

Vorlesung „Schienenfahrzeugtechnik“  
IVE Hannover

## ***Grundlagen der Eisenbahnbremstechnik***

Frank Minde

---

DB Systemtechnik

---

TZF8 (Bremsen und Kupplungen)

---

Weserglaci 2, 32423 Minden

---

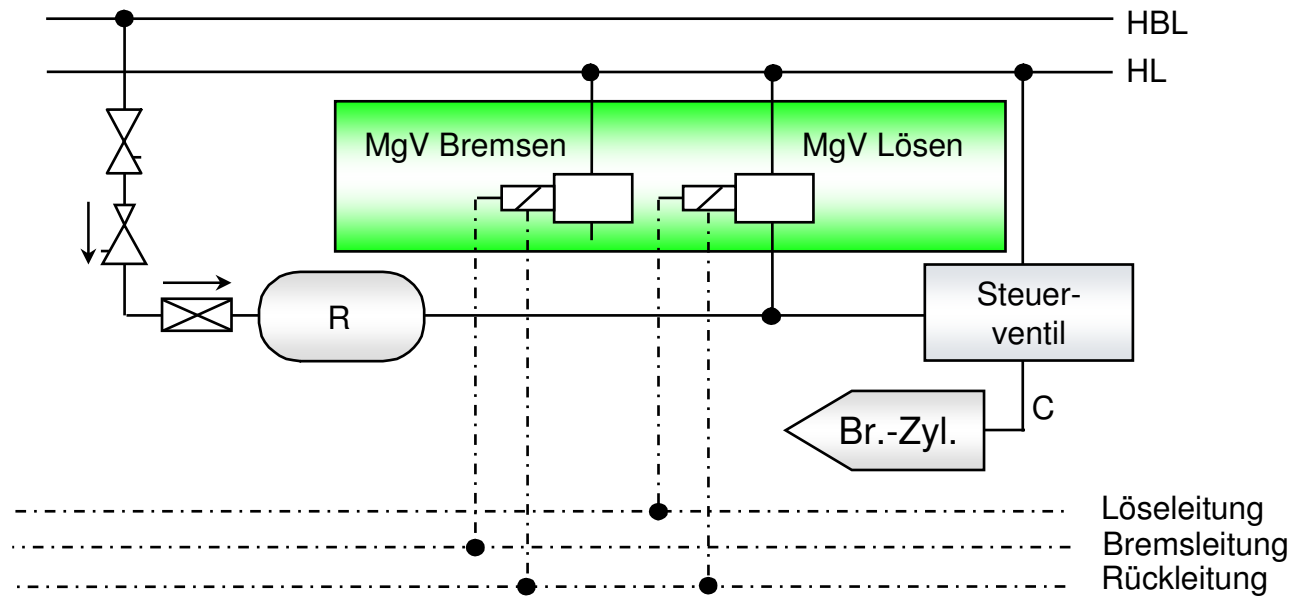
Tel.: (937) 51 00 bzw. +49 (571) 393 51 00 - Fax: -10 82  
Frank.Minde@bahn.de

## ***Grundlagen der Eisenbahnbremstechnik***

- Grundlagen
- Entstehung und Prinzip der heutigen Druckluftbremse
- Die Grundfunktionen der pneumatischen Hauptbauteile der Druckluftbremse
- Der Bremsbetrieb
- Bauteile, Charakteristika und Auslegung von Güterwagenbremsen
- Bauteile, Charakteristika und Auslegung von Reisezugwagenbremsen
- Bauteile, Charakteristika und Auslegung von Triebfahrzeugbremsen
- Normen und Literaturhinweise

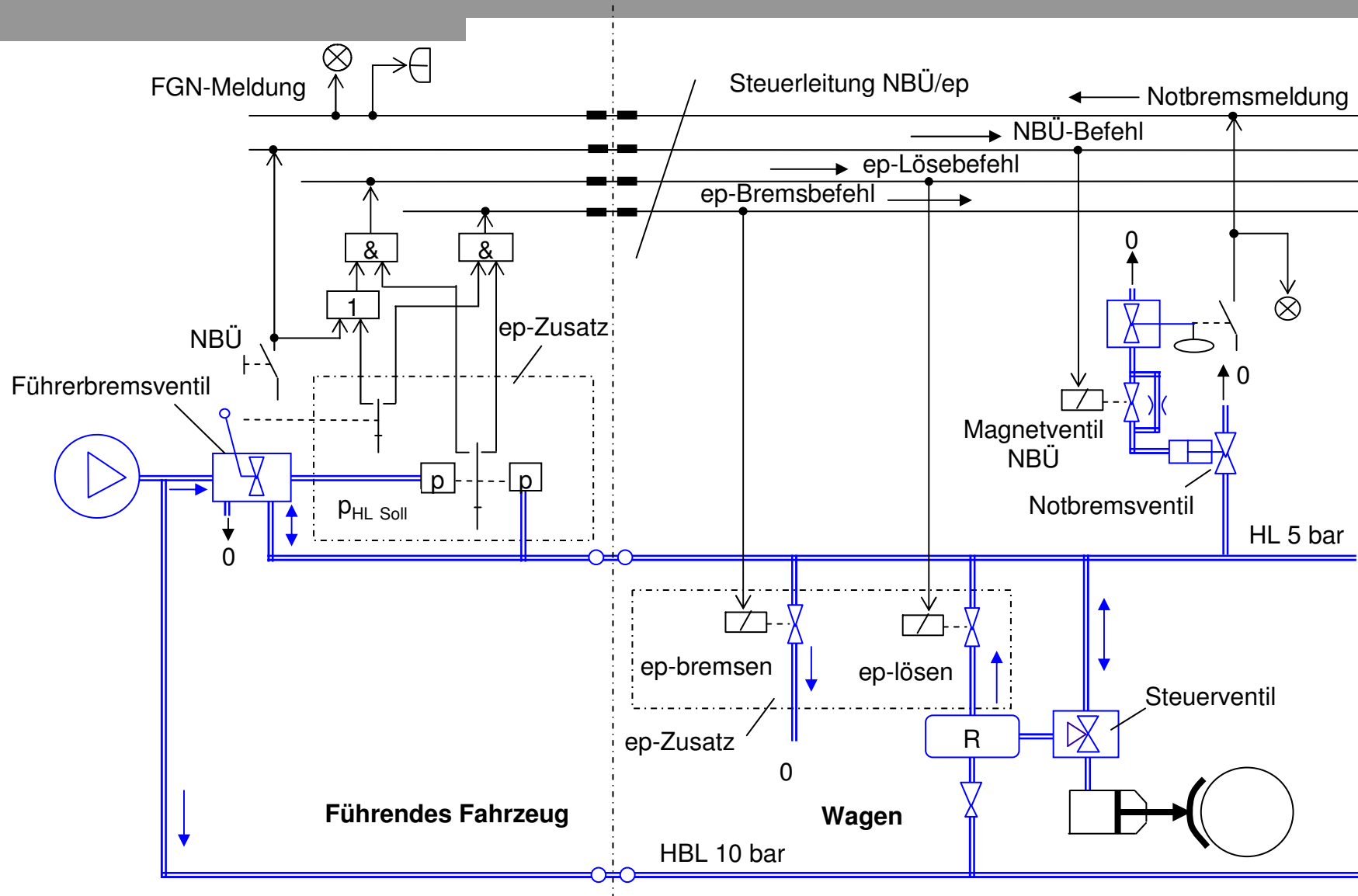
# Grundfunktionen der pneumatischen Hauptbauteile

## Indirekte ep-Bremse



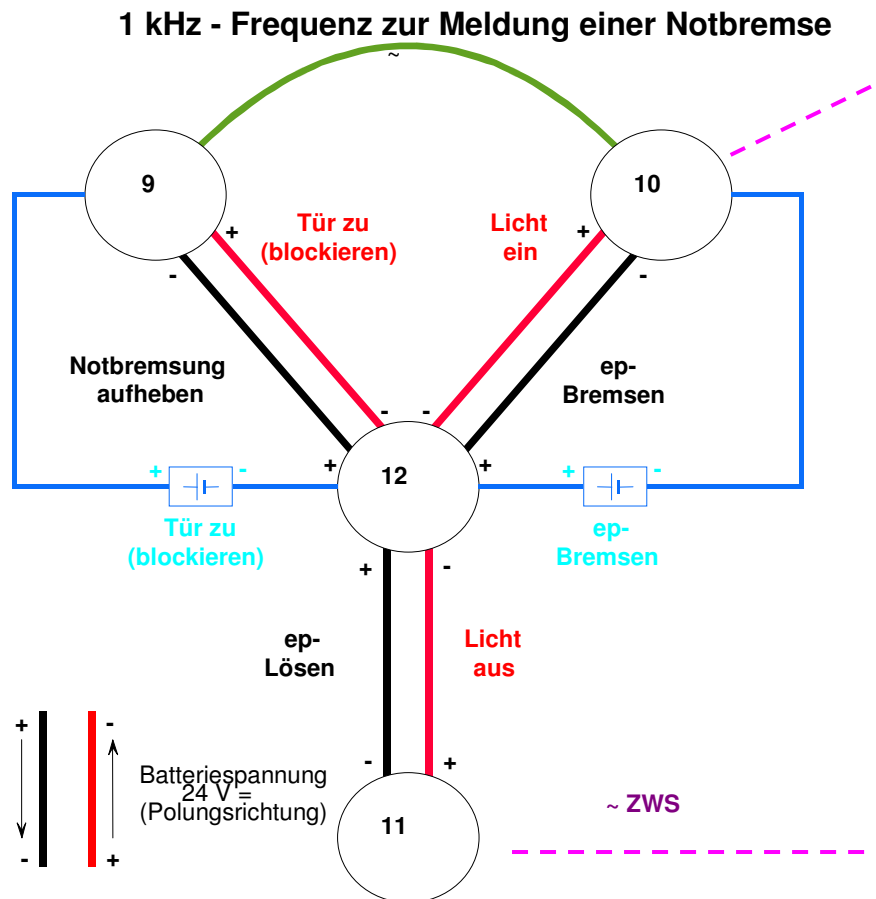
# Grundfunktionen der pneumatischen Hauptbauteile

## Indirekte ep-Bremse mit NBÜ



# Indirekte ep-Bremse mit NBÜ

## System DB = Istzustand DB Fernverkehr



Übertragung von Steuersignalen von der Lok, die im Wagen über eine Relaisschaltung die Ventile aus der Bordbatterie schalten

**führendes Fahrzeug**  
 sendet Steuerbefehle  
 empfängt Meldungen (Überwachungskreise)

**Übertragungsmittel**

- UIC- IS- Leitung (UIC 558) 18-polig
- Adern (doppelt belegt)

**Befehle**

- 12 (+24V)(-24V)
- 10 (-) ep-Bremsen (+) Zuglicht ein
- 11 (-) ep-Lösen(+ ) Zuglicht aus
- 09 (-) NBÜ(+ ) Türen zu

**Überwachung Leitungsweg**

- (24V 1kHz)
- 09 - 10 Fahrgastnotbremse

**geführtes Fahrzeug (Wagen)**  
 empfängt Steuerbefehle  
 sendet Meldungen (schließt Überwachungskreis(e))

- gleichzeitige Übertragung nicht möglich
- Systeme nur wechselweise verfügbar !

