt varandra om så behövs. Figur 26 visar ett koppel från det svenska företaget Dellner Couplers i Falun.

Moderna Scharfenbergskoppel har inbyggd elvärme i koppelhuvudet för att hindra frysning. Det är en lösning som passar motorvagnståg men skulle vara ett problem vid godståg. Frågan är också hur Scharfenbergkopplet i längden skulle tåla miljön och den ibland hårdhänta hanteringen vid rangering av godståg. Men Scharfenbergskoppel provades i någon mån Tyskland på några hundra godsvagnar före andra världskriget.

Dellner Coupler i Falun har offererat sådana koppel för den tunga malmtrafiken mellan Luleå-Kiruna och Narvik, men det blev antagligen för dyrt och ett annat koppel valdes.<sup>22</sup>

De många parallella elektriska signalerna förs över via tätt belägna kontakter. Kontakterna är placerade i ”boxar” som benämns *eldel*. Eldelarna är rörligt monterade i längsled och ”flytande” monterade i vertikal och lateral led på kopplarna. Eldelarna förs automatiskt fram longitudinellt mot varandra sedan den mekaniska hopkopplingen är klar. Det görs ofta med tryckluft alternativt med elektrisk drivning. När de närmar sig varandra centreras boxarna till rätt inbördes läge av koniska styripinnar som träffar gård i styrhål i den motsatta boxen.

Genom denna metod fås en noggrann styrning som gör att många parallella el-signaler kan överföras via kontakterna som ligger tätt fördelade i höjd och sidled i eldelen som på denna typ ligger ovanför koppelhuvudet. Hålen i den övre och nedre kanten mitt i koppelhuvudets plana yta är till för överföringen av två luftledningar.



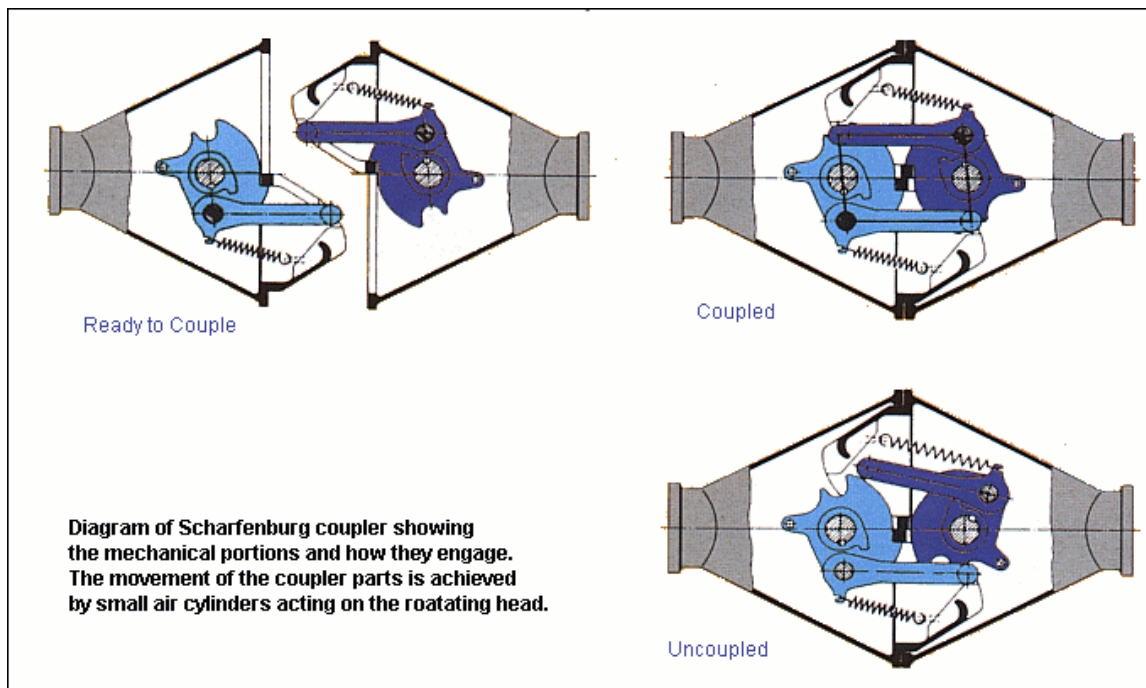
Figur 26 Koppel från Dellner Couplers.

