

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

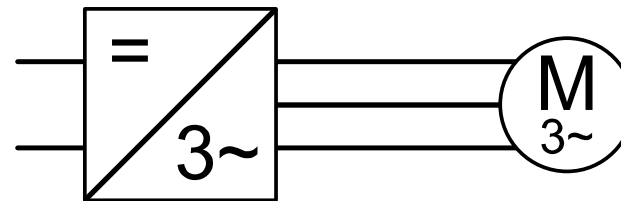
3.1.8 Drehstrom-Antriebstechnik (DAT)

Elektrotechnische Voraussetzungen

— Drehstrom-ASM frühzeitig als idealer Fahrmotor für Tfz erkannt:



— zur Drehzahländerung:



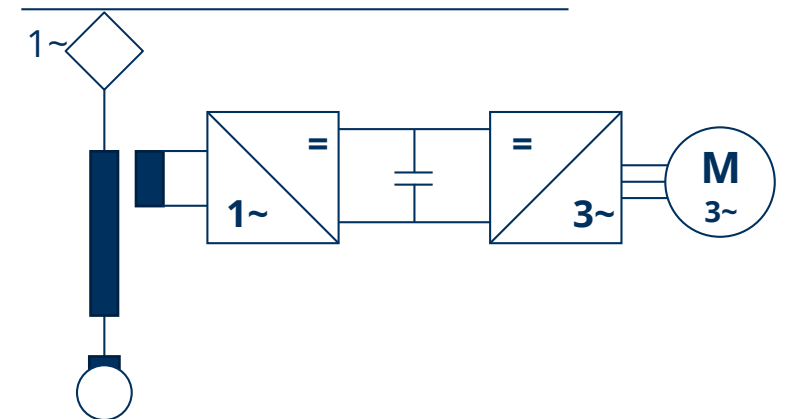
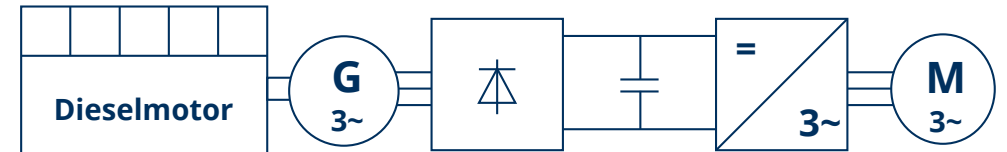
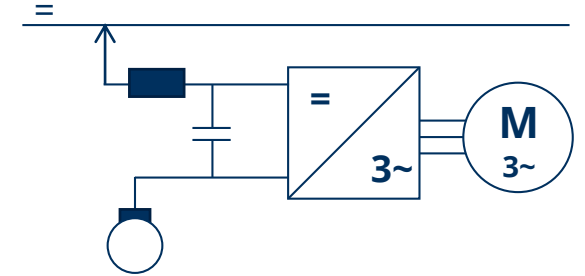
— **Meilensteine:** *Transistor (1948) → Thyristor (1957) → GTO (1980) → IGBT (1985) → IGCT (1996)*

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

3.1.8 Drehstrom-Antriebstechnik (DAT)

Elektrotechnische Voraussetzungen



- Verfügbarkeit erster Leistungshalbleiter für Triebfahrzeuge (akzeptables Einbauvolumen + wirtschaftlicher Preis) ab Ende 1960er

