

---

# VDV Schrift Energieeffizienz Tram

---

21.06.23, Leipzig  
Steffen Kähler

# Arbeitsauftrag der Arbeitsgruppe Energieeffizienz

---

- Erarbeitung von Handlungshinweisen zum Energieeinsparen
- Aufzeigen von typischen Energieverbräuchen
- Hinweise zur Normierung der Verbräuche zur Vergleichbarkeit mit anderen Fahrzeugen und Verkehrsbetrieben
- Erklärung von Zusammenhängen
- Alles unter dem Anspruch der leichten Verständlichkeit und Anwendung in der Praxis

# Schwerpunkte der Einsparmöglichkeiten

---

- Antriebssteuerung und Energieverbrauch des Antriebs
- Einfluss des Fahrstils
- Rekuperation von Bremsenergie ins Netz der Fahrstromversorgung
- Nebenverbraucher
- Mobile und stationäre Energiespeicher
- Fahrzeuge in Abstellanlagen
- Einführung eines Energiecontrollings mit Beispielen

# Beispiele für Verbräuche der Antriebe

	Stadtbahn 1	Stadtbahn 2
<b>Spezifischer Energieverbrauch</b> Wh/t/km (Wantrauf)	73,5	75
<b>Rückspeisung</b> Wantrab/Wantrauf %	29,07 %	55 %
<b>Bremswiderstand</b> Wbrems/Wantrauf	31,64 %	7,27 %
<b>Summe mögliche Rückspeisung</b>	60,71 %	62,27 %
<b>Verluste Rollwiderstand und Antriebswirkungsgrad</b>	39,29 %	37,73 %

Quellenangaben

# Beispiele für Verbräuche der Nebenverbraucher

	Stadtbahn1	Stadtbahn 2	Strab 1	Strab 2	Strab 3	Strab 4
<b>Nebenverbraucher kWh/km</b>	0,91	0,76	2,27	1,35	1,43	1,38
<b>Verbrauch Wh/km/m2</b>	12,63	11,4	31,46	14,14	14,43	18,55
<b>Spez. Nebenverbraucher-leistung kW/m2</b>	0,22	0,198	0,43	0,191	0,216	0,328
<b>Kühlanlage</b>	X	X	X	-	X	X
<b>Anteil Nebenverbraucher am Gesamtverbrauch ab Stromabnehmer</b>	28,8 %	29,2 %	53,8 %	43,3 %	35,13 %	41,69%

Quellenangaben

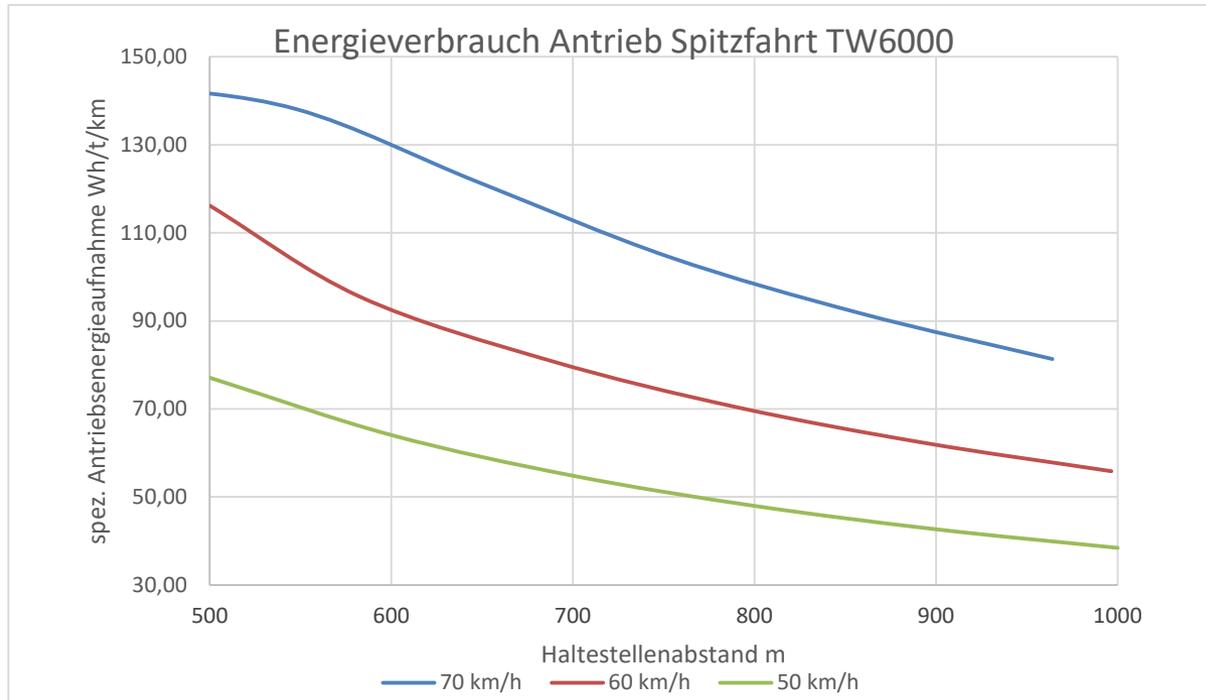
# Einfluss der Änderung der Innentemperatur auf den Verbrauch und Kunden