Figur 27 visar principen för hopkopplingen. Övre vänstra bilden visar kopplet klart för att kopplas samman, övre högra bilden visar kopplat läge och nedre högra bilden icke kopplat läge. Den vridbara mekanismen med hjärtskivan kan användas för att t ex via kammekanismer styra kopplingsventilerna till stängt respektive öppet läge. Denna princip har använts i vissa konstruktioner och är en intressant och enkel lösning om den kunde tillämpas på godsvagnar. Hypotetiskt är detta inte en helt säker lösning. Om ett brott inträffar på ena sidans länkar och tåget separeras skulle hjärtskivan på ena kopplet kunna stå i kopplat läge och det andra i läget icke kopplat. Det betyder att ena tågdelens huvudledning inte skulle tömmas på luft och därmed inte nödbromsas.

---

<sup>22</sup> Jan-Olof Åkerström, Dellner Couplers, Falun, Privat kommunikation





Figur 27 Scharfenbergskoppel funktion<sup>23</sup>

Dellner har konstruktioner som förhindrar detta t ex genom att en losskopplingsignal krävs för att stänga ventilerna.

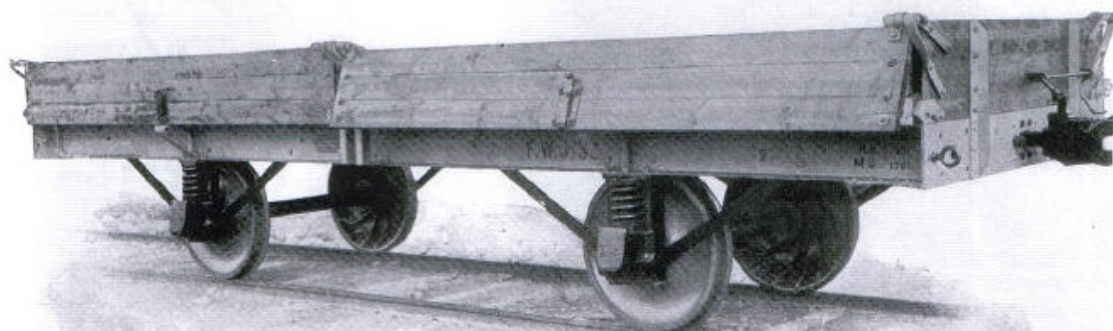
<sup>23</sup> Bild från Railway Technical Web Pages, <http://www.trainweb.org/railwaytechnical>

## 8 Användning av automatkoppel i Sverige

### 8.1 Äldre tillämpningar i godståg

Automatkoppel av amerikansk typ Janney infördes på 36 grusvagnar, se figur 28, som anskaffades från Vagn & Maskinfabriks AB i Falun till bygget av Falu-Westerdalarnes Järnvägsaktiebolag (FWJ)<sup>24</sup>. Byggnadsperioden var åren 1900-1905. Ett ånglok var utrustat med centralkoppel för att dra vagnarna. Vagnarna avvek också genom att de hade spiralfjädrar i stället för bladfjädrar och kokillgjutna helhjul.

Centralkopplet visade sig inte vara så lyckat. Problemet låg i hopkopplingen med andra konventionella vagnar och lok som kopplades till klon med en sprint. Det lär ha gått bra så länge man drog men vid tryck ledde det till skador på vagnarna som saknade koppel. Vagnarna byggdes därför om och försågs med buffertar och skruvkoppel.



*Figur 28 Grusvagn med Janney automatkoppel på FWJ i början av 1900 talet*

---

<sup>24</sup> Jon Fast: Falun-Westerdalarnes Järnvägs grusvagnar, SJK tidskrift, nr 11 oktober 2000, sid 31-32

Centralkoppel har också ha använts på ett mindre antal grusvagnar på Frövi-Ludvika Järnväg som senare kom att ingå i Trafik AB Grängesberg-Oxelösunds Järnvägar (TGOJ)<sup>25</sup>.

Automatkoppel av typ SA-3 infördes i början av 1970-talet av SJ på Malmbanan för trafiken mellan Luleå, Kiruna och Narvik. Nu införs Janneykoppel typ F som är ett ”stelt” koppel på de malmvagnar som köps från Sydafrika. Det betyder att LKAB/MTAB kommer att använda alla tre typerna av koppel i fortsättningen, SA-3, Janney och i någon mån skruvkoppel och buffertar. Detta beskrivs i det följande.

## 8.2 Automatkoppel vid LKAB/MTAB

SJ provade automatiska centralkoppel på malmbanan Luleå-Kiruna-Narvik omkring 1965-1967. Automatkoppel den ryska typ Willisen SA-3 infördes under åren 1969-1974. Det är ett koppel som inte är ”stelt” hopkopplat utan koppelytorna rör sig upp och ned relativt varandra då vagnarna rör sig vertikalt. SA-3 kopplen har fungerat bra under årens lopp.

