

# Pressekonferenz zur VDE/ ETG-Studie: Energieoptimaler Bahnverkehr



Berlin, 17.4.2013

Studie: Energieoptimaler Bahnverkehr – *auf dem Weg zum „1-Liter-Zug“*

► 17.04.2013 / 1

**VDE**

# Leistungsfähigkeit und Effizienz

## ■ Elektrische Bahnen ...



... mehr als 130 Jahre  
**Elektromobilität**  
auf der Schiene

## Hintergrund

- **Energiekosten** sind seit der ersten Ölkrise relevanter Kostenparameter für Verkehrsleistungen
- Globalisierung führt zu **erhöhtem Verkehrsbedarf**
- in neuen **Mega-Cities** sind **Bahnen** oft die einzig mögliche urbane Verkehrslösung
- Diskussion um Klimaschutz, Nachhaltigkeit und Energiewende gibt dem Thema **Energieeffizienz** neue Dynamik

## Ausgangslage

- **Wettbewerb** im Eisenbahnverkehr führte zu einer neuen gründlichen Betrachtung der Energieeffizienz
- **Energiekosten** machen einen wesentlichen Anteil der Betriebskosten im Schienenverkehr aus
- mit der **Bahnreform** (in Deutschland 1994) und den damit verbundenen Investitionen in neue Fahrzeuge und Infrastrukturen ist die **Energieeffizienz** des Bahnsystems stark **gestiegen**
- es gibt dennoch **Potenziale** zur weiteren Verbesserung

## Wo stehen wir heute?

- ▶ **Fernverkehr:** **2,0 l** pro Person und 100 km  
Dieseläquivalent ab Kraftwerk (D)  
bei  $v_{\max} = 300$  km/h und 100 % Besetzung
- ▶ **Nahverkehr:** **1,0 l** pro Person und 100 km  
Dieseläquivalent ab Kraftwerk (D)  
bei  $v_{\max} = 80$  km/h und 100 % Besetzung
- ▶ **Stadtverkehr:** **1,5 l** pro Person und 100 km  
Dieseläquivalent ab Kraftwerk (D)  
bei  $v_{\max} = 60$  km/h und 100 % Besetzung
- ▶ **Güterverkehr:** **niedrigster spezifischer Energiebedarf**  
15 ... 30 Wh / t / km ab Fahrleitung  
45 ... 90 Wh / t / km ab Kraftwerk (D)



## Ziele der Studie

- **Fakten-Check:**  
Status quo und Einflussgrößen auf den Energiebedarf
- **Simulationsrechnungen:**  
Wie schlagen sich Änderungen an den Einflussgrößen im Energiebedarf tatsächlich nieder?
- **Verbesserungspotenziale:**  
Aufzeigen von technischen und betrieblichen Maßnahmen
- **Nutzwertanalyse:**  
Priorisierung der Maßnahmen nach Effekt und Aufwand
- **Innovations-Offensive:**  
Wer sollte zukünftig was genau tun?

