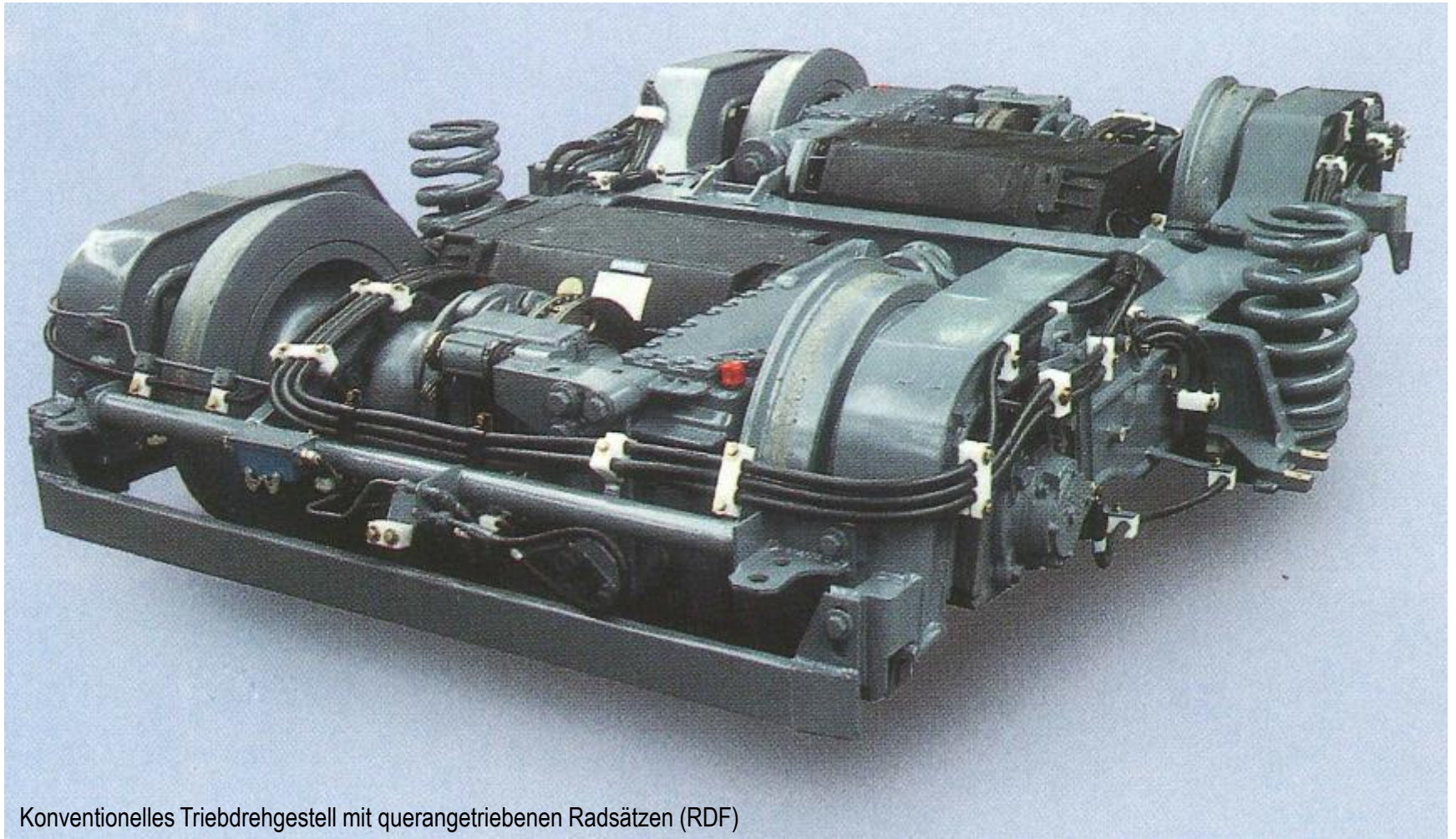


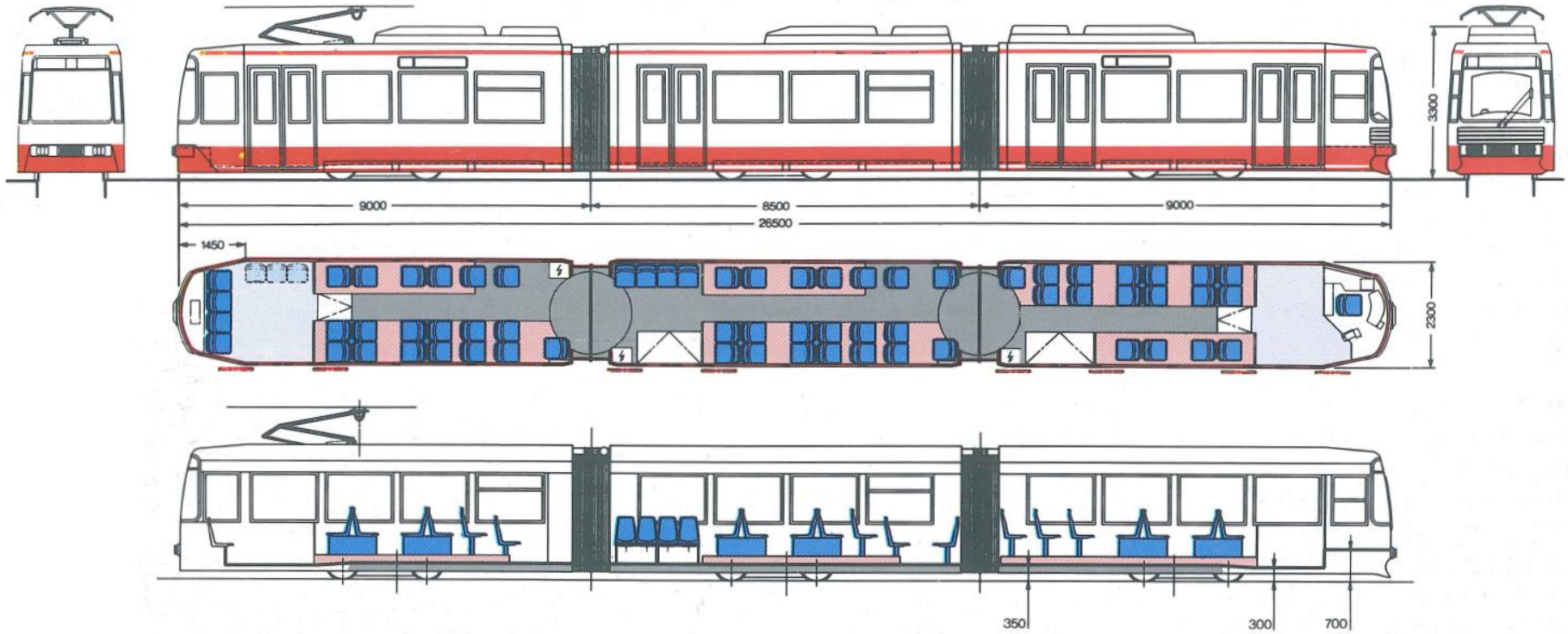
- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1. Einführung                            | <i>Dipl.-Ing. H. Fricke</i>       |
| 2. Fahrdynamik SPNV                      | <i>Dipl.-Ing. T. Bregulla</i>     |
| <b>3. Fahrwerke und Spurführung SPNV</b> | <i>Dipl.-Ing. H. Fricke</i>       |
| 3.0 Einführung                           |                                   |
| 3.1 Unterschiede BOStrab – Vollbahn      |                                   |
| 3.2 Fahrwerksgestaltung                  |                                   |
| 3.3 Ausgewählte Fahrwerke                |                                   |
| 4. Elektrische Antriebstechnik           | <i>Dipl.-Ing. N. T. Wittemann</i> |
| 5. Bremstechnik SPNV                     | <i>Dipl.-Ing. H. Fricke</i>       |



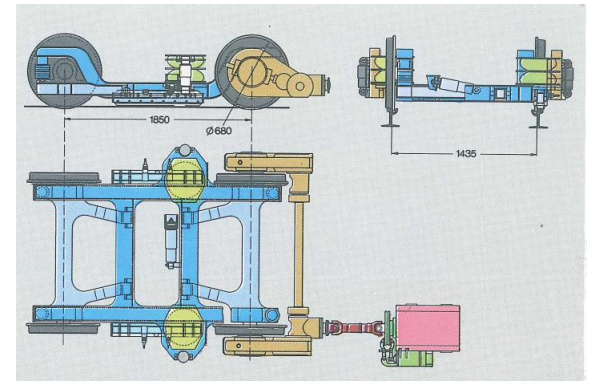
Konventionelles Triebdrehgestell mit querangetriebenen Radsätzen (RDF)

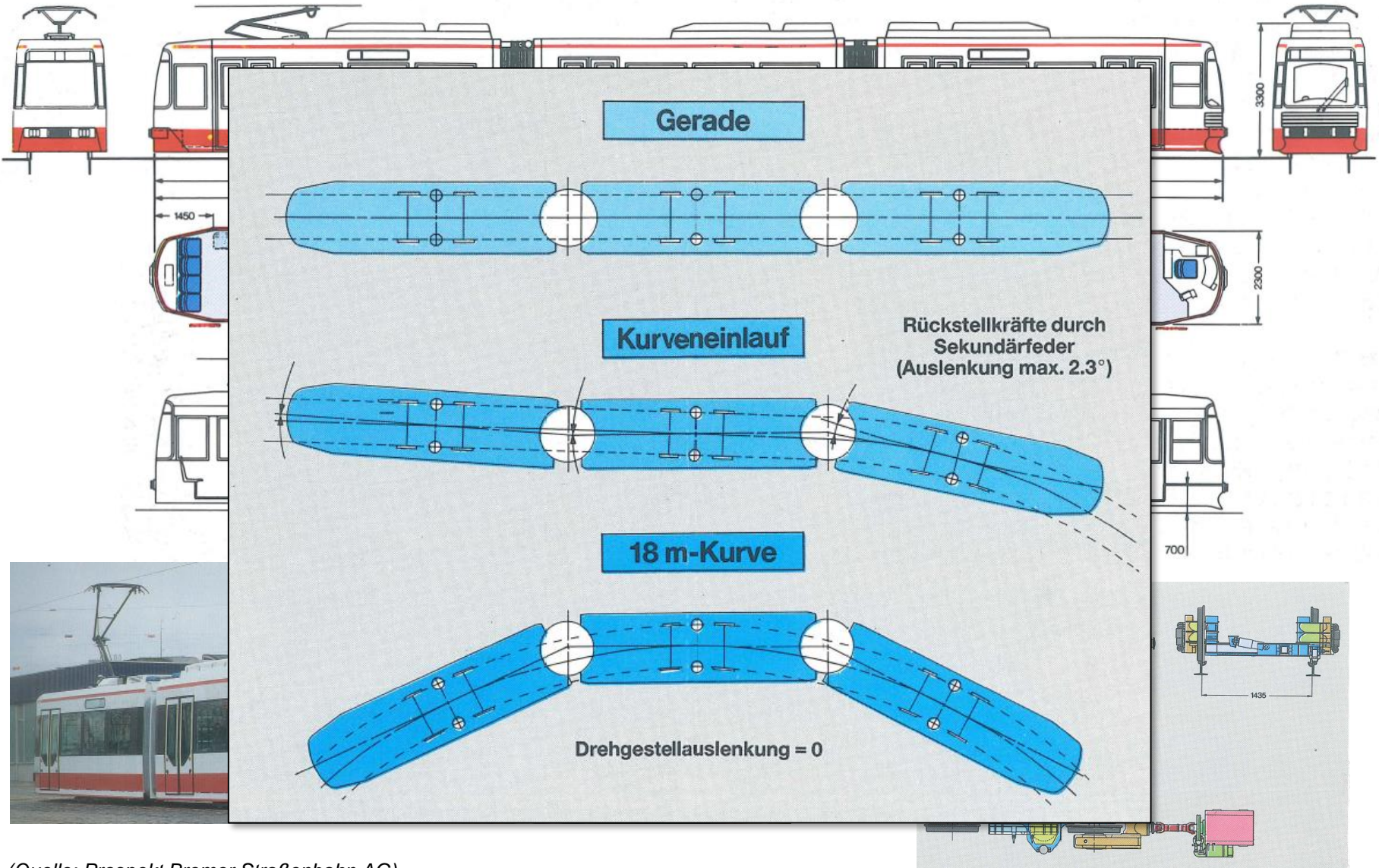
*(Quelle: DUEWAG AG: Prospekt MGT 6 D)*

# Folie GT6N



(Quelle: Prospekt Bremer Straßenbahn AG)



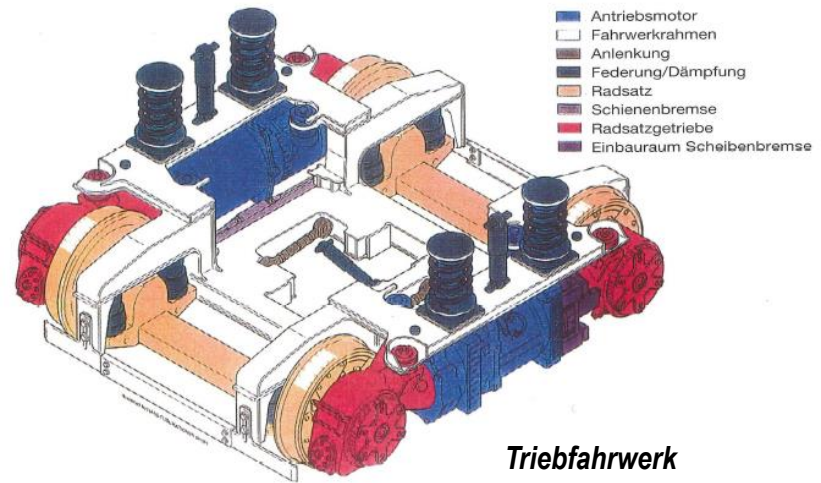
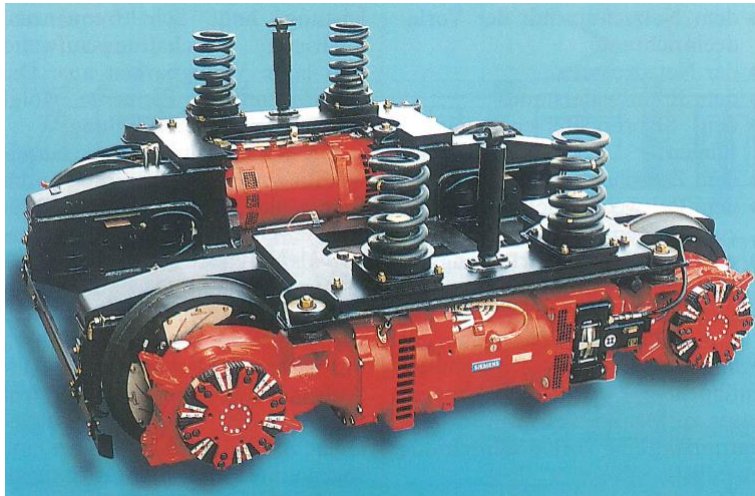
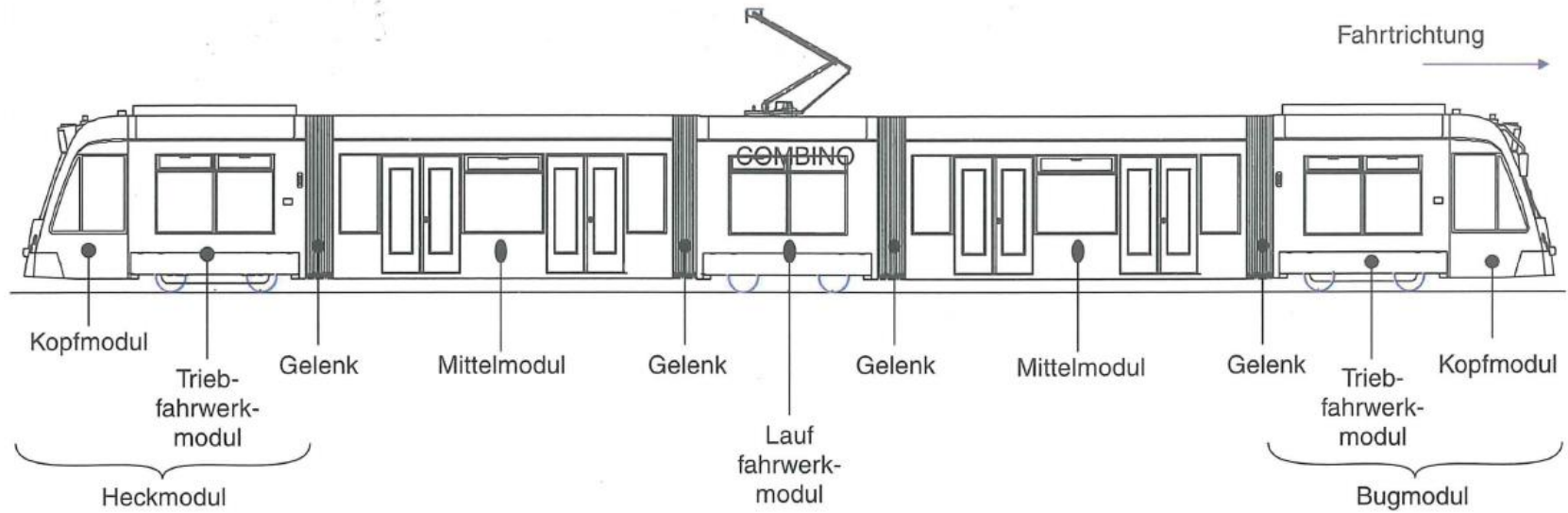


(Quelle: Prospekt Bremer Straßenbahn AG)