De nya malmvagnarna från Sydafrika är däremot utrustade med Janney koppel typ F som är ”stelt” hopkopplade (samma typ som visas i figurerna 5 och 6). Anledningen till att man byter koppeltyp är att köpet av vagnar är en funktionsupphandling där kopplet ingår i vagnssystemet.

LKAB/MTAB<sup>26</sup> önskade ett stelt koppel för att minska risken för kopplet faller ner i spåret om det lossnar från vagnen pga. något fel. Sådana missöden har hänt i några få fall med det gamla SA-3 kopplet. Kopplen kan lossna antingen på grund av brusten koppelnacke eller på grund av att låskilen lossnat. Eftersom kopplen inte är låsta till varandra i vertikalt led, glider kopplen isär och det lossnade koppelhuvudet faller ner i spåret där det kan förorsaka urspårning. Detta är sällsynta händelser men konsekvenserna blir stora om det händer varför man är angelägen om att det inte skall kunna hända. Med det nya Janney-kopplet typ F som är låsta till varandra i höjdlid med horn skall det inte kunna inträffa.

Båda typerna av koppel skramlar och för oväsen när tåget dras isär eller trycks samman. Man anser att Janneykopplet medför mindre slammer, men då måste man betänka att SA-3 kopplen är 30 år gamla och slitna medan Janneykopplen är nya.

Än så länge har bara ett tågsätt med de nya vagnarna typ eller littera ”Uno” levererats, eftersom det varit olika problem med de hittills levererade vagnarna. Leveranserna av övriga vagnar är uppskjutna i avvaktan på att problemen blir lösta.

Hittills har bara det första av de nya IORE-loken försetts med det nya Janneykopplet. Alla nya lok skulle enligt planerna ha försetts med det nya kopplet, men nu utrustas de övriga IORE-loken med SA-3 koppel. De får byta till Janney-koppel någon gång i framtiden när leveransläget för vagnarna ändras. De äldre tågen består av 52 vagnar med tågvikten 5200 ton som dras av de äldre loken littera Dm3 eller av de nya IORE. Det

---

<sup>25</sup> Jon Fast: Falun-Westerdalarnes Järnvägs grusvagnar, SJK tidskrift, nr 11 oktober 2000, sid 31-32

<sup>26</sup> Christer Wiklund, LKAB/MTAB, Privat kommunikation

nya tåget består av 68 vagnar med 20 tons nettovikt och som lastar 100 ton. Tågvikten är 8160 ton och tåglängden 750m.

Beträffande båda koppeltypernas förmåga att koppla samman på rakspår och i kurvor har det inte varit några problem. Även Janneykopplet fungerar bra och fångområdet räcker normalt till. Det beror på att alla malmvagnar är boggivagnar med kort avstånd mellan koppelplan och boggicentrum. Därför har man inte märkt av det problem som gör att UIC vill ha SA-3 koppel, Janneykopplets lilla laterala fångområde räcker inte till vid 2-axliga vagnar med korta axelavstånd och stora överhäng.

Beträffande möjligheten att koppla loss då det är dragkraft i tåget, bedömer man att det går något lättare med SA-3 kopplet. I undantagsfall på kurvspår kan man behöva trycka ihop tåget med loket för att avlasta dragkraften.

SA-3 kopplet har ett skjutsläge där det går att trycka med kopplet utan att hopkoppling sker.

Slitaget har inte varit något stort problem för de 30 år gamla SA-3 kopplen. Man har vid behov gjort påsvetsningar i kopplen för att ersätta bortnött material. Man hade ursprungligen bara 80 reservkoppel till vagnparken på ca 900 vagnar. På sista åren har man skaffat ytterligare 200 reservkoppel. Det är ett gott betyg för SA-3 kopplen som nu har använts i ca 30 år med mycket hård och tung trafik i ett krävande klimat.

De nya Janney-kopplen fungerar också till belåtenhet. De har dock visat en tendens till slitage i hornen och de ytor som används för hoplåsningen i vertikalled. Kanske är den nya ”stela” koppeltypen känslig för variationer i koppelhöjd, t ex mellan två vagnar med olika hjuldiametrar pga.hjulslitage.

Klon (knuckle) på Janneykopplet är en slitdel. Förutom att den utsätts för slitage kan den i undantagsfall brista. Den beräknas hålla 500 000 km. Det är mycket lätt att byta. Vridbulten är av plast och lätt att ta bort varefter en ny klo sätts i sina spår och plasttappen sätts tillbaka. Livslängden på det nya Janneykopplet anges till 15 år men man hoppas på att det i verkligheten skall klara 25 år.<sup>27</sup>

SA-3 kopplen smörjs aldrig i de ytor som skall glida mot varandra då kopplen fångar varandra. Det brukar inte vara några problem utan ytorna styr rätt ändå.