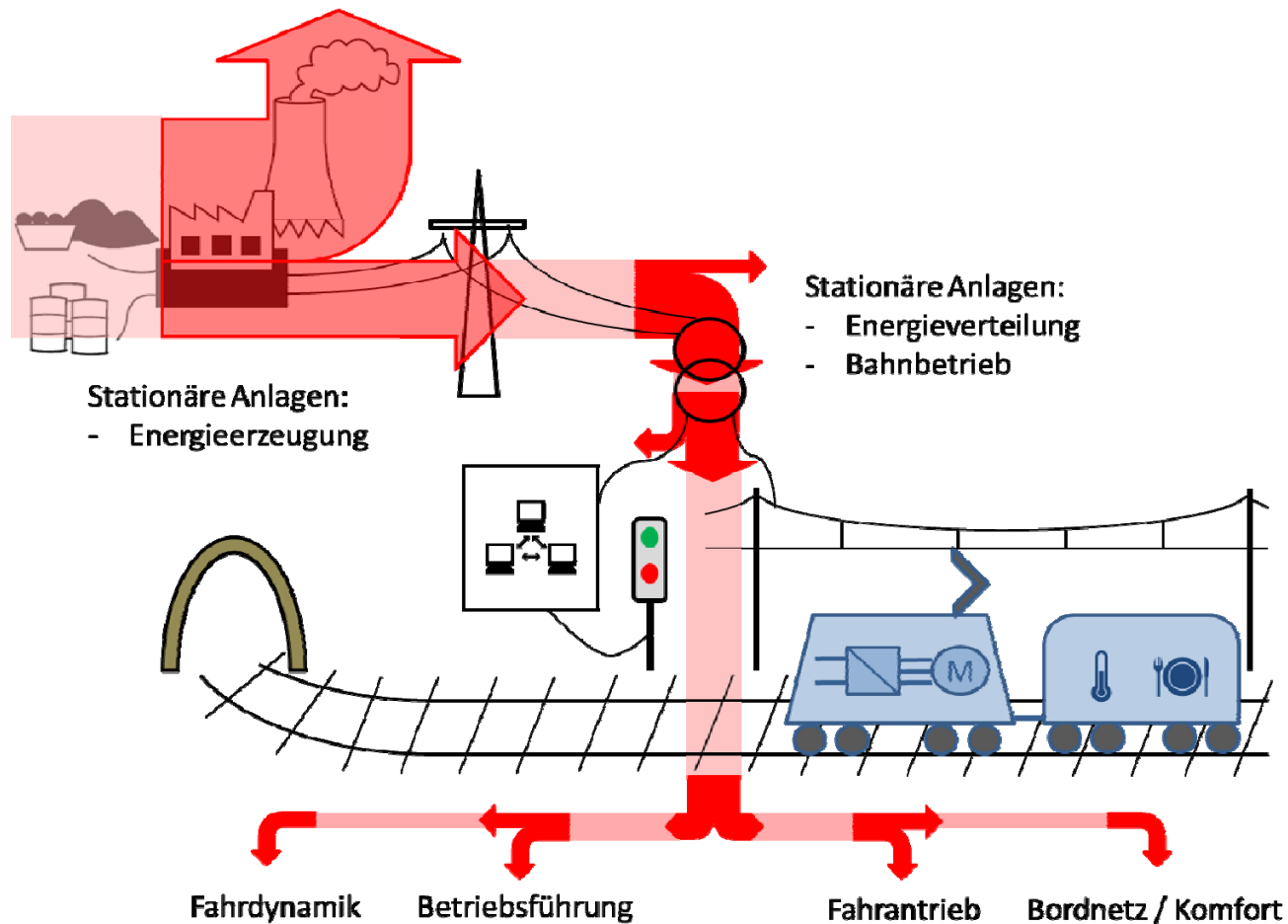
## Mitwirkende

- Fachleute von Hochschulen, Industrie und Betreibern, die sich mit Eisenbahnfahrzeugen, Straßenbahnen, Trolleybussen, Leit- und Sicherungstechnik sowie Bahnstromversorgung beschäftigen

Anmerkung:

Die Studie enthält entsprechend der neutralen, energietechnisch fundierten Positionierung der ETG gemeinsame Erkenntnisse ihrer Mitglieder, und spiegelt damit nicht unbedingt die Meinung der durch sie vertretenen Unternehmen und Institutionen wider.

# Gegenstand der Untersuchung: Gesamtsystem





## Gegenstand der Untersuchung: Verkehrsarten

- **Städtischer Nahverkehr: Straßenbahn**



NGT Bremen DC 600 V



Variobahn OEG DC 750 V



Cobra Zürich DC 600 V



Flexity Nantes DC 600 V

## Gegenstand der Untersuchung: Verkehrsarten

- Städtischer Nahverkehr: Straßenbahn
- Schneller Nahverkehr: S- / U-Bahn, Regionalbahn



BR 481 S-Bahn DC 750 V



BR 146 AC 15 kV



LAR Hongkong DC 1500 V



DoSto DB

## Gegenstand der Untersuchung: Verkehrsarten

- **Städtischer Nahverkehr:**  
Straßenbahn
- **Schneller Nahverkehr:**  
S- / U-Bahn,  
Regionalbahn
- **Personen-Fernverkehr:**  
HGV