# Folie Vergleich ausgewählter SPNV-Fahrwerke

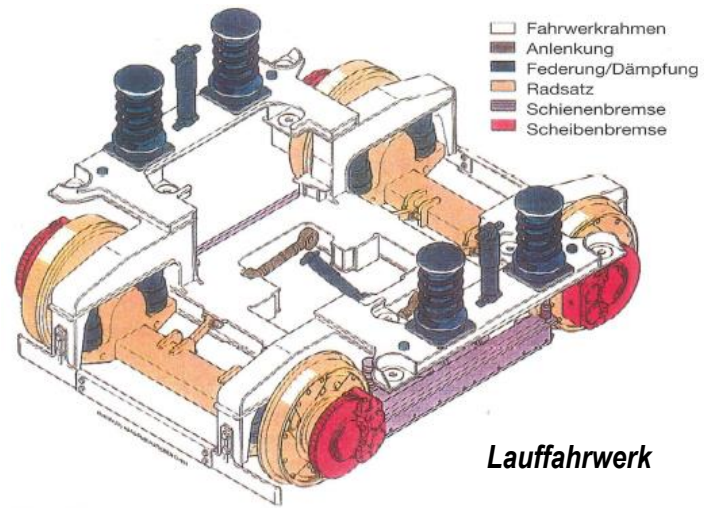
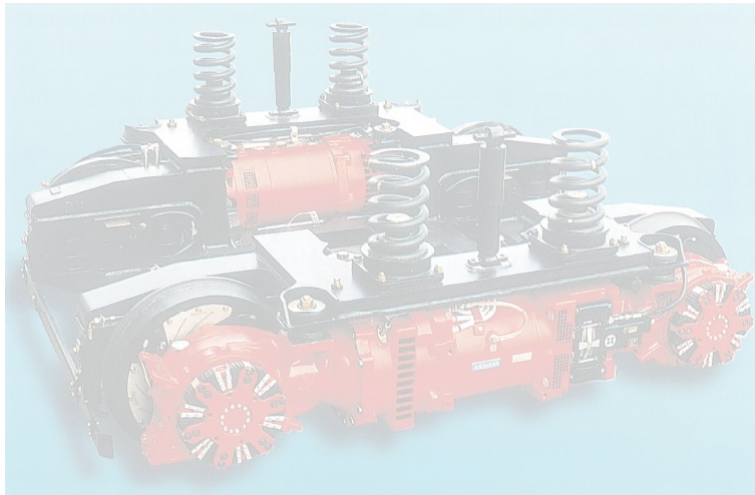
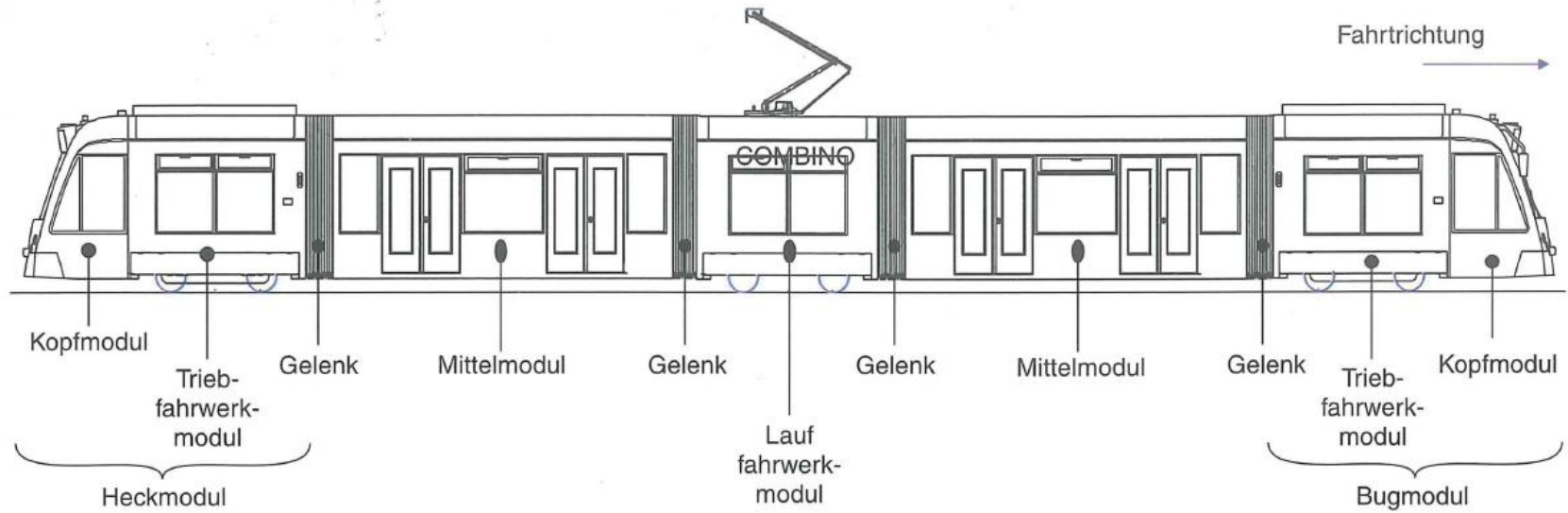
	GT6N					
Spurführungsprinzip	LFW: Radpaar, TFW: Kombination Radpaar/Radsatz					
unabgefederte Masse	gering					
Radialeinstellung im Gleisbogen	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$					
Verschleißverhalten	Radpaare günstig					
Lärminderung	Radpaare günstig					
Fahrkomfort	sehr gut, zweistufige Federung					

# Folie Combino

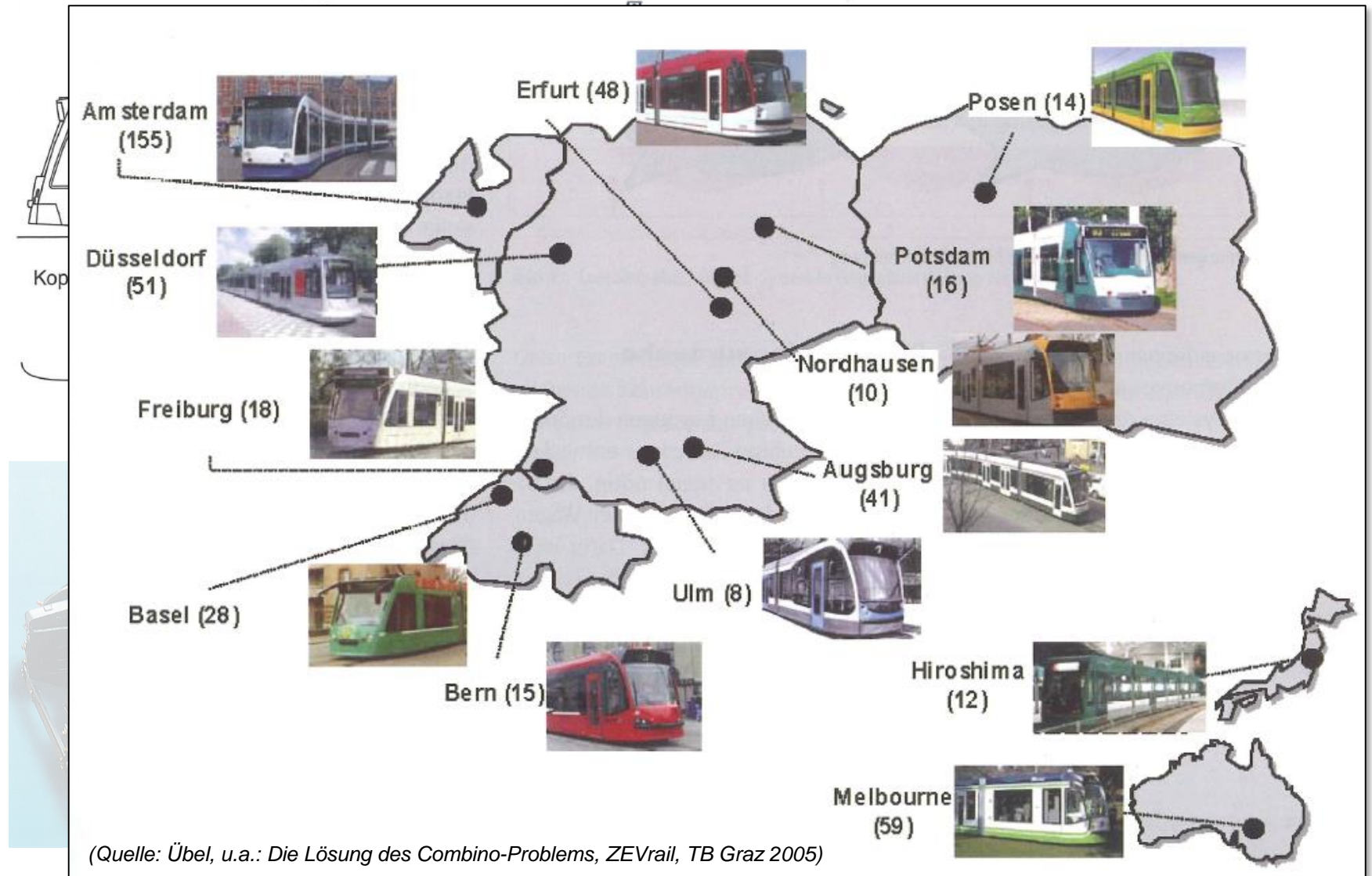


(Quelle: Walcher: Combino®-Niederflurstraßenbahnen ..., EB (1999)9 & Walcher: Der Combino® für Potsdam, ETR (1999)6)

# Folie Combino



(Quelle: Walcher: Combino®-Niederflurstraßenbahnen ..., EB (1999)9 & Walcher: Der Combino® für Potsdam, ETR (1999)6)

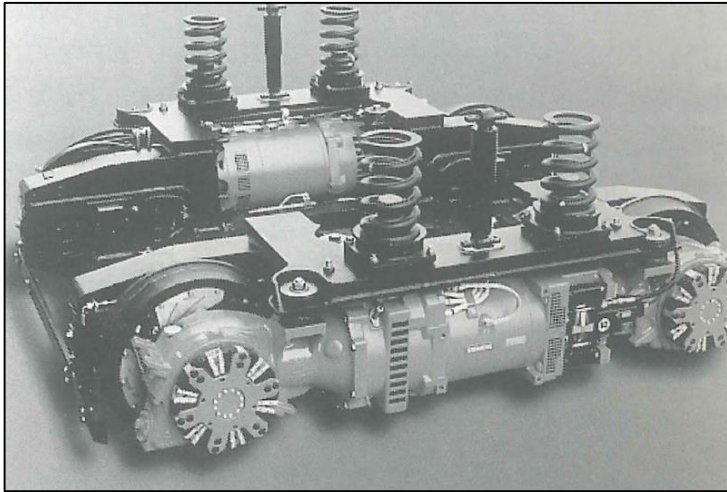


(Quelle: Walcher: Combino®-Niederflurstraßenbahnen ..., EB (1999)9 & Walcher: Der Combino® für Potsdam, ETR (1999)6)

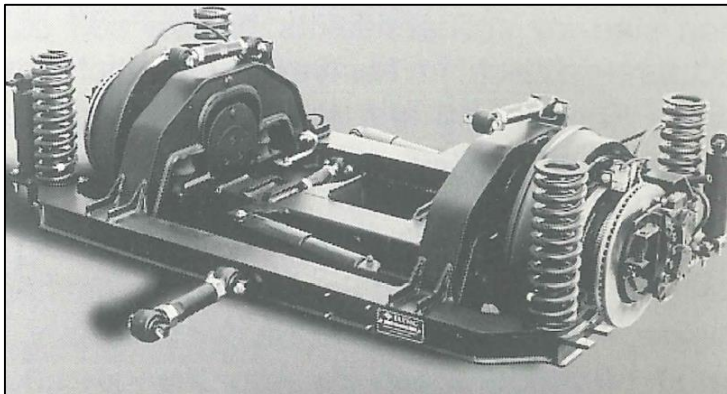
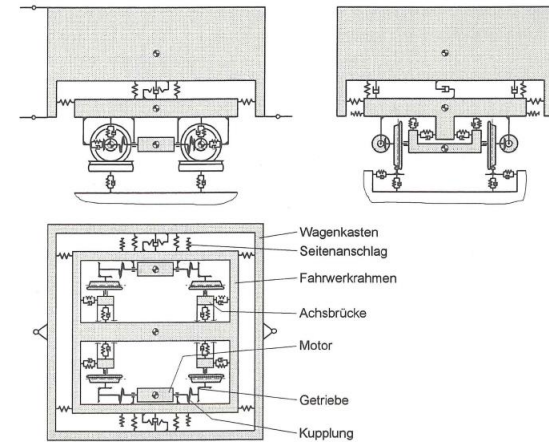
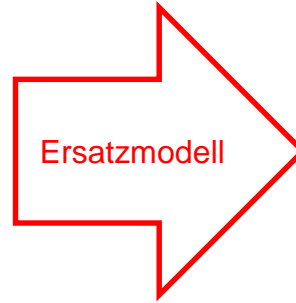
# Folie Vergleich ausgewählter SPNV-Fahrwerke

	GT6N	Combino				
Spurführungsprinzip	LFW: Radpaar, TFW: Kombination Radpaar/Radsatz	LFW: Radpaar, TFW: elektrisch gekoppelter Radblock				
unabgefederte Masse	gering	gering				
Radialeinstellung im Gleisbogen	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$				
Verschleißverhalten	Radpaare günstig	Radpaare günstig, weiche elektrische Kopplung der Radblöcke → verschleißmindernd				
Lärminderung	Radpaare günstig	Radpaare günstig				
Fahrkomfort	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung				

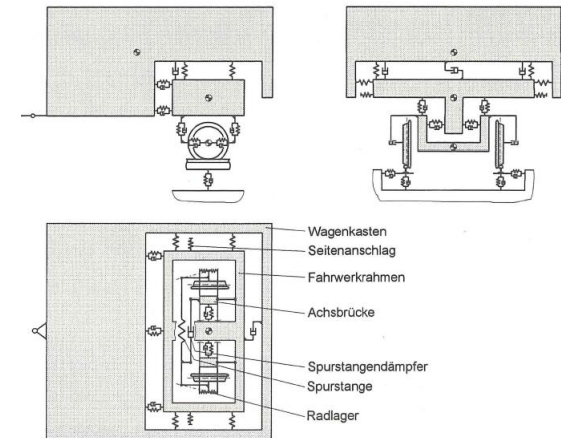
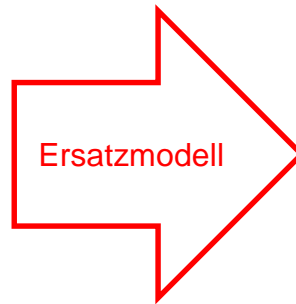
# Folie Combino – Untersuchungen am Prototyp



Triebfahrwerk mit Radblockantrieb

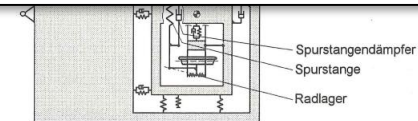
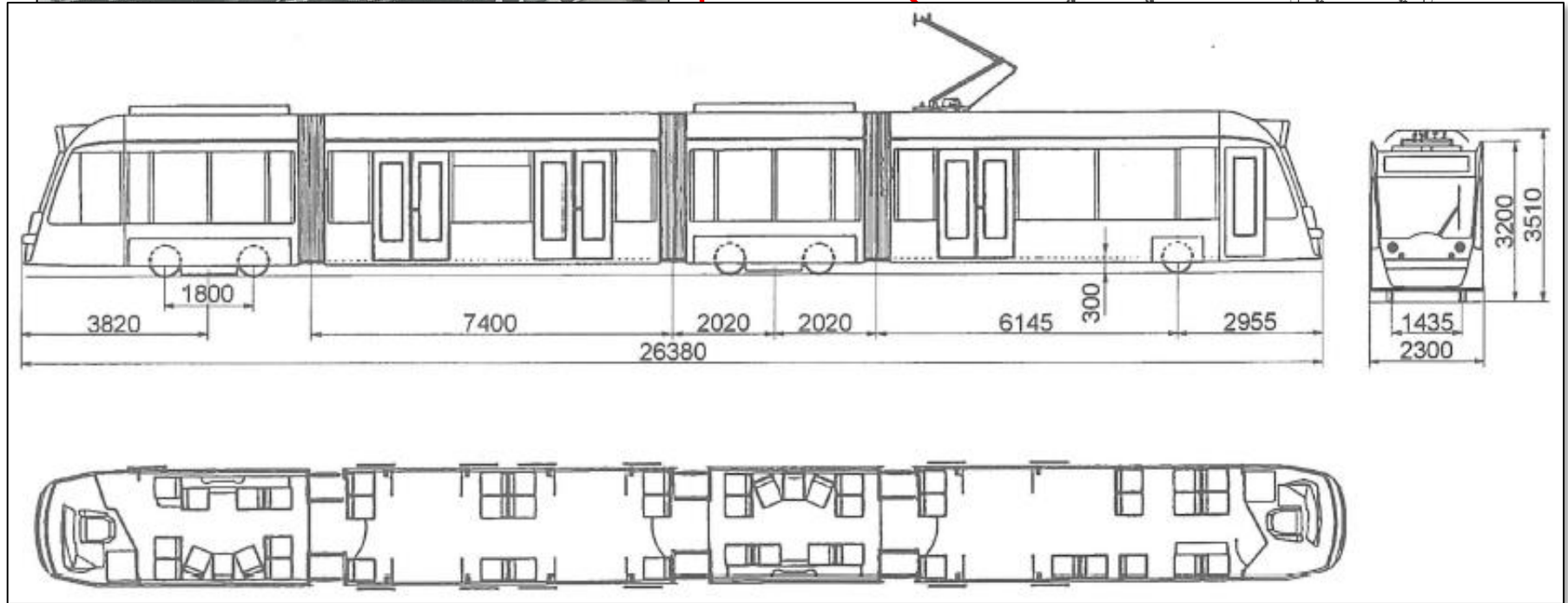
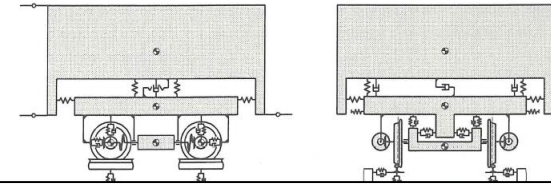
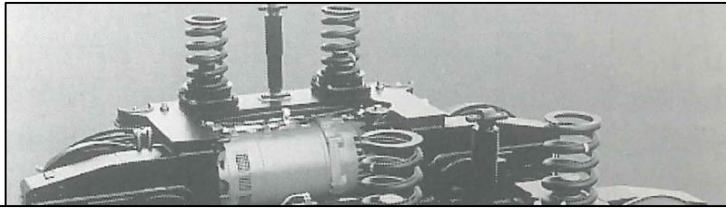


Selbstregelndes Einzelrad-Einzelfahrwerk EEF



(Quelle: Schindler, Seiber, u.a.: Fahrdynamische Auslegung des Combino, Der Nahverkehr (1996)12)

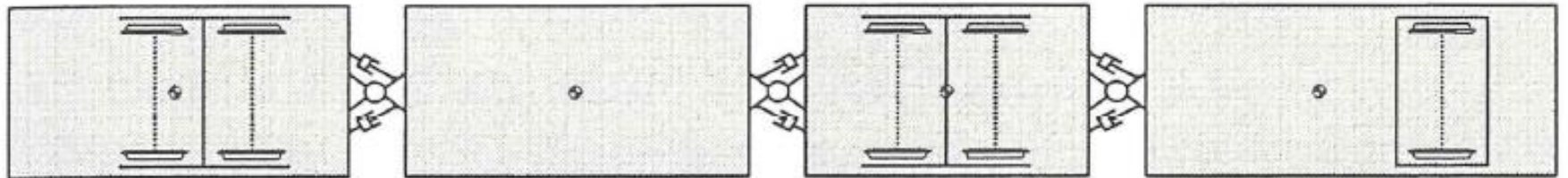
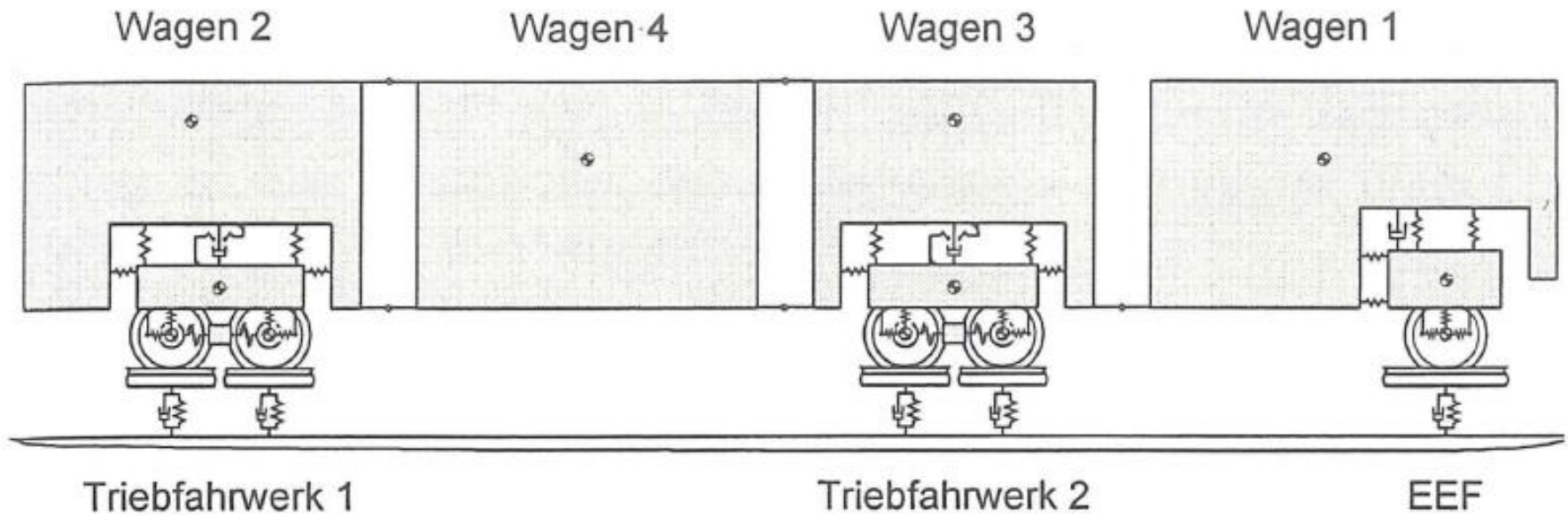
# Folie Combino – Untersuchungen am Prototyp