Eftersom tågen körs som systemblocktåg är det väldigt lite koppling som görs mellan vagnar. Det gäller både de mekaniska kopplen och bromsslangarna. Det är bara loket som behöver kopplas loss respektive till vid rundgången till tågets andra ända. I Luleå finns två alternativa malmterminaler. På den ena körs tåget runt på en slinga så där behövs inte någon koppling alls.

LKAB/MTAB anser att båda kopplen fungerar utmärkt. Ur logistisk synpunkt hade det dock varit bättre med en enda koppeltyp på lok och vagnar. Däremot tycker man inte att man behöver ta hänsyn till UIC avsikter att Europa skall använda SA3 kompatibla koppel, eftersom LKAB/MTAB kör sin egna avgränsade trafik oberoende av andra. Däremot är det ett visst trafiktekniskt problem och en nackdel att man faktiskt har tre koppeltyper, nämligen ibland också skruvkoppel på en del fordon. Det gör att man vid tidtabellplanering och planeringen av hur lok och vagnar skall utnyttjas är låst av att den rullande materielen inte generellt kan fungera tillsammans.

När trafiken med de nya vagnarna kommer igång i större omfattning har LKAB/MTAB möjlighet att göra samtidiga jämförelser mellan koppeltyperna under i stort sett identiska förhållanden.

---

<sup>27</sup> Tord Karlsson, LKAB/MTAB, Privat Kommunikation

De tunga och långa malmtågen är utsatta för stora längsriktade krafter i tåget och urspårningsrisker. Som följd av tåglängden uppstår det fördröjningar i bromssignalens utbredning som tidigare har beskrivits här och i rapporten Bromssystem. Man har därför lång ansättningstid för bromsarna. Malmtågen körs i bromsläge G/G dvs. loket i läge G och vagnarna i läge G, med en tillsättningstid på 18 – 30 s. Största tillåtna hastighet (sth) för malmtågen är 50 ton lastade respektive 60 ton vid tomtåg. De är dock säkerhetsmässigt godkända för 60/70 km/h men Dm3 loken tålde inte den hastigheten. Med den nya loken avser man att köra med sth 60/70 km/h.

Dynamisk bromsning (motståndsbromsning) provades under en tid på lok littera Dm och Rm. Dm loken höll inte elektriskt vid elbromsning. Däremot fungerade elbromsen bra på Rm loken men den elektriska bromsningen orsakade urspårning. Man använde enbart motståndsbromsningen, utan att använda tågbrömsen för att ta ned hastigheten då man skulle gå in på stationsområden. I kombinationer med utförslutningar på 10 % inträffade urspårningar då tryckkrafterna i tågen blev för stora. Man slutade därför att använda elbromsen.

Andra åtgärder som vidtagits för att bättre kontrollera tågbrömsen och längskrafterna är byte av material i bromsblocken. Man bytte först från gjutjärnsblock till fiberblock med inbyggda korn för att rugga upp löpbanan på hjulen omkring 1978 och sedan till sinterblock omkring 1992.

Fiberblocken hade nackdelen att slitstoffet lade sig på rälshuvudet och det försämrade adhesionen. Järnsinterblocken har utvecklats i samarbete med leverantören ABEX i Aachen, Tyskland. Det är ren järnsinter utan kopparinblandning och inga extra hårda slipkorn är inblandade. Koppar antas bidra till att sprickor i hjulen växer till. Kopparn fyller sprickorna och har större värmeutvidgning än stålet i hjulet.

Anmärkning: Sedan ovanstående skrevs har LKAB/MTAB ändrat sina planer. På grund av olika problem med de nya malmvagnarna från Sydafrika avser man inte fortsätta med dessa, utan avser att utveckla en ny malmvagn. Det finns då inte längre någon anledning att övergå till Janneykoppel utan man kommer att fortsätta med någon form av SA-3 eller SA-3 kompatibelt koppel. Det är en fördel att ha ett koppel som är stelt i vertikalled så att inte koppelhuvudet glider ur det andra kopplet och faller ned i spåret om koppel nacken brister eller låskilen lossnar som beskrivits tidigare.

