



Deutsches  
Kupferinstitut  
Copper Alliance

---

# Wie Energie-effizient ist der Bahnverkehr wirklich?

Und könnte er vielleicht noch **wesentlich** effizienter sein?

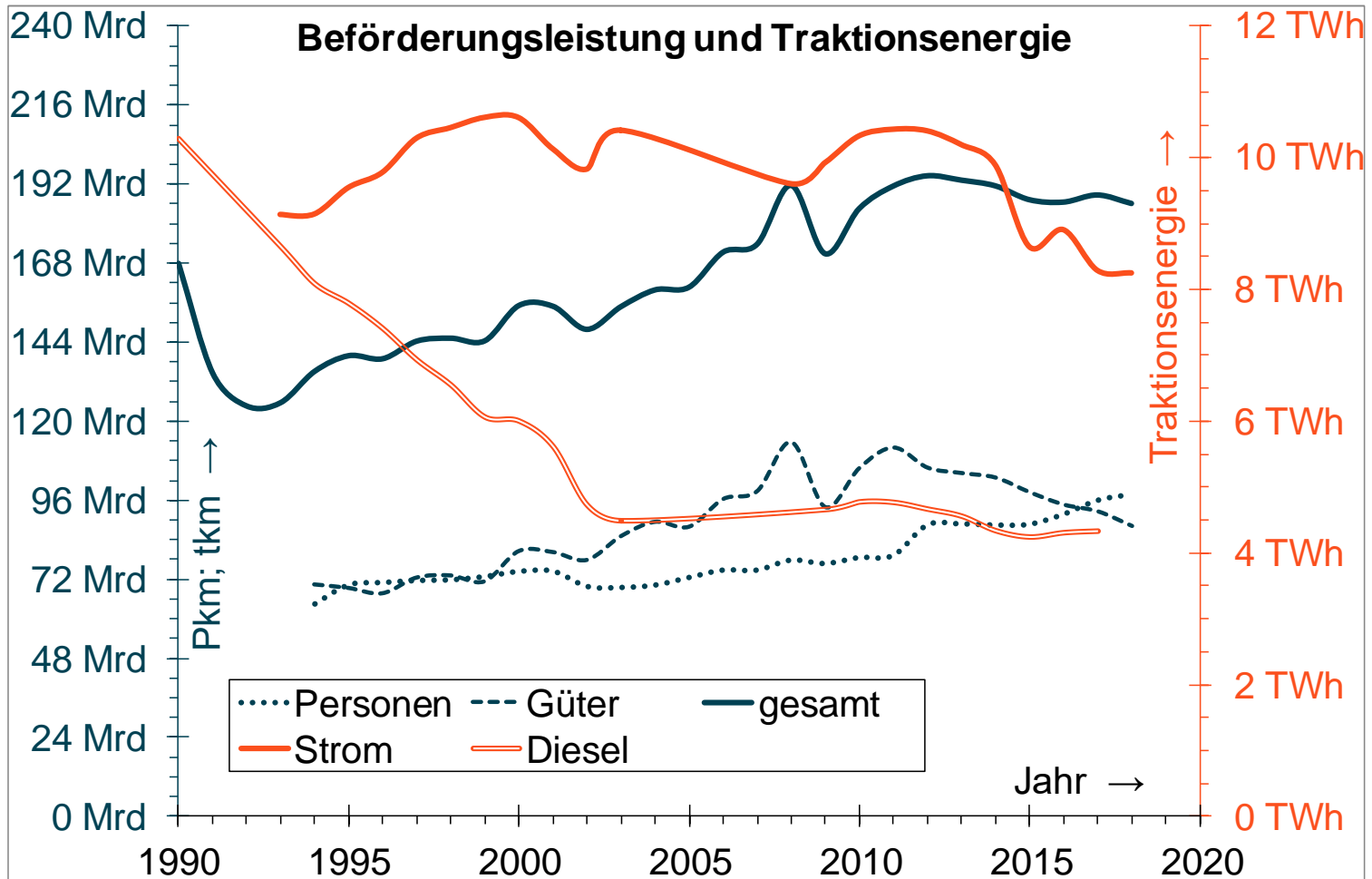
Stefan Fassbinder



# Die Effizienz steigt stetig!

Cu

Die Beförderungsleistung nimmt zu, der Energieverbrauch nimmt ab



# Dabei tut die Bahn schon immer, was beim Auto nicht so recht klappen will ...

Cu

Eckdaten der 16,7-Hz-Bahnen in D-A-CH 2017				
		DB AG	ÖBB	SBB
Beschäftigte		308800	40327	28767
Fahrgäste (Millionen Personenkilometer)		4652	246	460
		95854 Pkm		18975 Pkm
Gleisnetz	gesamt	33488 km	5647 km	3232 km
	elektrifiziert	20232 km	3623 km	3232 km
	Anteil an Strecke	60%	73%	100%
	Anteil am Verkehr	> 90%		100%

Knapp **60%**  
der DB-  
Strecken sind  
elektrifiziert.

Diese 60%  
tragen gut  
**90%** des  
Verkehrs.

Jedoch ... ➔

# ...was ist dann mit den anderen 10%? Was kann man und sollte man hier tun?

Cu

- An einer Diesellok der BR 232 (6 Achsen, 120 t, 2200 kW, 120 km/h) wurde bei konstant 120 km/h ein Verbrauch von **3 l/km** gemessen.
- (Aus gutem Grund bezieht man bei der Bahn den Kraftstoff-Verbrauch auf **einen** Kilometer, nicht auf deren hundert!)
- Neue Diesellokomotiven gibt es nach Jahrzehnten nun wieder – doch zuerst mussten die »alten Schätzchen« aufgebraucht werden.

BR 232 »Ludmilla« ([www.flickr.com/photos/93243867@N00/8148176075](http://www.flickr.com/photos/93243867@N00/8148176075))



# ...was ist dann mit den anderen 10%? Was kann man und sollte man hier tun?

Cu

Noch 2001 schrieb die DB AG in ihren Jahresbericht:

»Im Güterverkehr rüsten wir sie schweren dieselektrischen Lokomotiven der Baureihe 232 mit neuen, verbesserten Motoren aus: So lassen sich die Emissionswerte noch einmal erheblich einschränken.«



DR BR 132 »Ludmilla« (<https://www.youtube.com/watch?v=IYT-Pauwvz8>)

# ...was ist dann mit den anderen 10%? Was kann man und sollte man hier tun?

---

Cu

- Der Motor-Wirkungsgrad beträgt nach der Umrüstung > 40%.
- Aber auch nur im Nennbetriebspunkt.
- Was hilft das, wenn der Motor  $\approx$  80% seiner Betriebszeit im Leerlauf zubringt?
- Und wenn ein Mitarbeiter von DB Fernverkehr sagt:  
»Dieselloks halten auf elektrifizierten Strecken den Verkehr auf!«...
- ...und eine Fachzeitschrift berichtet, die Elektrifizierung habe auf einer nur 22 km langen Strecke die Fahrzeit um 5 Minuten verkürzt?

(»Elektrischer Betrieb bei der Deutschen Bahn im Jahre 2009«.  
eb Elektrische Bahnen – Elektrotechnik im Verkehrswesen 1-2/2010, S.19)

# Denn z. B. die Elektrolok der BR 101

Cu

(4 Achsen, 84 t, 220 km/h) verfügt  
über eine Motorleistung von 6600 kW!

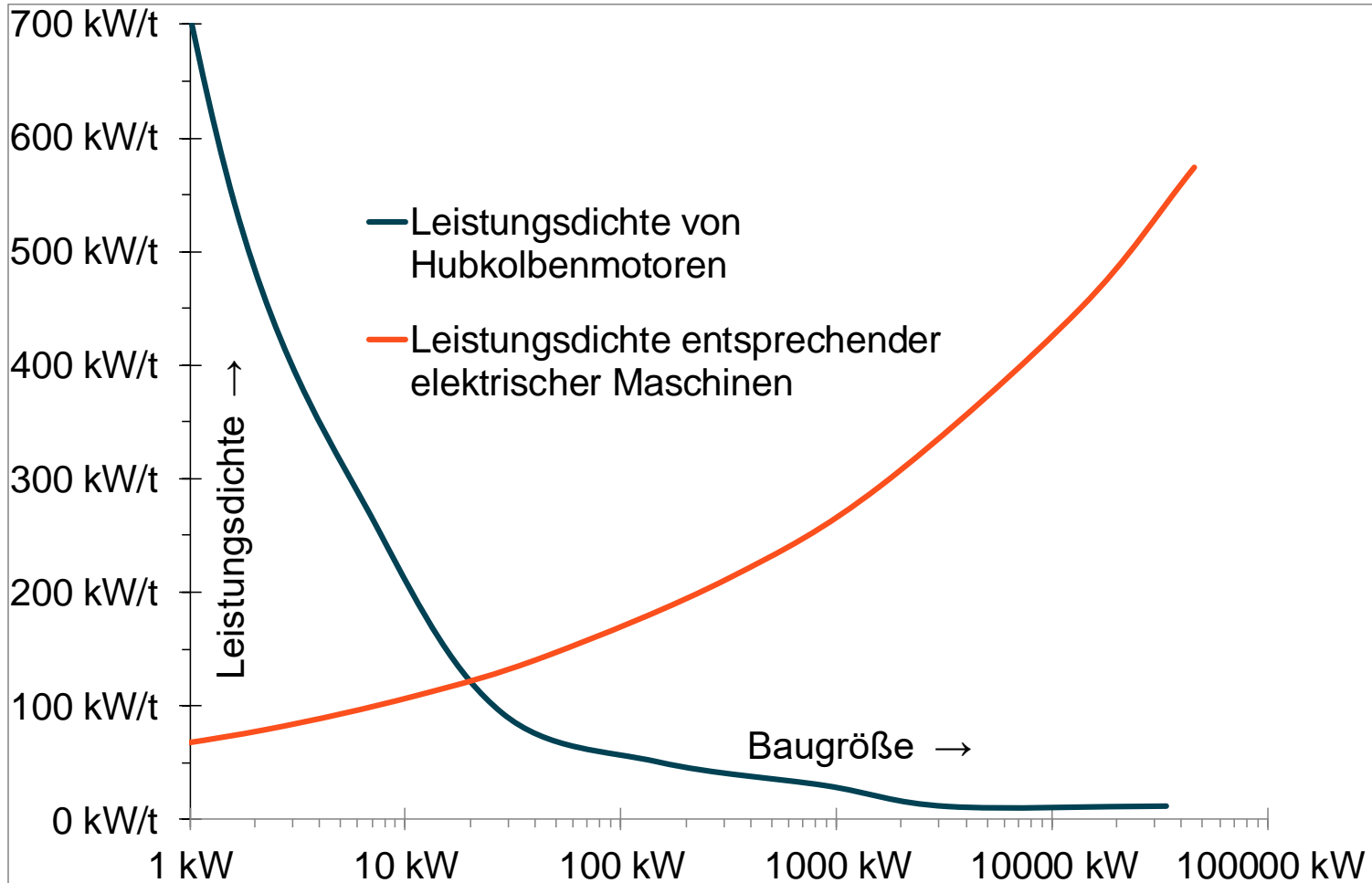


Merke: Strom macht müde Züge munter!