Innenraumtemperatur	Einsparung kWh/km	Einsparung in %
18	0,0000	0,00%
17	0,0591	2,12%
16	0,1182	4,25%
15	0,1773	6,37%

## Ergebnisse Kundenbefragung im Winter

Gruppe:	"angenehm"	"zu kalt"	"zu warm"
Ursprünglich 20°	60%	12%	28%
Aktuell 18°	63%	15%	22%
Aggressiv 16°	65%	23%	12%

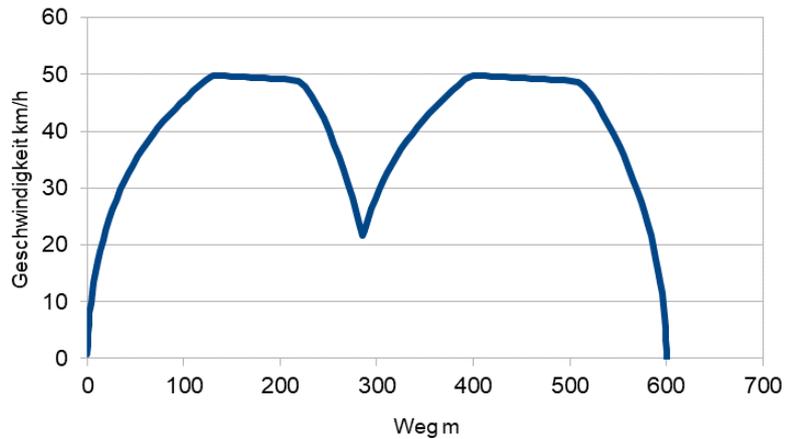
# Einfluss der Abschaltgeschwindigkeit



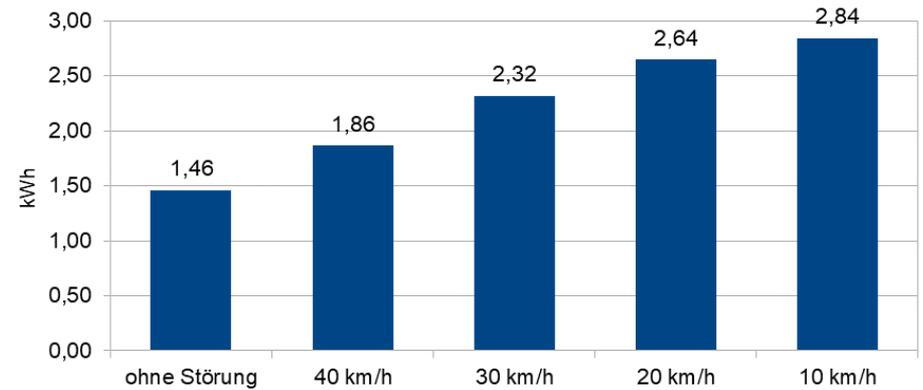
Quellenangaben

# Einfluss von Langsamfahrstellen

600 m 20 km/h Störstelle



Verbrauch Antrieb 600 m Strecke mit 30 m Langsamfahrstrecke v<sub>max</sub> 50 km/h