## 9 Automatkoppel vid VR i Finland

De finska järnvägarna (VR) använder skruvkoppel och sidobuffertar såväl för persontåg som godståg. Finland har gränsöverskridande gods- och persontrafik mot Ryssland som använder automatkopplet SA-3 samt godstrafik mot Sverige och UIC med skruvkoppel samt buffertar.

VR har utrustat alla lok med SA-3 eller ett franskt koppel UNILINK samt med sidobuffertar. Loken kan därför kopplas såväl mot vagnar med skruvkoppel och buffertar som mot vagnar med enbart automatkoppel. Vid SA-3 används ett hjälpkoppel för att koppla mot dragkrok. UNILINK har ett i koppelhuvudet inbyggt skruvkoppel.

Tillverkare av UNILINK är LAF (Les Appareils Ferroviare) i Frankrike. De 20 nyaste elloken littera Sr2 är utrustade med UNILINK-koppel. De första kopplarna av denna typ togs i bruk hösten 2001. Skruvkopplet medger en dragkraft motsvarande UIC 450 kN utan permanent deformation. För hjälpkopplet som används tillsammans med SA-3 motsvarande dragkraft är 350 kN. En nackdel med UNILINKS skruvkoppel är att det är tyngre att lyfta vid koppling mot krok än vad hjälpkopplet är.

## Bilaga 1

# Koppeltypen – en historisk översikt

TVå huvudtyper på tågs drag och stötinrättning finns, skruvkoppel med sidobuffertar och centralkoppel.

De tidigaste systemen med sidobuffertar använde endast en kedja med några länkar för att överföra dragkraften. Därefter infördes skruvkopplet för att kunna spänna kopplet och minska ryck i tåget. Skruvkoppel användes fortfarande i Europa på normal- och bredspåriga banor för konventionella lokdragna persontåg och för godståg. Tidigare användes skruvkoppel också i Ryssland och Japan med flera länder som sedan bytt till automatiska centralkoppel. Sidobuffertar har fjädrar för att dämpa stöbelastningar. Skruvkopplet har fjädrar för att dämpa ryck i dragriktningen. För draganordningen finns två olika principer när det gäller fjädringen, med respektive utan genomgående dragstång. I det första fallet belastas vagnens dragfjäder enbart av den egna, i det andra dessutom av bakomvarande vagnar.

Centralkoppel är placerade vid fordonets mittlinje. Det finns många olika huvudtyper. Det finns äldre, enklare typer varav en del är självkopplande och därmed kan benämnas automatiska. Modernare automatiska centralkoppel kan ha inbyggda don för överföring av tryckluft t ex för bromsen och för överföring av elkraft och elektriska signaler. Centralkoppel överför både drag- och tryckkrafter och har fjädringssystem för dämpning av både ryck och stöbelastning.

Den äldre kategori av centralkoppel som används på våra smalspårsbanor är, bortsett från glapp i infästningen, inte rörligt infästade i fordonet i sidvinkel- och höjdvinkelled utan riktade i fordonens längsgående axel. För att medge fordonens gång genom kurvor och för fordonens individuella inställning i spåret är därför bufferten välvd i sidled och hopkopplingsmekanismen medger att buffertarna har varierande vinkel mot varandra. Kopplens buffertytor rör sig relativt varandra i sidled och höjddled under tågets gång. Detta tillsammans med vinkelrörligheten gör att luft- och elledningar inte kan integreras i kopplet för automatisk hopkoppling.

En annan kategori centralkoppel stelt hopkopplade med varandra och har istället ledad infästning i fordonen. Kopplens bildar i det ideala fallet efter hopkoppling en rät linje mellan infästningspunkterna i de två vagnarna och kan därmed liknas vid stångkoppel efter hopkopplingen. Den stela hopkopplingen och räta linjen kan antingen gälla bara i lateral led eller både lateral och vertikal led. Kopplens konstruktion och storleken på glappet avgör vilka vinkelfel och spel som uppstår i hopkopplingspunkten. Detta avgör

om kopplet medger att luft- och elledningar kan integreras i kopplet för automatisk koppling.

## Spårvagnskoppel

Vid spårvagnar som skall kunna gå i kurvor med mycket liten radie, ned till ca 15 m, behövs ledade koppel med infästningspunkten relativt långt in under vagnen för att komma närmare vagnens yttre hjulpar.

Ett mycket enkelt manuellt koppel av den ledade typen är Albertkopplet som är det vanligaste manuella spårvagnskopplet, figur 1. Det består av en stång som sitter i en ledbult i fordonet. Längs stångens yttre ända finns i längdled ett hål samt ytterst ett gaffelgrepp med ytterligare ett hål. Med två sprintar kopplas de två stängerna ihop till en. Detta koppel kan hanteras på ett relativt säker sätt om man följer i instruktionerna. Vid hopkoppling körs den ena vagnen något för nära relativt det slutligen rätta avståndet mellan vagnarna. Växlaren går sedan emellan vagnarna och för ihop kopplen så att den ena sprinten kan sättas i. Därefter backas den ena vagnen, avståndet mellan vagnarna ökar och kopplet rätas ut varefter den andra sprinten kan sättas i, figur 2.



*Figur 1 Albertkoppel på Lidingöbanan*



*Figur 2 Albertkoppel efter hopkoppling*

Tidigare användes trumpetkoppel för spårvagnar. Kopplet består av buffertskiva med hål och rörformig koppelhals med hål för sprint. En lös mellandel, med ett hål i vardera ändan, stoppas in i hålet på respektive buffertskiva och låses med en sprint i vardera bufferthalsen. När de två vagnarna närmar sig varandra ska växlaren styra de båda kopplen så att mellandelen träffar hålet. Förutom klämningsrisken mellan buffertskivorna kan kopplen knäcka ut i sidled innan de blivit hopkopplade då vagnarna går mot varandra.

Vanligen används numera automatkoppel av Scharfenbergs och liknande modeller.

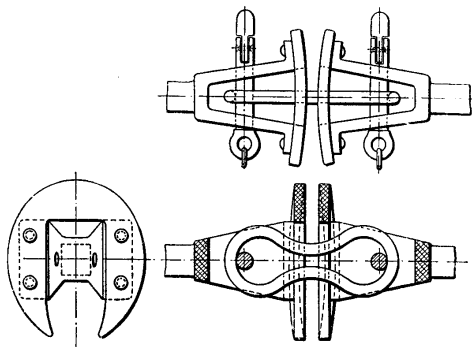


## Centralkoppel för smalspårsbanor

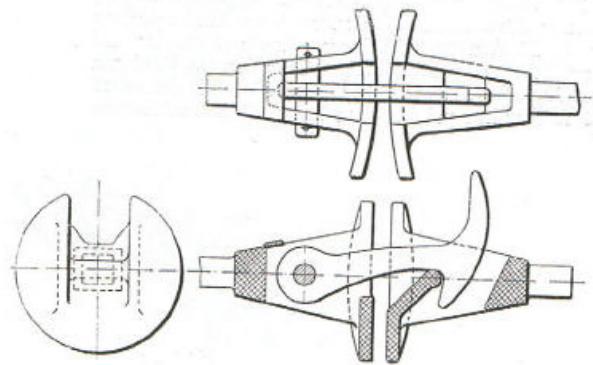
På de flesta smalspårsbanor i Sverige och utomlands användes centralkoppel. Vid de äldsta svenska smalspårsbanorna med 4 fots spårvidd användes dock sidobuffertar med en enkel kedjelänk eller skruvkoppel, men dessa banor lades ner eller breddades tidigt. Centralkoppel infördes på de norska smalspåriga banorna med 1067 mm (3 ½ engelsk fot) spårvidd. Den första järnvägen i Sverige med centralkoppel likt de norska banorna blev Köping-Utterbergs Jernväg (KUJ) som skulle byggas med 1067 mm spårvidd men som pga. flera misstag slutligen fick spårvidden 1093 mm.

En tidig och enkel modell var enkammarbufferten med koppelögla se figur 3. På vissa banor som Stockholm –Roslagens Järnvägar var kammaren och urtaget vänt nedåt. Då hänger öglan nedåt på ett ensamt koppel. På andra banor som Dala-Ockelbo-Norrundets Järnväg och Dannemora-Hargs Järnväg var urtaget vänt uppåt. Om koppelögla då lämnades kvar i ett ensamt koppel kunde öglan lätt skadas om den inte träffade rätt i urtaget på nästa vagns koppel då fordonen gick mot varandra. Sedan man byggt förbindelsejärnvägen Faringe-Gimo uppgick Dannemora-Hargs Järnväg i Stockholm-Roslagens Järnvägar och man vände då kopplarna så de stämde med Roslagsbanans.

Det fanns också enkammarbuffert med en självkopplande hake, se figur 4.



Figur 3 Enkammarbuffert med ögla.