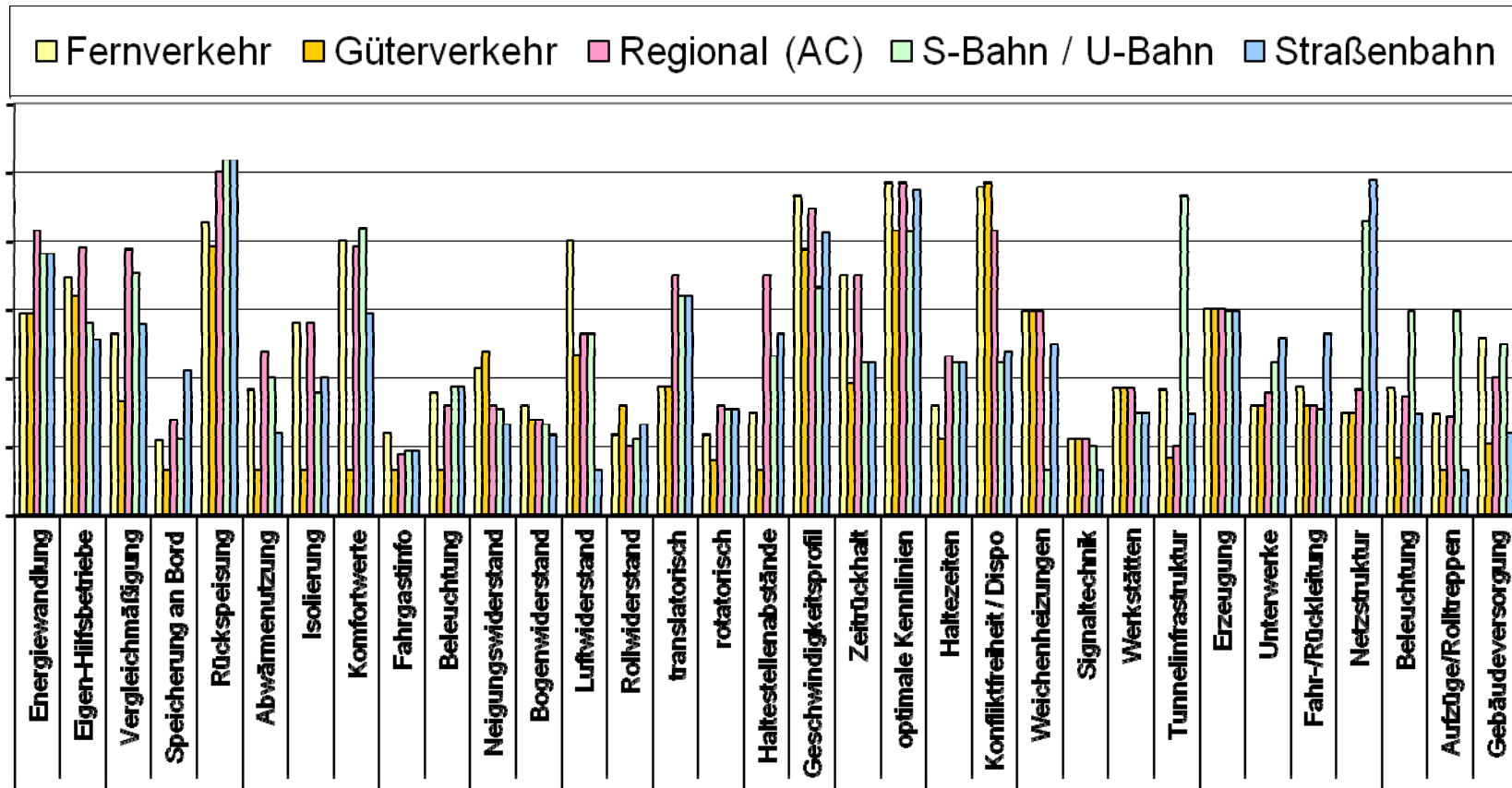
## Gegenstand der Untersuchung: Verkehrsarten

- **Städtischer Nahverkehr:**  
Straßenbahn
- **Schneller Nahverkehr:**  
S- / U-Bahn,  
Regionalbahn
- **Personen-Fernverkehr:**  
HGV
- **Güterverkehr:**



## Methodik der Studie: 1) Expertenseminar

Skala von 0 bis 3:  
Relevanz für den Energiebedarf x  
Potenzial für Verbesserung



33 verschiedene Einflussgrößen (technisch & betrieblich)