# Das erklärt's: Gegenläufige Trends!

Cu

Außerdem ist in den meisten Dieselloks eine E-Lok mit enthalten





# Die für den Energieverbrauch ursächlichen Fahrwiderstände sind

Cu

(bei  $\approx 200$  km/h):

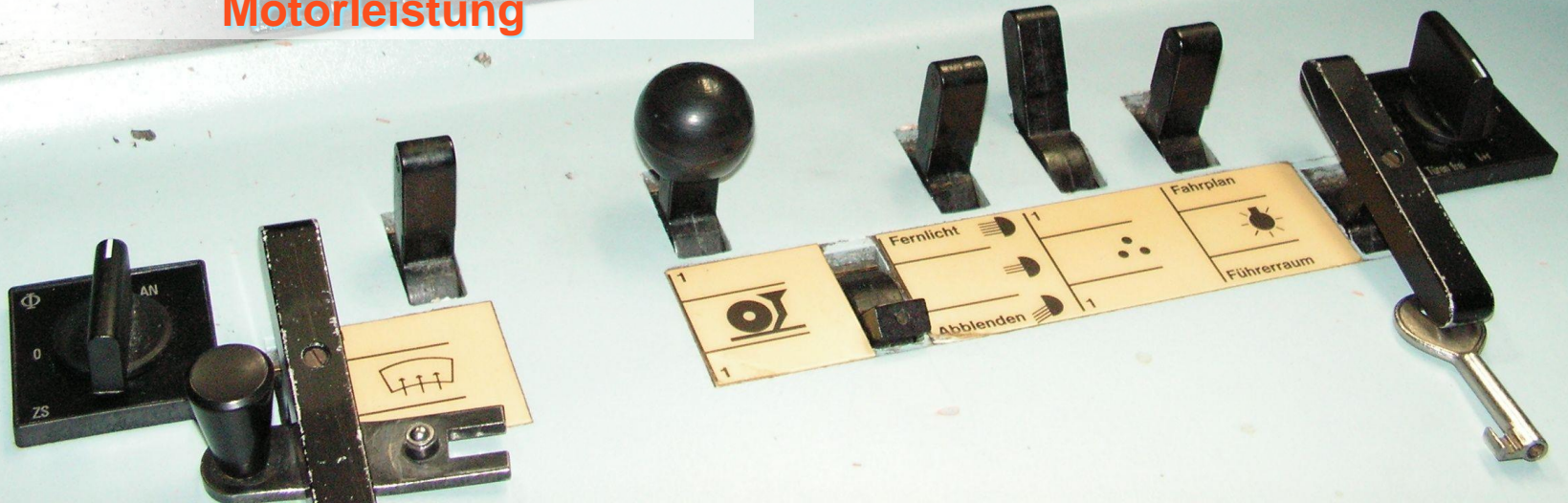
	am PKW (4...5 Sitze)	am Zug (450 Sitze)	Faktor 100
Masse	1,5 t	450 t	300
Haftreibungskoeffizient	$\approx 100\%$	28% ... 35%	0,3
Rollreibungskoeffizient	1,7%	1,7‰!	0,1
Hieraus: Rollreibungskraft	0,3 kN	9 kN	30
hierfür aufzuwendende Leistung <i>anteilig an der Nennleistung</i>	15 kW 15%	450 kW 7%	30 0,5
Luftreibungskraft	1,5 kN	30 kN	20
hierzu aufzuwendende Leistung <i>anteilig an der Nennleistung</i>	85 kW 85%	1550 kW 23%	18 0,27
Leistungsbedarf insgesamt <i>anteilig an der Nennleistung</i>	100 kW 100%	2000 kW 30%!	20 3,3

# Bemerkenswert: Die Höchstgeschwindigkeit



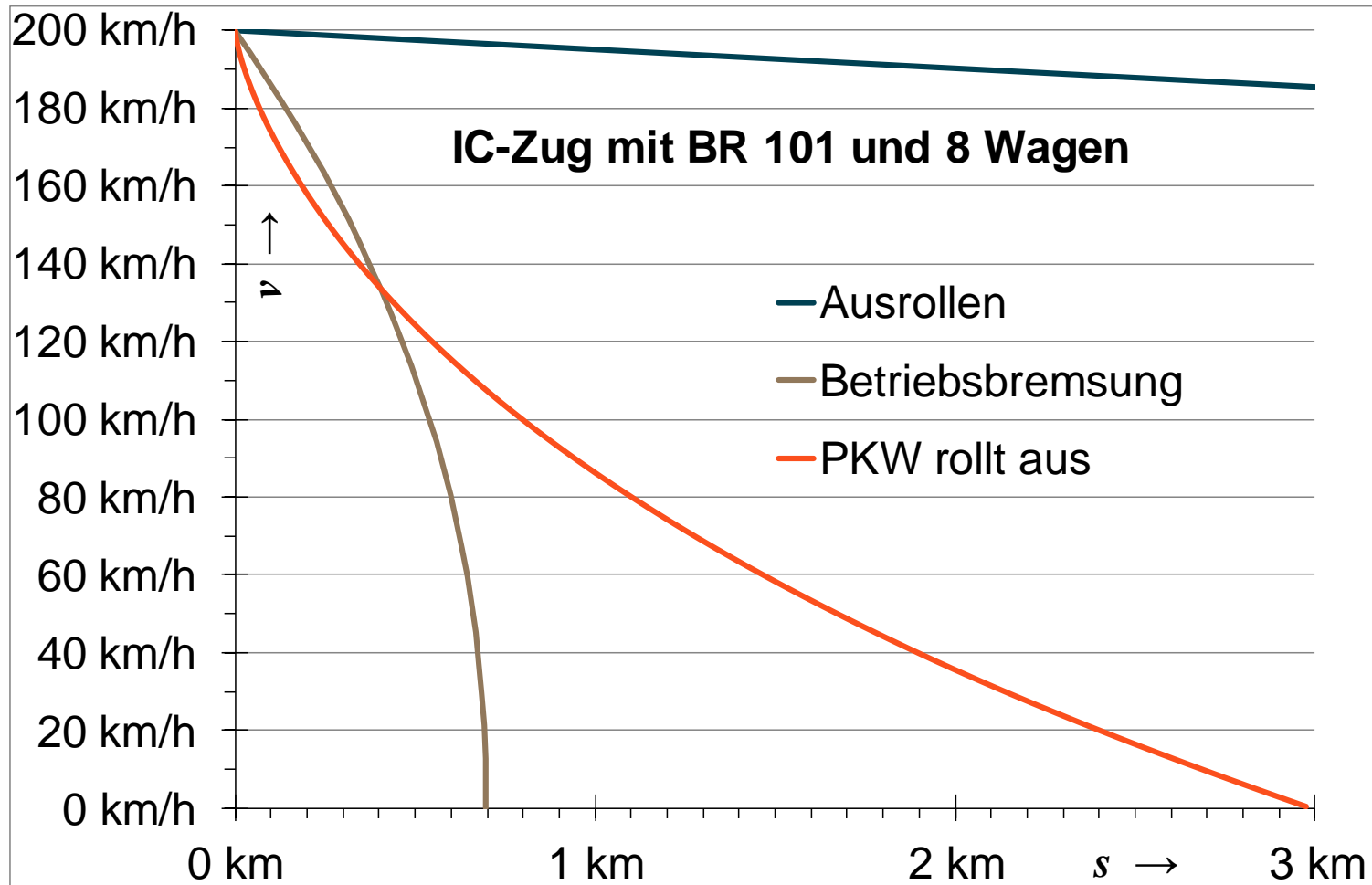
eines PKW ist in der Regel die höchstmögliche Geschwindigkeit, begrenzt durch die verfügbare Motorleistung

eines Bahnfahrzeugs ist dagegen stets die höchstzulässige Geschwindigkeit



# Voll besetztes Auto bei 200 km/h auskuppeln und ausrollen lassen ...

Cu



# Preisfrage 1:

Cu

---

Wie weit rollt ein ICE2-Triebzug der Baureihe 402 ungebremst noch weiter »übers platte Land«, wenn bei einer Geschwindigkeit von **230 km/h** plötzlich der Strom ausfällt?

## Antwort 1:

Man weiß es nicht.

Der Versuch wurde nicht zu Ende geführt.

