



„Change it“ – Das intelligente Batteriewechselsystem

Die ideale Lösung für den öffentlichen Nahverkehr



1. Kostendarstellung Linienbusse

2. Lösungsansatz Batteriewechselsystem

3. Der Batteriebus im Vergleich

4. EVS 25 „Shenzhen“

Fahrzeuge



Reduktion des Treibstoffbedarfs
durch Hybrid- und Elektroantriebstechnik

- Simulation, Berechnung, Messung und Bewertung des gesamten Energiebedarfs



Elektro- / Strom

Reduktion des elektrischen Energiebedarfs

- Messtechnische Erfassung und Bewertung aller elektrischen Verbraucher

Gebäude



Reduktion des thermischen Energiebedarfs

- Ermittlung des Wärmebedarfs, Berechnung, Optimierungsvorschläge
Erstellung von Energiepässen

Steigende Treibstoffkosten – was nun?

Airline muss Sprit sparen: Bitte am Boden bieseln!

12.10.09 |  Kurios  FACEBOOK
Artikel drucken | Artikel empfehlen | Schrift  a / A



8. Juli 2008, 16:19 Uhr

Verkehr lahmgelegt

Berliner Taxifahrer demonstrieren gegen hohe Benzinpreise



Wie sieht die Zukunft aus?



Quellen:

<http://www.rosenheim24.de/kurioses/>

http://www.autobild.de/artikel/steigende-oelpreise-in-den-usa_730244.htm

<http://www.noows.de/berliner-taxifahrer-demonstrieren-gegen-hohe-benzinpreise-1364>

Der Wirtschaftsverkehr

		Einsatz- Dauer in [h]	Einsatzart	Verbrauch pro Tag [ltr. Diesel]
Linienbusse		14...18	Linie Stop + Go	ca. 150
Paketzustellung		8...14	Definierte Routen Stop + Go teilw. Überland	10...30
Taxi		10...16	Fahrt unbestimmt Stop + Go Überland	10...40
Verteilverkehr		8...14	Definierte Routen Stop + Go Überland	20...60
Müllfahrzeuge und Kehrmaschinen		6...14	Quasi-Linie Stop + Go teilw. Überland	30...80