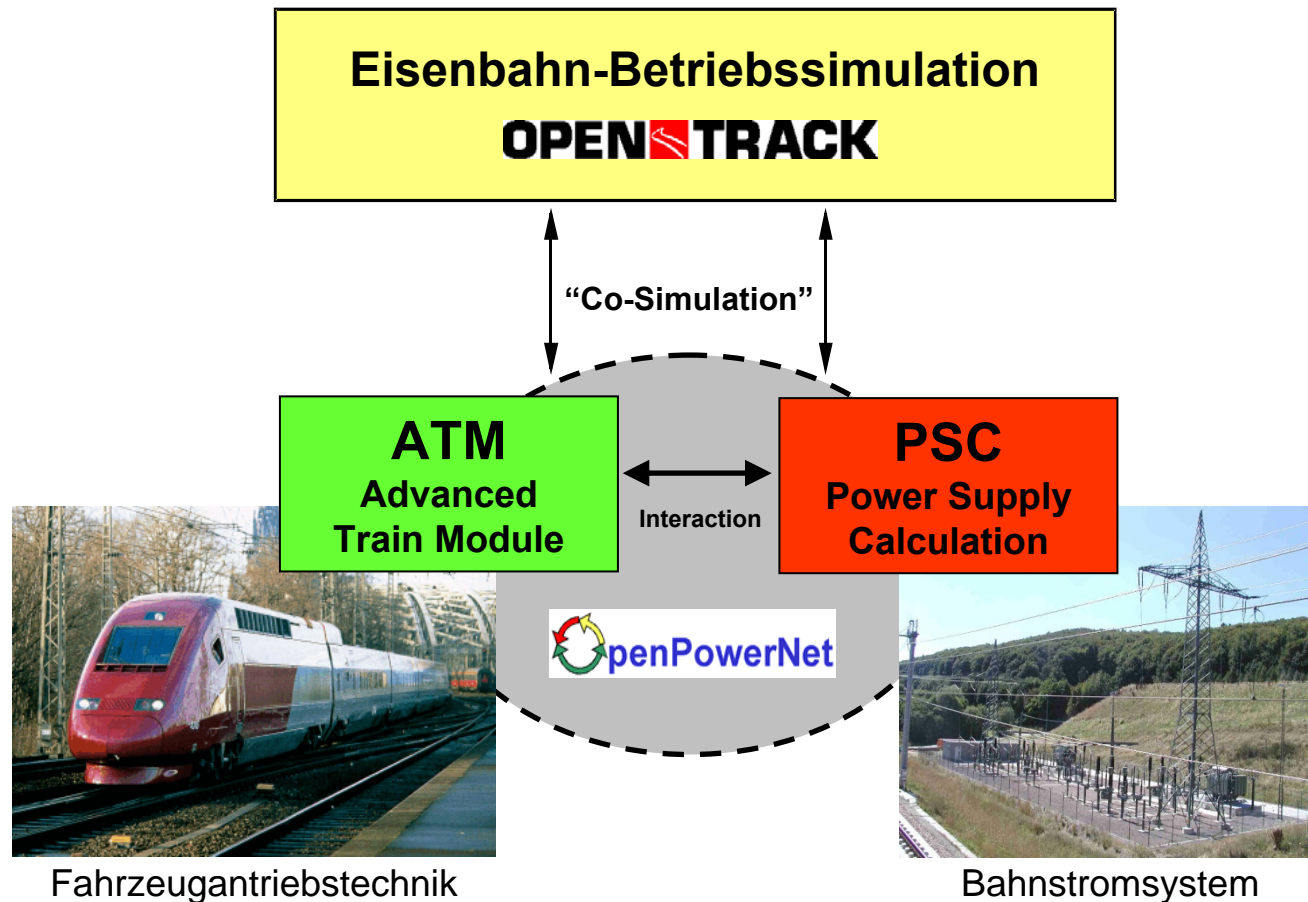
Studie: Energieoptimaler Bahnverkehr – auf dem Weg zum „1-Liter-Zug“

► 17.04.2013 / 13

**VDE**

# Methodik der Studie

## 2) Simulation der energetischen Auswirkungen



## Methodik der Studie

### 3) Maßnahmenkatalog für Verbesserungen

- **Fahrzeugtechnik** (Material, Lauftechnik, Aerodynamik ...)
- **Antriebstechnik** (Struktur, Technologie, Wirkungsgrade ...)
- **Bordnetze und Hilfsbetriebe** (Struktur, Management ...)
- **Bahnstromsystem** (Speiseart, Komponententechnologie ...)
- **Bahnbetrieb** (Fahrweise, Koordinierung, Automatisierung ...)

# Methodik der Studie

## 4) Priorisierung mittels Nutzwertanalyse

- Realisierungszeitraum
- Investitionsbedarf
- Energiesparpotenzial
- Technologiepotenzial
- Ergebnis wird auf 100% normiert