Selbstregelndes Einzelrad-Einzelfahwerk EEF

(Quelle: Schindler, Seiber, u.a.: Fahrdynamische Auslegung des Combino, Der Nahverkehr (1996)12)

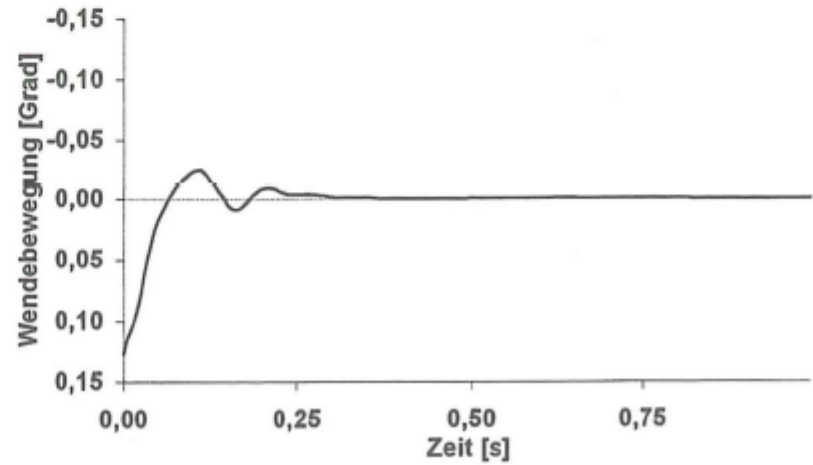
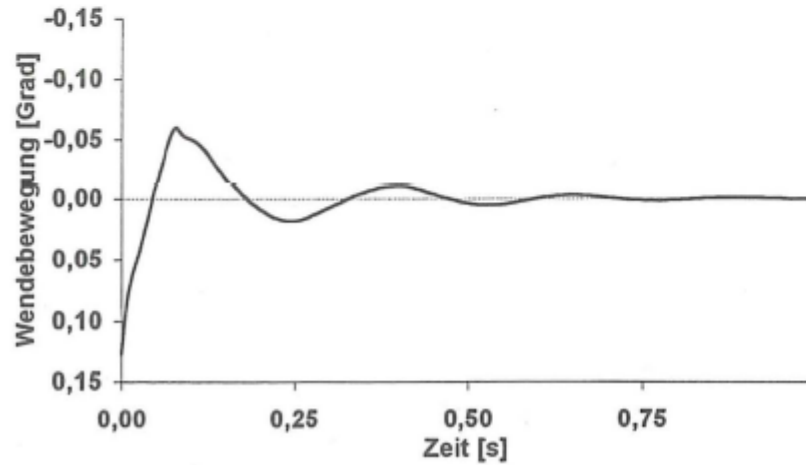
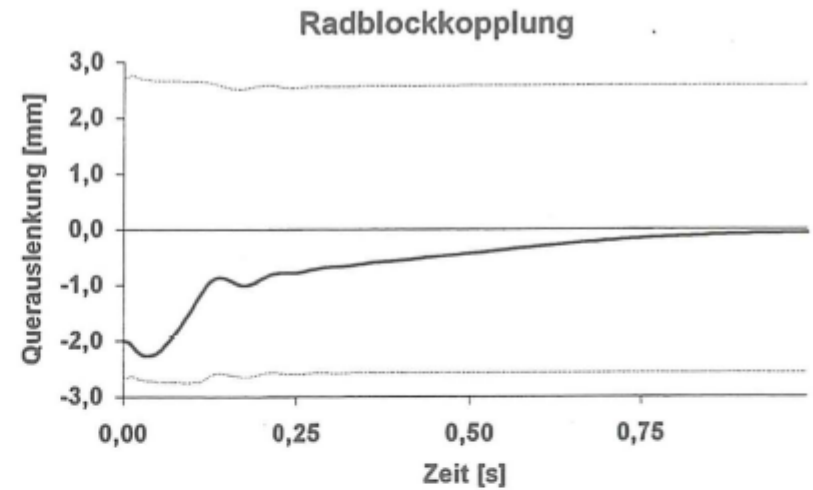
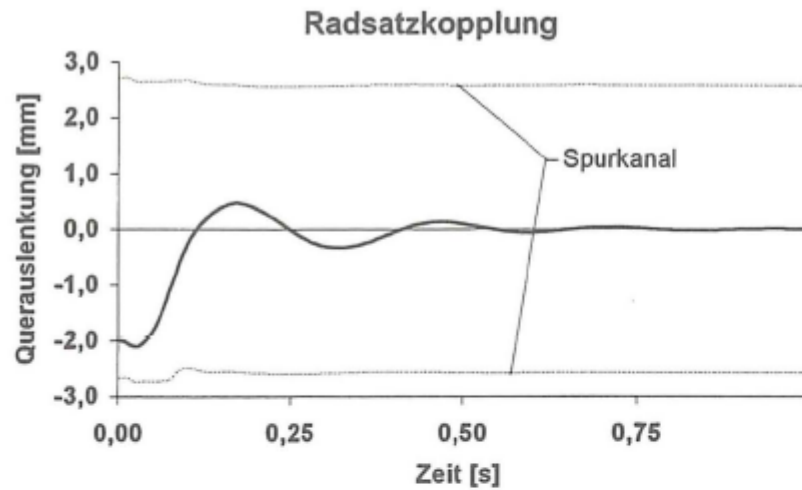
# Folie Combino – Untersuchungen am Prototyp



Ersatzmodell

(Quelle: Schindler, Seiber, u.a.: *Fahrdynamische Auslegung des Combino, Der Nahverkehr* (1996)12)

## Ergebnisse - Abklingverhalten Triebfahrwerk im Vergleich zum Radsatz

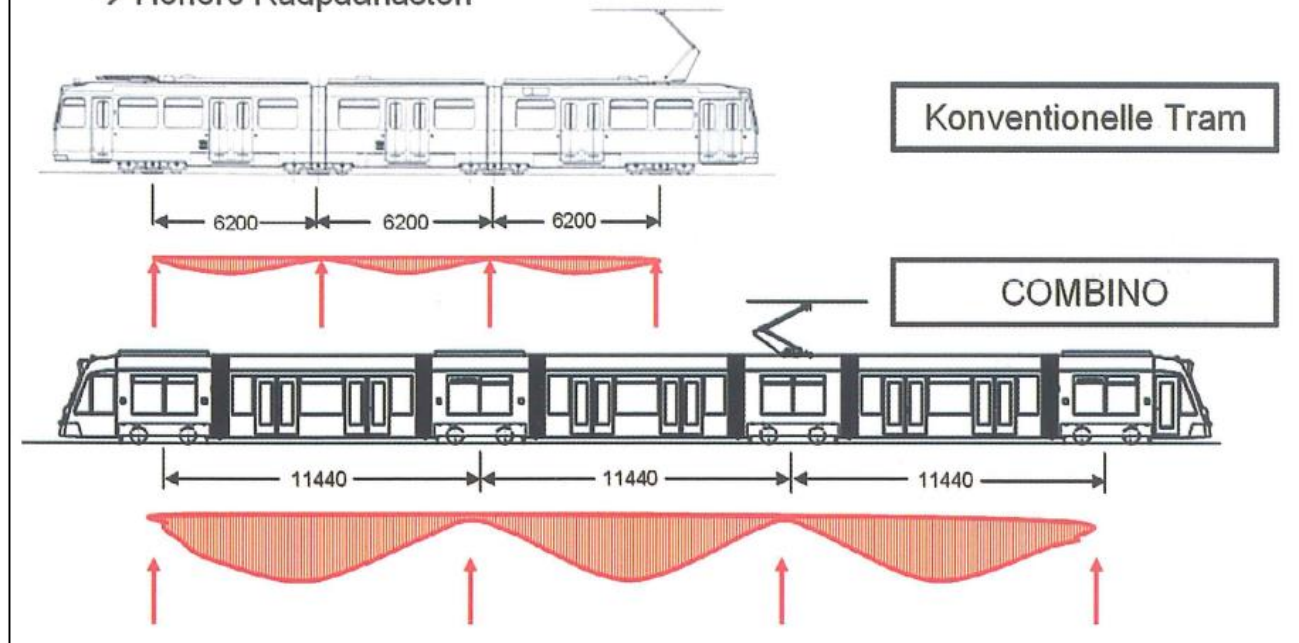


(Quelle: Schmidt, Seiber, u.a.: Fahrdynamische Auslegung des Combino, DLR Hannover (1996) 12)

## Hauptunterscheidungsmerkmale Combino zu konventioneller Straßenbahn:

- Multi-Gelenk-Fahrzeugkonzept
- Niederflurbauweise
- kaltgefügte Aluminium-Leichtbauweise

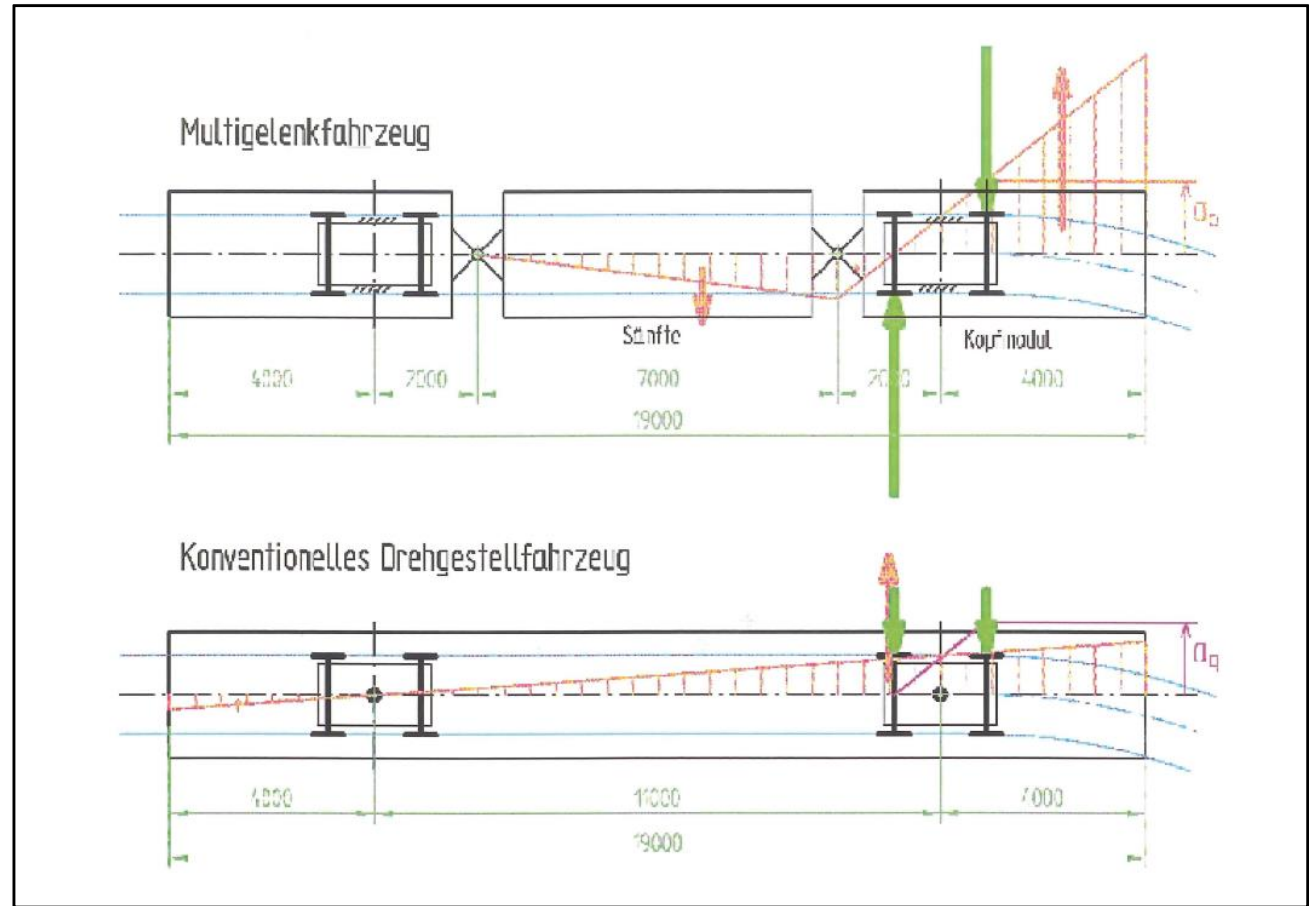
- Vergleich zwischen Combino-Multi-Gelenk-System und konventioneller Tram
  - Größere Fahrwerksabstände
  - Drehsteife Anbindung Fahrwerk an Wagenkastenmodul (2-Achsenprinzip)
  - Höhere vertikale Schnittlasten und größere Durchbiegungen
  - Schwebende Gelenkpunkte horizontal und vertikal belastet
  - Höhere Radpaarlasten



(Quelle: Übel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)

## Hauptunterscheidungsmerkmale Combino zu konventioneller Straßenbahn:

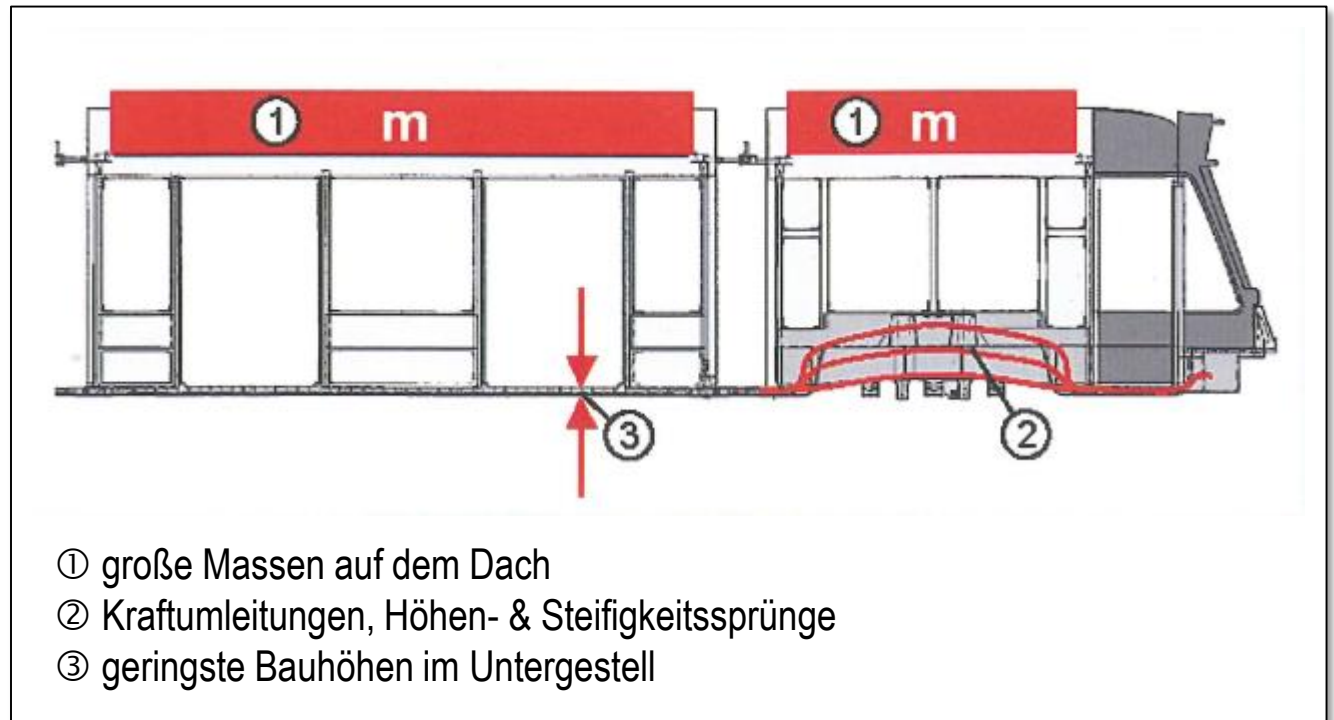
- Multi-Gelenk-Fahrzeugkonzept
- Niederflurbauweise
- kaltgefügte Aluminium-Leichtbauweise



(Quelle: Übel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)

## Hauptunterscheidungsmerkmale Combino zu konventioneller Straßenbahn:

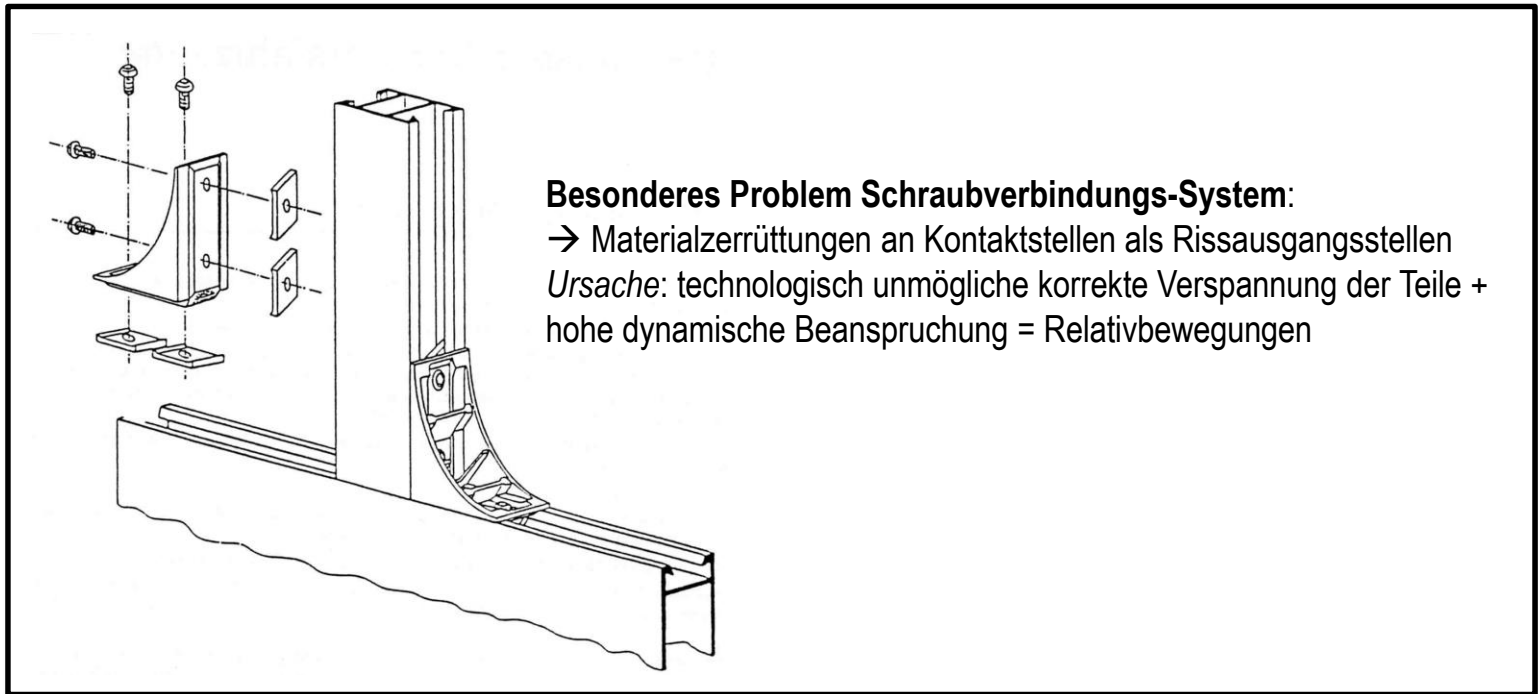
- Multi-Gelenk-Fahrzeugkonzept
- Niederflurbauweise
- kaltgefügte Aluminium-Leichtbauweise



(Quelle: Übel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)