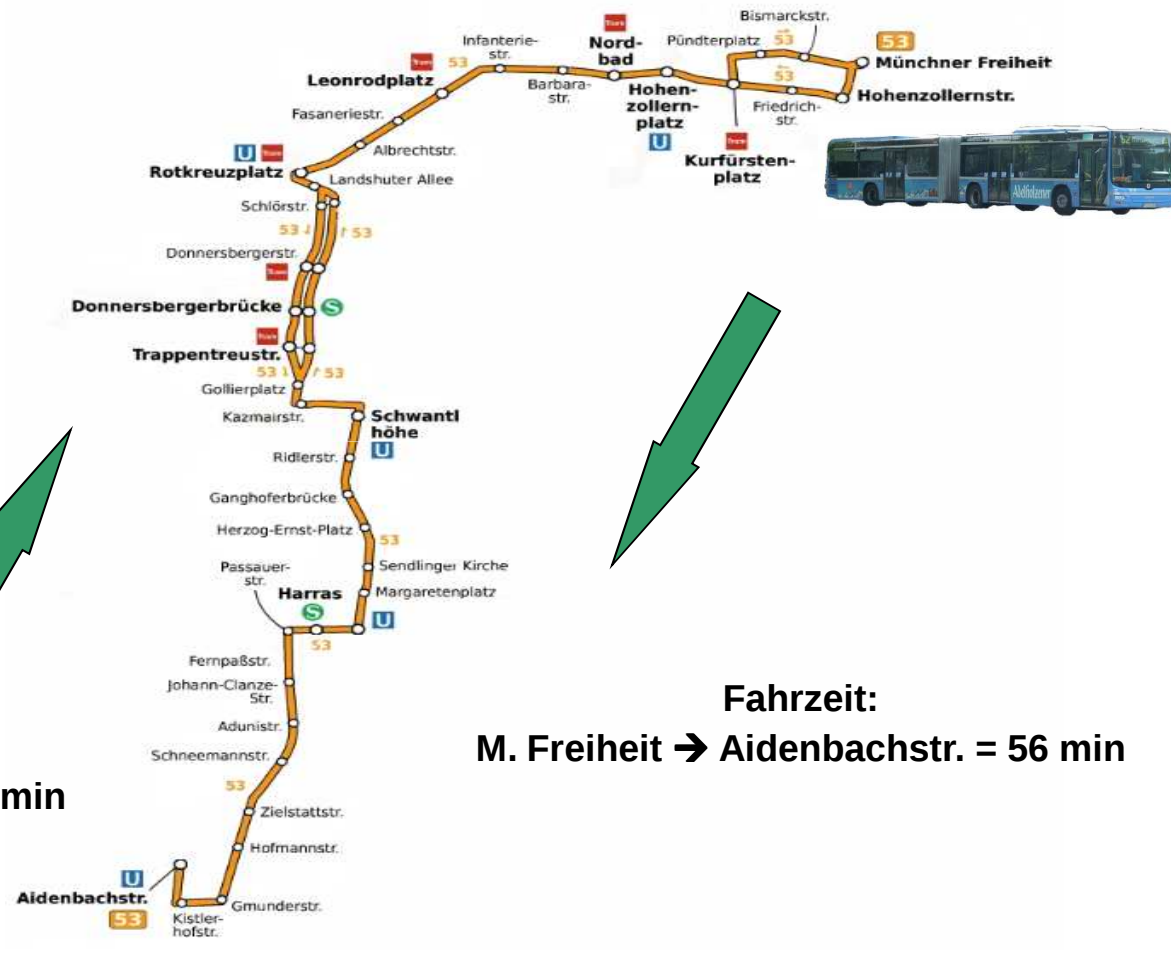
Die Linie 53 in München

Typischer Linienbetrieb:

Länge einfach: 12,7 km

Haltestellen: 2 x 36

Eine Runde: 1 h 50 min



Fahrzeit:
Aidenbachstr. → M. Freiheit. = 54 min



Fahrzeit:
M. Freiheit → Aidenbachstr. = 56 min

Linie 53



Wallner Energietechnik GmbH

„den Energieverbrauch minimieren“

Die Zahlen:

Einsatz: 16...18 h Stunden pro Tag → 19 Fahrten á 12,7 km → 241 km pro Tag und Bus

Um einen 10 Minuten-Takt zu ermöglichen sind 11 Busse notwendig

Die Linie wird 365 Tage bedient → 209 Fahrten pro Tag * 365 * 12,7 km
≈ 1 Mio km pro Jahr

Verbrauch Diesel Bus: 0,65 l/km (65 l/100 km)

Pro Jahr werden für die Linie 650.000 Liter Kraftstoff benötigt:
Das ergibt Kosten von 6,5 Mio € in 10 Jahren (1,00 € pro ltr.)



- **Hybridtechnik:**
 - Treibstoffersparnis bis 35% möglich
 - Abhängigkeit vom Öl weiter gegeben
 - nicht CO₂ neutral
- **Brennstoffzellen**
 - noch nicht ganz serienreif und teuer
 - Wasserstoffinfrastruktur nicht vorhanden
 - Wasserstoff ist Sekundärenergieträger
- **O-Bus**
 - sauber, leise, sparsam und kann mit „grünen Strom“ gefahren werden
 - Oberleitungen: teuer und unschön
- **Batteriebus:**
 - für ganztägigen Einsatz Batterie teuer und groß
 - Schnellladung an den Endhaltestellen ergibt echte Pausen von mindestens 10 Min
 - Wechsellsystem an den Endhaltestellen