| Beispiel: Straßenbahn               |                                       | Realisierungszeitraum | Investitionsbedarf | Energieeinsparpot. "Einsparfaktor" | Technologisches Potenzial | Normierter Endwert |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------|
|                                     | Technologie                           |                       |                    |                                    |                           |                    |
| Netzstruktur                        | zweiseitige Speisung                  | 3                     | 2                  | 3                                  | 3                         | 88                 |
| Hilfsbetriebe und Komfortleistungen | Temperatursollwert umweltorientiert   | 3                     | 3                  | 1                                  | 3                         | 83                 |
| Hilfsbetriebe und Komfortleistungen | Bedarfsgesteuerte Türöffnung          | 3                     | 3                  | 1                                  | 3                         | 83                 |
| Verzicht auf Halte                  | Einführung Bedarfshalte               | 3                     | 3                  | 3                                  | 1                         | 83                 |
| Einsatz rückspeisefähiger Uw        | zusätzlicher Wechselrichter           | 3                     | 2                  | 3                                  | 2                         | 80                 |
| Nutzung Zeitrückhalt                | Fahrerschulung/-assistenz             | 3                     | 2                  | 3                                  | 2                         | 80                 |
| Störstellenreduktion                | Vorrangschaltung                      | 3                     | 2                  | 3                                  | 2                         | 80                 |
| Verringerung Maximalgeschwindigkeit | um 10 km/h                            | 3                     | 2                  | 3                                  | 2                         | 80                 |
| Hilfsbetriebe und Komfortleistungen | keine Klimatisierung bei Abstellung   | 3                     | 3                  | 1                                  | 2                         | 75                 |
| Störstellenreduktion                | betriebliche Fahrerassistenzsysteme   | 2                     | 2                  | 3                                  | 2                         | 75                 |
| Einsatz rückspeisefähiger Uw        | stellbare Gleichrichter               | 3                     | 2                  | 3                                  | 1                         | 72                 |
| Einsatz rückspeisefähiger Uw        | Speicher stationär                    | 3                     | 1                  | 3                                  | 2                         | 68                 |
| Einsatz rückspeisefähiger Uw        | Umkehrstromrichter                    | 3                     | 1                  | 3                                  | 2                         | 68                 |
| Traktionswirkungsgrad               | Stromrichter-Steuerverfahren          | 3                     | 3                  | 1                                  | 1                         | 67                 |
| Hilfsbetriebe und Komfortleistungen | frequenzvariables Bordnetz            | 3                     | 3                  | 1                                  | 1                         | 67                 |
| Hilfsbetriebe und Komfortleistungen | Luftentfeuchter statt Kühlung ü. 22°C | 3                     | 3                  | 1                                  | 1                         | 67                 |

Studie: Energieoptimaler Bahnverkehr – auf dem Weg zum „1-Liter-Zug“



## Ergebnisse der Studie

- Elektrische Bahnen sind schon heute hochgradig energieeffizient
- Handlungsoptionen zur weiteren Verbesserung
  1. Energie“verluste“ verringern
  2. Energie“verschwendung“ vermeiden
  3. Energie“optimierung“ vorantreiben

# Ergebnisse der Studie

## 1. Energie“verluste“ verringern

### Priorisierte Maßnahmen

- Verlustarme Elektroenergieerzeugung
- Verlustarme Energiewandlung im Fahrzeug
- Verringerung des Fahrzeugwiderstandes

# Ergebnisse der Studie

## 2. Energie“verschwendung“ vermeiden

### Priorisierte Maßnahmen

- Energiesparende Fahrweise
- Bedarfsgerechte Klimatisierung
- Maximierung des rekuperativen Bremsens
- Energieoptimiertes Fahrzeugbordnetz

# Ergebnisse der Studie

## 3. Energie“optimierung“ vorantreiben

### Priorisierte Maßnahmen

- Netzstruktur bei Gleichstrombahnen optimieren
- Fahrerassistenzsysteme einsetzen
- Entmischung der Verkehre vorantreiben

# Handlungsoptionen

## ■ Politik:

**Schaffung verlässlicher Rahmenbedingungen zur  
Ermöglichung langfristig wirkender Maßnahmen mit  
großem Investitionsvolumen**

Beispiel:

„Energiewende“ führt zu einer weiteren  
Verbesserung der Umweltbilanz des Bahnverkehrs

# Handlungsoptionen

## ■ Betreiber:

**stärkere Wertschätzung des energetischen Aspektes bei der Spezifikation von Fahrzeugen und Anlagen, damit entsprechende Technologien von der Bahnindustrie umgesetzt werden können**

Das geht nur mit genauer Kenntnis und Optimierung der betrieblichen Einsatzbedingungen.

# Handlungsoptionen

- **Industrie:**

**selbständig auch kleinere technische Potenziale nutzen**

und:

- als kompetenter Diskussionspartner für die Optimierung des Gesamtsystems zur Verfügung stehen, da die Systemkompetenz bei Betreibern und Aufsichtsbehörden durch Dezentralisierung und Privatisierung abnimmt und sich die Bahnindustrie zu größeren Einheiten konsolidiert hat

## Handlungsoptionen

- **Alle:**

... mehr Bahn fahren ...

Darin liegt das größte Energieeffizienzpotenzial.

*Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !*