

# Güterzug- Elektrolokomotiven

Geballte Kraft für  
schwere Züge

# Das deutsche Stromsystem

## Übereinkommen betreffend die technische Ausstattung elektrischer Zugförderung

- Unterzeichnet November 1912 bis Januar 1913
- Fahrdrahthöhe                      6m
- Spannung                                15000V
- Frequenz                                 $16\frac{2}{3}$ Hz

# Überblick

- **Nummernvergaben**
- **Ein bisschen Physik**
- **Länderbahnentwicklungen**
- **Die Reichsbahnzeit**
- **Nachkriegszeit**

# Nummernvergabe Länderbahnen

- **Preußen**
  - EG Güterzuglokomotiven**
  - + Nummern ab 501**
- **Bayern**
  - EG Güterzuglokomotiven**
  - + Achsanordnung**

# Nummernvergabe Reichsbahn

<b>E00 – E29</b>	<b><math>v_{\max} &gt; 90\text{km/h}</math></b>
<b>E30 – E59</b>	<b><math>70\text{km/h} &lt; v_{\max} \leq 90\text{km/h}</math></b>
<b>E60 – E99</b>	<b><math>v_{\max} &lt; 70\text{km/h}</math></b>
<b>E200 ff</b>	<b>25kV / 50Hz</b>

**Bei ex-Länderbahnlokomotiven wird die laufende Nummer übernommen.**

# Nummernvergabe Bundesbahn

- **Bis 1968**

Wie Reichsbahnzeit, aber zusätzlich

E300 ff      Zweisystem-Lokomotiven  
15kV /  $16\frac{2}{3}$ Hz + 25kV / 50Hz

E400 ff      Viersystem-Lokomotiven  
15kV /  $16\frac{2}{3}$ Hz + 25kV / 50Hz  
+ 1500V DC + 3000 V DC

- **Ab 1968**

100 ff      Elektrische Lokomotiven

171      25kV / 50Hz      (ab 1991)

180 ff      15kV /  $16\frac{2}{3}$ Hz + 25kV / 50Hz

184      15kV /  $16\frac{2}{3}$ Hz + 25kV / 50Hz  
+ 1500V DC + 3000 V DC

# Ein bisschen Physik

## 1. Grundlegende Gleichung:

$$\text{Leistung} = \text{Kraft} * \text{Geschwindigkeit}$$

# Von der Leistung zur Reibungsgeschwindigkeit

Leistung und Geschwindigkeit findet man in Büchern.

Beispiel:

Leistung (E40) 3700kW

Geschwindigkeit 100km/h

→ Kraft am Zughaken 13,3t

Geschwindigkeit 10km/h

→ Kraft am Zughaken 133t

ABER:

Haftreibungskoeffizient Stahl – Stahl etwa 0,3

→ Reibungsgewicht 445t (!)

Reibungsgeschwindigkeit 56km/h

# Kraft am Zughaken $\Leftrightarrow$ Zuggewicht?

## 2. Grundlegende Gleichung:

$$\text{Kraft am Zughaken} = \text{Zugwiderstand} * \text{Zuggewicht}$$

# Zugwiderstand

## Einflußgrößen für den Zugwiderstand

### 1) Steigungswiderstand

$$w_S = h / s$$

### 2) Laufwiderstand

$$w_L = 2 + (0,007 + m) v^2 / 100$$

Widerstandsformel nach Strahl

m beschreibt die Wagenbauart, typisch 0,025 – 0,04

### 3) Beschleunigungswiderstand

$$w_B = 4 * v^2 / l$$

### 4) Krümmungswiderstand

$$w_R = 650 / (R - 55) \quad (R > 300m)$$

## Beispiel: Gefordertes Leistungsprogramm der E40

Installierte Leistung	3700kW (Stundenleistung)
Geschwindigkeit	65km/h
Zugkraft am Zughaken	20t
Laufwiderstand	4,0kg/t (m = 0,040; Güterzug)
Neigung	1:250 = 4 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>
Steigungswiderstand	4,0kg/t
Beharrungszustand	→ Beschleunigungswiderstand = 0kg/t
Gerade Streckenführung	→ Krümmungswiderstand = 0kg/t
Theoretische Zugmasse	2500t
→ Effizienz rund 65%	1600t

# Eine Auswahl an Lokomotiven

- **Länderbahnzeit**
- **Reichsbahnzeit**
- **Bundesbahnzeit**  
**(Epoche 3 – frühe Epoche 4)**

bay EG 2x<sup>2</sup>/<sub>2</sub>

E70<sup>2</sup>



- Einsatzzeit 1920 – 1951
- Leistung 610kW
- Anzahl 2
- Geschwindigkeit 50km/h

pr EG 511-537

E71<sup>1</sup>



- Einsatzzeit 1914 – 1959
- Leistung 590kW
- Anzahl 27
- Geschwindigkeit 50km/h
- Umbau 65km/h

# E95



- Einsatzzeit 1927 – 1969
- Leistung 2420kW
- Anzahl 6
- Geschwindigkeit 70km/h

# E91<sup>9</sup>

# 191



- Einsatzzeit 1929 – 1975
- Leistung 1660kW
- Anzahl 12
- Geschwindigkeit 55km/h

# E93

# 193



- Einsatzzeit 1933 – 1985
  - Leistung 2220kW
  - Anzahl 18
  - Geschwindigkeit 65km/h
- E 93 05-18 70km/h

# E94

# 194



- Einsatzzeit 1940 – heute
- Leistung 3000kW
- Anzahl 201
- Geschwindigkeit 90km/h

# E41

# 141



- Einsatzzeit 1956 – 2005
- Leistung 2310kW
- Anzahl 451
- Geschwindigkeit 120km/h

# E40

# 140 / 139



- Einsatzzeit 1957 – heute
- Leistung 3620kW
- Anzahl 879
- Geschwindigkeit 110km/h

# E50

# 150



- Einsatzzeit 1957 – 2006
- Leistung 4410kW
- Anzahl 194
- Geschwindigkeit 100km/h

# 151



- Einsatzzeit 1973 – heute
- Leistung 5980kW
- Anzahl 170
- Geschwindigkeit 120km/h

# E344

# 183



- Einsatzzeit 1962 - 1969
- Leistung 2150kW
- Anzahl 1
- Geschwindigkeit 100km/h

# Literatur

- Eisenbahn Fahrzeug Archiv, Band 4, Elektrische Lokomotiven deutscher Eisenbahnen, Bätzolf / Fiebig, transpress Verlag, Berlin 1984, ISBN 3-87 094-106-5
- Div. Baureihen-Bücher des eisenbahn Kurier Verlages u.a. BRE10/E40/E50
- Transpress Fahrzeugportrait, Baureihe E93, Thomas Estler, transpress Verlag, Stuttgart 2000, ISBN 3-613-71122-2
- Div. Baureihenbücher des Eisenbahnclub München u.a E91 und E93
- Die elektrischen Lokomotiven der KPEV, Sawodny / Koppisch, Podzun-Pallas-Verlag, Friedberg 1985, ISBN 3-7909-0258-6
- Leitfaden für den Dampflokomotivdienst, Niederstrasser, Nachdruck der 9.Auflage von 1957, DGEG, Karlsruhe 1989, ISBN 3-921 700-26-4