## **Hauptunterscheidungsmerkmale Combino zu konventioneller Straßenbahn:**

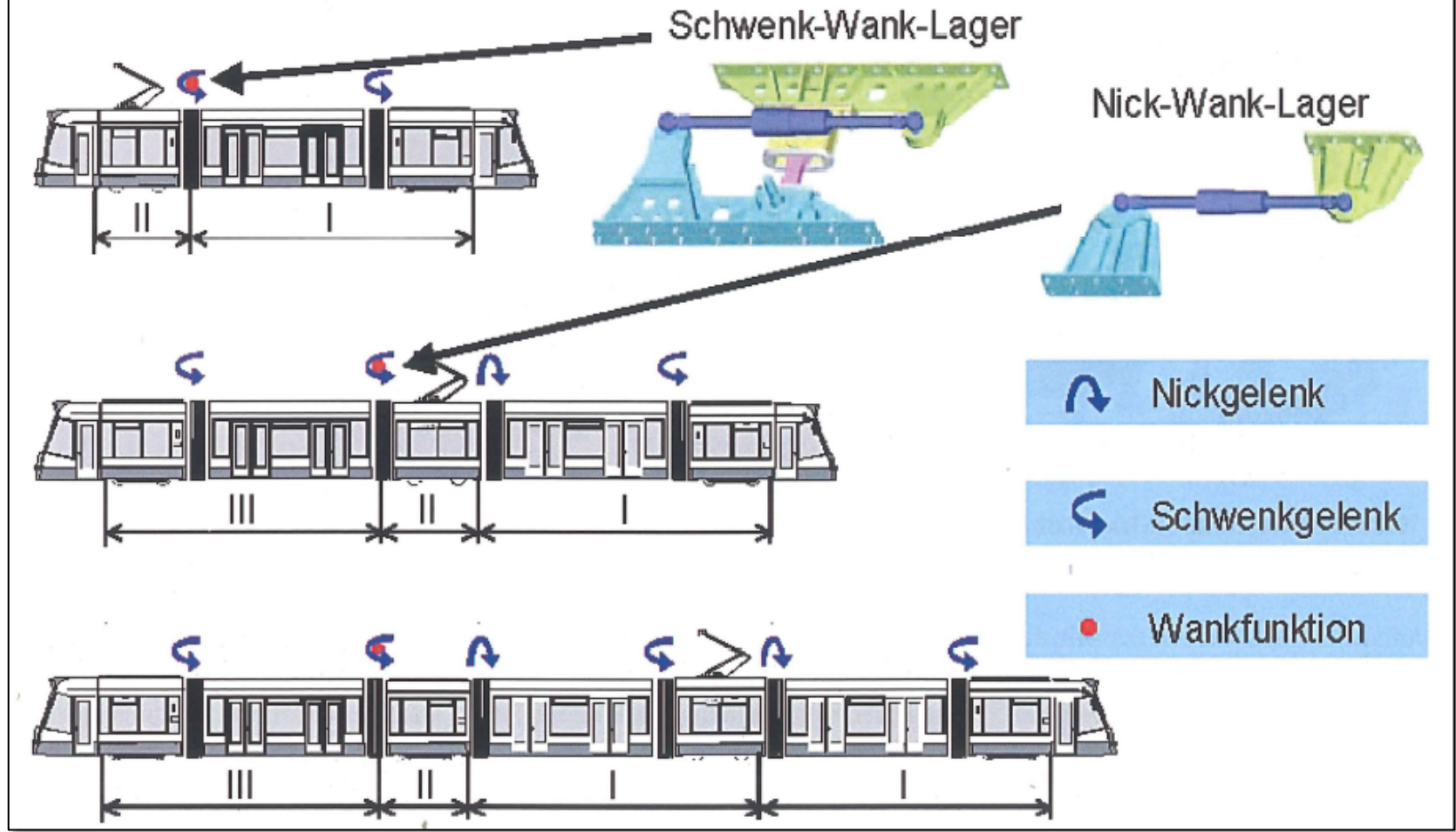
- Multi-Gelenk-Fahrzeugkonzept
- Niederflurbauweise
- kaltgefügte Aluminium-Leichtbauweise



(Quelle: Übel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)

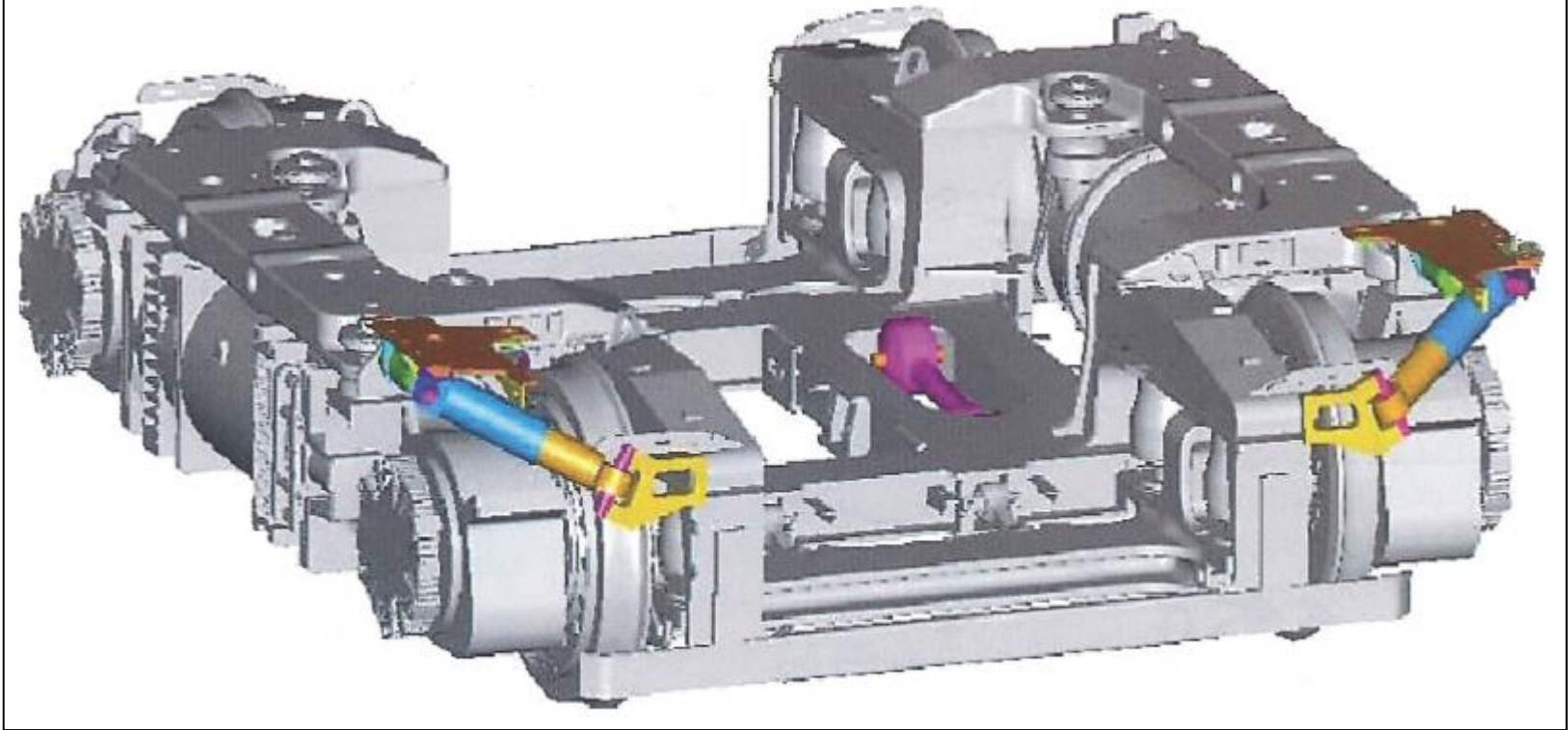
# Folie Combino – Technische Probleme – Lösung

- Ziel: Entkopplung der Wankbewegung
- Umsetzung: Begrenzte Freistellung in Querrichtung an den oberen Gelenken



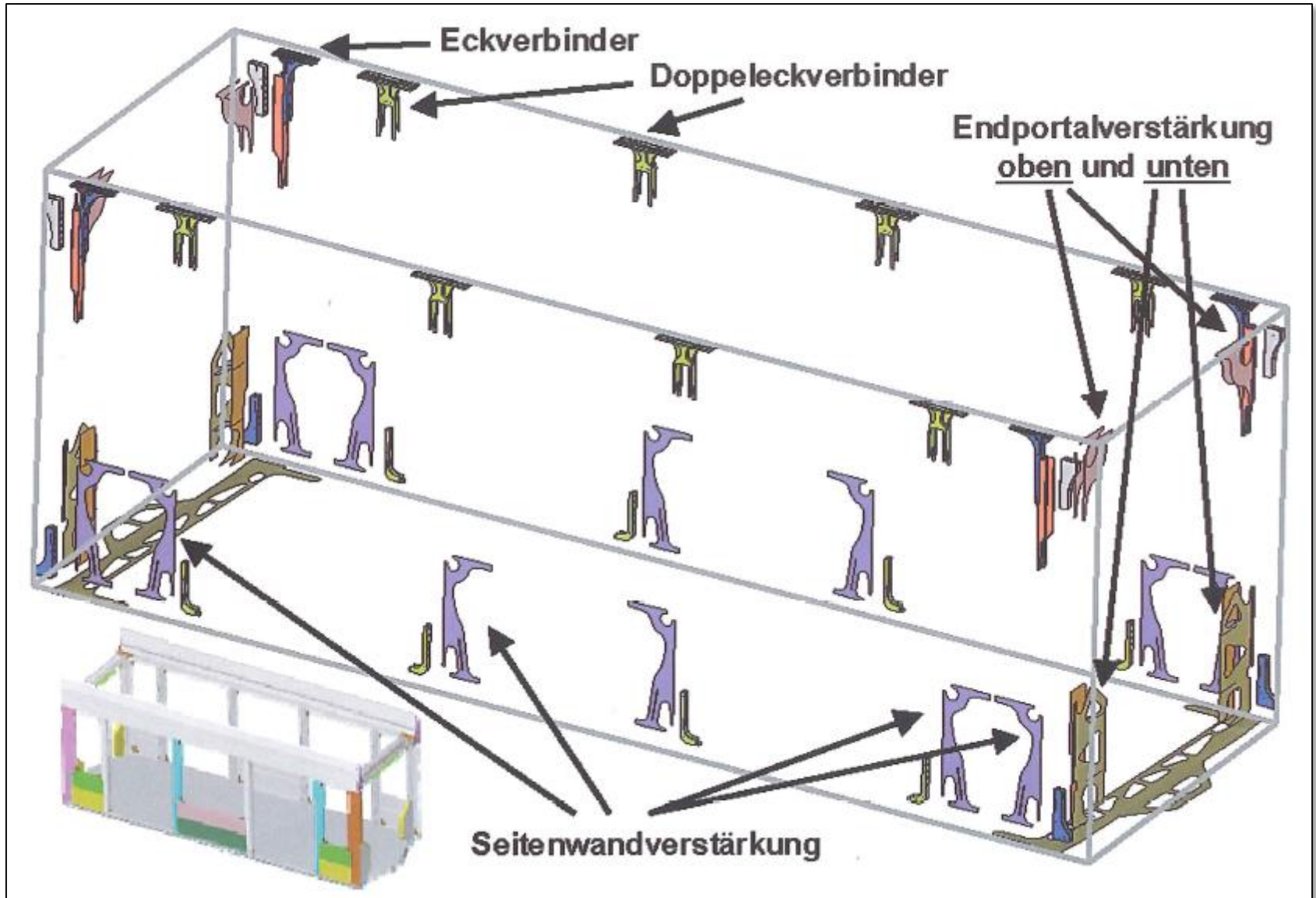
(Quelle: Übel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)

- Ziel: → Absenkung der Fahrwerkskräfte durch Verzehr von Stoßenergie
- Umsetzung:
  - Anlenkung des Fahrwerks mittels Dämpfer
  - Optimierte Kraffteinleitung in Struktur



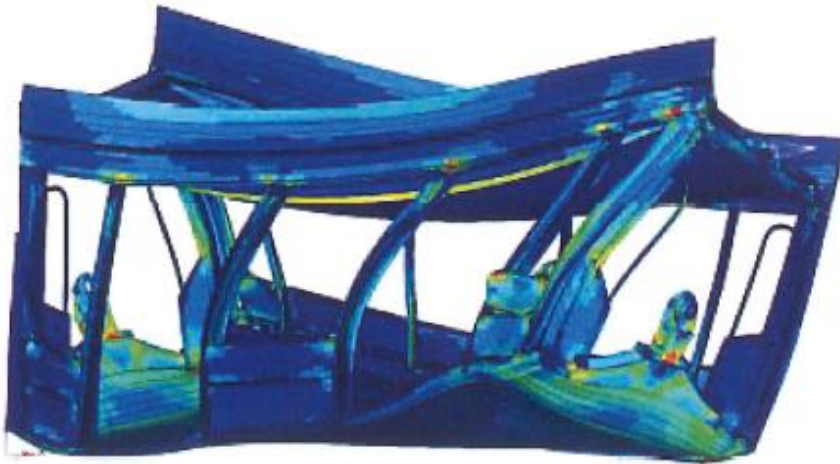
(Quelle: Übel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)

# Folie Combino – Technische Probleme – Lösung



(Quelle: Ubel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)

## Betriebsfestigkeitsnachweis



Auslieferungszustand

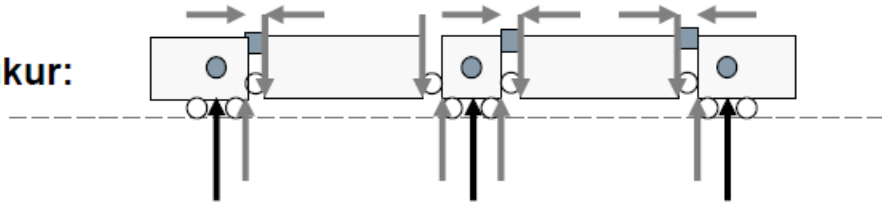


Sanierter Zustand

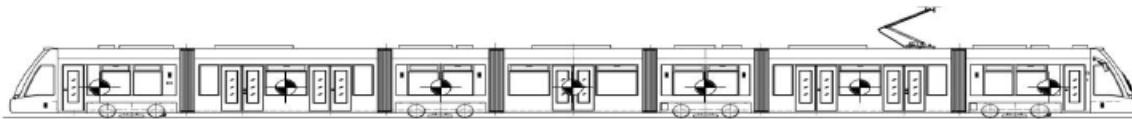
*(Quelle: Übel, u.a.: Die Lösung des Combino-Problems, ZEVrail, TB Graz 2005)*

# Folie Combino-Nachfolger Avenio

**Schnittkräfte auf  
Wagenkastenstruktur:**



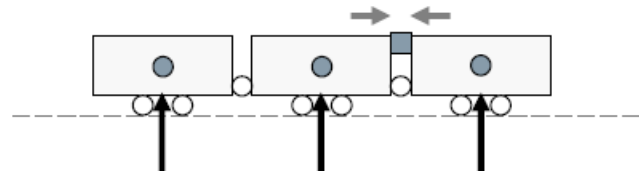
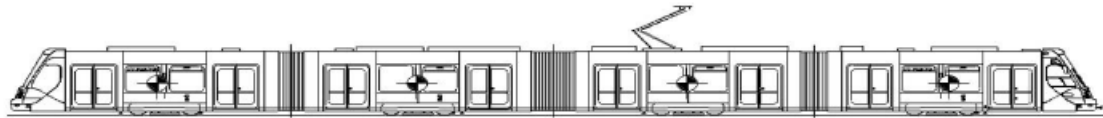
- **Schwerpunkt der Sänfte erzeugt Momente im Gelenkbereich**
- **Führung Gelenkpunkt zur Gleismittelnachse durch Momente von drehsteifen Fahrwerk auf Wagenkasten**



Combino



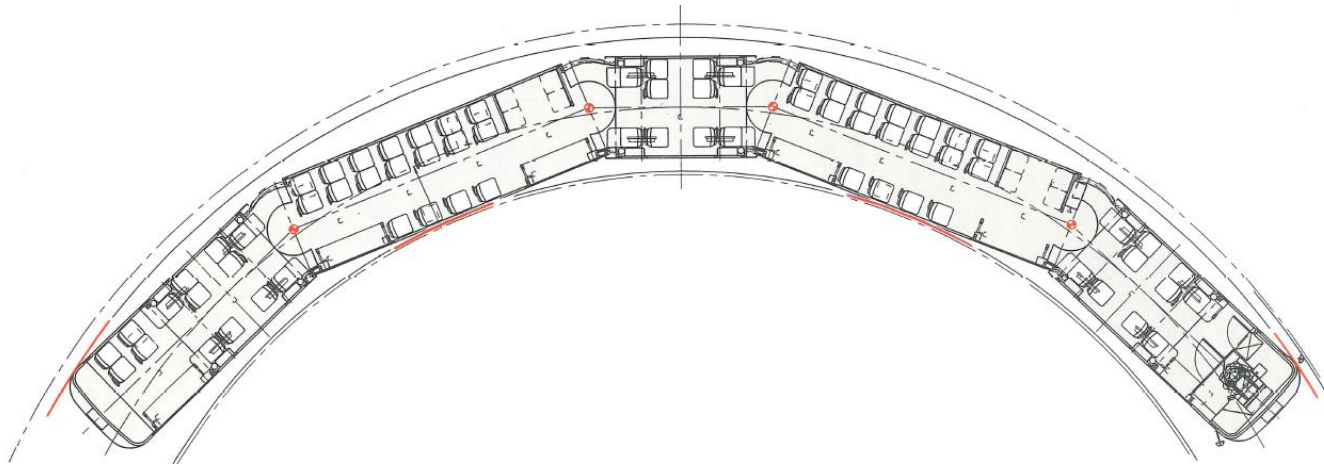
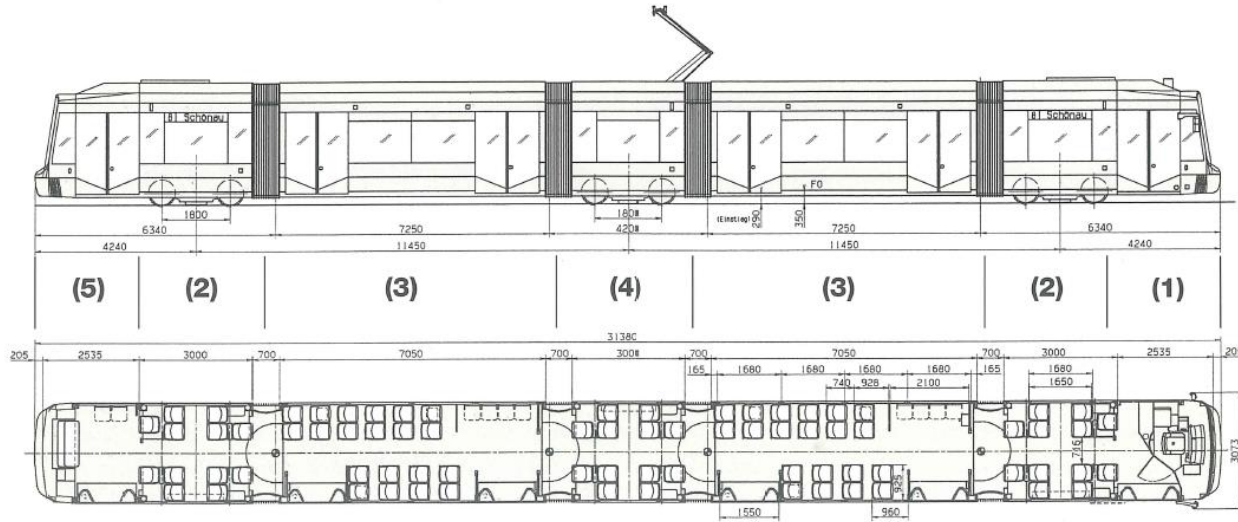
Avenio



- **Schwerpunktlage erzeugt kaum Momente im Gelenkbereich**
- **Drehgestellprinzip erzeugt geringe Führungskräfte auf Wagenkasten**