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

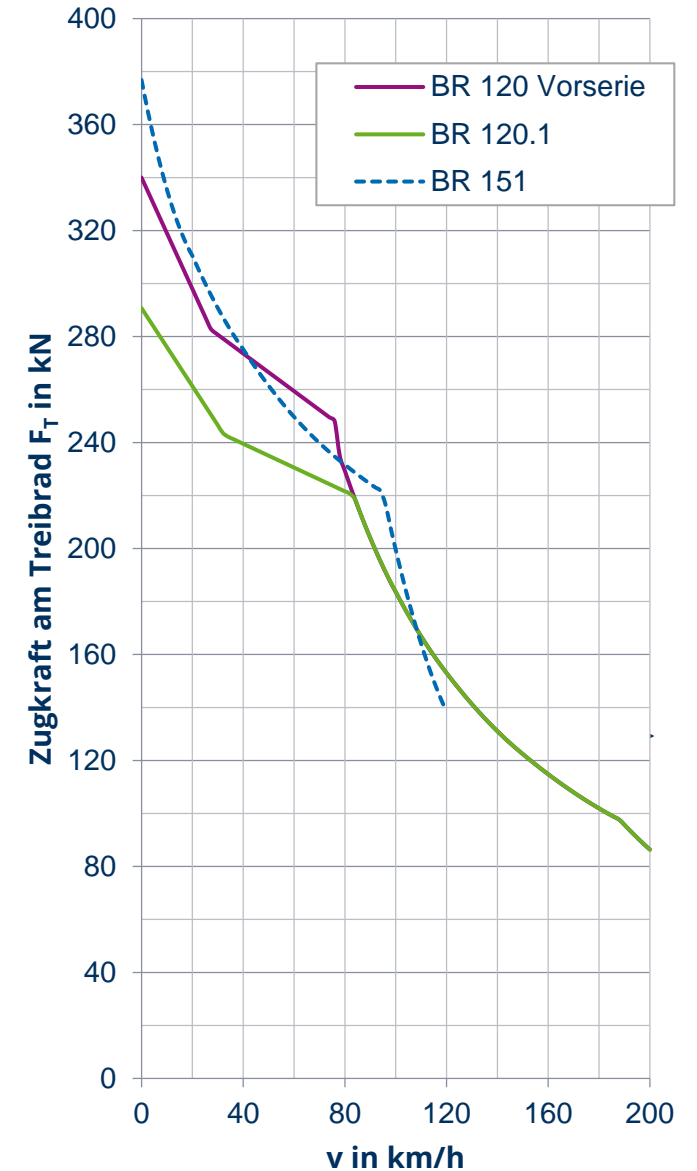
3.1.8 Drehstrom-Antriebstechnik (DAT)

Weg zur Universallok

- 1979: BCC/Henschel BR 120
→ $P_{el,d} = 5600 \text{ kW}$, $v_{max} = 200 \text{ km/h}$

später Eigenentwicklungen anderer Hersteller:

- 1991: Siemens *EuroSprinter*
- 1994: AEG 12X



3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

3.1.8 Drehstrom-Antriebstechnik (DAT)

Exkurs: Synchron oder Asynchron?

- parallel zu Entwicklungen um BR 120 in D auch erste DAT-Versuchsfahrzeuge in Frankreich
- aufgrund zweier Spannungssysteme (1,5 kV DC/25 kV AC) Bedarf an Hochleistungs-Zweissystem-Tfz
- Mitte 80er Jahre mit vorh. Wechselrichtertechnik für ASM aber noch nicht darstellbar
- Entscheidung, sog. selbstgeführte Synchron-Fahrmotoren einzusetzen, da einfachere Drehzahl-/Drehmoment-Regelung

- 1988: franz. Universallok BB 26000 „SYBIC“ (SYnchrone, BICourante, Monomoteur-Drehgestelle → $P_{el,d} = 5600 \text{ kW}$, $v_{max} = 200 \text{ km/h}$)
- 1990: TGV Atlantique (Radsatz-FM m. Kardan-Antrieb)

- ab Mitte 90er Jahre wieder Schwenk zu Tfz mit ASM-FM (BB 36000 „ASTRIDE“, TGV POS, ...)



Foto: Martin Kache

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

3.1.9 Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge

Haupteigenschaften

- „Hochgeschwindigkeitsfahrzeug“ →
- „Schnellfahrstrecke“ → (beides lt. TSI)
- aufgrund hoher erforderlicher Leistung → vorrangig el. Triebfahrzeuge

Vorreiter (Regel-Hochgeschwindigkeitsverkehr)

- 1964: Shinkansen (Reihe 0)
- 1981: TGV (PSE)
- 1991: ICE (BR 401)