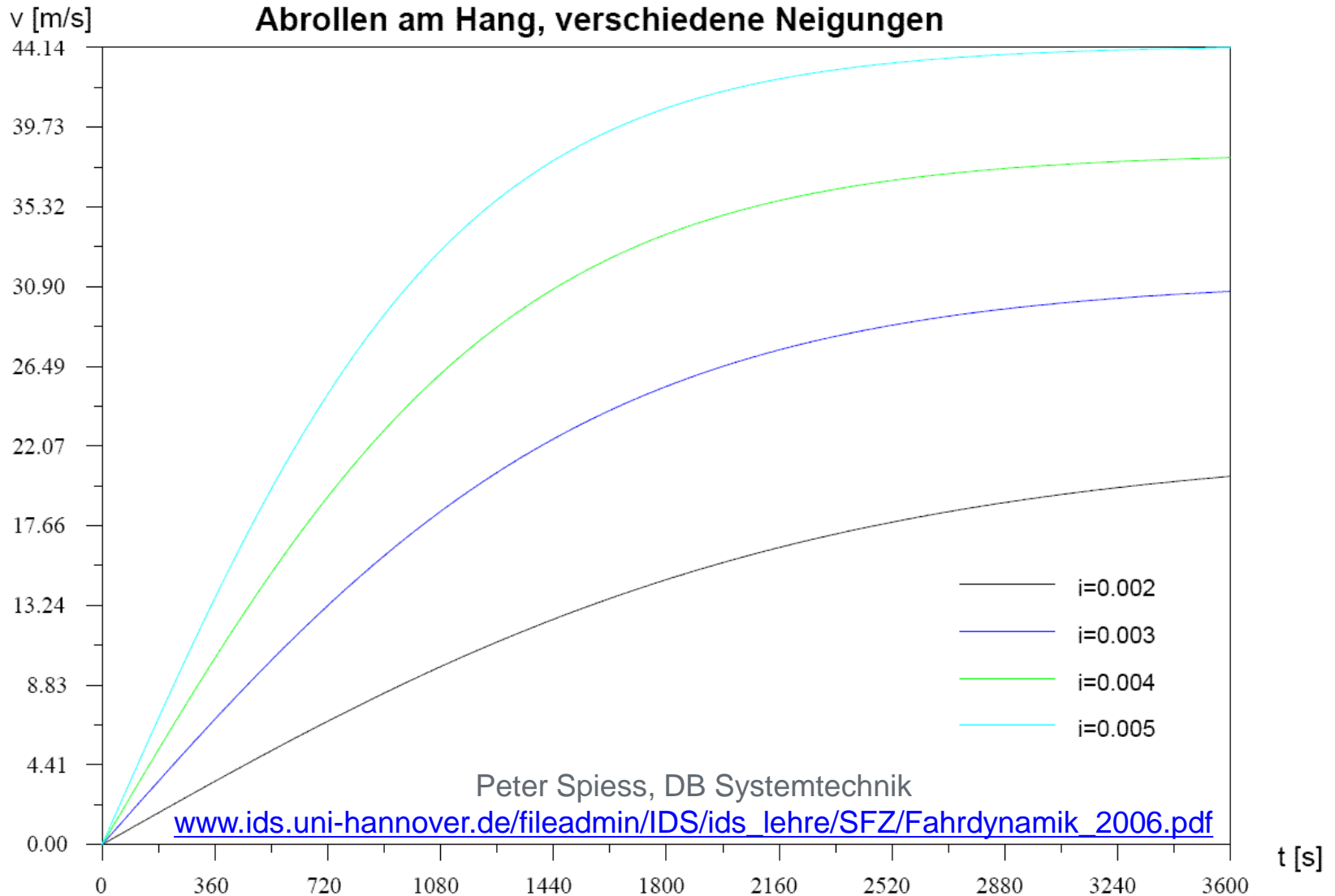
Nach **32 km** hatte der Zug immer noch **120 km/h** drauf!

Es gibt aber theoretische Berechnungs-Unterlagen,  
die den Versuch bestätigen



# Preisfrage 2:

Cu



## Preisfrage 3:

Cu

---

Warum muss ein ICE3-Triebzug der Baureihe 403 **bremsen**, wenn er zwischen Frankfurt und Köln mit **300 km/h** eine der Gefällstrecken von **40‰ (4%)** hinunter fährt?

## Antwort 3:

Weil er rollender Weise die zulässige Höchstgeschwindigkeit von **300 km/h** überschreiten würde!

**Deswegen** erreichen die Züge hier eine durchschnittliche Rückspeisequote von 17%, obwohl selten oder gar nicht gehalten wird und bei der extrem hohen Geschwindigkeit doch ziemlich viel Energie verbraucht wird.

Und 17% von ziemlich viel ist immer noch ziemlich viel.



HGK Häfen und Güterverkehr Köln AG

## 127 Tonnen schwere Lok von Hand gezogen

Die Techniker der Häfen und Güterverkehr Köln AG (HGK) übergaben

Lok-Giganten in Deutschland etabliert.

liert“, berichtete Jürgen Habeth, Leiter der Lokwerkstatt.

**Somit ist es rechnerisch nachvollziehbar,**

senbahn Bau- und Betriebsordnung Zusammenarbeit habe sein Unternehmen Gärthe überreichte im Namen seines

**dass bei Bedarf jederzeit 10 starke Männer selbst die schwerste Güterzug-Lok von Hand aus dem Lokschuppen ziehen können**

S.a.r.l. aus Luxemburg. Die Unternehmen hatten gemeinsam die Hauptuntersuchungen der amerikanischen

können. „Der hier entwickelte Untersuchungsstandard hat sich schnell am Markt als Stand der Technik etab-

an einem damit verbundenen Seil, bis sich 127 Tonnen amerikanischer Stahl lautlos in Bewegung setzten. ■

# Es finden sich noch mehr Beispiele

Cu





## Derlei Ereignisse ...

21. Februar 2014, 17:17 Uhr Bahnstrecke Kufstein-München

### "Wer seinen Zug liebt, der schiebt"

**Wenn ein Zug plötzlich ausfällt, heißt das für alle Beteiligten vor allem eines: Warten. Als mitten auf der Strecke von Kufstein nach München eine nagelneue Bahn liegenbleibt, beschließt der Zugführer, nicht auf die Ersatzlok zu warten - und greift zu einer unkonventionellen Methode.**

Das Sprichwort "Wer sein Rad liebt, der schiebt" hat für die Fahrgäste eines Zuges von Kufstein nach München eine neue Bedeutung gewonnen: Nach dem Motto "Wer seinen Zug liebt, der schiebt" halfen die Passagiere nach Leibeskräften, einen an der österreichisch-bayerischen Grenze liegengebliebenen Triebwagen wieder flott zu machen.

Der Betreiber Meridian, ein Tochterunternehmen der Bayerischen Oberlandbahn (BOB) in Holzkirchen im Landkreis Miesbach, bestätigte nun entsprechende Medienberichte. Demnach war der nagelneue Zug vom Typ "Flirt" bereits am Montag mitten auf der Strecke liegengeblieben. Das Begleitpersonal bat daraufhin die Fahrgäste auszusteigen und den Zug anzuschieben.

DER TAG

Montag, 06. Juni 2016

**Der Tag**  
**Fahrgäste schieben Münchener S-Bahn in Bahnhof**

Alles muss man selber machen, sogar Bahnfahren! In München haben sich heute einer Bahn-Mitteilung zufolge die Nutzer des öffentlichen Nahverkehrs besonders verdient gemacht: Sie schoben die S6 auf ihren letzten Metern in den Bahnhof Rosenheimer Platz.

Zuvor war der Zug wegen einer defekten Oberleitung ausgefallen und der Zug am Gleisbeginn zum Stehen gekommen. Der Triebfahrzeugführer - so nennt die Bahn die Lokführer - bat die Wartenden, den Zug so weit zu schieben, damit auch das hintere Ende mit den letzten drei Türen das Gleis erreicht und alle Passagiere sicher aussteigen können.

Quelle: n-tv.de



... sind offenbar  
gar nicht so selten!

Ob die Schieberbande das  
wohl auch bezahlt bekommt?  
(Etwa als so genannte  
Anschub-Finanzierung).

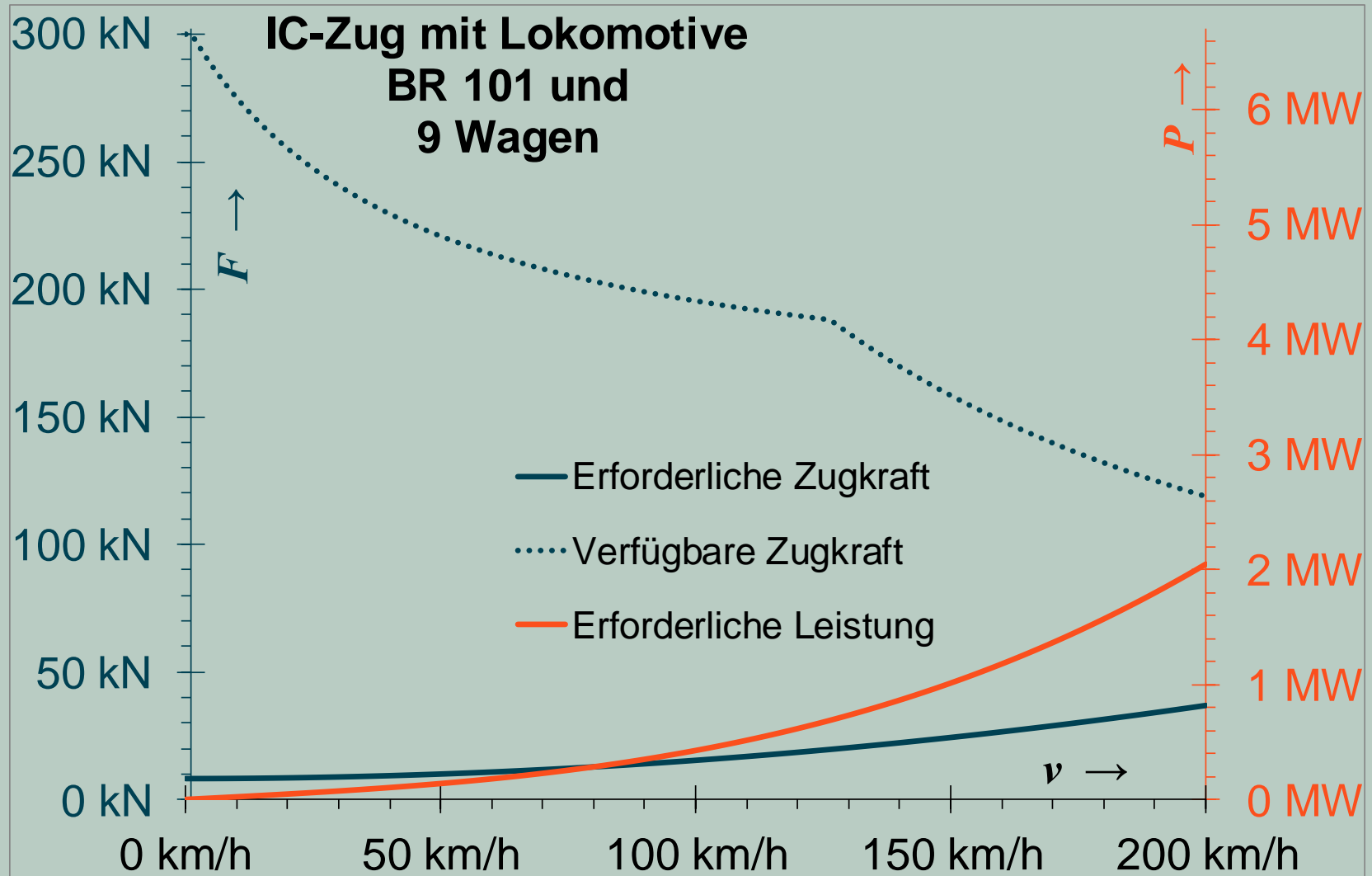
# Zugkraft und Leistung – Soll und Haben