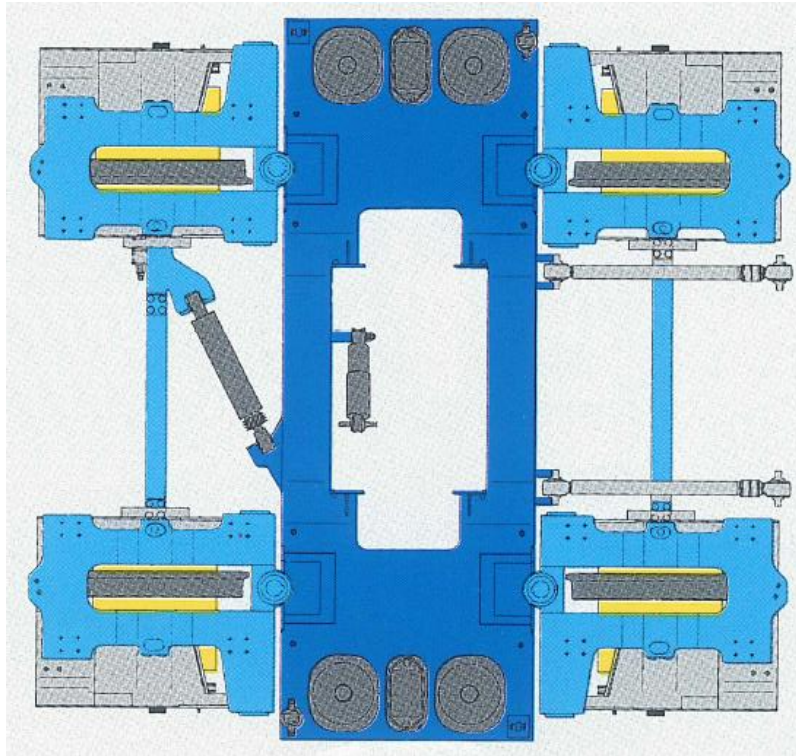
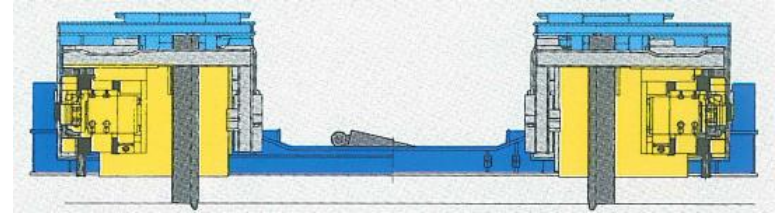
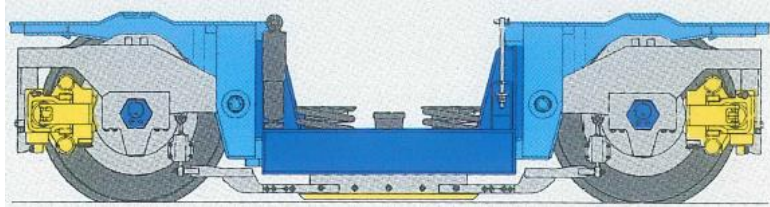
(Quelle: Übel, Rennert, u.a.: Vom Combino zum Avenio, Vortrag 2013)

# Folie Variobahn



(Quelle: ABB Henschel AG: Die Variobahn, Prospekt)

# Folie Variobahn – Triebfahrwerk

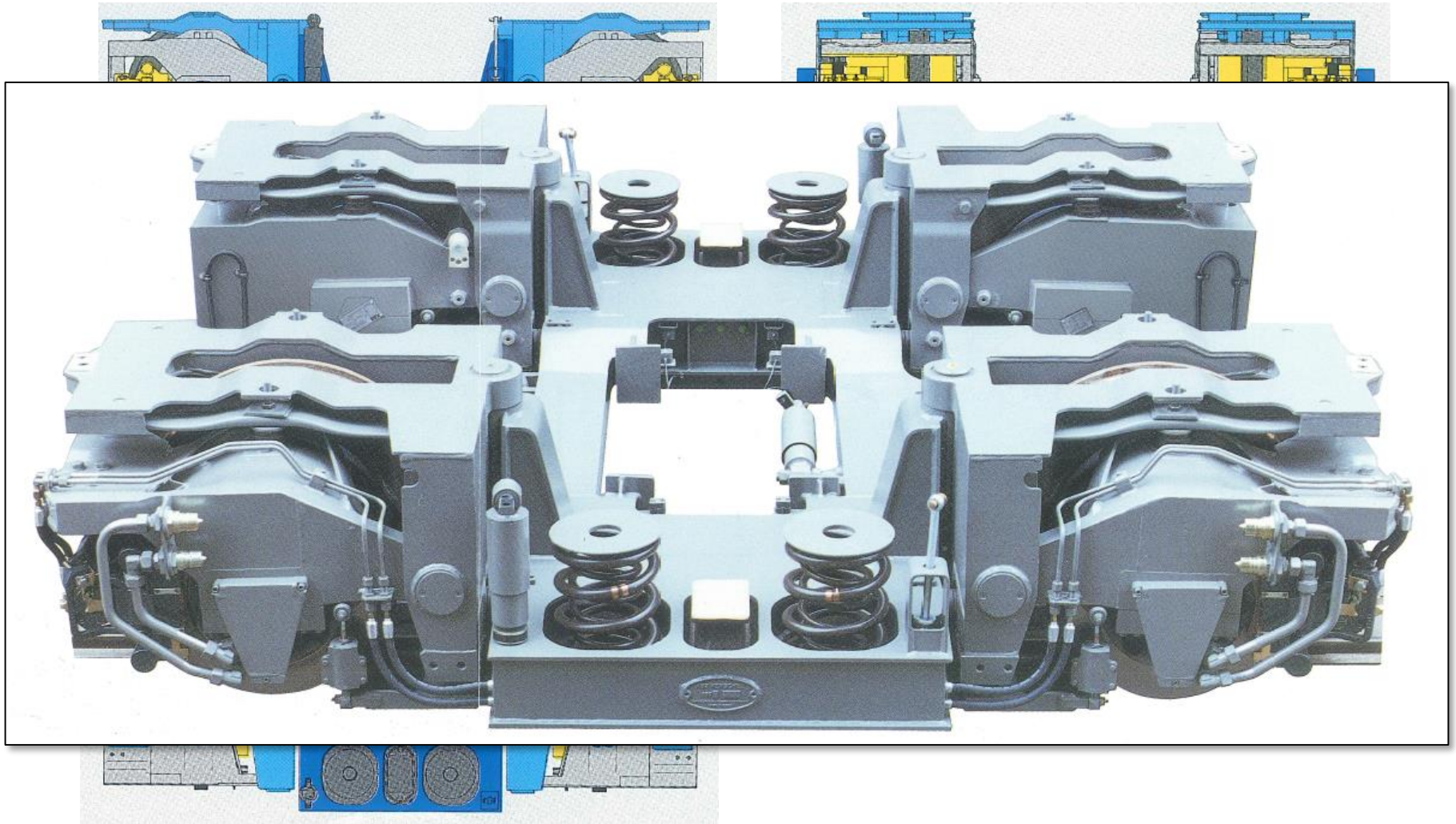


## **2-achsiges Fahrwerk NF 92**

- Fahrwerk mit vier Einzelrädern
- Primär- und Sekundärfederstufe
- Geringe Ausdehnung Fahrwerk - Wagenkasten
- Getriebelose Radnabenmotoren

(Quelle: ABB Henschel AG: Die Variobahn, Prospekt)

# Folie Variobahn – Triebfahrwerk

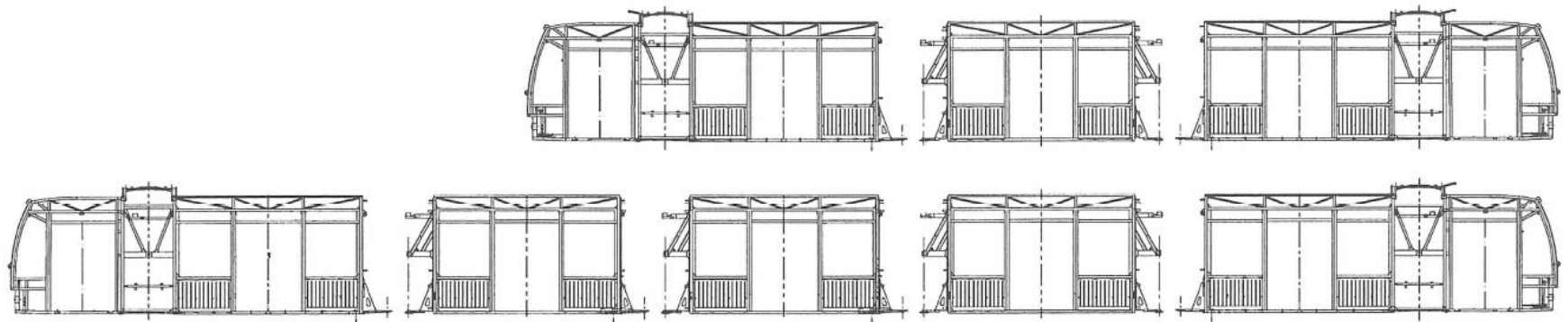


(Quelle: ABB Henschel AG: Die Variobahn, Prospekt)

# Folie Vergleich ausgewählter SPNV-Fahrwerke

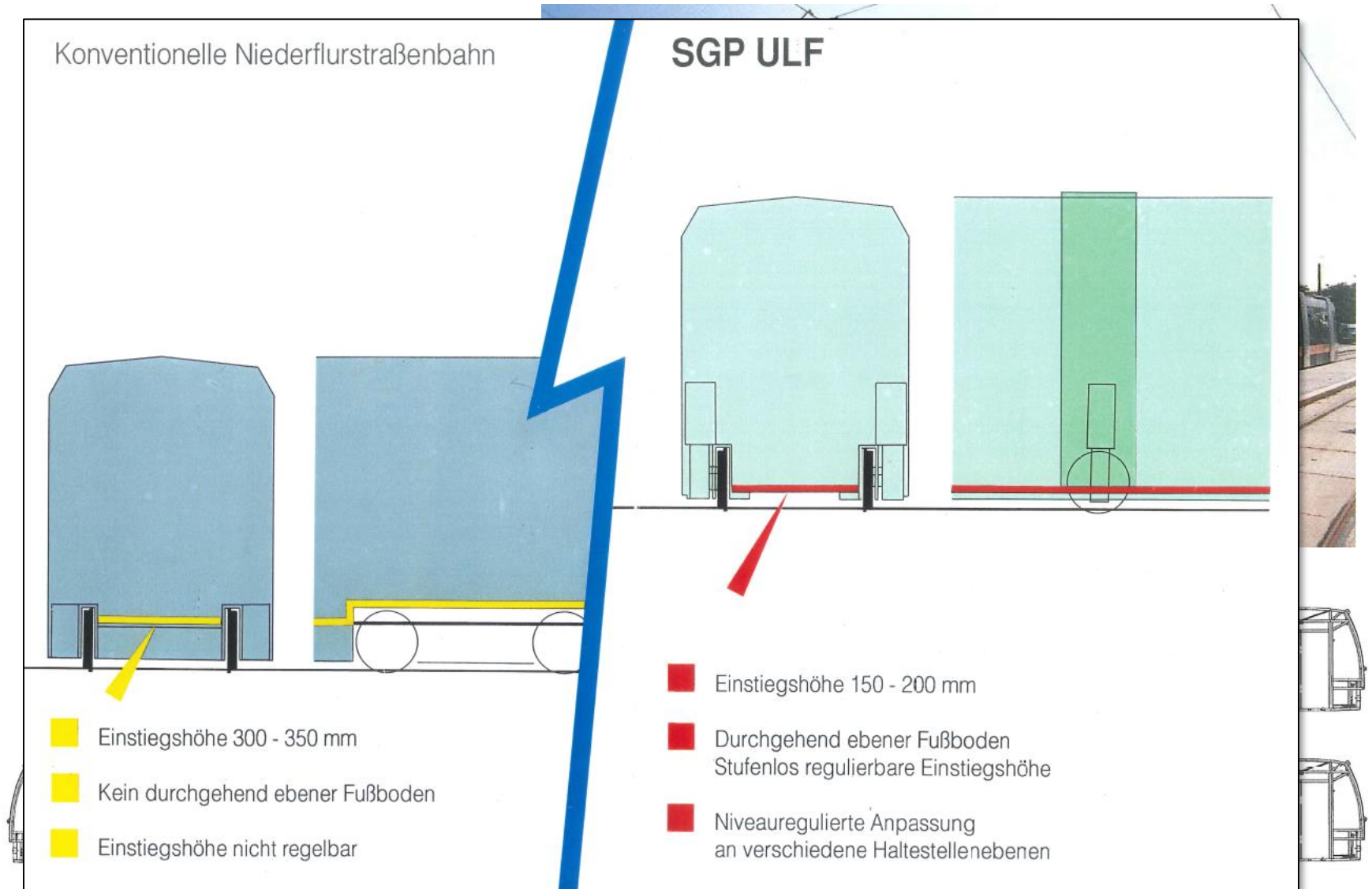
	GT6N	Combino	Variobahn			
Spurführungsprinzip	LFW: Radpaar, TFW: Kombination Radpaar/Radsatz	LFW: Radpaar, TFW: elektrisch gekoppelter Radblock	gekoppelte (einzeln angetriebene) Einzelräder,			
unabgefederte Masse	gering	gering	nicht gering (Radnabenmotor)			
Radialeinstellung im Gleisbogen	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Einzelräder, Anlaufwinkel durch Rahmenschwinge reduziert			
Verschleißverhalten	Radpaare günstig	Radpaare günstig, weiche elektrische Kopplung der Radblöcke → verschleißmindernd	elektrische Kopplung der Räder → verschleißmindernd			
Lärminderung	Radpaare günstig	Radpaare günstig	leise, wassergekühlte Antriebe			
Fahrkomfort	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung			

# Folie ULF – Ultra Low Floor



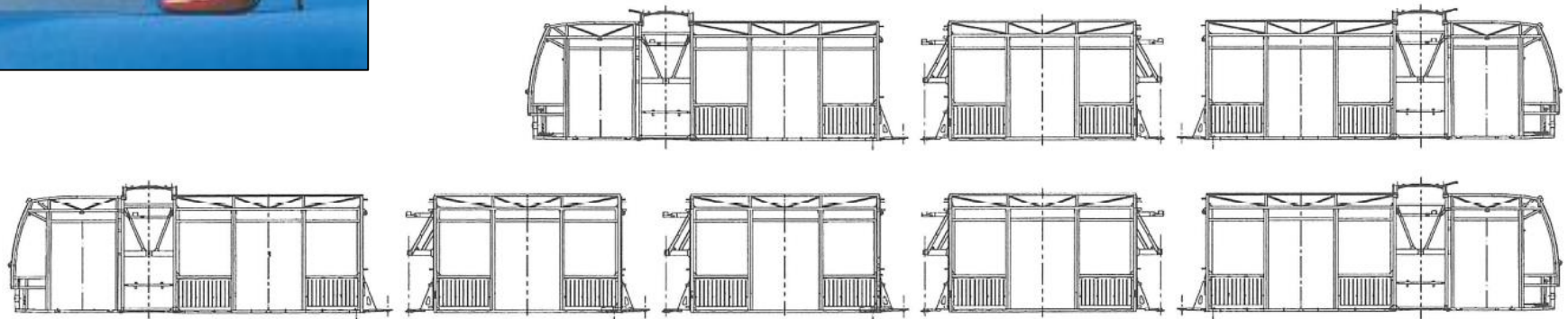
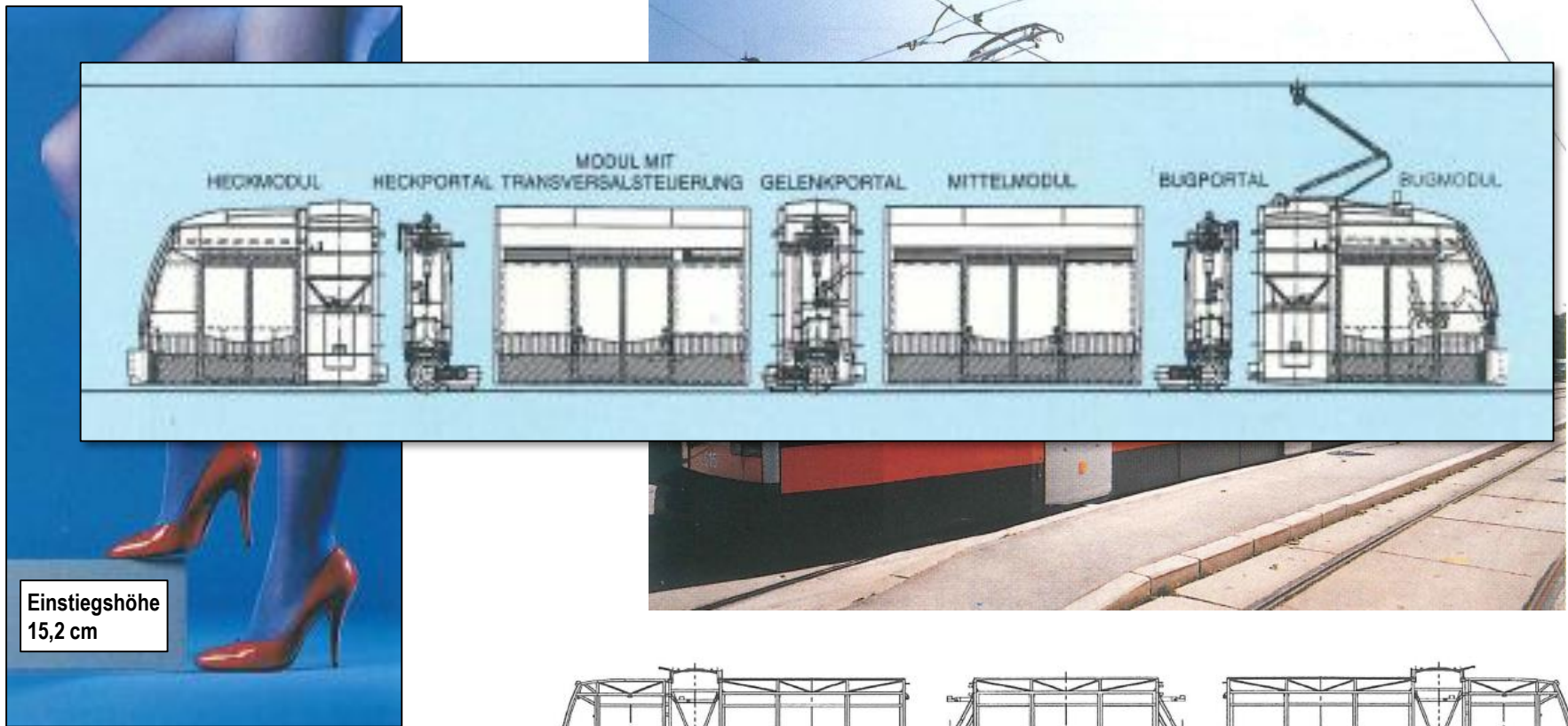
(Quelle: SGP Verkehrstechnik, Elin, Siemens: SGP ULF, Broschüre; Lehotzky: Wiener Niederflurwagen ULF im Linieneinsatz, EB (1999)06)

# Folie ULF – Ultra Low Floor



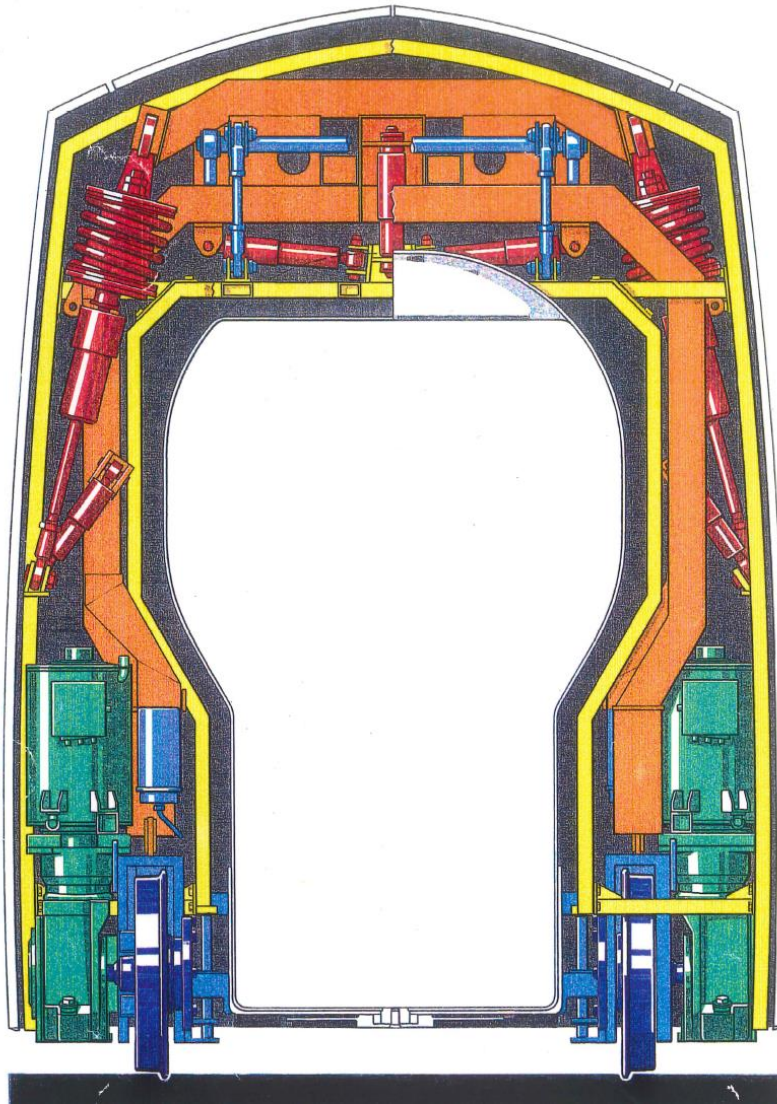
(Quelle: SGP Verkehrstechnik, Elin, Siemens: SGP ULF, Broschüre; Lehotzky: Wiener Niederflurwagen ULF im Linieneinsatz, EB (1999)06)

# Folie ULF – Ultra Low Floor

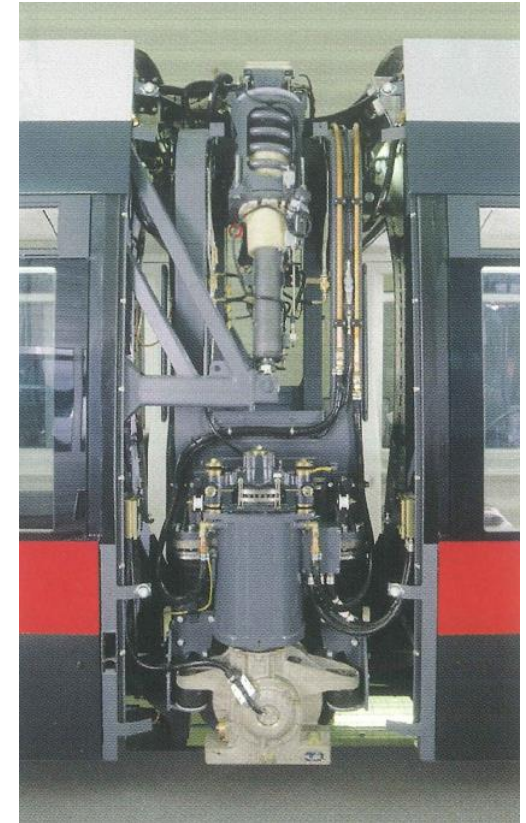


(Quelle: SGP Verkehrstechnik, Elin, Siemens: SGP ULF, Broschüre; Lehotzky: Wiener Niederflurwagen ULF im Linieneinsatz, EB (1999)06)

# Folie ULF – Portalfahrwerk



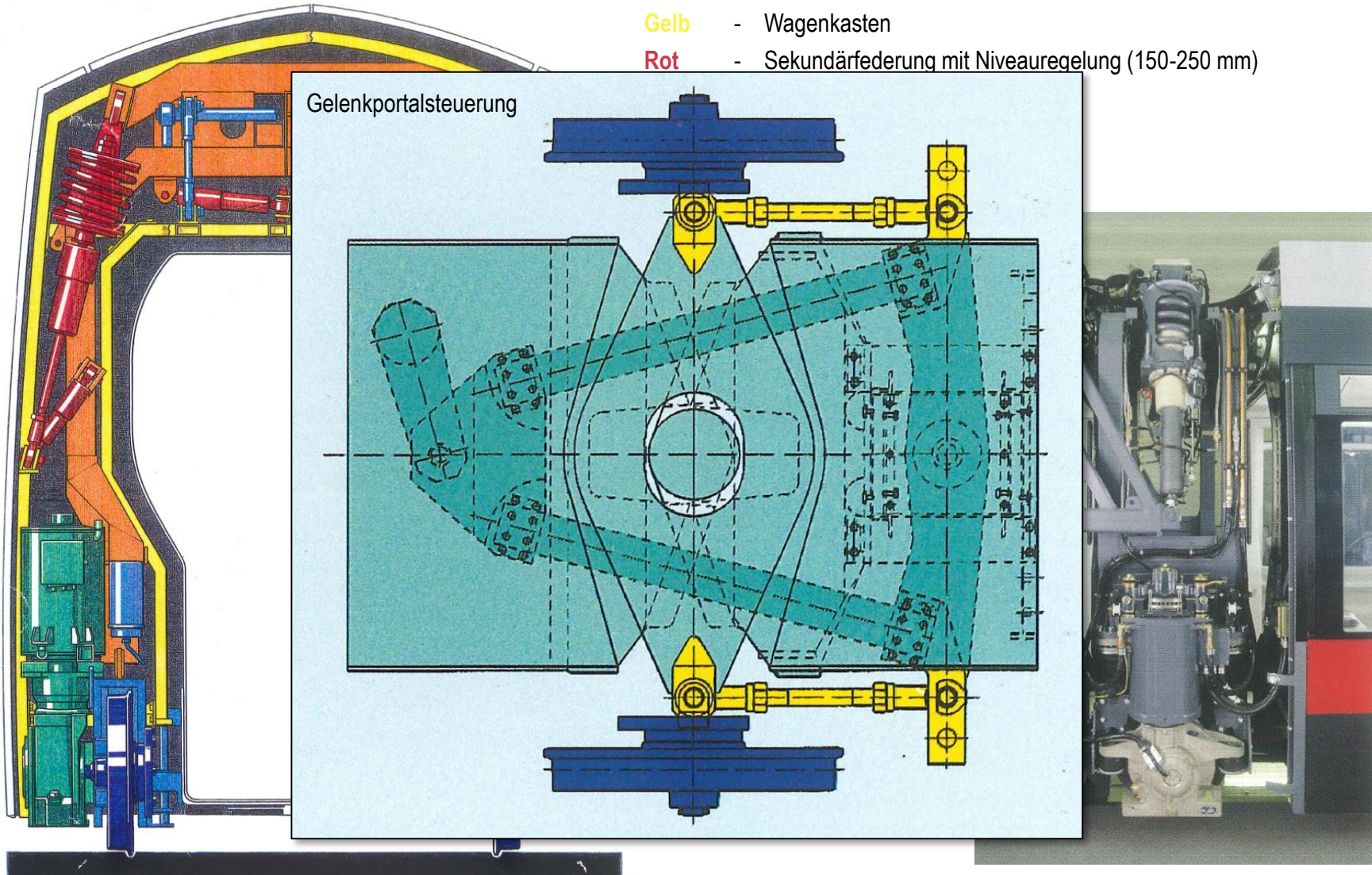
- Gelb** - Wagenkasten
- Rot** - Sekundärfederung mit Niveauregelung (150-250 mm)
- Orange** - Portal mit Primärfeder
- Grün** - Entkoppelte Antriebseinheit
- Blau** - Gummigelagerte Räder



(Quelle: SGP Verkehrstechnik, Elin, Siemens: SGP ULF, Broschüre; Lehotzky: Wiener Niederflurwagen ULF im Linieneinsatz, EB (1999)06)

# Folie ULF – Portalfahrwerk

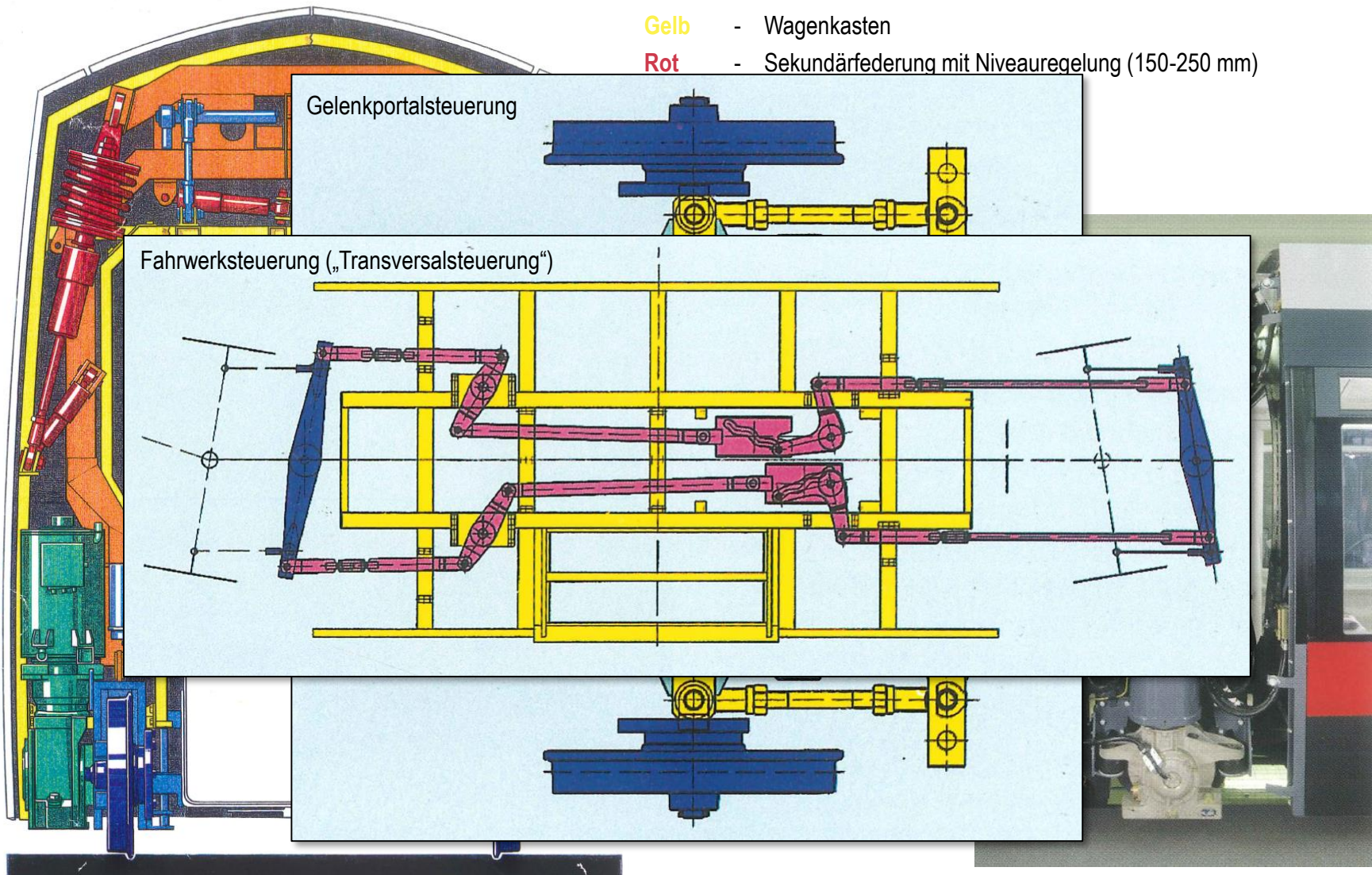
- Gelb - Wagenkasten
- Rot - Sekundärfederung mit Niveauregelung (150-250 mm)



(Quelle: SGP Verkehrstechnik, Elin, Siemens: SGP ULF, Broschüre; Lehotzky: Wiener Niederflurwagen ULF im Linieneinsatz, EB (1999)06)

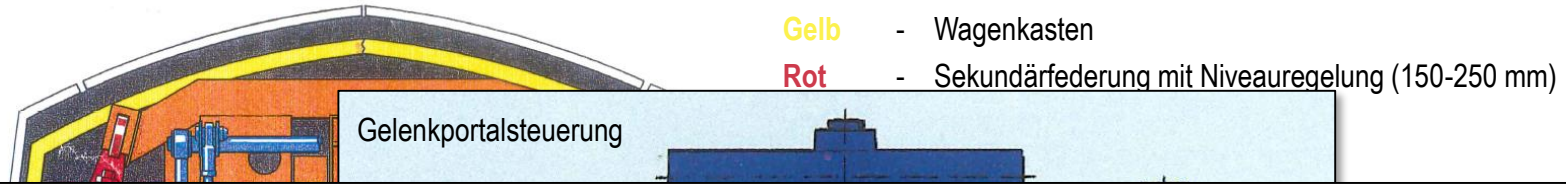
# Folie ULF – Portalfahrwerk

- Gelb - Wagenkasten
- Rot - Sekundärfederung mit Niveauregelung (150-250 mm)



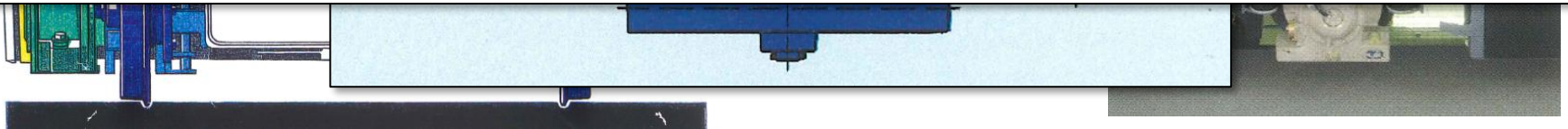
(Quelle: SGP Verkehrstechnik, Elin, Siemens: SGP ULF, Broschüre; Lehotzky: Wiener Niederflurwagen ULF im Linieneinsatz, EB (1999)06)

# Folie ULF – Portalfahrwerk



**Tabelle 2:** Radpaarfahrmassen Niederflur-Straßenbahnwagen ULF in t (gerundete Werte).  
oben dreiteilig  
unten fünfteilig

Besetzung	Portal						Σ
	1	2	3	4	5	6	
leer	7,6	6,5	7,0	8,2			29,3
<sup>2</sup> / <sub>3</sub> BOStrab	10,0	9,5	9,7	10,9			40,1
7 Personen/m <sup>2</sup>	11,5	11,0	11,3	12,5			46,2
leer	7,6	6,4	7,5	7,0	6,8	7,2	42,5
<sup>2</sup> / <sub>3</sub> BOStrab	10,2	9,0	10,2	9,7	9,1	10,3	58,5
7 Personen/m <sup>2</sup>	11,7	10,4	11,8	11,2	10,4	12,0	67,5

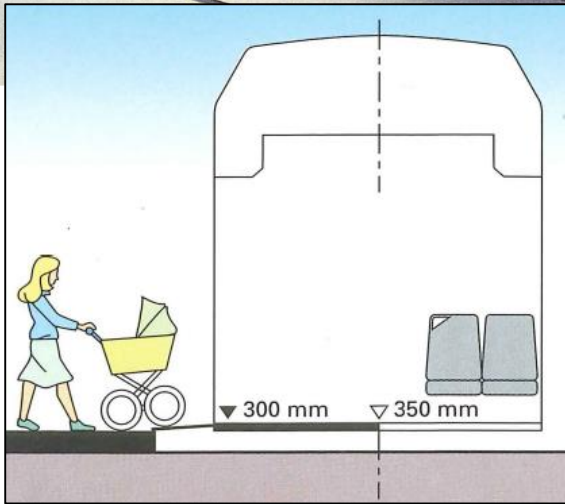
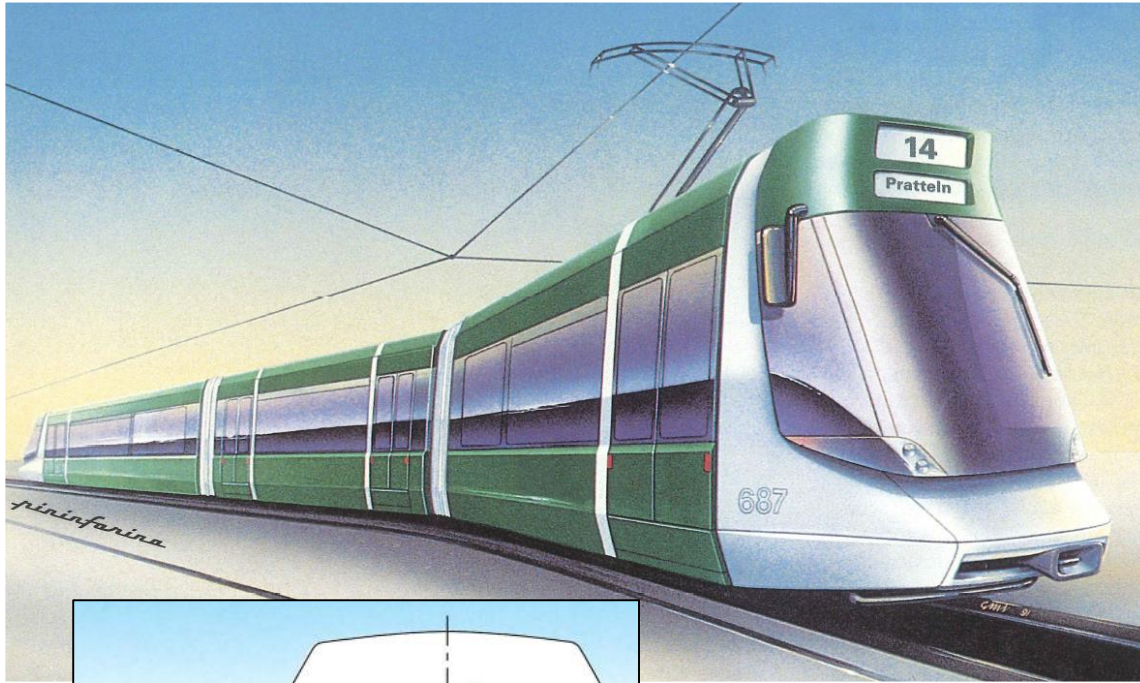


(Quelle: SGP Verkehrstechnik, Elin, Siemens: SGP ULF, Broschüre; Lehotzky: Wiener Niederflurwagen ULF im Linieneinsatz, EB (1999)06)

# Folie Vergleich ausgewählter SPNV-Fahrwerke

	GT6N	Combino	Variobahn	ULF		
Spurführungsprinzip	LFW: Radpaar, TFW: Kombination Radpaar/Radsatz	LFW: Radpaar, TFW: elektrisch gekoppelter Radblock	gekoppelte (einzeln angetriebene) Einzelräder,	EEF-Portalfahrwerke		
unabgefederte Masse	gering	gering	nicht gering (Radnabenmotor)	gering		
Radialeinstellung im Gleisbogen	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Einzelräder, Anlaufwinkel durch Rahmenschwinge reduziert	ja, über Gelenkportal- und Transversalsteuerung		
Verschleißverhalten	Radpaare günstig	Radpaare günstig, weiche elektrische Kopplung der Radblöcke → verschleißmindernd	elektrische Kopplung der Räder → verschleißmindernd	bei Radialeinstellung + elektrische Kopplung → verschleißmindernd Verschleißproblematik Einstellung Bug-Losradpaar		
Lärminderung	Radpaare günstig	Radpaare günstig	leise, wassergekühlte Antriebe	Radialeinstellung günstig, Problematik Körperschallübertragung durch Gelenkportal- und Transversalsteuerung		
Fahrkomfort	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung		

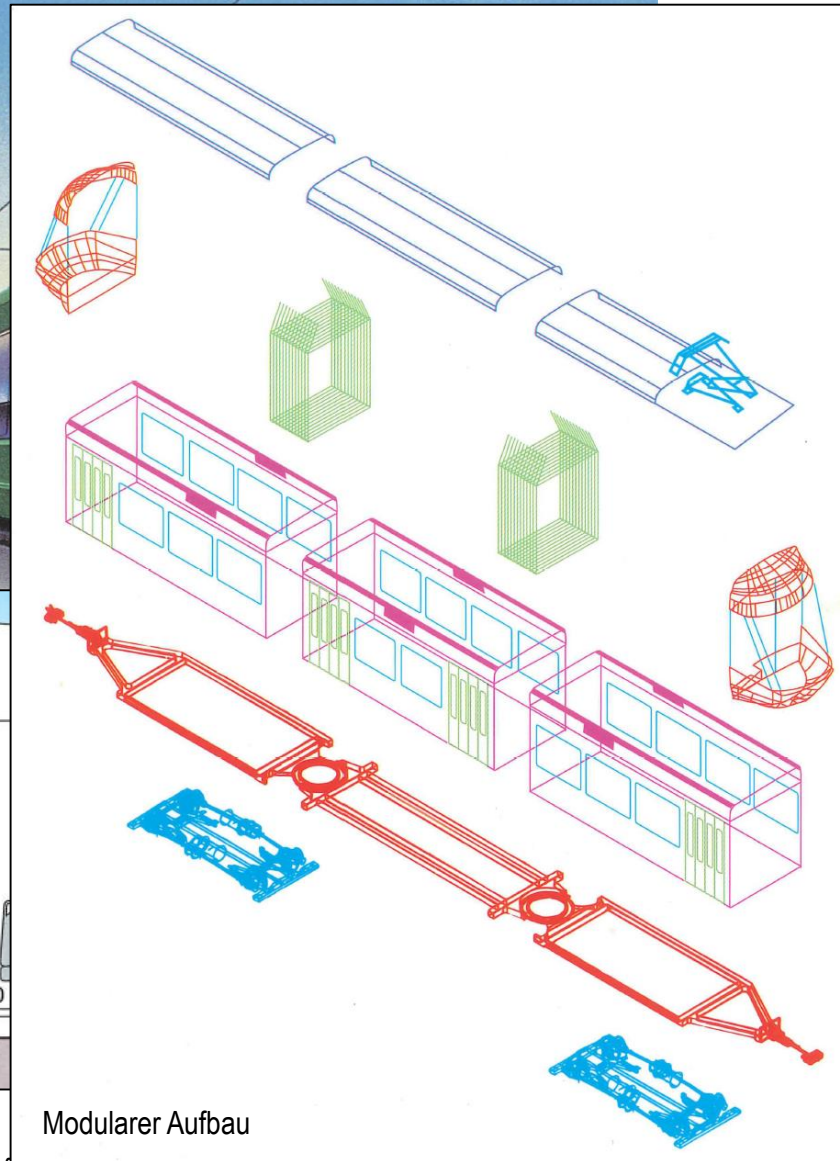
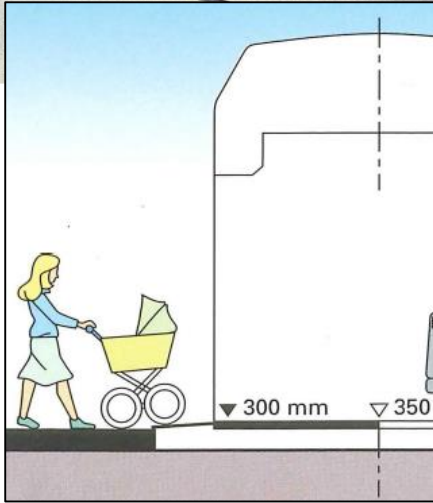
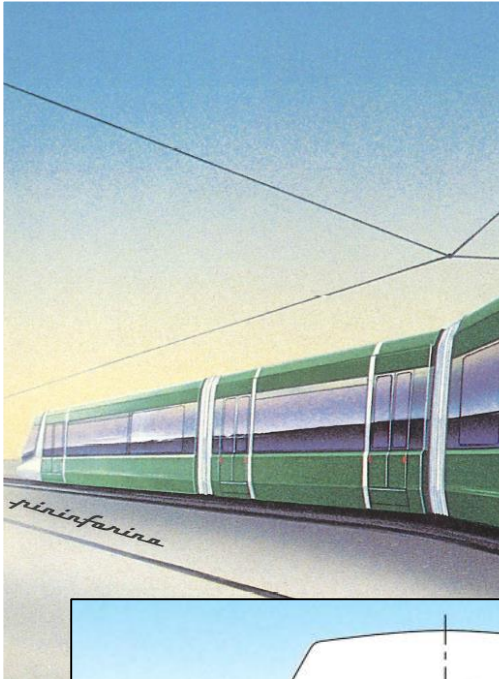
# Folie COBRA



VBZ Gelenkmotorwagen Be 5/6

(Quelle: SIG, Schindler Waggon: Niederflur für Meterspur, Broschüre 1996?; Wikimedia Commons)

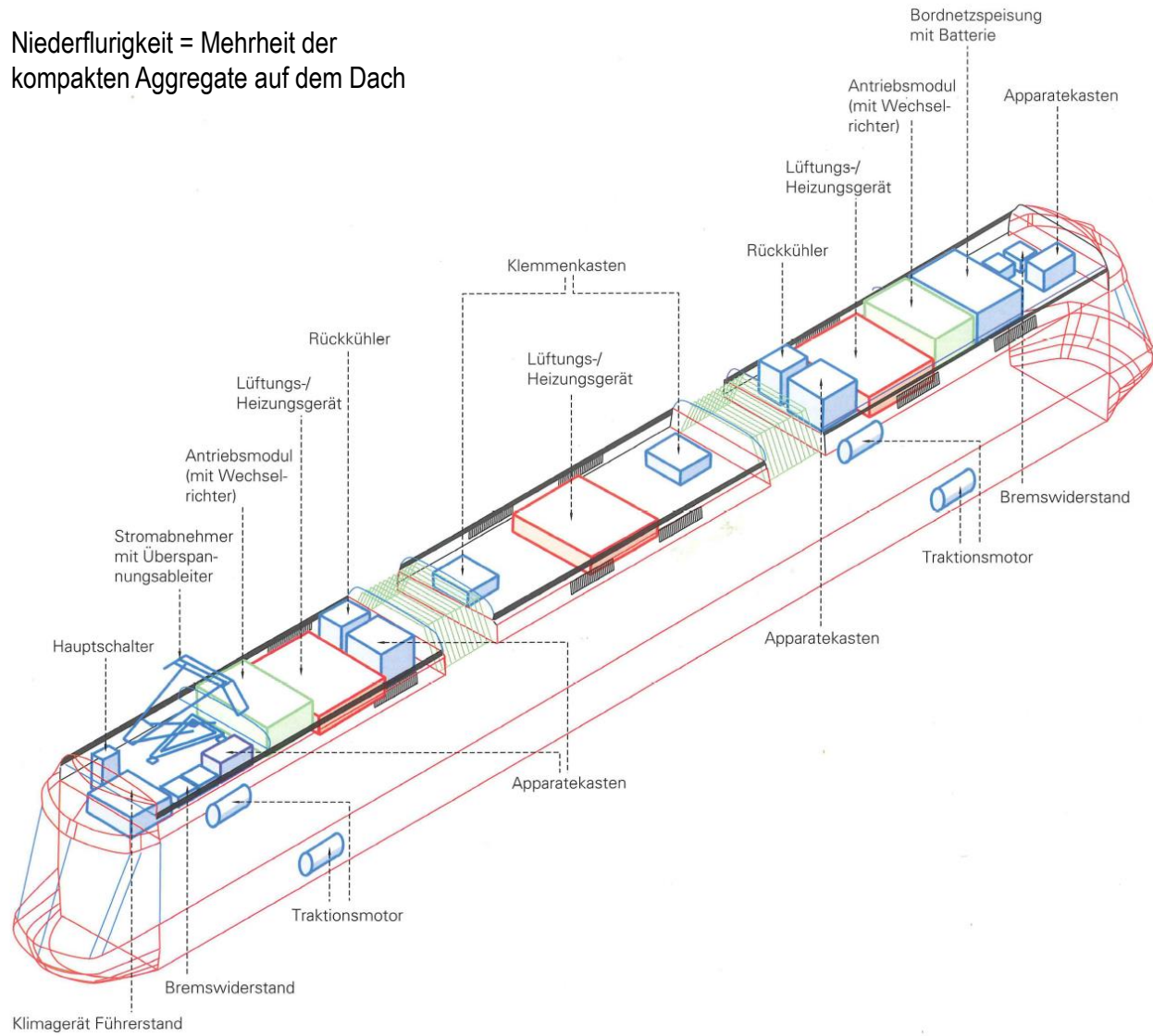
# Folie COBRA



(Quelle: SIG, Schindler Waggon: Niederflur für meterspur, Broschüre 1996?, wikimedia Commons)

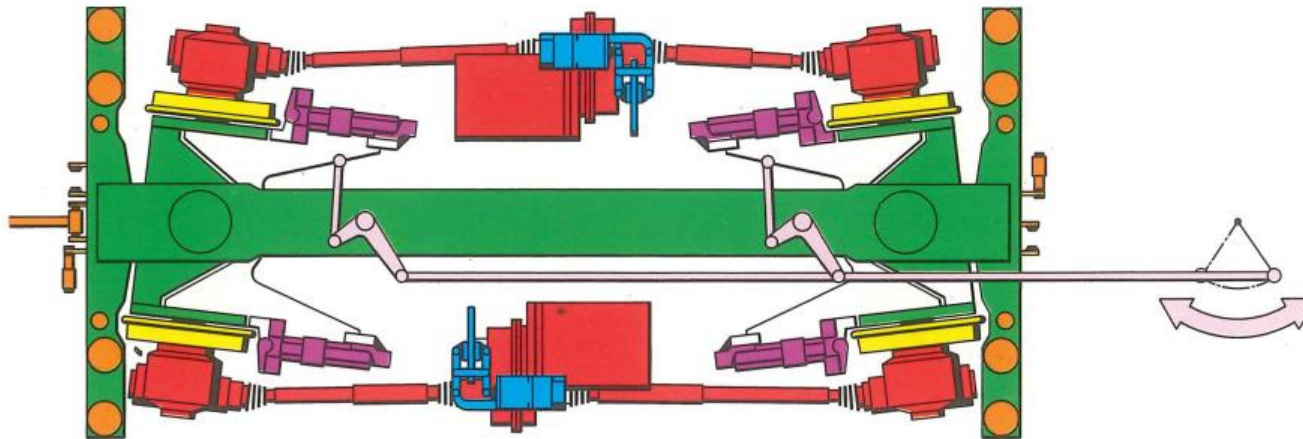
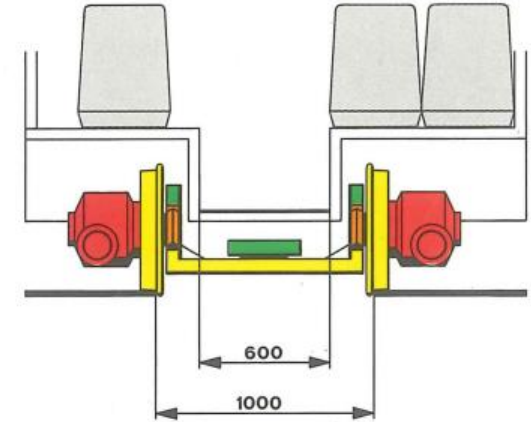
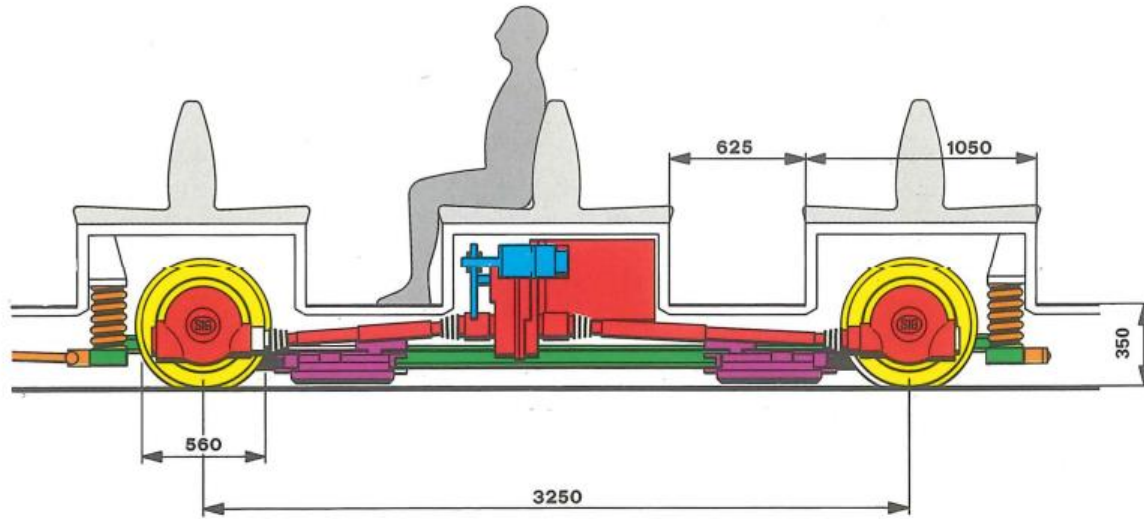
# Folie COBRA

Niederflurigkeit = Mehrheit der kompakten Aggregate auf dem Dach



(Quelle: SIG, Schindler Waggon: Niederflur für meterspur, Broschüre 1996?, wikimedia Commons)

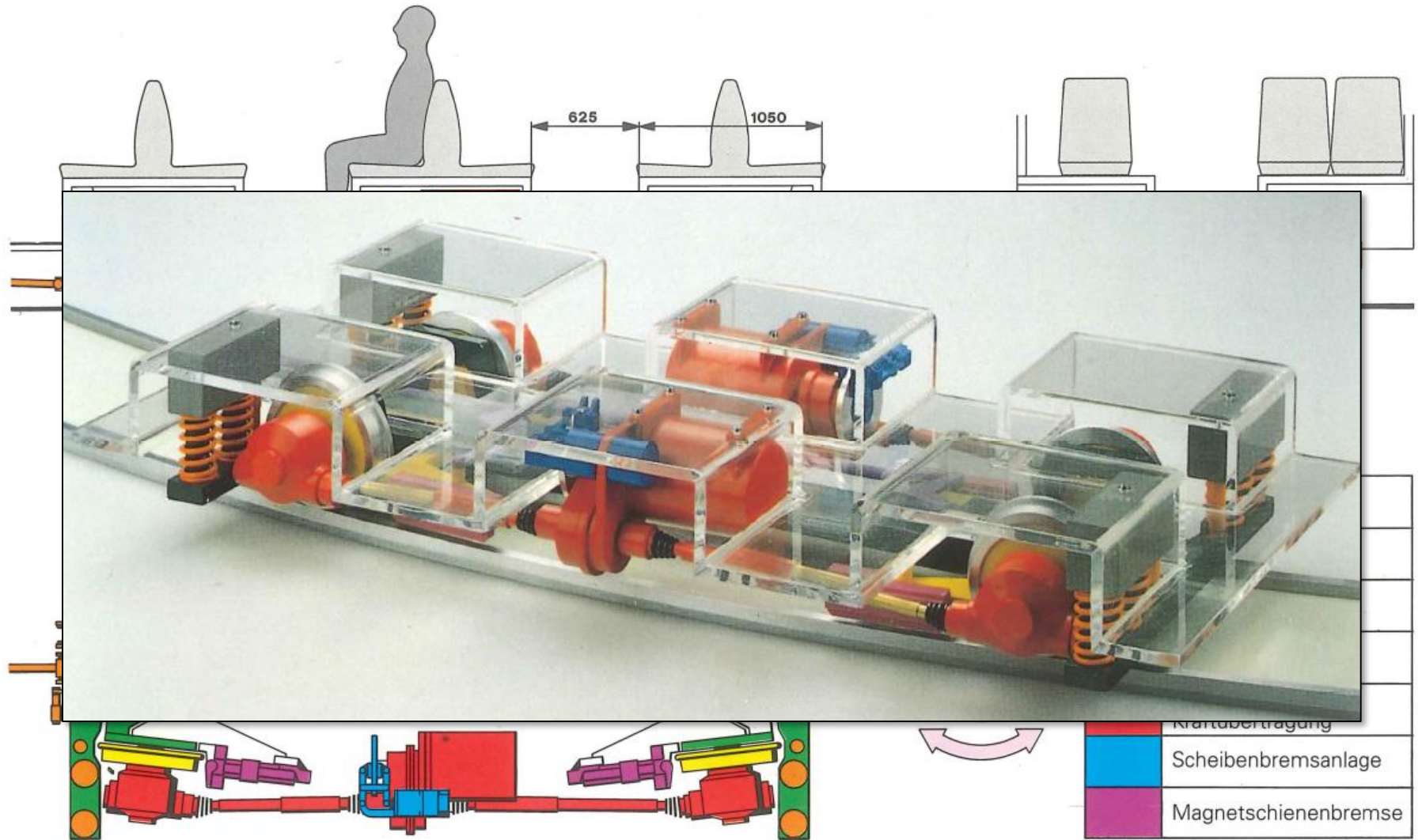
# Folie COBRA – Fahrwerk



Fahrwerkrahmen Achsbrücke
Räder Radträger
Primär- und Sekundärfederung
Lenkvorrichtung
Motor, Getriebe, Kraftübertragung
Scheibenbremsanlage
Magnetschienenbremse

(Quelle: SIG, Schindler Waggon: Niederflur für Meterspur, Broschüre 1996?)

# Folie COBRA – Fahrwerk



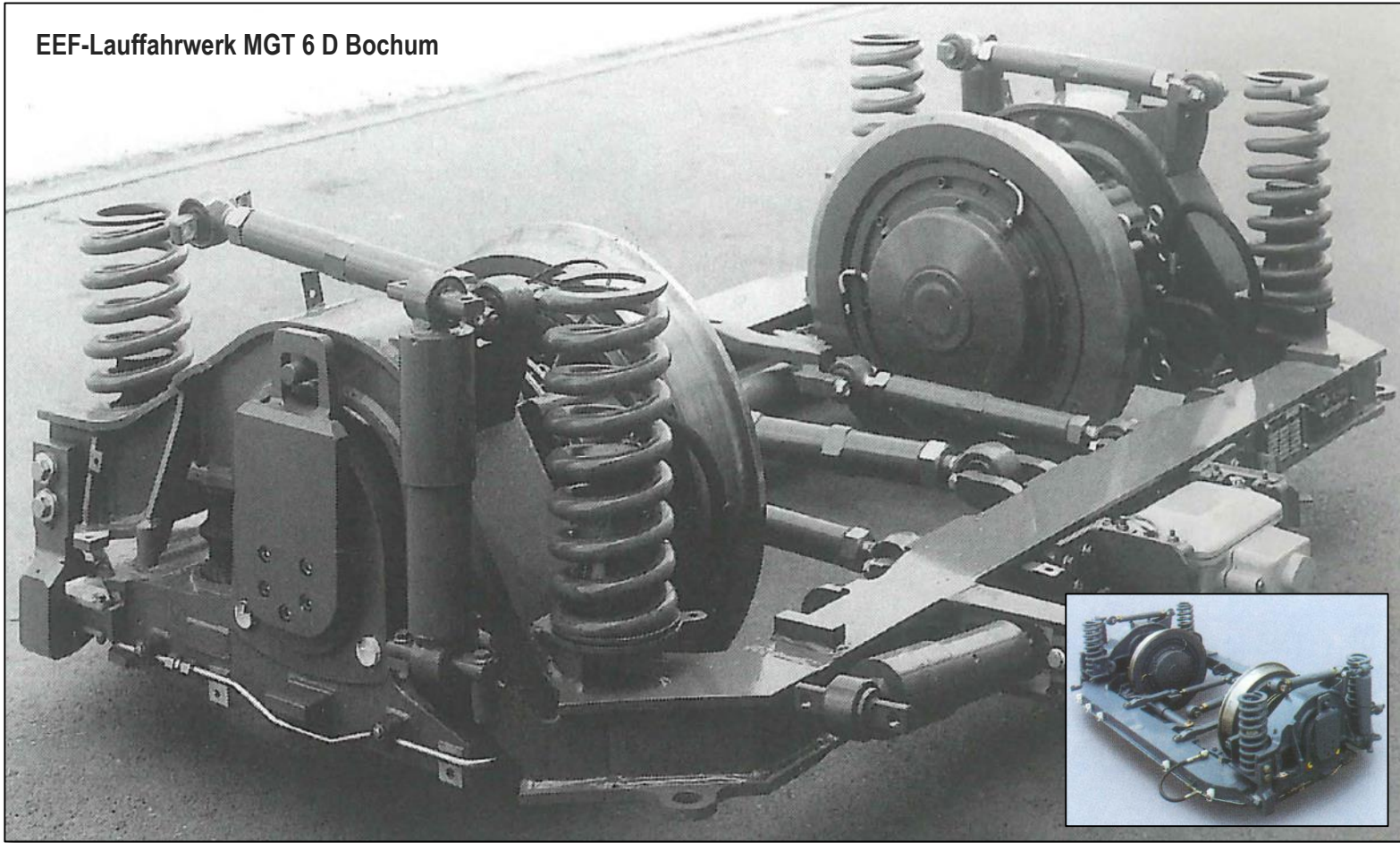
(Quelle: SIG, Schindler Waggon: Niederflur für Meterspur, Broschüre 1996?)