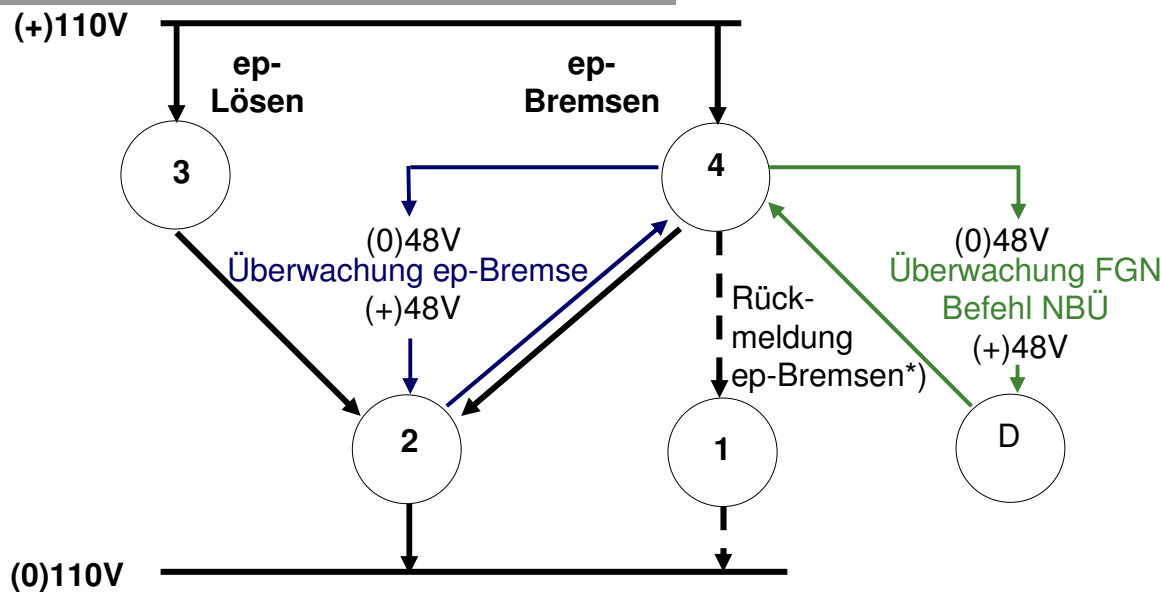
# *Indirekte ep-Bremse mit NBÜ*

## *System DB = Istzustand DB Fernverkehr*



# Indirekte ep-Bremse mit NBÜ

## System UIC 541-5 = Istzustand DB Regio



\*) vereinfachtes System nur bei einigen Fahrzeugen der SNCF angewendet



**führendes Fahrzeug**

- verknüpft Signale
- sendet Steuerbefehle
- empfängt Meldungen (Überwachungskreise)

**Übertragungsmittel:** Leitung UIC 541-5 9-polig  
 Belegung der Adern  
**Befehle**  
 2 (0) 110V -4 (+)110V ep-Bremsen  
           -3 (+)110V ep-Lösen  
 (4 (+)110V -1 (+)110V Rückmeldung ep-Bremsen)  
 4 (0) 48V - D (+)48V NBÜ  
**Überwachung Leitungswege bis Zugschluß**  
 (48V Konstantstrom 20mA)  
 4 (0) -2 (+) ep- Bremsen (R1/R3)  
       -D (+) Fahrgastnotbremse  
**Reserven:**  
 Energieversorgung Nebenverbraucher: A – B  
 Bussignale: X - Y

**geführtes Fahrzeug (Wagen)**

- empfängt Steuerbefehle
- steuert Magnetventile:  
   ep direkt, NBÜ über Zwischenrelais aus Bordnetz
- sendet Meldungen (schließt Überwachungskreis(e))

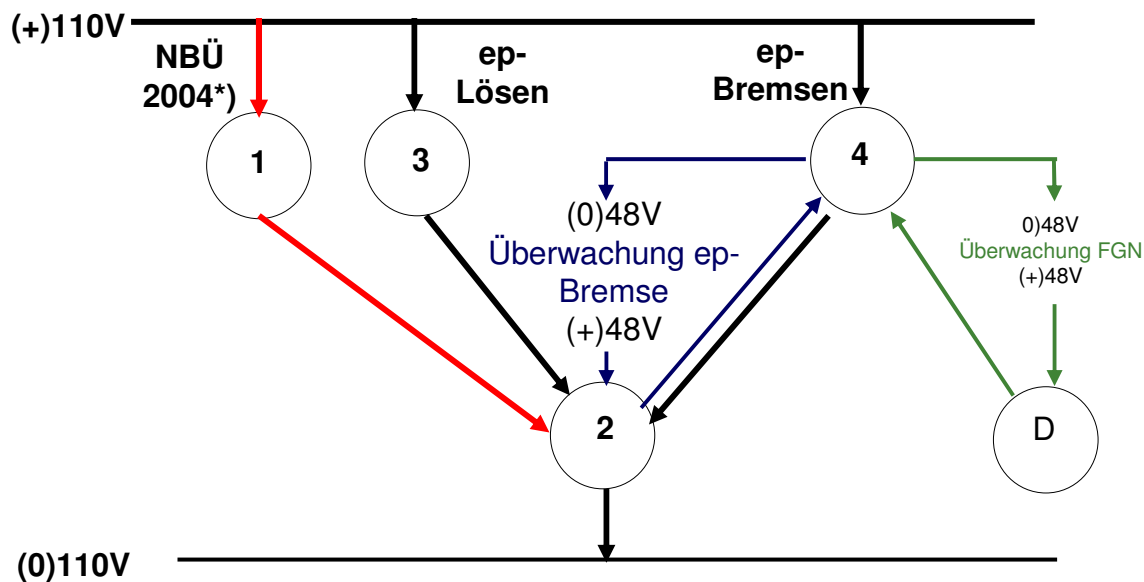
## **Indirekte ep-Bremse mit NBÜ**

### **System “Minden 2004”, Schutzziele UIC-Studie**

- Bei Betätigung einer Fahrgastnotbremse im Zug muß der Triebfahrzeugführer eine Alarmmeldung erhalten
- Der den Notbremszugriff Betätigende muß eine wahrnehmbare Bestätigung erhalten.
- **Während der Fahrt muß sichergestellt sein, daß eine betätigte Fahrgastnotbremse den Zug nicht unzeitig zum Halten bringt, so daß der Triebfahrzeugführer den nächst erreichbaren Rettungsort bestimmen und den Zug dort zum Halten bringen kann.**
- Reagiert der Triebfahrzeugführer während der Zugfahrt mit aktivierter Notbremsüberbrückung (NBÜ) auf eine Fahrgastnotbrems-Anforderung aus dem Zug nicht innerhalb einer angemessenen Zeit, so muß das System automatisch die Fahrgastnotbremsung wirksam werden lassen oder eine Zwangsbremse auslösen .
- Die Überlagerung weiterer Notalarmierungen darf nicht zu einer automatischen Bremsreaktion des Zuges führen .
- **Bei Halt am Bahnsteig und während der Anfahrt nach einem Halt am Bahnsteig muß die Betätigung einer Fahrgastnotbremse eine sofortige Bremsung auslösen, die nicht überbrückt werden kann.**
- Die Funktionsfähigkeit der Signalübertragung im Zug muß durch technische Mittel überwacht werden. Fehler, welche die vorgesehene Arbeitsweise des Systems beeinträchtigen können, müssen eine Störungsmeldung an den Triebfahrzeugführer auslösen.
- Der Fahrzeugführer muß die Möglichkeit haben, die Funktion Notbremsüberbrückung (NBÜ) ein- oder auszuschalten. Bei ausgeschalteter Funktion NBÜ muß die Betätigung einer Fahrgastnotbremse eine unmittelbare Bremsung des Zuges auslösen.



# Indirekte ep-Bremse mit NBÜ System "Minden 2004"



\*) vereinfachtes System für Reisezüge mit NBÜ nicht anwendbar, deshalb: **Ader 1 neu belegt mit Befehl NBÜ**

Neu:

- Signalwege Meldung für FGN und Befehl NBÜ getrennt
- Erfassung Fahrgeschwindigkeit und Verarbeitung durch Steuerung
- zentral vom führenden Fahrzeug steuerbare Verriegelung der Einstiegtüren
- Übertragung und Ausgabe von Durchsagen vom Triebfahrzeugführer in alle Wagen des Zuges