bei konstanter Geschwindigkeit auf ebener Strecke



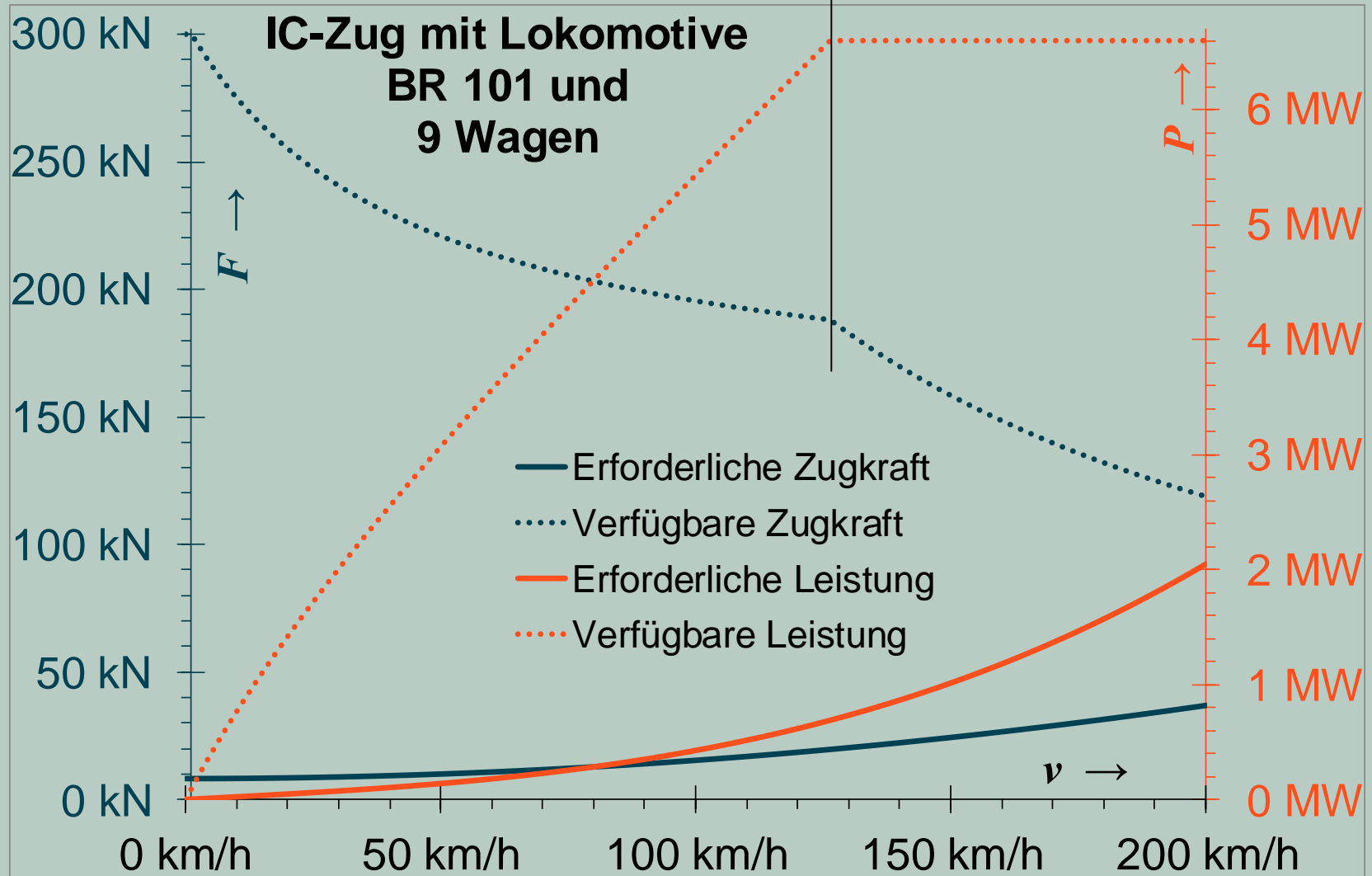
# Zugkraft – 80% »übrig«?

Nur bei konstanter Geschwindigkeit auf ebener Strecke



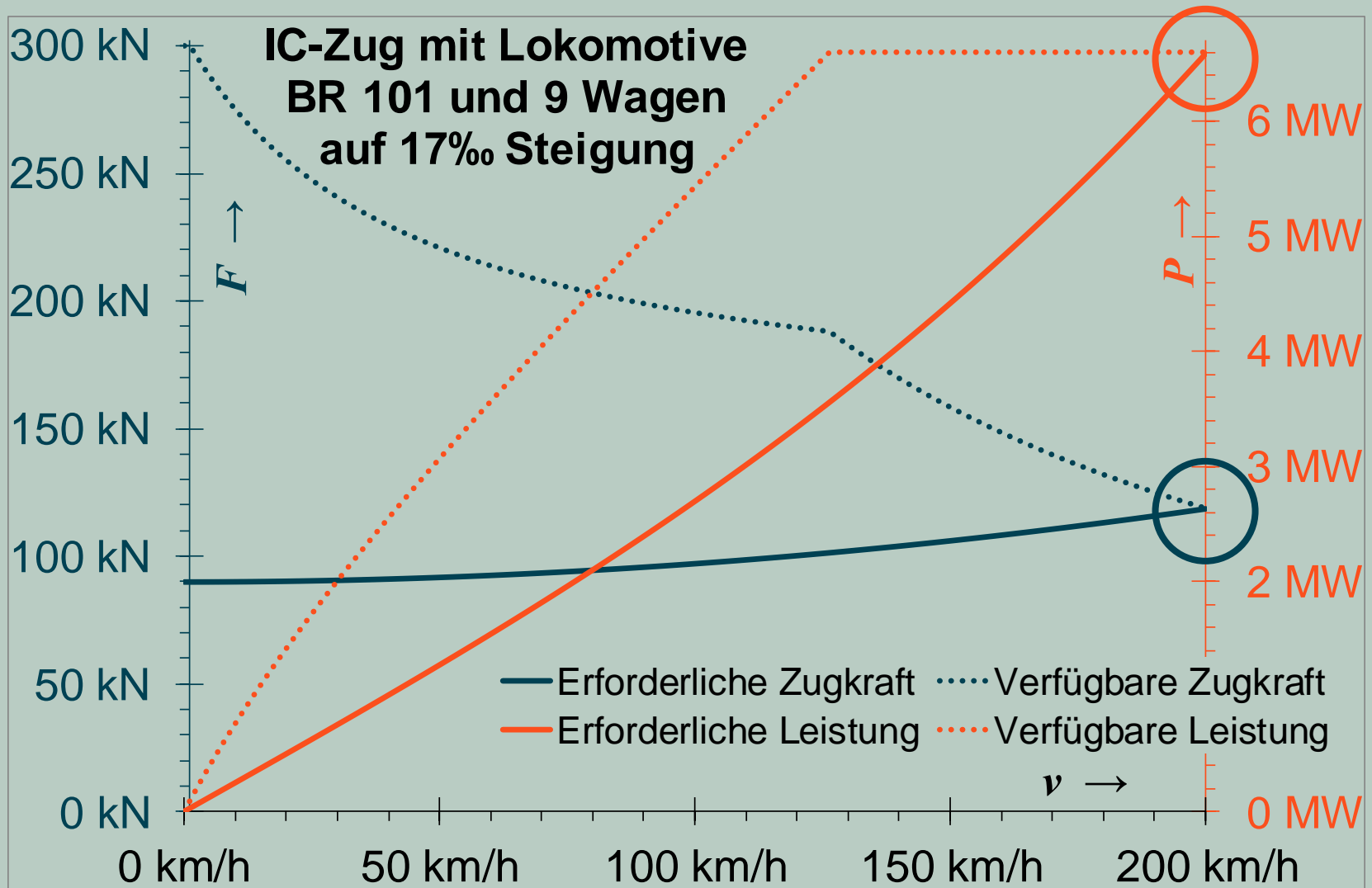
# Leistung – 70% »übrig«?

Haftreibungsgrenze ← → Leistungsgrenze



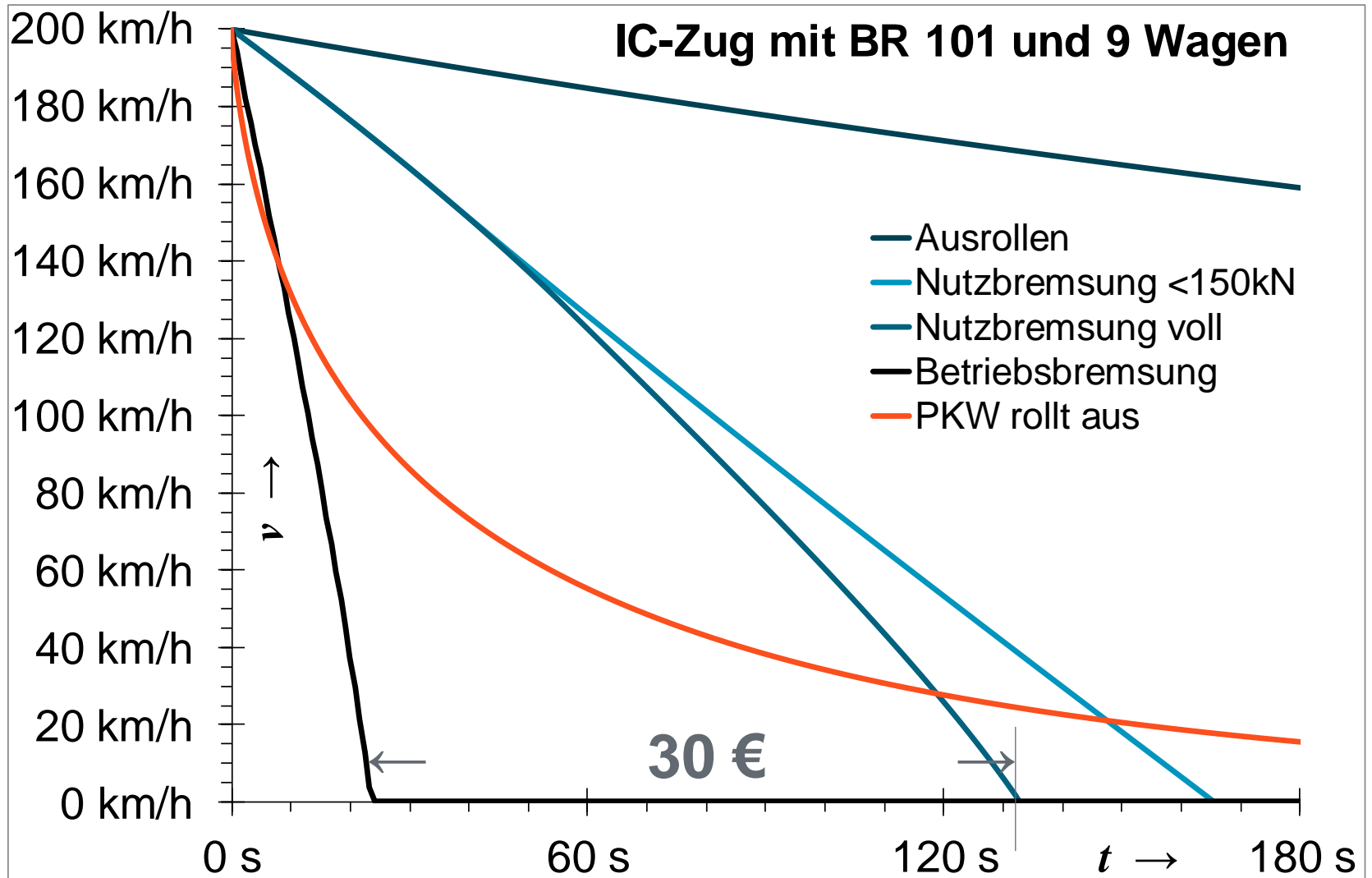
# Leistung – 70% »übrig«?