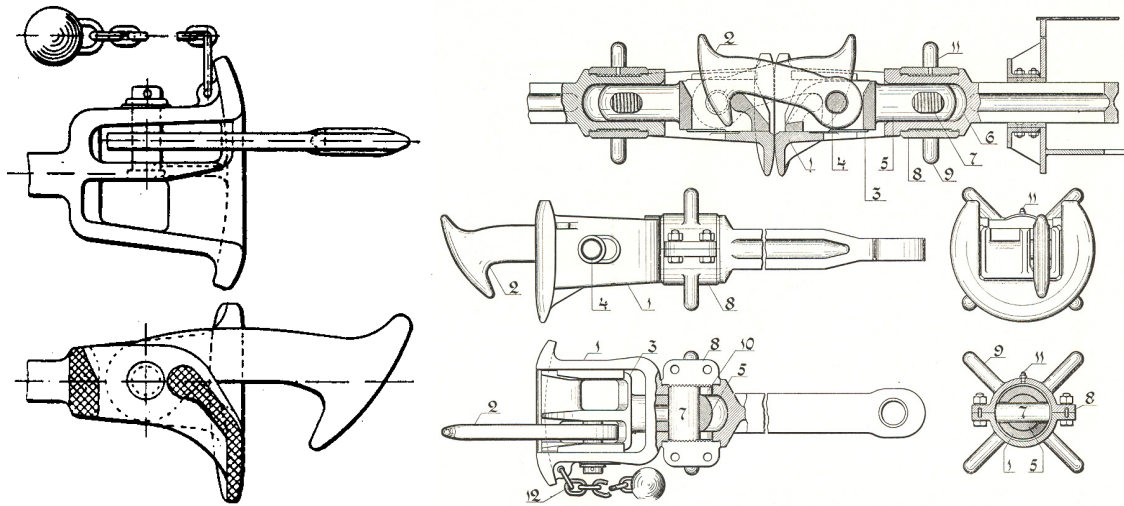


Figur 4 Enkammarbuffert med hake.

En nackdel med enkammarbuffertarna är att på sådana banor där vagnarna kan bli vända när de går i trafiken, kan öglan eller haken vara i fel ända.

Det problemet finns inte vid Klemmings tvåkammarbuffert med självkopplande hake, då kopplarna är lika i båda ändar figur 5.

Eftersom öglan respektive haken alltid måste nå fram med tillräcklig marginal för att med säkerhet kunna kopplas blir det ett spel mellan buffertarna efter hopkopplingen. Detta glapp leder till längsryck i tåget. För att eliminera det infördes hopskrubbara koppel enligt figur 6.



Figur 5 Tvåkammarkoppel

Figur 6 Hopskruvbar tvåkammarbuffert

(Anm.: Figurerna 3 till 6 ur Ångloklära, utgiven av Kungl. Järnvägsstyrelsen).

På Nordmark – Klarälvens Järnväg (NKIJ) infördes koppel av Berglund–Lindencronas modell med fasta klor. Det påminner beträffande de fasta klorna och de plana ytorna som skall styra kopplen till rätt läge om Willison koppel av typ SA-3 som används i Ryssland och i den svenska malmtrafiken. Men kopplen på NKIJ saknade regel för hoplåsningen. De hade i stället gafflar för att låsa kopplen till varandra. Figur 7 visar ett koppel med en lös gaffel som ligger ovanpå kopplet. Figur 8 visar kopplet hoplåst med de två gafflarna på plats.



Figur 7 NKIJ koppel med en lös gaffel



Figur 8 NKIJ koppel med gafflarna på plats

På banor med mycket liten spårvidd, t ex 600 mm och på en del banor med bredare smalspår i Centraleuropa användes centralkoppel där dragkraften överförs med ett skruv- eller kättinglänkkoppel på vardera sidan av bufferten. De är fästade till ändarna på ett liggande ok för utbalansering varför de inte påverkas av fordonens gång i kurvor. Ett länkkoppel består av tre länkar, de yttre är ovala öglor och den mellersta är triangelformad med två lika långa sidor och den tredje sidan kortare. Den korta sidan används för att förkorta kopplet.

De flesta smalspårsbanorna hade dessa enkla koppel med ögla eller med dubbelkammare och hake. När Roslagsbanan elektrifierades och man började köra persontåg med påskjutande dragfordon i tågets bakre ända krävde Väg och Vattenbyggnadsstyrelsen som då var inspektionsmyndighet att man övergick till Scharfenbergskoppel. Efter hopkoppling bildar det ett stelt koppel (likt en rak stång) mellan infästningspunkterna. Därmed minskas de tvärkrafter som kopplen utövar på vagnarna vid påskjutning och därmed risken för urspårning.

Scharfenbergskoppel är ett relativt modernt automatiskt koppel med tät hopkoppling och obetydligt spel vilket ger tyst och ryckfri gång i tåget. El- och luftledningar kan integreras i kopplet.