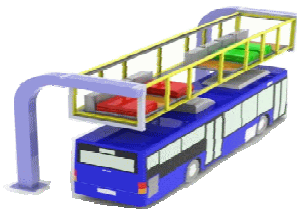
Die Situation im Wechselbetrieb



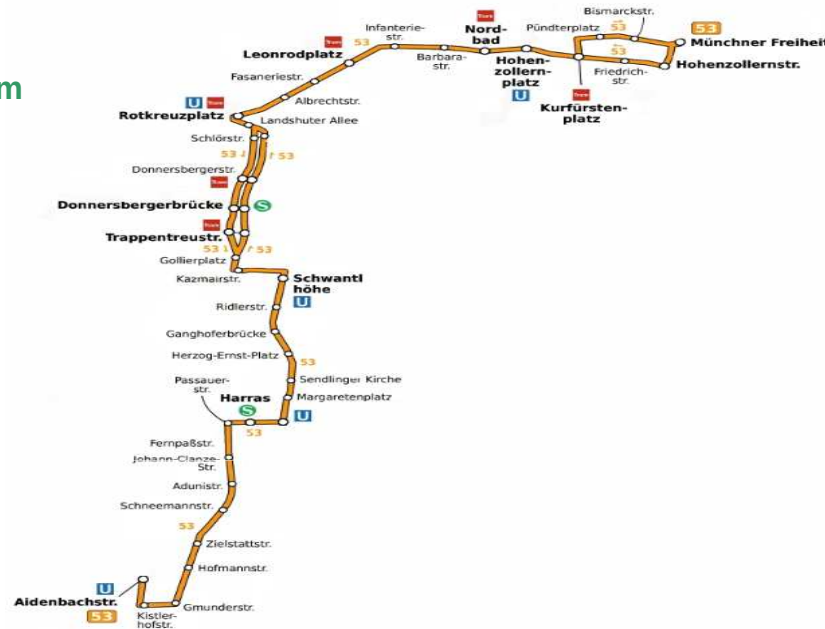
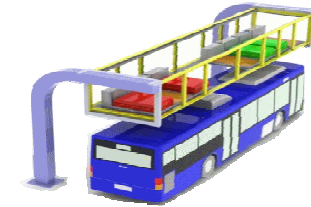
Wallner Energietechnik GmbH
„den Energieverbrauch minimieren“

Change it – Das intelligente Batteriewechselsystem

Batteriewechsel



Batteriewechsel



16..18 Stunden pro Tag ➔ 19 Fahrten á 12,7 km ➔ 11 Busse ➔ 1 Mio km / Jahr

Verbrauch Elektrobus: 1,8 kWh/km (1,57 kWh/km + Heizung/Klima)

Pro Jahr werden für die Linie 1,8 Mio kWh benötigt:

Das ergibt Kosten von 2,2 Mio € in 10 Jahren (€ 0,12 pro kWh)



Energiekosten der Linie 53 auf 10 Jahre hochgerechnet:

Konventioneller Bus
6,5 Mio €

Batterie Bus
2,2 Mio €

Differenz:
4,3 Mio €

**Das heißt pro Bus ist ein
Energiekostenvorteil von ca.**

360.000 €

vorhanden !