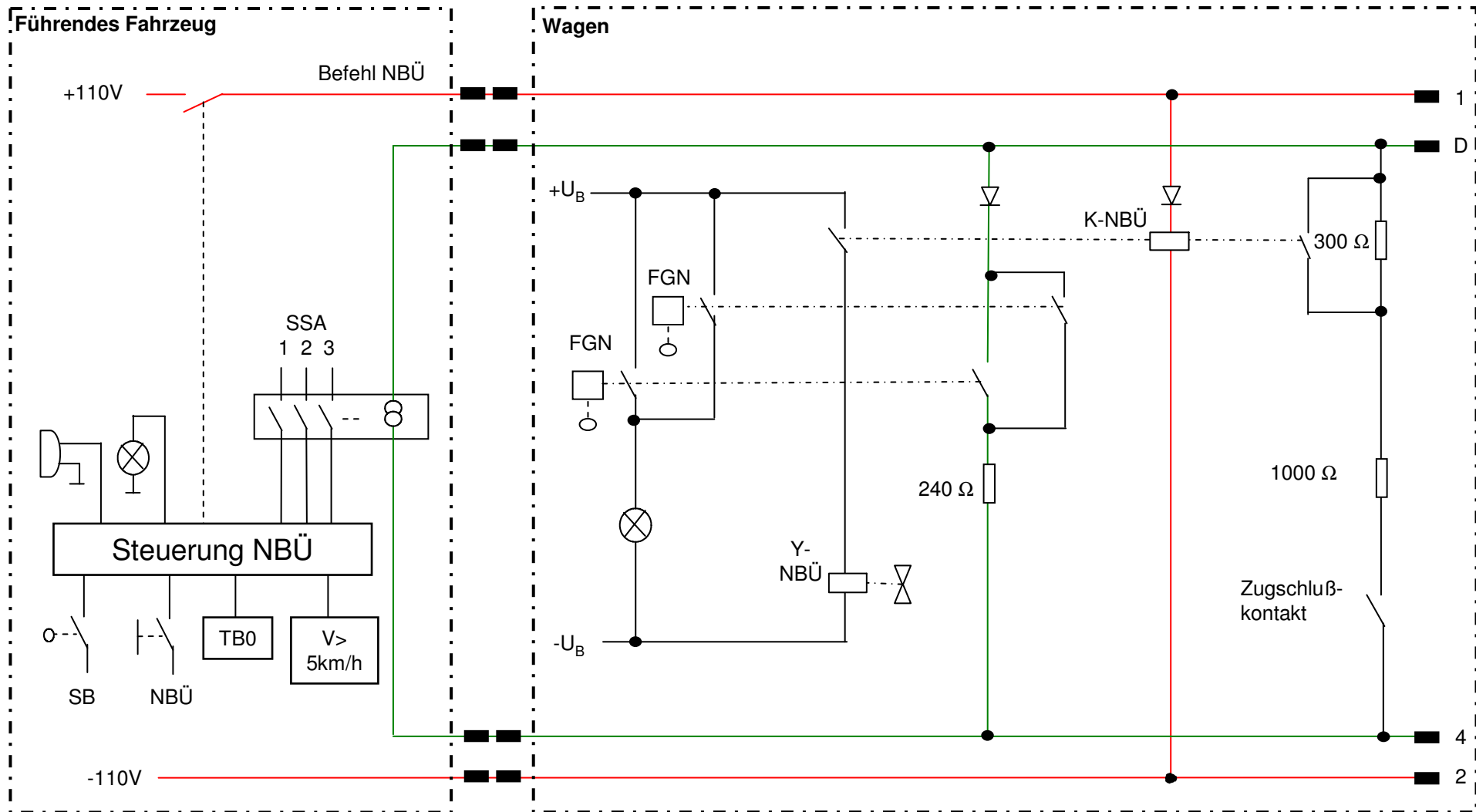
**führendes Fahrzeug**  
sendet Steuerbefehle  
empfängt Meldungen (Überwachungskreise)

**Übertragungsmittel:** Leitung UIC 541-5 9-polig  
Belegung der Adern  
Befehle  
2 (0) 110V - 4 (+)110V ep-Bremsen  
- 3 (+)110V ep-Lösen  
- 1 (+)110V Befehl NBÜ )  
Überwachung Leitungswege bis Zugschluß  
(48V Konstantstrom 20mA)  
4 (0) -2 (+) ep- Bremsen (R1/R3)  
-D (+) Fahrgastnotbremse  
Energieversorgung Nebenverbraucher  
(230V 50Hz)  
A – B  
Bussignale  
X - Y