Nicht, wenn's bergauf geht!



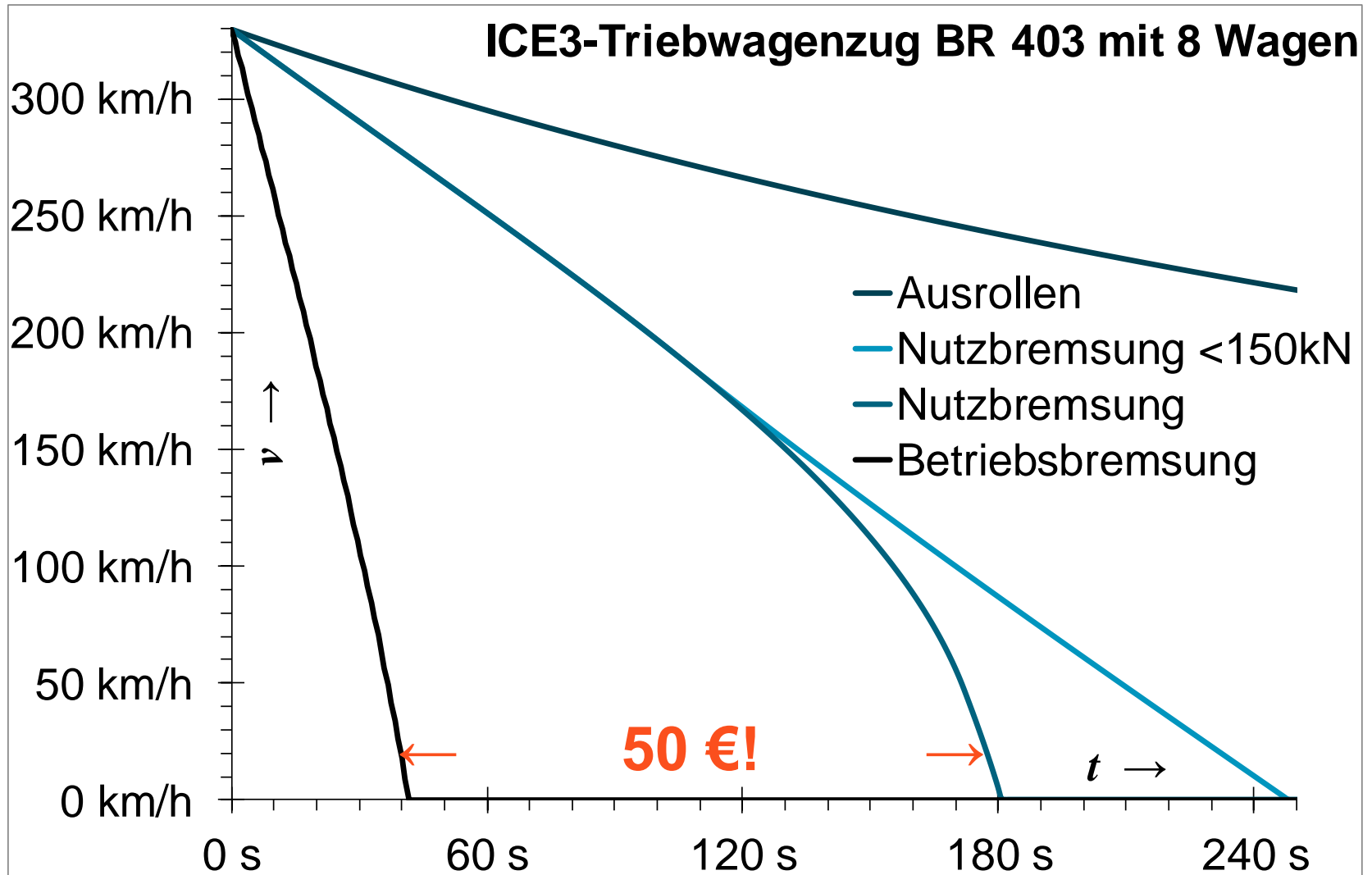
# Zeit ist zwar Geld – aber wie viel?

Cu



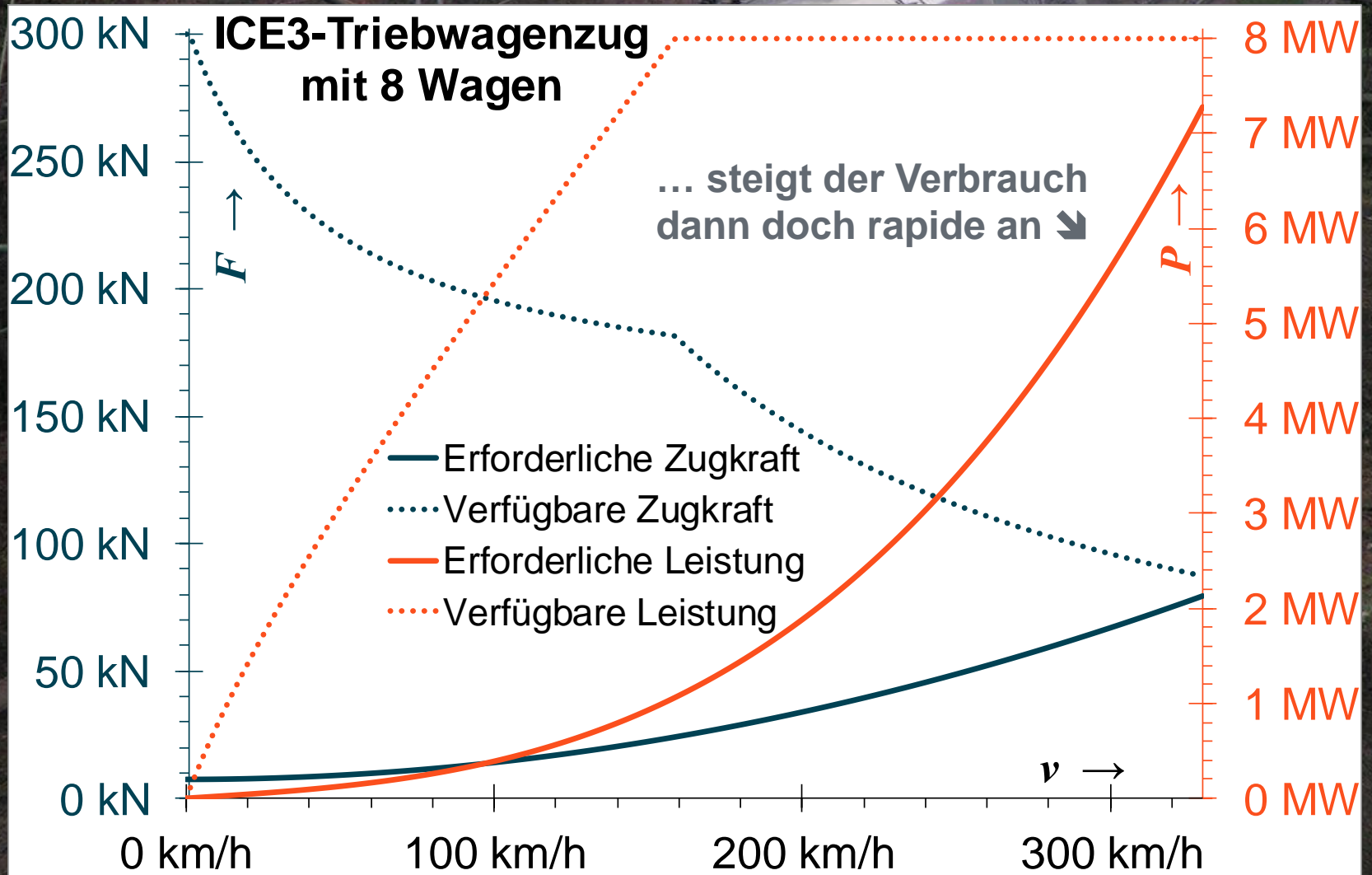
# Zeit ist zwar Geld – aber wie viel?

Cu





# Ab Tempo 300 allerdings ...



# Auch muss man die vorgesehene Reisegeschwindigkeit von 300 km/h (83,3 m/s) erst einmal erreichen

Mit 4% Aufschlag für rotierende Massen und einem Wirkungsgrad von 87% ab Stromabnehmer macht dies für eine Beschleunigung von 0 auf 300 km/h rund 520 kWh.

Beim DB-»Tagtarif« von 12,2 c/kWh kostet das 63 €!

Beim Niedertarif von 10,5 c/kWh sind es immer noch fast 55 €.

Wenn man davon nichts zurück bekäme, wäre das traurig.

Noch einmal mit einem Wirkungsgrad von 87% gerechnet, bekommt man also beim Bremsen 75% zurück erstattet – wenn alles gut geht.

$$W_{\text{kin}} = \frac{m}{2} * v^2 = \frac{450.000\text{kg}}{2} * \left(83,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1,56 * 10^9 \text{ Nm} = 1,56\text{GJ} \approx 434\text{kWh}$$

# Da sieht die Diesellok alt aus

Cu

**Die elektrische Traktion erweist sich als weit überlegen:**

- **Leistungsdichte und Fahrdynamik sind ohne Beispiel.**
- **Deutsche E-Loks verbrauchen zu 16% Strom, der schon einmal von einer Lok verbraucht und wieder abgegeben worden ist.**
- **Das klappt sonst nur beim Wasser (oder z. B. Kupfer!), aber niemals bei Kohle, Gas und Öl.**
- **Der Anteil wird weiter steigen, da noch immer einige alte, nicht rückspeisefähige E-Lokomotiven durch moderne Stromrichter-Lokomotiven ersetzt werden.**
- **Jedoch eine Diesellok, die beim Bremsen Abgas ansaugt und daraus wieder Kraftstoff und Frischluft herstellt, wird wohl noch lange auf sich warten lassen.**

# Strom bringt frischen Wind

Cu

- Das Energiekosten-Management der DB AG nennt für die BR 101 (145 Stück im Einsatz) für 2009 eine durchschnittliche Laufleistung von 347 620 km.
- Der durchschnittliche Verbrauch beträgt  $\approx 17$  kWh/km oder knapp 6 GWh/a (einschließlich Strom, den die Lok zur Versorgung der Wagen wieder abgegeben hat).
- Die Stromkosten liegen somit bei 721 000 € im Jahr.
- Der Anschaffungspreis der BR 101 beträgt etwa 3 Millionen Euro.
- Für den Stromverbrauch einer Lok in 30 Dienstjahren könnte man also 7 komplette Loks kaufen!
- 17% rückgespeiste Energie sparen somit in 30 Dienstjahren eine ganze Lok ein!

Das Schlepplaster der E-Lok:

Sie ist wie ein bekannter Schokoriegel –

sie bringt verbrauchte Energie sofort zurück!

# Oder sehen wir uns einmal den Regionalverkehr an

Cu

Der Regional-Express von Aachen nach Dortmund hält hier auf **160 km Strecke 22 Mal**.

Die Höchstgeschwindigkeit beträgt **140 km/h**.

Führe der Zug ohne Halt durch, bräuchte er nur **800 kWh** zur Überwindung der Reibung.

Aber **22 Mal** von 0 auf 140 km/h beschleunigen kostet **1600 kWh!**

Das sind also  $\frac{2}{3}$  der gesamten Energie (ohne den »**Eigenbedarf**«)

Also könnten theoretisch etwa  $\frac{3}{4}$  von  $\frac{2}{3}$  zurück gewonnen werden, sprich **50%**, aber leider ...

## Verteilung des gesamten Energie-Verbrauchs im Zug

Antrieb	80%
Klimatisierung	7%
Abfuhr der Verlustwärme	8%
Frostschutz	1%
Druckluft	3%
Steckdosen	1%

# Oder sehen wir uns einmal den Regionalverkehr an

Cu

... liegt der Rückspeise-Anteil nach Angaben von DB Regio in diesem  
Geschäftsbereich nur bei 19%! (2016)

Und nun was tun? Woran mangelt es?



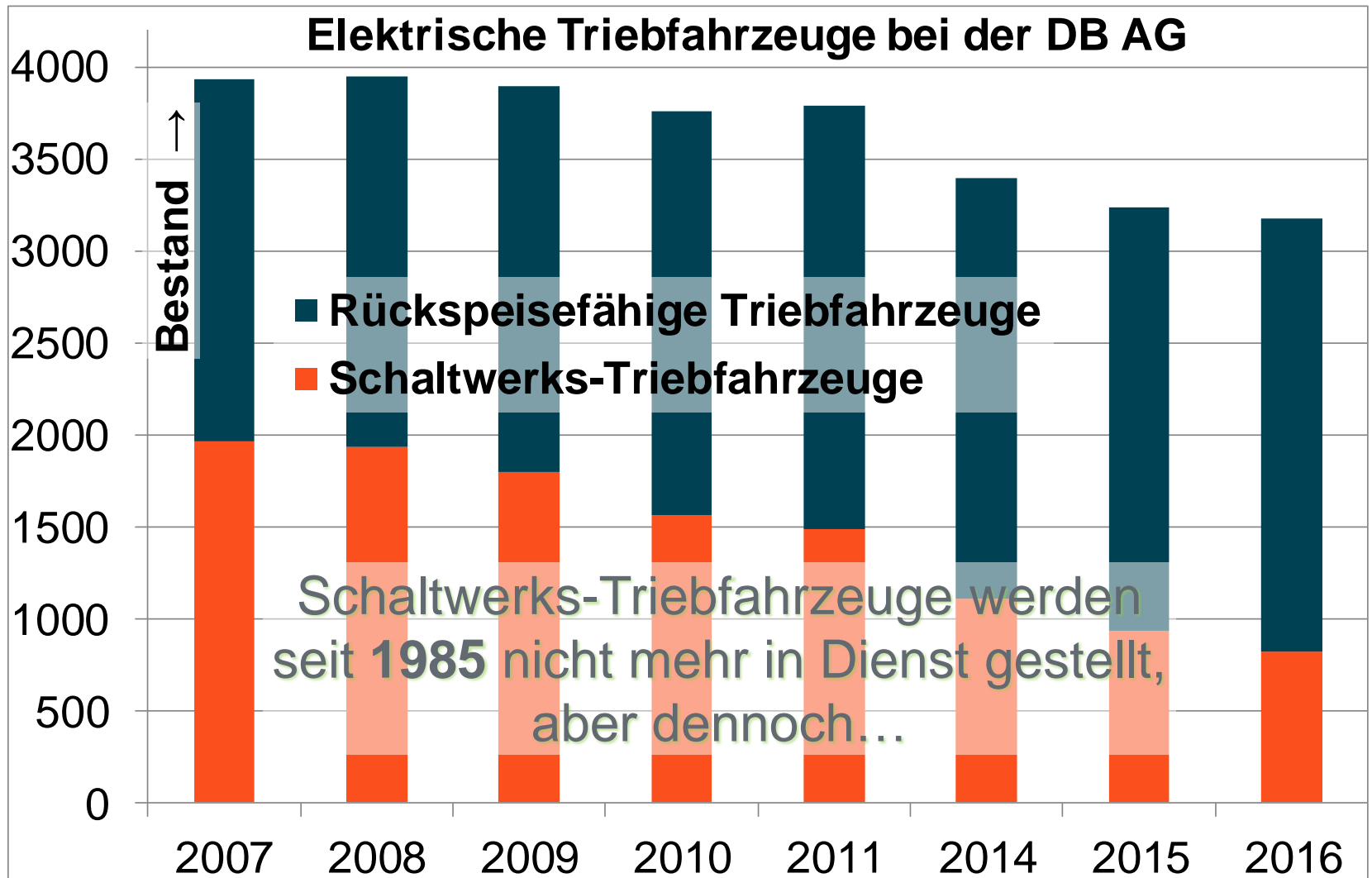
# Bei der DB AG noch im Einsatz befindliche alte Schaltwerks-Triebfahrzeuge

Cu

Bestand		BR	geliefert	2007	2008	2009	2010	2011	2014	2015	2016	Alter	
Schaltwerks-Triebfahrzeuge	Lokomotiven DB Fernverkehr	103	1972 bis 1974	3	3	3	3	1	3	2	2	40a bis 42a	
		113	1962 bis 1963	1	3	2	3	3	0	0	0	51a bis 52a	
		115	1962 bis 1964	36	36	28	19	17	12	10	8	50a bis 52a	
		181.2	1974 bis 1975	0	0	0	0	0	0	8	8	39a bis 40a	
	Lokomotiven DB Regio	110	1957 bis 1969	161	140	109	88	64	18	0	0	45a bis 57a	
		111	1975 bis 1984	226	225	225	225	224	203	193	189	30a bis 39a	
		112	Vermächtnis der Deutschen Reichsbahn der DDR	90	90	89	89	89	89	88	88	21a bis 22a	
		114	1957 bis 1992	40	40	40	39	38	37	36	36	22a bis 24a	
		143	1984 bis 1990	616	600	556	520	487	322	273	243	24a bis 30a	
	Triebwagen DB Regio	420	1969 bis 1994	206	196	189	167	163	151	78	78	20a bis 45a	
		450		4	4	4	4	4	4	4	4		
	Lokomotiven DB Cargo	140	1957 bis 1973	238	214	172	74	81	42	41	17	41a bis 57a	
		151	1973 bis 1975	164	164	163	140	133	90	87	79	39a bis 41a	
		155	1974 bis 1984	177	216	219	195	185	138	111	67	30a bis 40a	
	Summen bzw. Mittelwerte	Lokomotiven			1752	1731	1606	1395	1322	954	849	737	40a
		Triebwagen / Triebzüge			210	200	193	171	167	155	82	82	33a
		<b>Gesamt</b>			1962	1931	1799	1566	1489	1109	931	819	<b>36a</b>

# Nahezu »unkaputtbar« ...

Cu





# Planungen der DB für die laufenden Jahrzehnte daher (außer der Elektrifizierung):

---

Cu

Nicht rückspeisefähige Loks vollständig ausmustern  
(schon fast »durch«):

10% → 20%

Leittechnik optimieren – kein Geruch von heißen Bremsen: 20% → 50%

Alle Personenzüge durch **Triebwagenzüge** ersetzen: 50% → 60%

**Triebwagen** sind leichter und verbrauchen allein dadurch schon weniger Energie.

Der verteilte Antrieb fördert zudem den zweiten Punkt.

Ausnahmen bestätigen die Regel



# Obwohl man sich manchmal wundert ...

Cu

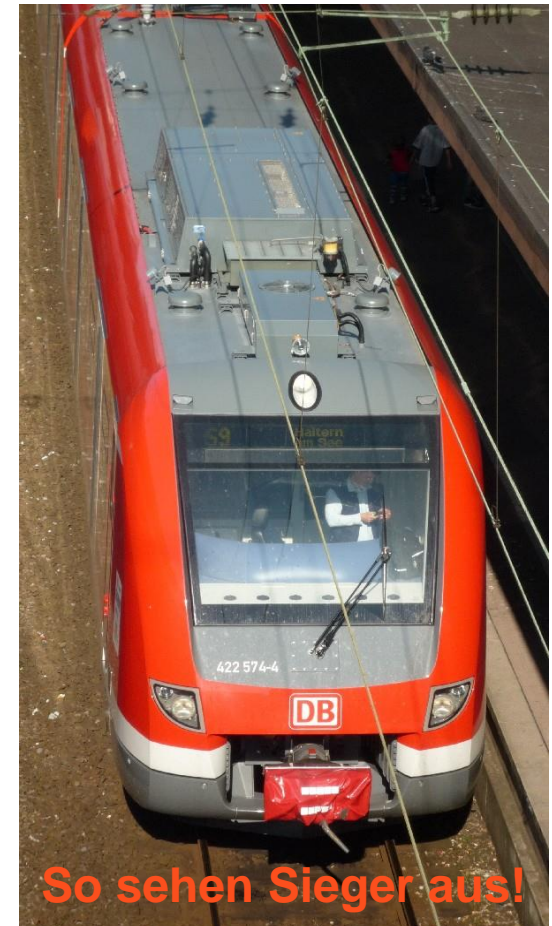
... z. B. über neue IC-Züge: Lok und Wagen? Nur 160 km/h?