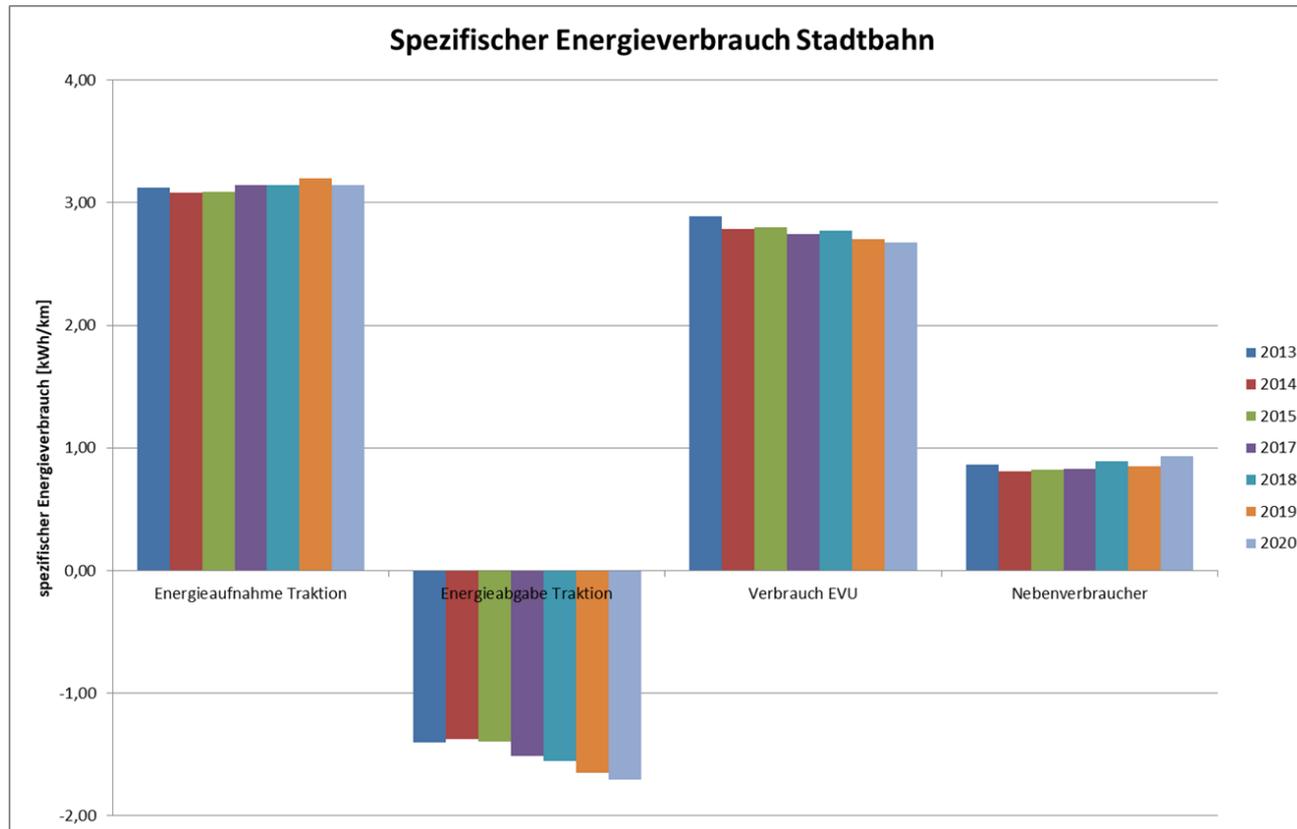


**Fahrzeuggewicht 39,5 t, 2,8 t Zuladung, Störstelle 30 m in Steckenmitte, 600 m Strecke**

Störfall	Verbrauch Antrieb	Fahrzeit
ohne Störung	1,46	58,24
40 km/h	1,86	58,24
30 km/h	2,32	59,74
20 km/h	2,64	62,24
10 km/h	2,84	65,74