**geführtes Fahrzeug (Wagen)**  
empfängt Steuerbefehle  
sendet Meldungen (schließt Überwachungskreis(e))

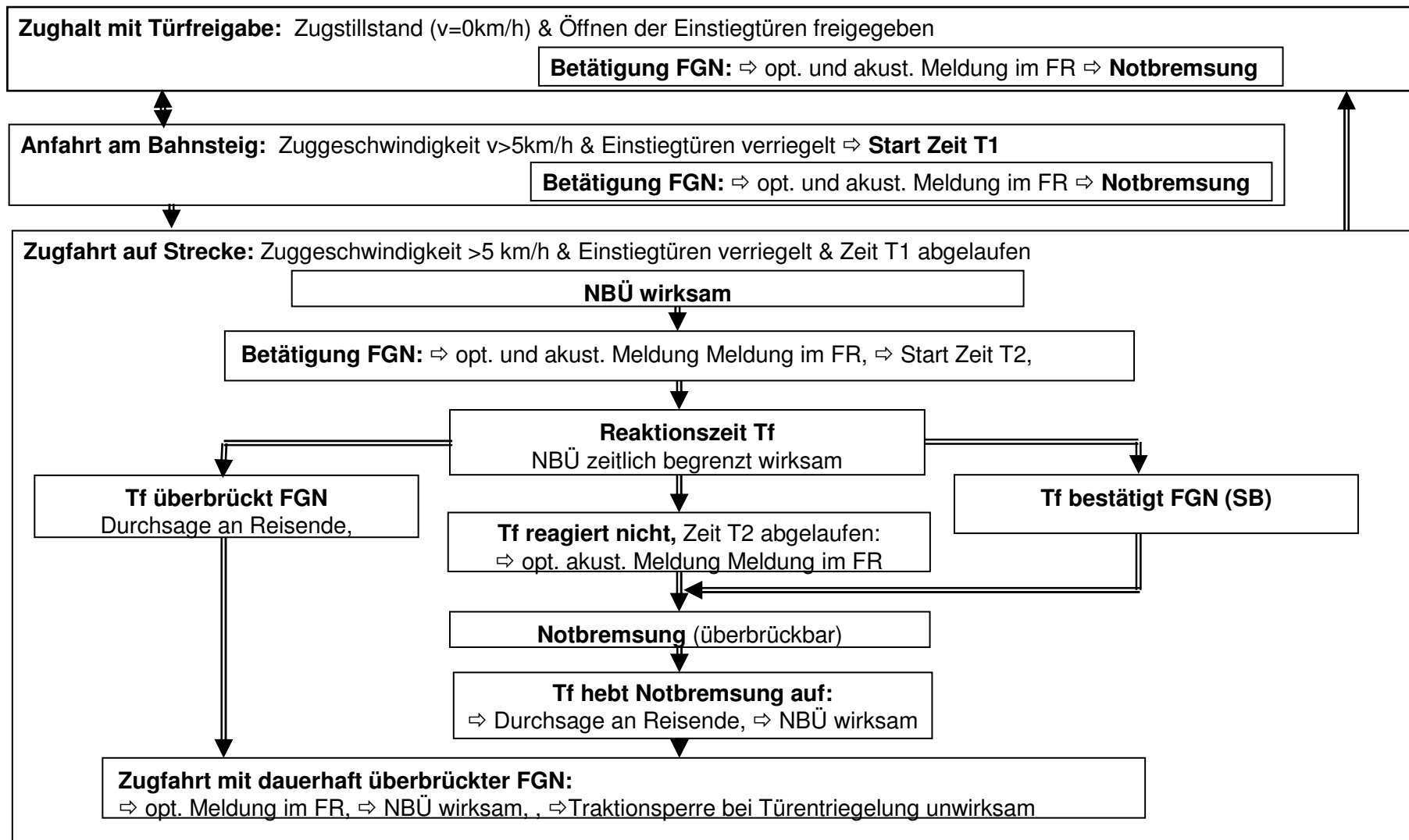
# Indirekte ep-Bremse mit NBÜ

## System "Minden 2004", Grundprinzip



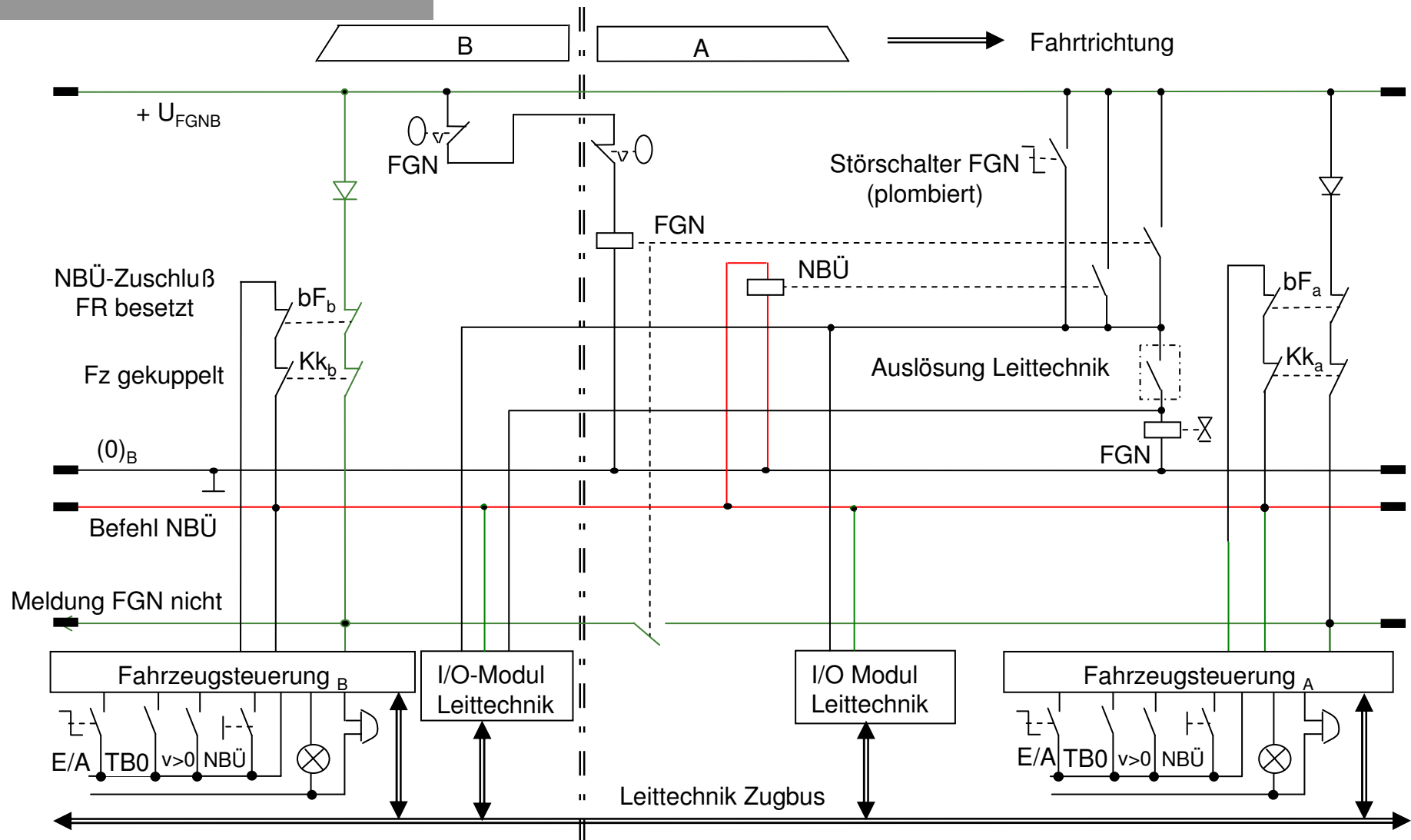
# Indirekte ep-Bremse mit NBÜ

## System "Minden 2004", Phasen einer Zugfahrt gemäß neuen Schutzzielen



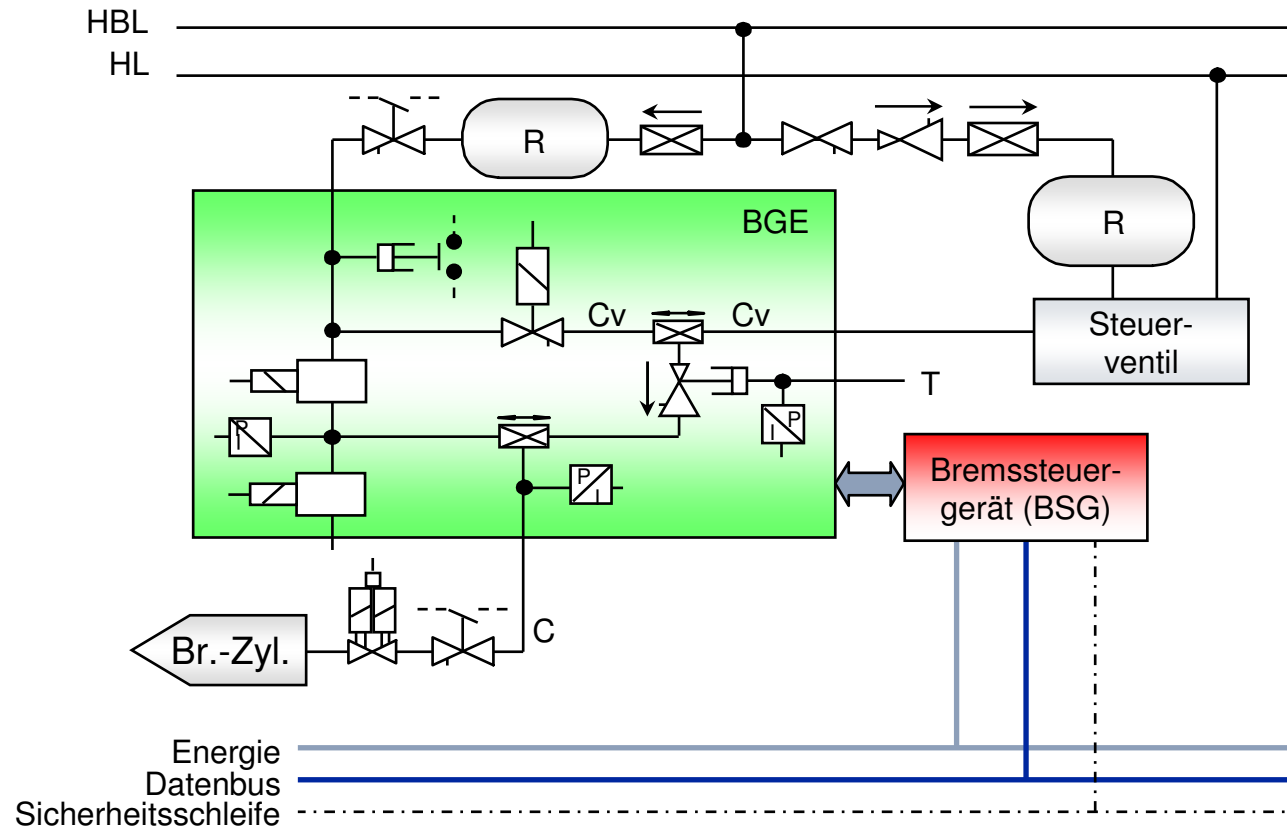
# Indirekte ep-Bremse mit NBÜ

## System "Minden 2004", Prinzip der technischen Lösung für einen Triebzug

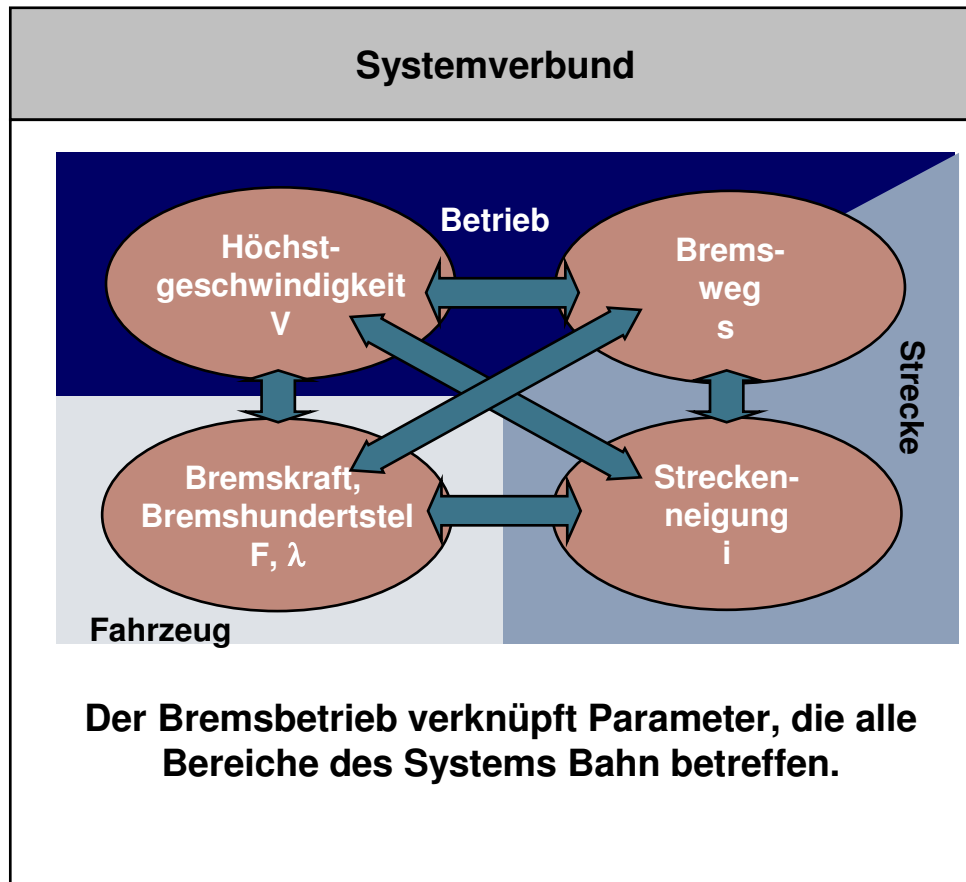


# Grundfunktionen der pneumatischen Hauptbauteile

## Direkte ep-Bremse



# Bremsbetrieb - Grundsätzliches



**Handlungsspielraum**

Der Handlungsspielraum ist durch die gegenseitigen Abhängigkeiten gekennzeichnet:

- Die Einhaltung des vom Signalsystem vorgegebenen Bremswegs ist eine Grundlage des Bahnbetriebs
- Liegt einer der Parameter fest, so bedeutet dies eine Vorgabe für die Freiheitsgrade aller anderen.

## Bremsbetrieb – Grundsätzliches

### Bremsgewicht und Brems Hundertstel

1936: Ermittlung des charakteristischen Verlaufes der mittleren Verzögerung über der Bremsausgangsgeschwindigkeit (15 Reisezugwagen)

Das Bremsverhalten („Musterverzögerung“) dieses Zuges entsprach fortan der Kennzahl „ $\lambda = 100$  Brems Hundertstel“

$$Kraft = Masse \times Beschleunigung$$

$$Verzögerung = \frac{Bremskraft}{Masse}$$

$$\frac{Verzögerung}{\text{„Musterverzögerung“}} = \frac{Bremskraft / \text{„Musterverzögerung“}}{Masse}$$

$$\lambda_{Fahrzeug} = \frac{B_{Fahrzeug}}{m_{Fahrzeug}} \times 100$$

$$\lambda_{Zug} = \frac{\sum B_{Fahrzeuge}}{\sum m_{Fahrzeuge}} \times 100$$

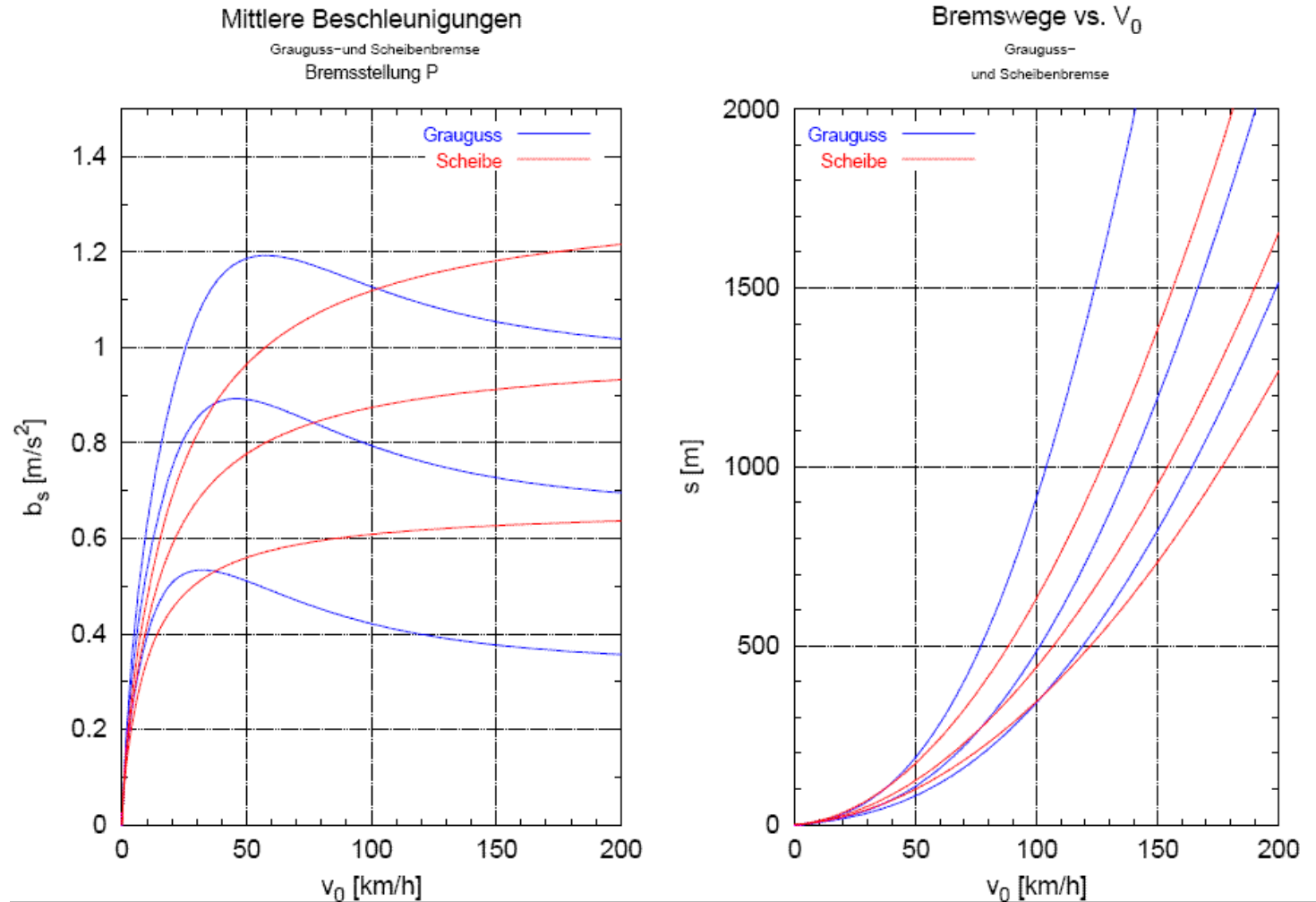
Bremsgewicht eines Fahrzeugs bzw. Zuges in t:

$$B = m \times \lambda$$

Ist ein Maß für das Bremsvermögen und wird angeschrieben am Fahrzeug

# Bremsbetrieb – Grundsätzliches

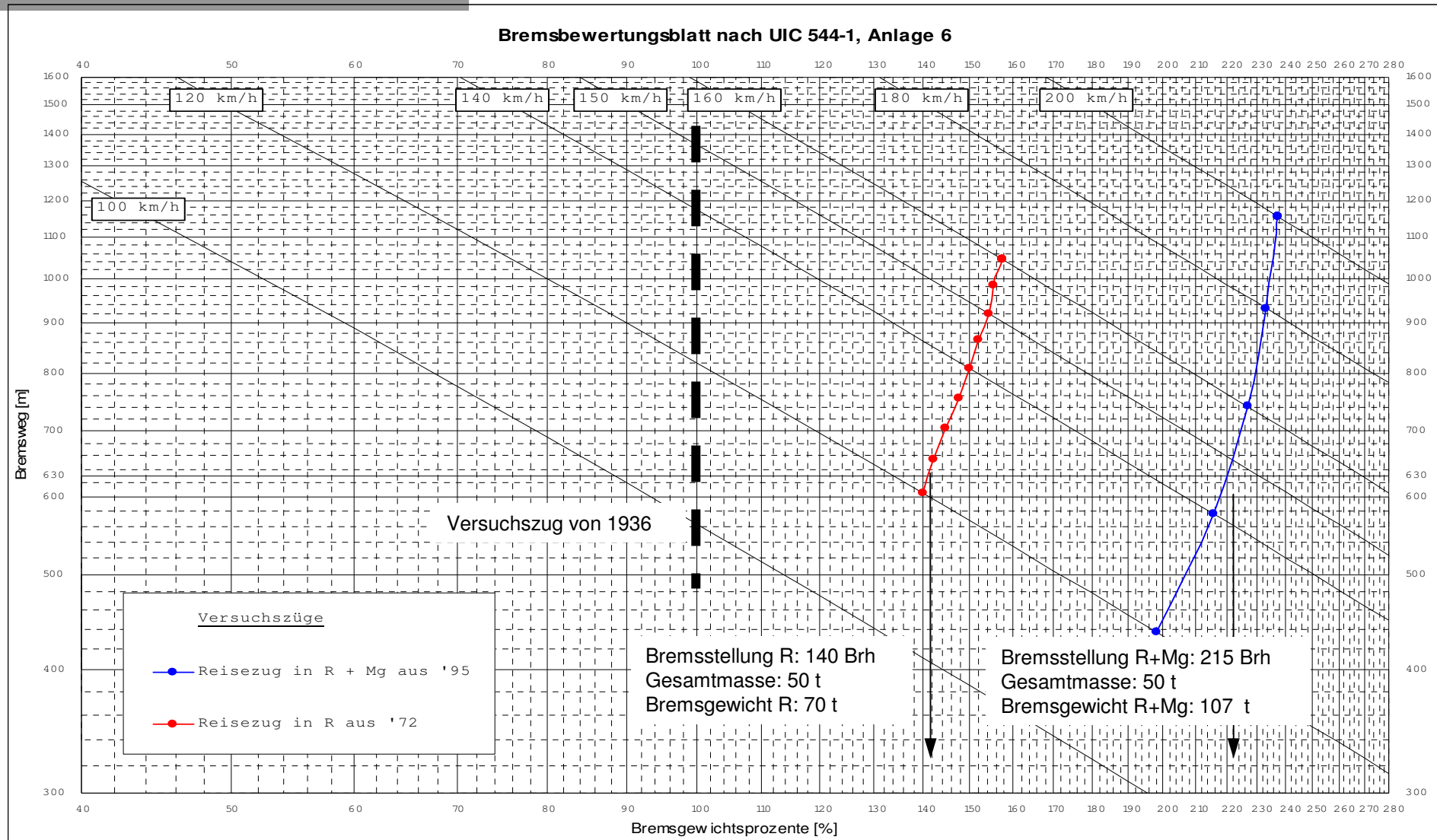
## Verzögerungen von Klotz- und Scheibengebremsten Zügen





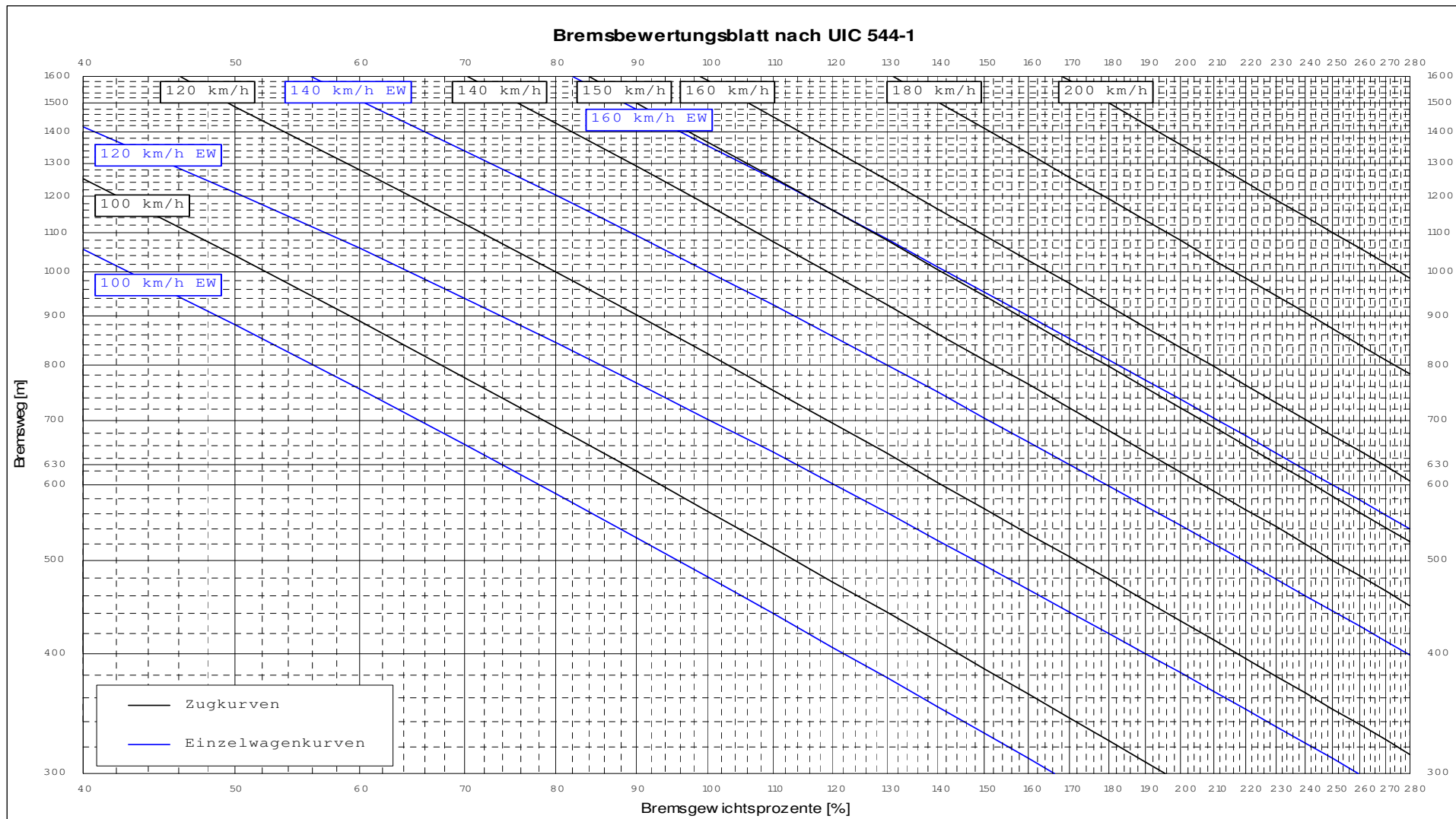
# Bremsbetrieb

## Bremsbewertung nach UIC-Mb 544-1



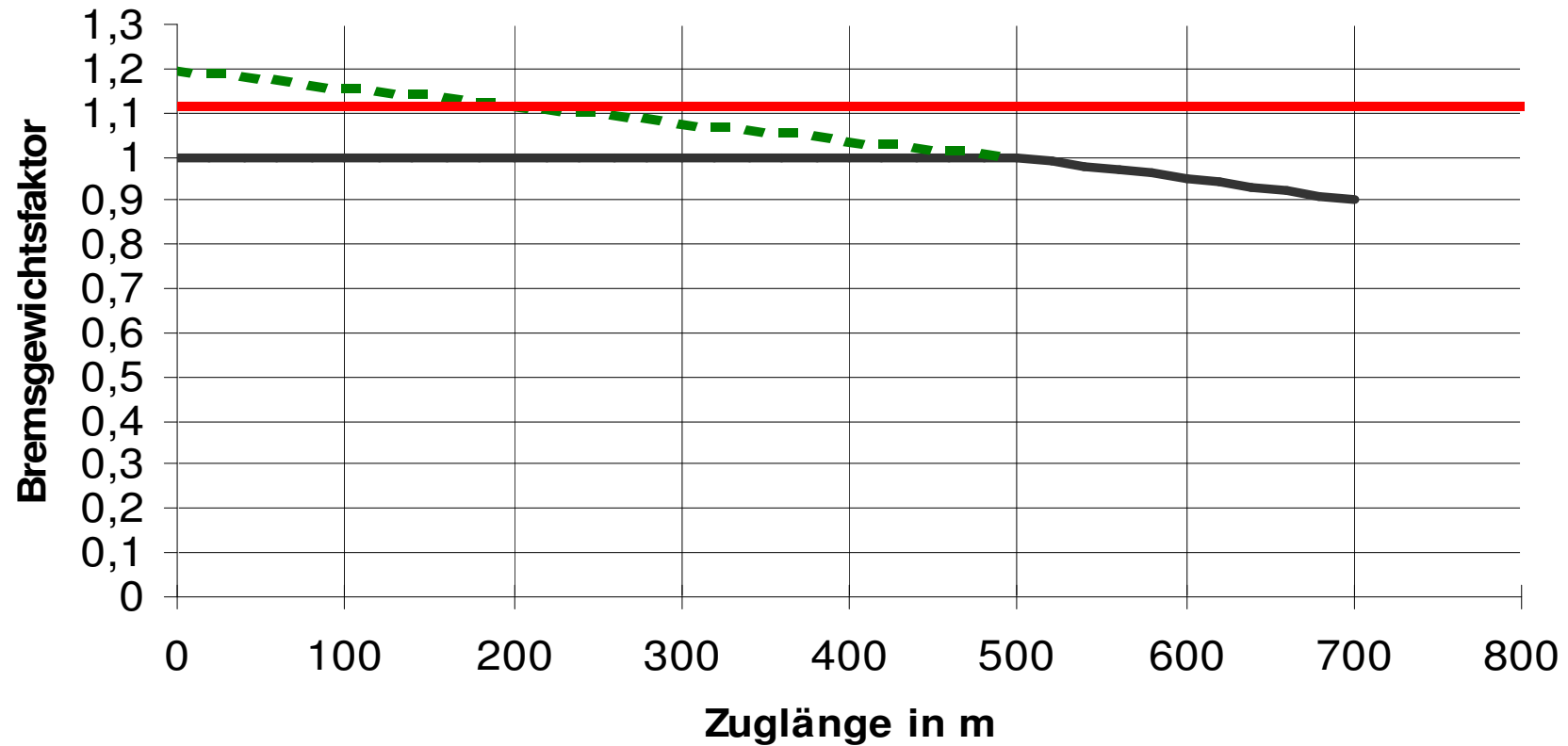
# Bremsbetrieb

## Bremsbewertungsblatt nach UIC-Mb 544-1



# Bremsbetrieb

## Bremsgewicht = $f(\text{Zuglänge})$



- Bremsgewichtsfaktor nach Bewertung
- - - Bremsgewichtsfaktor theoretisch
- Bremsgewichtsfaktor mit anrechenbarer ep-Bremse

# Bremsbetrieb Bremsanschriften

R+Mg **107 t** 75t P 54t  
 70t G 43t

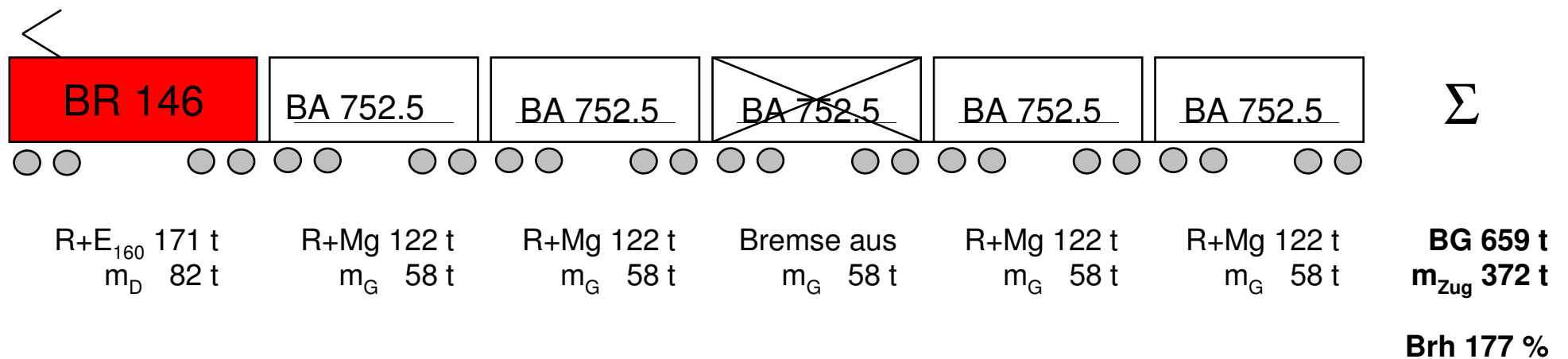
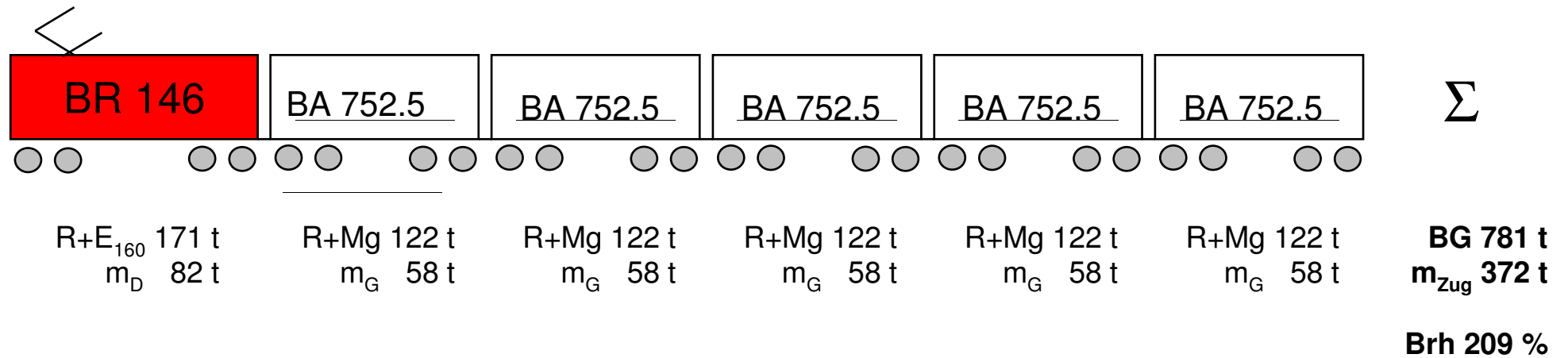
KE-GPP<sub>2</sub>R-E mZ 83t R+E<sub>160</sub> **161 t** R 119 t  
 TB 0 R+E **144 t** P<sub>2</sub> 96 t  
 P+E **118 t** P 81 t  
 G 81 t

KE-PR-A-Mg R+Mg **122t** 90t P 65t  
 85t

45t 50t  
 50Pl  
 KE-GPR-Mg R+Mg 117t  
 K1  
 11/10/2001

# Bremsbetrieb

## Bsp. Bremshundertstelberechnung



## Bremsbetrieb

### Bsp. Bremsberechnung für 40 Wagen- Erzzug (602 m Länge)

#### Bremshundertstelberechnung

Fahrzeug	Masse	Bremsart	B	Anzahl	Σ Masse	Σ B
Tfz BR151	118 t	P	90 t	2	236 t	180 t
Faals 151	150 t	P	108 t	40	6.000 t	4.320 t
				Σ	6.236 t	4.500 t

$$\lambda = \Sigma B / \Sigma \text{Masse} \times 100\% = 4.500 / 6.236 \times 100\% = 72\%$$

#### Zuglängen- und Massenrestriktionen

Fahrzeug	Masse	Bremsart	B	Anzahl	Σ Masse	Σ B
Tfz BR151	118 t	G (80% von B <sub>G</sub> )	57 t	2	236 t	114 t
Faals 151	150 t	G (80% von B <sub>P</sub> )	86,4 t	5	750 t	432 t
Faals 151	150 t	P (94% von B <sub>P</sub> )	108 t	35	5.250 t	3.553 t
				Σ	6.236 t	4.099 t

$$\lambda = \Sigma B / \Sigma \text{Masse} \times 100\% = 4.099 / 6.236 \times 100\% = 65\%$$



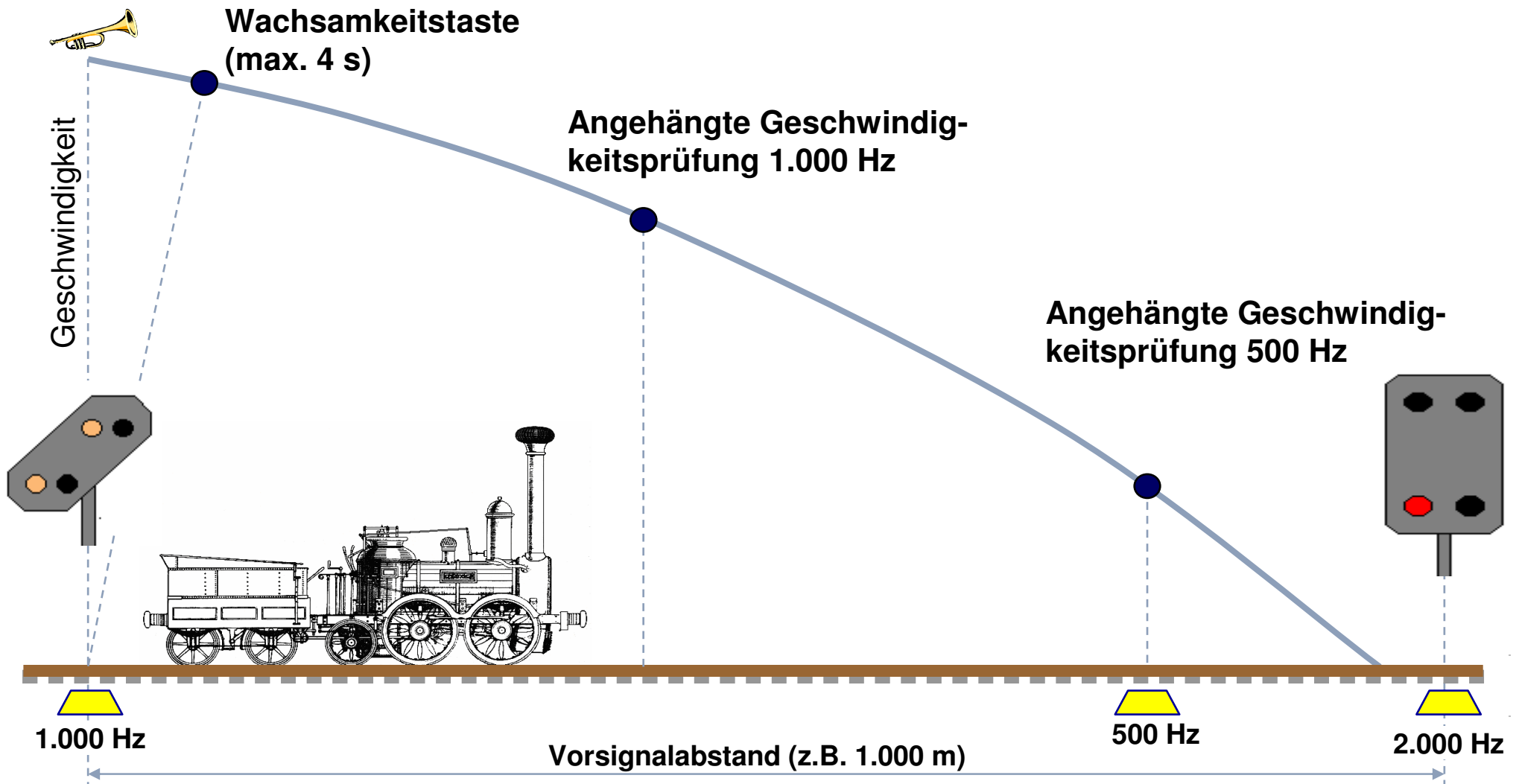
# Bremsbetrieb

## Bremstafel für 1000 m Bremsweg

Bremstafel für 1000 m Bremsweg für Bremsstellung R/P																														
Maßgebendes Gefälle		Für eine zugelassene Geschwindigkeit bis zu																												
in %	im Verhältnis	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
		Kilometer in der Stunde (km/h) sind folgende Mindestbremsstufen erforderlich:																												
0	1 : ∞	6	6	6	6	6	6	8	11	13	18	22	26	32	38	44	51	58	65	73	82	90	101	111	123	134	146	158	172	185
1	1 : 1000	6	6	6	6	6	7	9	12	15	19	23	28	33	39	46	52	60	67	75	83	92	102	113	124	136	148	160	173	187
2	1 : 500	6	6	6	6	6	8	10	13	16	20	24	29	34	41	47	54	61	68	76	85	94	104	115	126	138	150	162	175	189
3	1 : 333	6	6	6	6	7	9	11	14	17	21	26	30	36	42	49	55	63	70	78	87	96	106	116	128	140	151	164	177	191
4	1 : 250	6	6	6	6	8	10	12	15	18	23	27	32	37	44	50	57	64	72	80	88	98	107	118	129	141	153	166	179	192
5	1 : 200	6	6	6	7	9	11	13	16	20	24	28	33	39	45	52	58	66	73	82	90	99	109	120	131	143	155	167	180	194
6	1 : 167	6	6	7	8	10	12	14	17	21	25	30	35	40	46	53	60	67	75	83	92	101	111	122	133	145	157	169	182	196
7	1 : 143	6	7	8	9	11	13	15	19	22	26	31	36	41	48	54	61	69	76	85	94	103	112	123	135	147	158	171	184	198
8	1 : 125	6	7	9	10	12	14	16	20	23	28	32	37	43	49	56	63	70	78	86	95	105	114	125	136	148	160	173	186	200
9	1 : 111	7	8	10	11	13	15	17	21	25	29	34	39	45	51	58	65	72	80	88	97	107	116	127	138	150	162	174	188	201
10	1 : 100	8	9	10	12	14	16	18	22	26	30	35	40	46	52	59	66	74	81	90	99	108	117	128	140	152	164	176	189	203
11	1 : 91	9	10	11	13	15	17	20	23	27	32	37	42	47	54	61	68	76	83	92	101	110	119	130	141	154	165	178	191	205
12	1 : 83	10	11	12	14	16	18	21	24	28	33	38	43	48	55	62	69	77	85	93	102	112	121	132	143	155	167	180	193	207
12,5	1 : 80	11	12	13	15	17	19	22	25	29	34	39	44	49	56	63	70	78	86	94	103	113	122	133	144	156	168	180	194	208
13	1 : 77	11	12	13	15	17	19	22	26	30	34	39	45	50	57	64	71	79	87	95	104	114	122	133	145	157	169	181	195	209
14	1 : 71	12	13	14	16	18	20	23	27	31	35	40	46	52	58	65	72	80	89	97	106	116	124	135	147	159	171	183	196	210
15	1 : 67	12	13	14	16	18	21	24	28	32	36	41	47	53	59	66	73	81	90	98	107	117	126	137	148	160	172	185	198	212
16	1 : 63	13	14	15	17	19	22	25	29	33	38	43	49	54	61	68	75	83	92	100	109	119	127	138	150	162	-	-	-	-
17	1 : 59	13	15	16	18	20	23	26	30	34	39	44	50	55	62	69	76	84	93	101	111	121	129	140	152	164	-	-	-	-
18	1 : 56	14	16	17	19	21	25	28	32	36	41	46	52	57	64	71	78	86	95	103	113	123	131	142	153	166	-	-	-	-
19	1 : 53	15	17	18	20	22	26	29	33	37	42	47	53	59	66	73	80	88	97	105	115	125	132	144	155	167	-	-	-	-
20	1 : 50	16	17	19	21	23	27	30	34	38	43	48	54	60	67	74	81	89	98	107	116	127	134	145	157	169	-	-	-	-
21	1 : 48	17	18	20	22	24	28	31	35	40	45	50	56	62	69	75	83	91	100	109	118	129	136	147	-	-	-	-	-	-
22	1 : 45	18	19	21	23	25	29	32	36	41	46	51	57	63	70	76	84	92	101	111	120	131	138	149	-	-	-	-	-	-
23	1 : 43	19	20	22	24	26	30	33	38	43	48	53	59	65	72	78	86	94	103	113	122	133	139	150	-	-	-	-	-	-
24	1 : 42	20	21	23	25	27	31	34	39	44	49	54	60	66	73	80	88	96	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	1 : 40	20	22	24	26	28	32	35	40	45	50	55	61	67	74	81	89	97	106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1 : 38	21	23	25	27	29	33	37	42	46	52	57	63	69	76	83	91	99	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	1 : 37	22	23	25	28	30	34	38	43	47	53	58	64	70	77	84	92	101	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	1 : 36	23	24	26	29	31	35	39	44	49	55	60	66	72	79	85	94	103	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	1 : 34	24	25	27	30	32	36	40	45	50	56	61	67	74	81	86	96	105	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	1 : 33	24	26	28	31	33	37	41	46	51	57	62	68	75	82	87	97	106	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