# Rückspeisequoten aufzutreiben ist auch ein zusehends mühsamer werdendes Geschäft

Cu

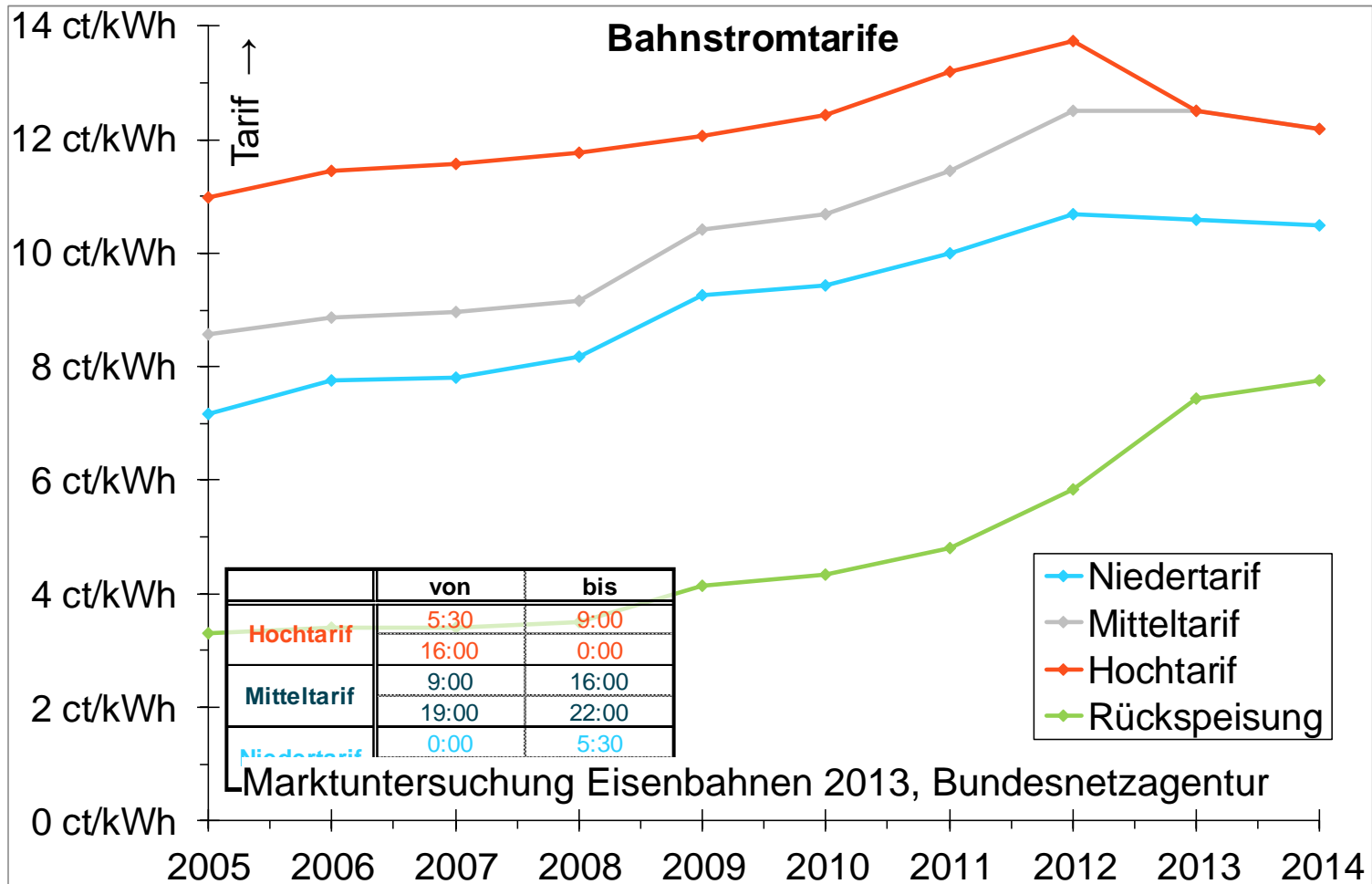
Bestand	BR	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017							
Lokomotiven DB Fernverkehr	101	10,2%	9,3%	10,7%	11,0%	11,3%	11,4%	11,4%	15,0%							
	120		6,4%													
Triebwagen DB Fernverkehr	401		13,0%													
	402		13,0%													
	403		17,4%													
	406		17,4%													
	411		13,2%													
	415		13,2%													
Lokomotiven DB Regio	120		10,4%							11,6%	12,7%	14,0%	16,3%	17,9%	19,2%	
	146									18,6%						
	182	11,6%														
Triebwagen DB Regio	422	40,6%														
	423	40,6%														
	424	34,4%														
	425	34,4%														
	426	28,9%														
Lokomotiven DB Cargo	145	5,1%		5,0%	5,4%	5,7%	6,2%	6,8%	6,9%							
	152			8,8%												
	185		5,0%													
	186		8,8%													
	189		8,8%													



So sehen Sieger aus!

# Lohnt sich Rückspeisung?

Ökologisch sicherlich; ökonomisch inzwischen auch:



# Aber da war doch mal was? Richtig: Die BR 515 / 815!



- **Akkumulator-Triebwagen** gab es bei der DB schon 1907

- **Über 40 Jahre hinweg, von 1955 bis 1995, waren gut 220 Triebfahrzeuge der BR 515 im Einsatz:**

- **Leistung 2\*150 kW**
- **Höchstgeschwindigkeit 100 km/h**
- **10 t ... 16 t Blei-Akkumulatoren**
- **Kapazität 352 kWh ... 602 kWh**
- **Reichweite 300 km**



# Gedanken-Experiment: Eine moderne Neuauflage

---

Cu

**Heutige Li-Ionen-Akkumulatoren bieten die 4-fache Energiedichte, also z. B.:**

- Doppelte Kapazität bei halbiertter Masse.
- Doppelte Kapazität verdoppelt die Reichweite auf 600 km,
- halbiertes Gewicht sowie moderne Stromrichtertechnik mit Nutzbremmung verbessern die Fahrleistungen (min. 140 km/h) und den Komfort (z. B. Klimaanlage).

# Vergleich eines hypothetischen »E-Talent BR 544« mit dem Auto

Cu

	<b>Tesla Roadster 2008</b>	<b>E-Talent »BR 544«</b>
Energiekapazität	55 kWh	1100 kWh
Energieverbrauch	0,2 kWh/km	2 kWh/km
Energieverbrauch je Sitz	0,1 kWh/km	0,01 kWh/km
Reichweite	350 km	600 km
Masse Akku	0,45 t	9 t
<i>Anteil am Fahrzeug</i>	<b>36%</b>	<b>12%</b>
Preis Akku	40 000 €	800 000 €
<i>Anteil am Fahrzeug</i>	<b>50%</b>	<b>25%</b>

# Wie viel kostet der Akkustrom wirklich?

Cu

---

Preis des Akkus:	800 000 €
Lebensdauer:	3000 Ladezyklen
Energie-Kapazität:	1100 kWh

Der Strom aus dem Akku kostet also effektiv

Niedertarif (wegen Ladens bei Nacht)	105 €/MWh
Lade/Entlade- und Umwandlungs-Verluste	+ 15 €/MWh
<b>Abnutzung des Akkumulators (s. o.)</b>	<b><u>+ 240 €/MWh</u></b>
<b>gesamte Stromkosten aus dem Akku</b>	<b>= 360 €/MWh</b>
<b>Direktverbrauch aus der Oberleitung (Hochtarif)</b>	<b>120 €/MWh</b>



# Vergleich mit bestehendem Dieseltriebwagen BR 612

Cu

	<u>Dieseltriebwagen BR 612</u>	<u>»E-Talent«</u>
Primär-Energieverbrauch	20 kWh/km	< 6 kWh/km
Endenergie-Verbrauch	17 kWh/km (1,7 l/km)	2 kWh/km
Energiepreis netto	1,32 €/l	0,12 €/kWh
Energiepreis inkl. Akku	- - -	0,36 €/kWh
Energiekosten netto	- - -	0,25 €/km
Energiekosten brutto	2,25 €/km	0,75 €/km
Bei 250 000 km/a	562 500 €/a	187 500 €/a
In 30 Jahren Betrieb	16 875 000 €	5 625 000 €

# Alternative 1: Akku-Triebwagen mit Stromabnehmer

Cu

Oftmals fahren die »Bimmelbahnen« auf elektrifizierten Strecken aus den Ballungsräumen heraus und biegen erst später auf die Nebenstrecken ab.

Hier könnte man zum Teil »konventionell elektrisch« fahren, während der Fahrt aufladen und so die erforderliche (teure) Akku-Kapazität auf einen Bruchteil reduzieren.



# Alternative 1: Akku-Triebwagen mit Stromabnehmer

Cu

In Österreich fahren sie schon: »Desiro ML – Cityjet eco« nahm 2019 den Fahrgastbetrieb auf: 15 kV, 25 kV oder 528 kWh Akkumulator.



»eb« Elektrische Bahnen – Elektromobilität im Verkehrswesen 10/2018, S. 382

# Alternative 2: Hybrid-Dieseltriebwagen

---

Cu

**Z. B. auf der Strecke RB 51 Dortmund - Enschede durch ein Elektrofahrzeug mit Akkumulator und Dieselgenerator:**

Die Fahrt dauert nach Fahrplan 1:54 h und ist 100 km lang.

- Statt zweier großer Dieselmotoren soll ein kleiner genügen,
- dazu ein Generator entsprechender Leistung.
- Der zweite Dieselmotor wird durch ein Akkupack ersetzt.
- Der Diesel läuft dann permanent im optimalen Betriebspunkt.

Wie groß muss das Dieselaggregat nun bemessen werden?