Quellenangaben

# Beispiel für ein Energiecontrolling

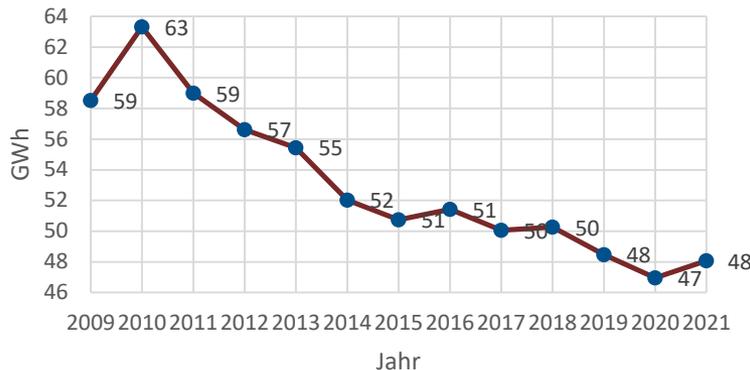


Quellenangaben

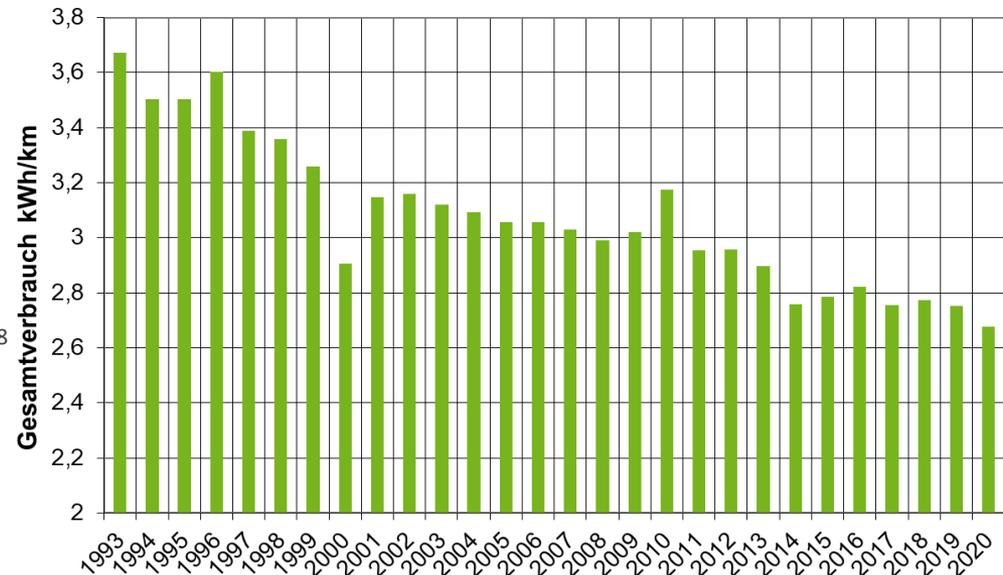
# Und was könnte das Ganze bringen😊!

- In Dresden ca. 10 GWh im Jahr
- In Hannover von 1993 bis 2020 ca. 25 GWh im Jahr

Energieverbrauch Fahrstrom  
Straßenbahn zwischen 2009 und 2021 in  
GWh p.a. (gerundet auf volle GWh)



Spezifischer Energieverbrauch üstra Hannover Stadtbahn



Quellenangaben

# VDV Schrift Energieeffizienz Tram