# Bremsbetrieb

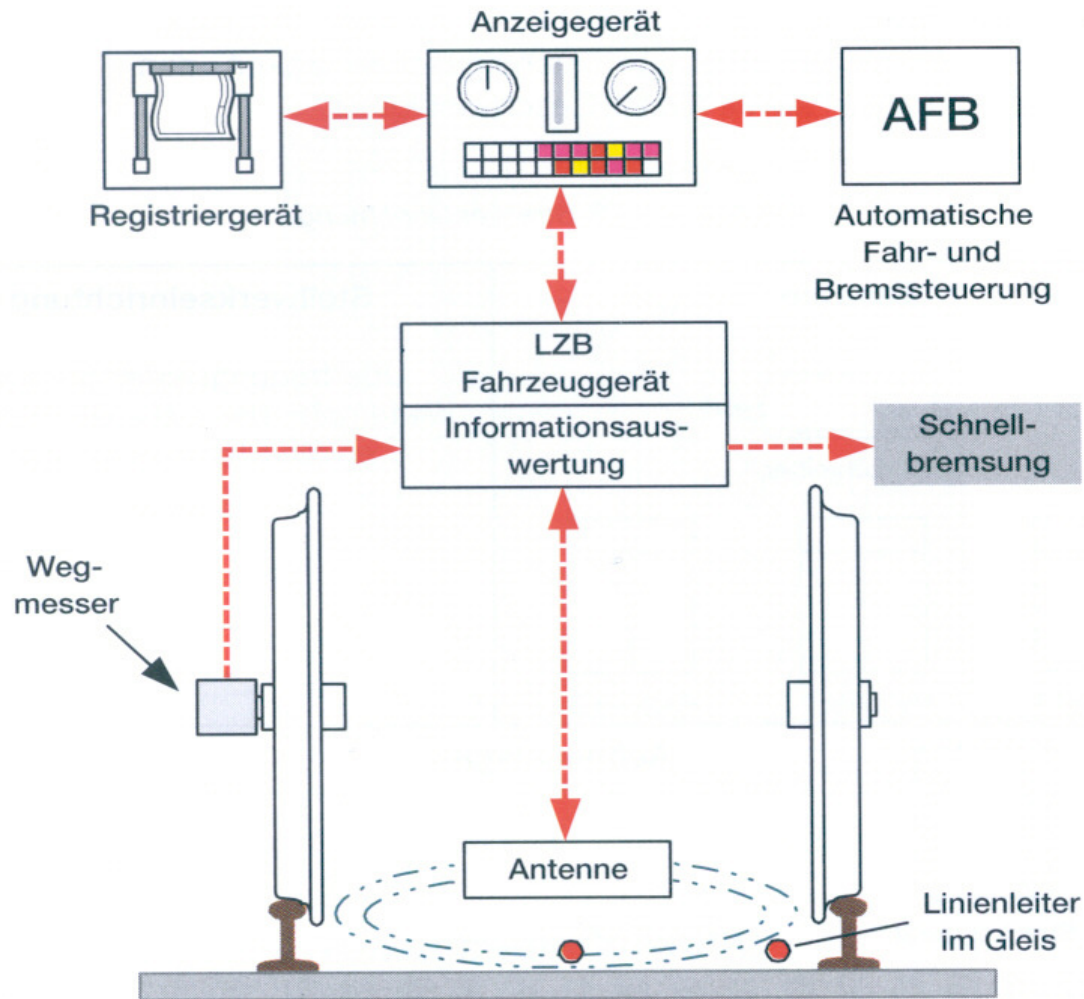
## Punktförmige Zugbeeinflussung PZB





# Bremsbetrieb

## Linienförmige Zugbeeinflussung LZB

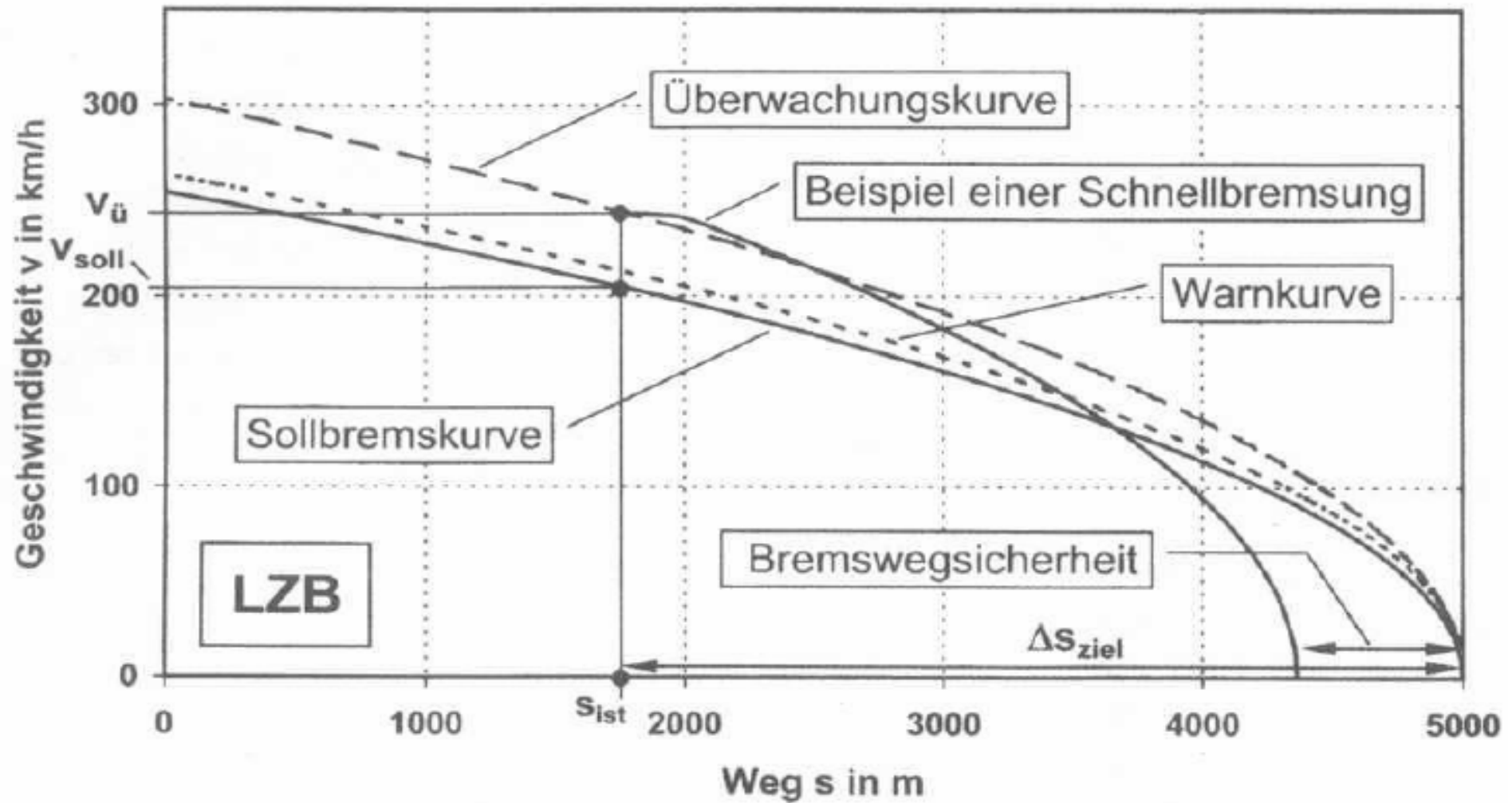


Quelle: DB-Fachbuch; Fahrzeugtechnik Teil 2



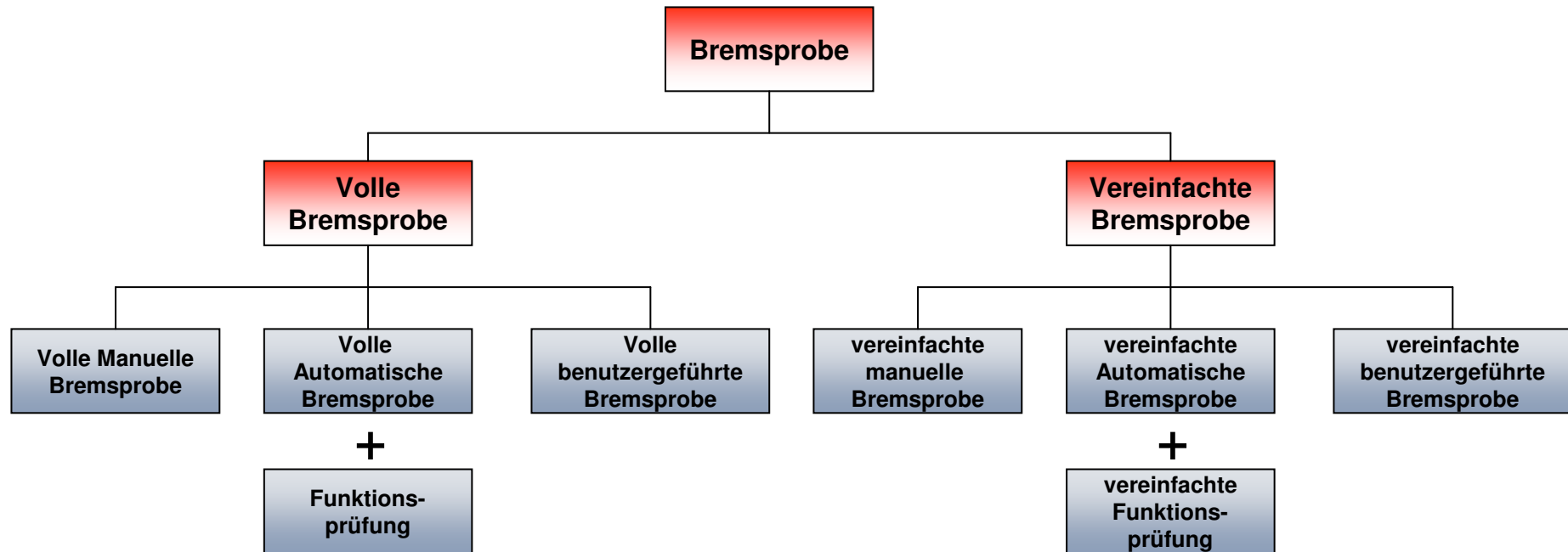
# Bremsbetrieb

## LZB-Bremskurven



# Bremsbetrieb

## Arten von Bremsproben



### Fälligkeit:

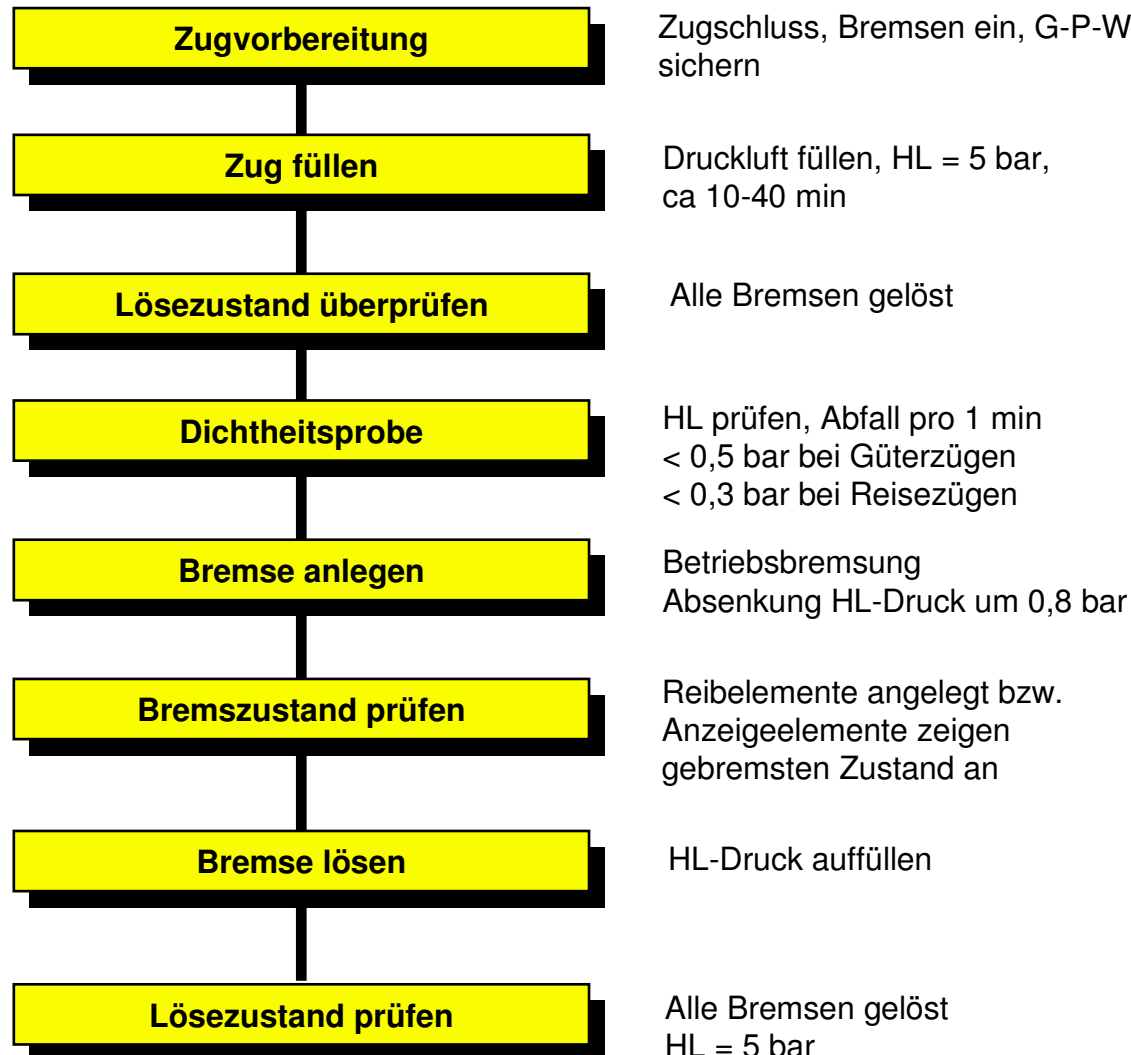
- alle 24 Stunden
- bei jedem Aufrüsten

### Fälligkeit

- nach Abstellung
- Betriebliches Wenden
- Kuppeln im Betrieb (Kontrolle hinterer Zugteil)
- Entkuppeln im Betrieb (Übernahme hinterer Zugteil)
- Abschleppbetrieb (Zug wird von Lok mit UIC-Bremse oder artrein abgeschleppt)

# Bremsbetrieb

## Ablauf der vollen Bremsprobe



### Zeitbedarf für „volle Bremsprobe mit Zuglok“:

$$252 \text{ Achsen} \times 0,21 \text{ min} = 53 \text{ min}$$

$$\text{Wegezeiten für 1 Wgm} = \frac{16 \text{ min}}{69 \text{ min}}$$