Fotos: Martin Kache

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

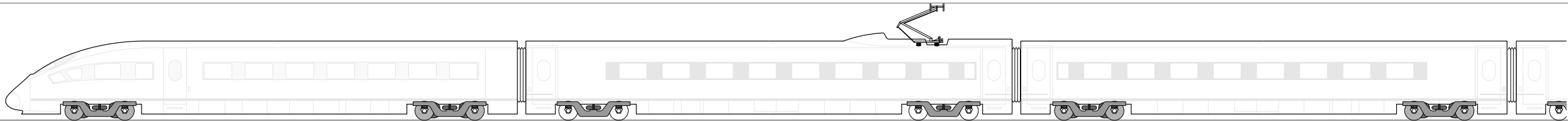
3.1 Elektrotriebfahrzeuge

3.1.9 Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge

Antriebstechnik

HGV – genereller „Innovationstreiber“ in Schienenfahrzeugtechnik

- Innovative Fahrwerke und Fahrzeugkonzepte (→ „Next Generation Train“)
- Leichtbau
- Aerodynamik
- Hochleistungsantriebe



3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

3.1.9 Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge – HGV-Züge im Vergleich

Jahr	Bezeichnung	Land	Konzept	Anzahl FM	P_{\max}/FM [kW]	FM-Typ	Spannungssystem	Wagenzugteile	Gesamtleistung [kW]	v_{\max}^* [km/h]
1964	Shinkansen Reihe 0	JP	Triebzug mit Vollantrieb	48	185	DC	AC1	12 (Var.)	8880	220
1981	TGV PSE	FR	Triebkopfzug (2 TK + je 1 anetr. DG an Endwg.)	12	538	DC	AC1 + DC2	10	6450	270
1989	TGV Atlantique	FR	Triebkopfzug (2 Triebköpfe)	8	1300	3AC-SM	AC1 + DC2	12	10400	300
1991	ICE 1	DE	Triebkopfzug (2 Triebköpfe)	4	2400	3AC-ASM	AC2	14 (Var.)	9600	280
1992	ETR 500	IT	Triebkopfzug (2 Triebköpfe)	4	2200	3AC-SM	AC1 + DC1 + DC2	13 (Var.)	8800	300
1995	TGV Duplex	FR	Triebkopfzug (2 Triebköpfe)	8	1100	3AC-SM	AC1 + DC2	12	8800	320
2008	TGV Duplex (Dayse)	FR	Triebkopfzug (2 Triebköpfe)	8	1160	3AC-ASM	AC1 + AC2 + DC2	10	9280	320
1999	ICE 3	DE	Triebzug mit 50%-Antrieb	16	500	3AC-ASM	AC2	8	8000	330
2007	CRH2C	CN	Triebzug mit 75%-Antrieb	24	365	3AC-ASM	AC1	8	8760	350
2012	AGV ETR 575	IT	Triebzug mit 5/7-Antrieb	10	900	3AC-SM	AC1 + DC1	7	9000	300
2017	ICE 4	DE	Triebzug mit 50%-Antrieb	24	413	3AC-ASM	AC2	12 (Var.)	9900	250

Legende Spannungssysteme

AC1 25 kV, 50 Hz AC (außer Japan: 60 Hz)

AC2 15 kV, 16,7 Hz AC

DC1 3 kV DC

DC2 1,5 kV DC

* Betriebsgeschwindigkeit

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

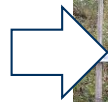
3.1.10 Aktuelle Lokomotivfamilien

- durch DAT europa-/weltweit hohes Vereinheitlichungsniveau möglich, gleichzeitig Konkurrenz der Hersteller
- 4-achsiges Brückenfahrzeug → „Standardkonzept“ für Lokomotiven, aber Grenzen der Kraftschlussausnutzung bedingen für viele Zugförderaufgaben teilw. Doppeltraktion



Foto: Wikipedia/Benedikt Dohmen

AEG/ADtranz 12X (1994)



Bombardier TRAXX (seit 1997)



Fotos: Martin Kache



Alstom PRIMA (seit 2004)



Fotos: Martin Kache



Foto: Wikipedia/Jürgen Heegmann

Siemens EuroSprinter (1992... bis 2006 → BR 152, 189, 182 „Taurus“, u.a.)



Fotos: Martin Kache



Foto: Martin Kache

Siemens Vectron (seit 2010)

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.1 Elektrotriebfahrzeuge

3.1.11 Entwicklungsübersicht

— Spezifische Leistung ausgewählter elektrischer Lokomotiven