# Folie Vergleich ausgewählter SPNV-Fahrwerke

	GT6N	Combino	Variobahn	ULF	COBRA	
Spurführungsprinzip	LFW: Radpaar, TFW: Kombination Radpaar/Radsatz	LFW: Radpaar, TFW: elektrisch gekoppelter Radblock	gekoppelte (einzeln angetriebene) Einzelräder,	EEF-Portalfahrwerke	längsgekoppelte Losräder	
unabgefederte Masse	gering	gering	nicht gering (Radnabenmotor)	gering	gering	
Radialeinstellung im Gleisbogen	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Einzelräder, Anlaufwinkel durch Rahmenschwinge reduziert	ja, über Gelenkportal- und Transversalsteuerung	ja (im Vollbogen), über gelenkgesteuerte Lenkvorrichtung	
Verschleißverhalten	Radpaare günstig	Radpaare günstig, weiche elektrische Kopplung der Radblöcke → verschleißmindernd	elektrische Kopplung der Räder → verschleißmindernd	bei Radialeinstellung + elektrische Kopplung → verschleißmindernd Verschleißproblematik Einstellung Bug-Losradpaar	Radialeinstellung & Längskopplung → verschleißmindernd	
Lärminderung	Radpaare günstig	Radpaare günstig	leise, wassergekühlte Antriebe	Radialeinstellung günstig, Problematik Körperschallübertragung durch Gelenkportal- und Transversalsteuerung	Radialeinstellung & Längskopplung reduzieren Quer-/Längsgleiten	
Fahrkomfort	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung & voll abgefederter Antrieb	

# Folie Einzelrad-Einzelfahrwerke (EEF)

EEF-Lauffahrwerk MGT 6 D Bochum

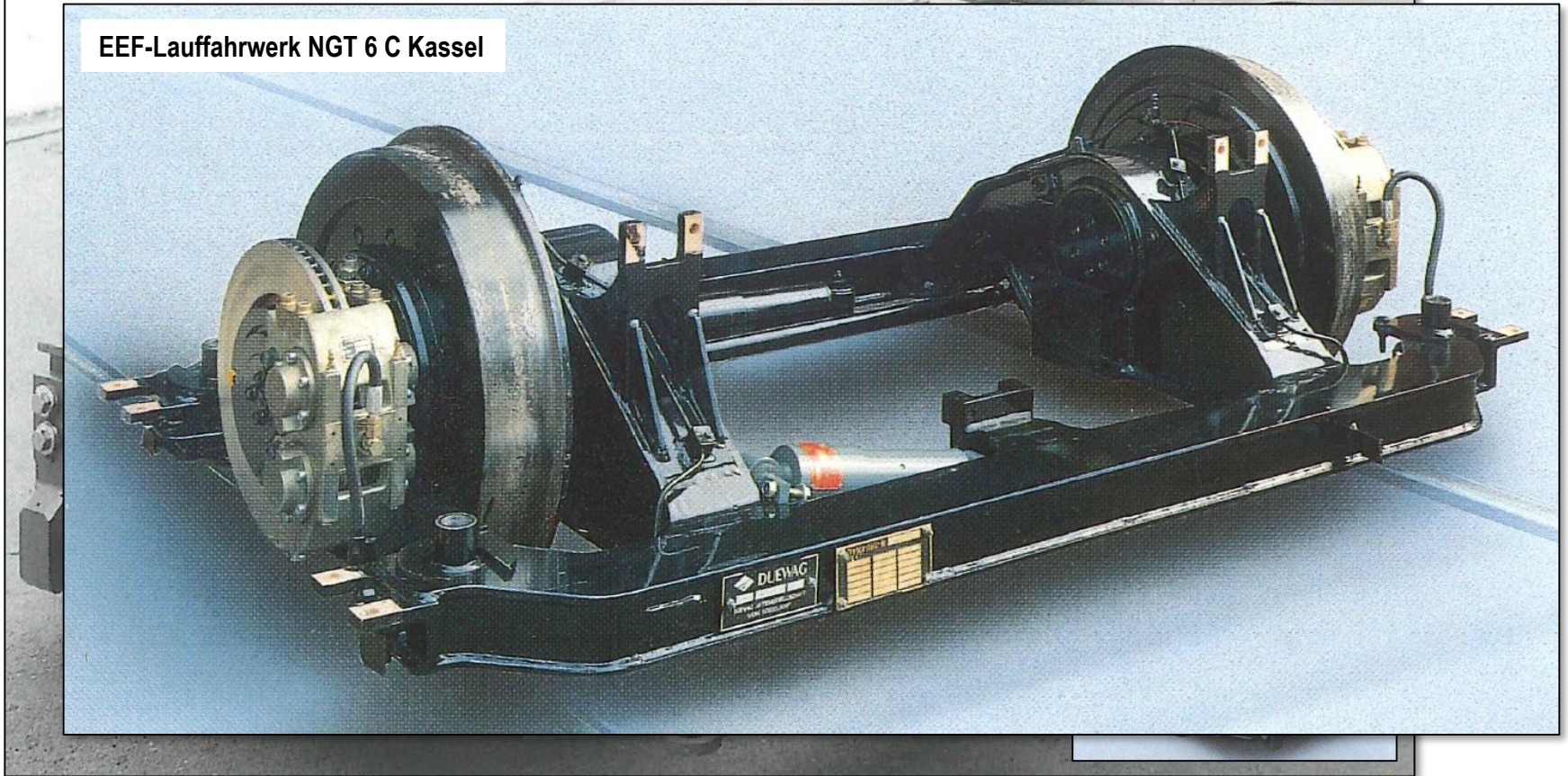


(Quellen: Kortemeyer, Olschewski: *Der Niederflurstadtbahnwagen MGT 6 D*, *Der Nahverkehr* (1993)03;  
Duewag AG: *Broschüre Niederflurstraßenbahn NGT 6 C Kassel*, 1990; *Broschüre Entwicklungsgemeinschaft VÖV-Niederflur-Stadtbahn*)

# Folie Einzelrad-Einzelfahrwerke (EEF)

EEF-Lauffahrwerk MGT 6 D Bochum

EEF-Lauffahrwerk NGT 6 C Kassel



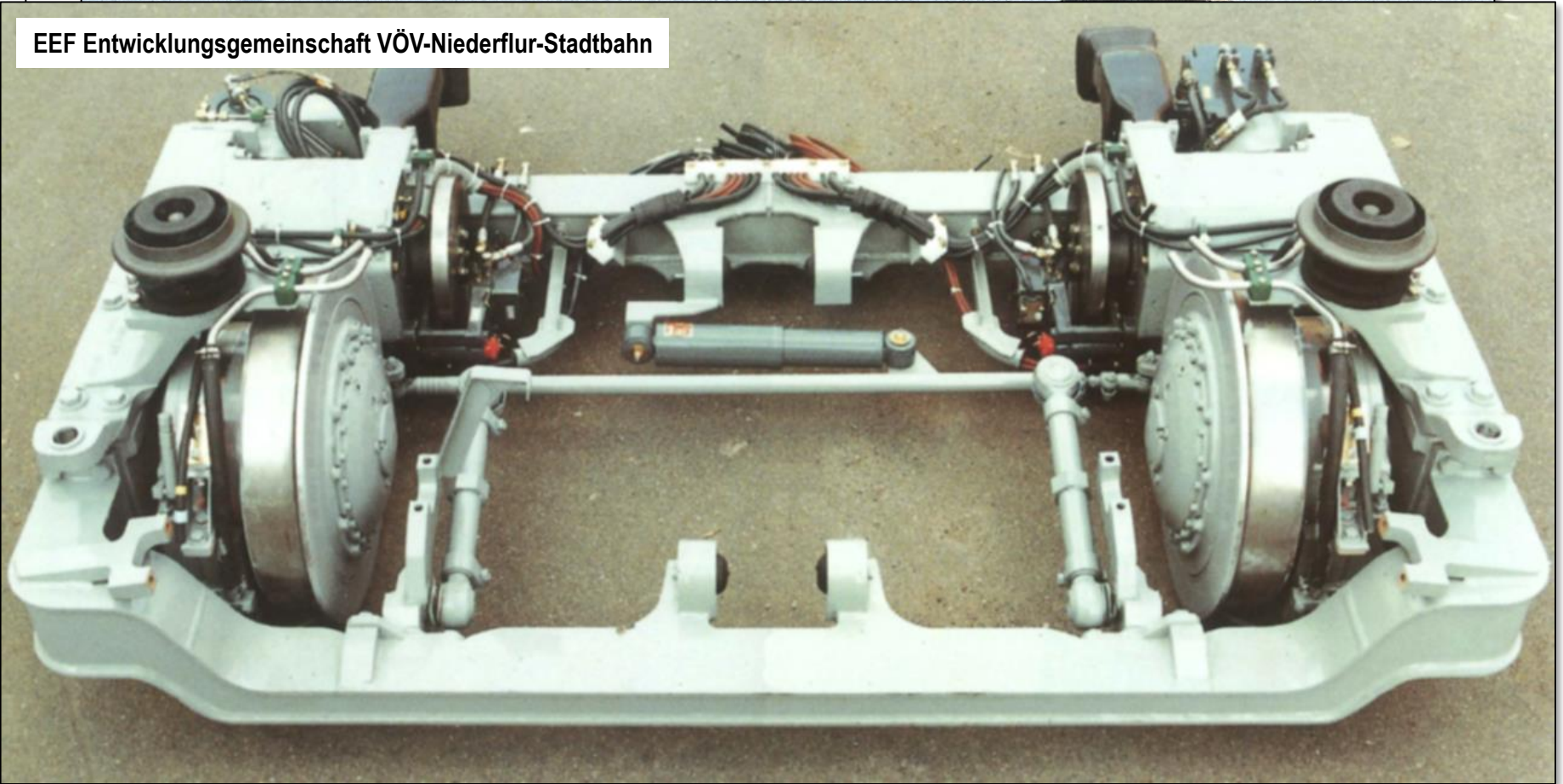
(Quellen: Kortemeyer, Olschewski: *Der Niederflurstadtbahnwagen MGT 6 D*, *Der Nahverkehr* (1993)03;  
Duewag AG: *Broschüre Niederflurstraßenbahn NGT 6 C Kassel*, 1990; *Broschüre Entwicklungsgemeinschaft VÖV-Niederflur-Stadtbahn*)

# Folie Einzelrad-Einzelfahrwerke (EEF)

EEF-Lauffahrwerk MGT 6 D Bochum

EEF-Lauffahrwerk NGT 6 C Kassel

EEF Entwicklungsgemeinschaft VÖV-Niederflur-Stadtbahn

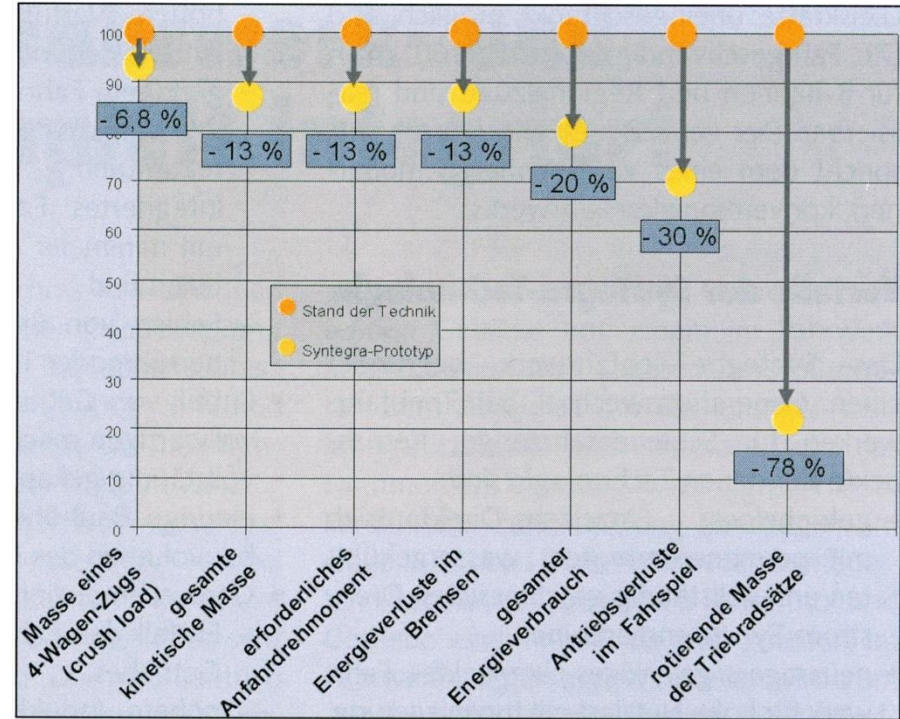
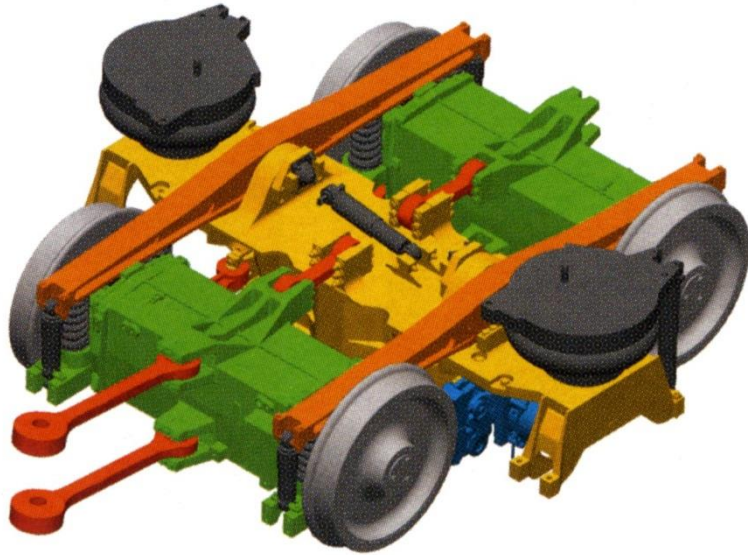


*(Quellen: Kortemeyer, Olschewski: Der Niederflurstadtbahnwagen MGT 6 D, Der Nahverkehr (1993)03;  
Duewag AG: Broschüre Niederflurstraßenbahn NGT 6 C Kassel, 1990; Broschüre Entwicklungsgemeinschaft VÖV-Niederflur-Stadtbahn)*

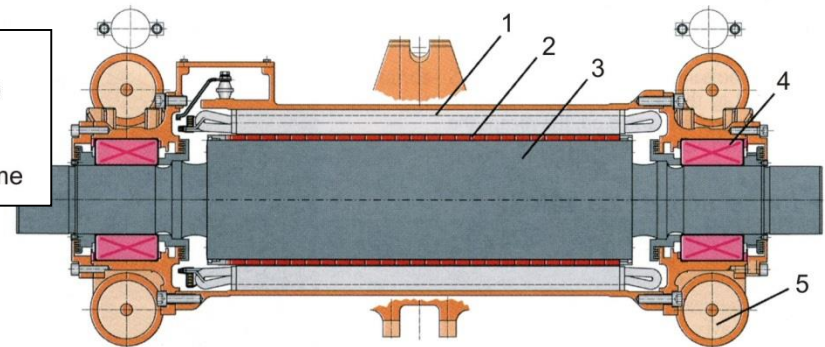
# Folie Vergleich ausgewählter SPNV-Fahrwerke

	GT6N	Combino	Variobahn	ULF	COBRA	EEF
Spurführungsprinzip	LFW: Radpaar, TFW: Kombination Radpaar/Radsatz	LFW: Radpaar, TFW: elektrisch gekoppelter Radblock	gekoppelte (einzeln angetriebene) Einzelräder,	EEF-Portal-fahrwerke	längsgekoppelte Losräder	EEF
unabgefederte Masse	gering	gering	nicht gering (Radnabenmotor)	gering	gering	gering
Radialeinstellung im Gleisbogen	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Gelenkzugkonzept für $R_{\min} = 15 \text{ m}$	keine, aber Einzelräder, Anlaufwinkel durch Rahmenschwinge reduziert	ja, über Gelenkportal- und Transversalsteuerung	ja (im Vollbogen), über gelenkgesteuerte Lenkvorrichtung	über Lenkeinrichtungen möglich
Verschleißverhalten	Radpaare günstig	Radpaare günstig, weiche elektrische Kopplung der Radblöcke → verschleißmindernd	elektrische Kopplung der Räder → verschleißmindernd	bei Radialeinstellung + elektrische Kopplung → verschleißmindernd Verschleißproblematik Einstellung Bug-Losradpaar	Radialeinstellung & Längskopplung → verschleißmindernd	bei Radialeinstellung günstig
Lärminderung	Radpaare günstig	Radpaare günstig	leise, wassergekühlte Antriebe	Radialeinstellung günstig, Problematik Körperschallübertragung durch Gelenkportal- und Transversalsteuerung	Radialeinstellung & Längskopplung reduzieren Quer-/Längsgleiten	bei Radialeinstellung günstig
Fahrkomfort	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung	sehr gut, zweistufige Federung & voll abgefederter Antrieb	fehlende Stoßunterstützung, gut bei zweistufiger Federung

# Folie Integriertes Fahrwerk Syntegra®



- 1 - Stator
- 2 - Permanentmagnete
- 3 - Rotorpaket
- 4 - Hauptlager
- 5 - Primärfederaufnahme



(Quelle: Löwenstein u.a.: Eisenbahningenieur 58(2007)5)

- Welche Hauptaufgaben hat ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs zu erfüllen? Ordnen Sie die Fahrwerkskomponenten den Teilaufgaben zu!
- Nennen Sie wesentliche Unterschiede der Spurführung bei Straßen-/Stadtbahnfahrzeugen im Vergleich zu Vollbahnfahrzeugen für die Betrachtungsschwerpunkte Rad, Gleis und Rad-Schiene-System!
- Was verstehen Sie unter Spurführung und was zeichnet eine gute Spurführung aus?
- Wie erfolgt der Nachweis der sicheren Spurführung für Straßen- bzw. Stadtbahnfahrzeuge?
- Was ist ein Quermaß-Nachweis der Spurführung und wie wird der durchgeführt?
- Was sind die Besonderheiten der Spurführung in der Rillenschiene im Vergleich zur Vignolschiene?
- Welche Einflussfaktoren gehen in die Gestaltung von Fahrwerken von SPNV-Fahrzeugen ein?
- Was verstehen Sie unter Niederflurigkeit bei Fahrzeugen des SPNV?

- Welche grundsätzlichen Fahrwerks- und Fahrzeugkonzepte für Fahrzeuge des SPNV kennen Sie?
- Was sind die grundsätzlichen Lösungsansätze von Niederflurfahrwerken in SPNV-Fahrzeugen?
- Vergleichen Sie die Spurführungsprinzipien Radsatz, Losradpaar und selbstgeregeltes Einzelrad miteinander!
- Welche Spurführungsprinzipien sind als Trieb- bzw. als Lauffahrwerk besonders geeignet und warum?