Und wie viel Kraftstoff / Energie könnte die Maßnahme einsparen?



# Alternative 2: Hybrid-Dieseltriebwagen

---

Cu

## Grob überschlägige Rechnungen ergeben:

Energiebedarf für Rollreibung:	42 kWh
Energiebedarf für Luftreibung:	95 kWh
Energiebedarf 20 Beschleunigungen ohne Rückspeisung:	172 kWh
Energiebedarf 20 Beschleunigungen m. opt. Rückspeisung:	43 kWh
Mittlere Leistung für 100 km ohne Rückspeisung:	163 kW
Mittlere Leistung für 100 km m. opt. Rückspeisung:	95 kW
Verbrauch heutige BR 643 auf dieser Strecke (100 km):	≈ 90 l
Verbrauch Dieselmotor 100 kW für 1:54 h Vollast:	≈ 50 l

## Alternative 3:

# Hy-time – Der Stoff, aus dem das Wasser ist

---

### Der Wasserstoff-Brennstoffzellenzug Coradia iLint,

- 2016 auf der InnoTrans vorgestellt,
- 2018 im Taunus in Betrieb gegangen,
- weitere von Cuxhaven nach Bremerhaven und Buxtehude.

Energieverluste entstehen leider u. a. bei der Kompression des Wasserstoffs auf 350 bar: Netto (isotherm und ohne Kompressor-Verluste gerechnet) **4,65%**.

Auch ist das erforderliche Tankvolumen fast 10 Mal so groß wie für Dieselkraftstoff.

Macht aber nichts: 1000 km Reichweite sind in Reichweite.

Mehr noch als das: Sie wurde schon praktisch umgesetzt.

Dem elektrischen Bahn-Antrieb sei es gedankt!

# Kompromiss 4: Diesel, wem Diesel gebührt – aber Oberleitung nutzen, wo vorhanden!

Cu

## Dieselektrische Lok und Stromversorgungswagen



»eb« 2 - 3/2017, S. 57:

»Elektrische Fremdenergieversorgung von Diesellokomotiven«

### **Bild 1:**

Fotomontage des *Eco DeMe Trains*.

# Kompromiss 4: Diesel, wem Diesel gebührt – aber Oberleitung nutzen, wo vorhanden!

Cu

Eigentlich auch schon wieder ein alter Hut:

Erste dieselektrische Drehstromlok fährt 1970 - 1975 mit Stromversorgungswagen als E-Lok: Probefahrten für die spätere BR 120

»Elektrische Fremdenergieversorgung von Diesellokomotiven«, »eb« 10/2016, S. 539



## **Bild 2:**

Versuchsanordnung aus dieselektrischer Lokomotive DE 2500 von Henschel und BBC mit Drehstromantriebstechnik und Steuerwagen mit Hochspannungsausrüstung 15 kV 16<sup>2/3</sup> Hz und Stromrichter (Foto: Henschel Museum + Sammlung e.V., Kassel)



# Kompromiss 5: Zweikraft-Fahrzeuge

Cu

Eigentlich auch schon wieder ein alter Hut



**Abb. 3:** Zweisystem-Zweikrafttriebzug BB 82500 der SNCF in Annecy

Foto: M. Kache

# Zweikraftfahrzeuge – ein Fahrzeugkonzept mit Zukunft

*Von der Stadtbahn bis zum Hochgeschwindigkeitszug – ein Überblick über Zweikrafttriebswagen und -züge in Europa*

El-Spezial Schienenfahrzeuge, September 2015



Da, schon wieder einer!

Abb. 1: Ohne Zweikraftfahrzeuge unumgänglich: Dieselbetrieb unter Oberleitung

Foto: M. Kache

Praxis-Verbrauch:  
 $\approx 1,7$  l/km!

Neuere Baureichen  
kommen auch mit  
 $\approx 0,9$  l/km aus.

Aber eine  
Beschleunigung  
von 0 auf 160 km/h  
kostet schon 10 l Diesel!  
100 m Steigung  
desgleichen.

Und davon bekommt man  
beim Bremsen **nichts**  
zurück – im Gegenteil!

**Dieseltriebwagen kaufen ohne Ende!**

**Ganz normale Dieseltriebwagen – die schon gleich auf dem Werksfoto wieder unter einer Oberleitung fahren!**

## EBA erteilt Deutschland-Zulassung für Pesa Link

**Triebwagen** | Am 30. Mai hat das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) die Zulassung für den Einsatz zweiteiliger Züge vom Typ Pesa Link für DB Regio erteilt. Pesa erwartet in den kommenden Wochen außerdem die Homologisierung für die dreiteilige Variante, wie der Präsident des Verwaltungsrates und Generaldirektor Krzysztof Sędzikowski der polnischen Presse mitteilte. Der DB sollen dann ab Juli beide Arten von Link-Triebfahrzeugen zur Verfügung stehen. Zwei zweiteilige Pesa Link wurden bereits für das Personaltraining ausgeliefert. Im Jahr 2012 bestellte die Deutsche Bahn 71 Züge mit einer Option auf bis zu 470 Züge im Wert von bis zu 1,2 Mrd. EUR. Pesa wollte die Zulassung zuerst selbst durchführen, unterzeichnete nach Verzögerungen aber im Herbst 2016 einen Vertrag mit DB Systemtechnik.

wkz/ici



Link von Pesa  
Quelle: Pesa

# Was tut die Deutsche Bahn unterdessen? Wieder neue Dieselloks kaufen!



Auch nicht der große Wurf: Die neue Mehrmotoren-Technik

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Baureihe\\_245.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Baureihe_245.JPG)

# Was tun die anderen Bahngesellschaften?

Cu



**Auch, wenn man zwei Stück BR 246 an Stelle einer BR 146 braucht.**

# Hybrid-Dieseltriebwagen – auch für den Fernverkehr?

---

Auf der Strecke von Berlin nach Kopenhagen versuchte man, die unglückselige BR 605 aufzubrechen.

Diese Triebzüge sind mit dieselektrischem Antrieb ausgestattet, verfügen also bereits über elektrische Fahrmotoren.

- Sie entstanden auf der Plattform des **elektrischen** Triebzugs BR 415.
- Sie waren über mehrere Jahre außer Dienst gestellt.
- Sie standen zum Verkauf ins Ausland, aber niemand wollte sie haben.
- Als Gründe wurden u. a. hohe Kraftstoffkosten angeführt.
- 2 der Züge wurden deshalb bereits 2016 verschrottet.
- 2 weitere wurden bereits zu Versuchsträgern umgebaut.
- 15 Züge warten also noch auf eine angemessene Verwertung.

Also warum nicht **diese** Züge **zuerst** umrüsten?

# BR 605 – ICE ohne Stromabnehmer

Startseite | Angebotsberatung | Fahrplan & Buchung | Services | BahnCard | Urlaub

Meine Bahn

## Fahrtinformationen

ICE 35 (Zuglauf vom: 26.09.11)

### Bedenken Sie:

- Der Zug fuhr hier nicht besonders schnell, hält aber selten.
- Dennoch lag der Kraftstoff-Verbrauch bei 2 l/km!
- Das kostete rund 1600 € je einfache Fahrt!
- Allein dafür mussten 11 Vollpreis-, 17 Sparpreis-Fahrgäste oder 22 Inhaber der BahnCard 50 auf den insgesamt 195 Plätzen sitzen
- Dabei ist der größte Teil der Strecke elektrifiziert!
- Und jeweils eine Stunde lang stand der Zug nur auf einem Schiff herum.
- Also warum nicht
- 2 der 4 Dieselmotoren ausbauen,
- an deren Stelle Akkumulatoren einsetzen,
- eventuell einen Stromabnehmer und einen Trafo dazu,
- in jedem Fall aber auf einer Fahrt für mindestens 600 € Kraftstoff sparen?

aktuelle Zeit: 16:11

Station	Abfahrtszeit	Ankunftszeit	Wagen
Erlin Ostbahnhof	12:13		7 D - G
Erlin Hbf	12:26	12:26	13 E - F
Hamburg Hbf	13:18	13:28	
Lübeck Hbf	14:07	14:17	
Gildenburg (Schiff)	15:05	15:10	3
Puttgarden	16:29	16:38	
Rødby	17:03	17:04	
Nykøbing F st	17:19	17:20	
Vordingborg st	17:56	17:57	
København			

Verkehrsmittel: ICE 35  
 Bemerkungen: Bordbistro

-> Schließen

Alle Angaben ohne Gewähr.

# Oder besser gleich elektrifizieren?

---

Eine Fahrkarte mit dem ICE3 über die Schnellfahrstrecke von Köln-Deutz nach Frankfurt Flughafen (**164 km**) kostet **73 €** (einfache Fahrt, 2. Klasse, Normalpreis). Die Fahrt dauert **47 min**.

Sind von den **390 Sitzplätzen** die Hälfte besetzt, dann kostet die Fahrt knapp **3 €** für Strom und **70 €** für den Rest.

Eine Fahrkarte für den Doppelstock-IC von Köln nach Dresden (**700 km in 7 h**) kostet **119 €**.

Sind wiederum etwa die Hälfte der **511 Plätze** besetzt, dann kostet die Fahrt gut **3 €** für Strom  
(1 € für die 19 Beschleunigungen, 2 € für die Reibung).

Mit einem PKW, in dem **2 von 4 Plätzen** besetzt sind, von Köln nach Dresden zu fahren, kostet jeden der beiden Insassen allein für die Energie mal gleich **30 €**.



# Schlussfolgerungen

**Elektrische Bahn-Antriebe sind den Dieselmotoren in der Leistungsfähigkeit deutlich überlegen.**

**Elektrische Bahn-Antriebe sind gleichzeitig weitaus Energie-effizienter und kostengünstiger als Dieseltraktion.**

**Die SBB fährt 100% elektrisch – nichts mehr zu tun.**

**Das Netz der ÖBB ist zu 73% elektrifiziert – schon gut.**

**Die DB AG fährt auf 60% ihrer Gleise elektrisch – auch schon gut.**

**Aber ein elektrischer Betrieb ist heute auch ohne Oberleitung möglich!**

**Mehr als 2 Milliarden Euro Zuschüsse für den Kauf von Elektroautos, dazu 300 Millionen für 15 000 Ladepunkte – 20 000 € pro Ladepunkt!  
Das BMBF, die Bundesregierung und die EU-Kommission sollten sich überlegen, wie viel E-Mobilität man mit diesem Geld auf der Schiene umsetzen könnte und was wohl mehr CO<sub>2</sub> einspart ...**