## Äldre normalspårskoppel

Normal och bredspåriga järnvägar hade ofta sidobuffertar och skruvkoppel. Långt tillbaka användes kättinglänkar i stället för skruvkoppel. I Europa används fortfarande skruvkoppel och sidobuffertar på godståg och konventionella lokdragna persontåg.

Skruvkopplet kräver att växlaren står i spåret mellan fordonen vid koppling och isärkoppling. Det medför risk för personsador, inte minst klämningsrisk mellan buffertarna. Ytterligare klämningsrisker finns särskilt vid personvagnar där skydden vid övergångsbryggorna går emot varandra.

Skruvkopplet behöver spännas manuellt genom att handtaget ”svängeln” dras runt. Vid isärkoppling kan det behövas att loket trycker mot tåget för att pressa in buffertarnas fjädring så att dragkraften i skruven minskas för att växlaren skall orka med att lossa skruven. Det gäller särskilt när tåget står på ett kurvspår och innersidan buffertar inpressade. Manöver kallas ”kopplet” och det finns en särskild signal för detta som kan avges till föraren med armarna eller i mörker med signallykta från sidan av tåget.

Misslyckas växlaren med att lägga på kopplet då loket går emot vagnar som är som inte är parkeringsbromsade kan de komma i rullning vilket är en säkerhetsrisk..

På Nordamerikas järnvägar användes ursprungligen inte skruvkoppel och buffertar utan ett speciellt centralkoppel, ”Link and pin”, som var synnerligen svårhanterligt och farligt.

## Bilaga 2

### Litteratur och referenser

#### Allmänt om järnvägssystem, tågfordon, bromssystem, koppel, stabilitets- och urspårningsproblem

Evert Andersson, Mats Berg: *Järnvägssystem och spårfordon, del 1 och 2*, KTH Järnvägsteknik

#### Automatkoppel

##### Automatkoppel, drag och stötinrättningar inom AAR

Railway Age October 2000: *Slack is the enemy*

##### Automatkoppelsystem inom UIC

Erich Schmidt: *Der Weg zur europäischen selbsttätigen Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

Erich Schmidt: *Kurzer Überblick über den Stand der Vorbereitungen zur Einführung einer Selbsttätigen Kupplung in Europa*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

Walter Scarfenberg: *Eine Automatische Mittelpufferkupplung für die europäischen Eisenbahnen*, Glasers Annalen 89, Nr 10 Oktober 1965

*History of the European Automatic Center Coupler for Goods Wagons*, artikel på Internet: [http://people.freenet.de/amktreff/amkenglish/geschichteamk\\_e.htm](http://people.freenet.de/amktreff/amkenglish/geschichteamk_e.htm)

B. Jatterjee, B. Hetterscheidt und J. Bensch: *Die SAB WABCO C-Akv-Güterwagenkupplung bei der SNCF*, Eisenbahn Technische Rundschau 4, April 2002, sid 207-211

Jan-Olof Åkerström, Dellner Couplers, Falun, Privat kommunikation

Anders Svedbo, Dellner Coupler, Falun, Privat kommunikation

Jörg Bensch, SAB WABCO, Remscheid, Tyskland: Privat kommunikation

Nils Möhle, SAB WABCO, Remscheid, Tyskland: Privat kommunikation

## Automatkoppel, erfarenheter vid LKAB/MTAB malmtrafik

Ove Samuelsson, LKAB/MTAB, Privat kommunikation

Christer Wiklund, LKAB/MTAB, Privat kommunikation

Tord Karlsson, LKAB/MTAB, Privat Kommunikation

## Automatkoppel vid VR Finland

Robert Lindholm, VR, Finland, Privat kommunikation

## Om tryckkrafter och urspårningssäkerhet vid automatkoppel inom UIC

B Janke: *Entgleisungssicherheit von Güterwagen mit automatischer Mittelpufferkupplung*, Glasers Annalen 90 Jahrgang / Heft 10 Oktober 1966

Nikolaas H. C. E. Zeevenhooven: *Einige Betrachtungen zum Entgleisungsproblem unter besonderer Berücksichtigung der Einführung der Automatischen Kupplung*, Glasers Annalen 94, Nr 2/3 1970, Februar-März

B. Chatterjee ud J. Bensch: *Steigerung der Sicherheit im Eisenbahn-Güterverkehr bei Einsatz der vereinfachten kompakten automatischen Mittelpufferkupplung*, ZEV+DET Glas. Ann. 123 (1999) 1 Januar

Evert Andersson, Mats Berg: *Järnvägssystem och spårfordon, del 2, kapitel 17.9*, KTH Järnvägsteknik