1. Kostendarstellung Linienbusse

2. Lösungsansatz Batteriewechselsystem

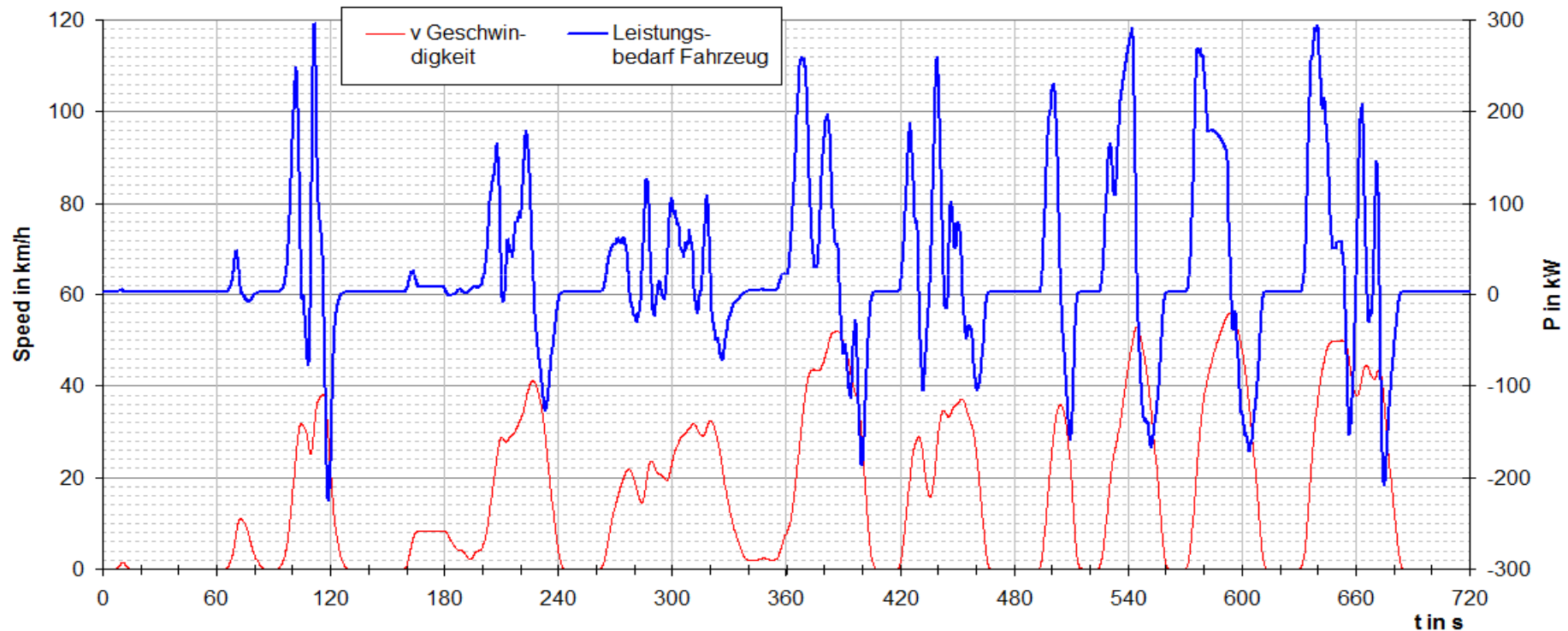
3. Der Batteriebus im Vergleich

4. EVS 25 „Shenzhen“

Simulation der Linie 53 in München

Von der Münchner Freiheit bis zum Leonrodplatz

Leistungsbedarf Gelenkbus 18m

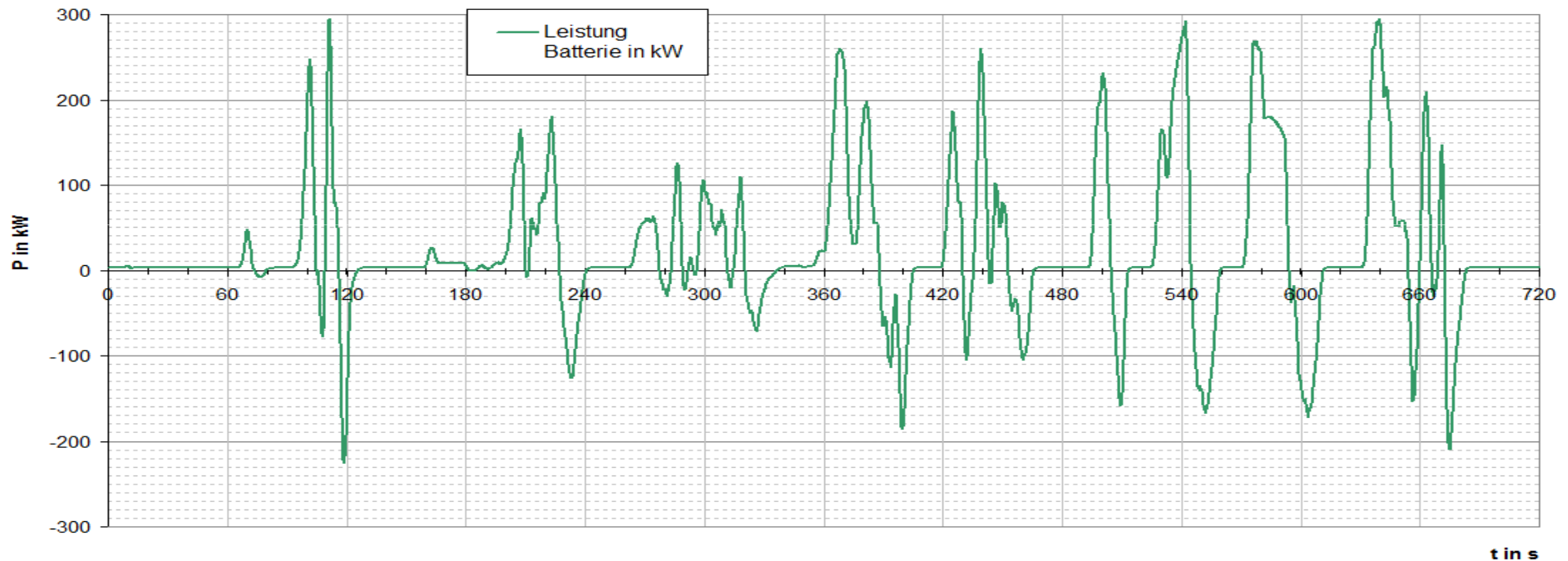


Durchschnittsleistung: 21,4 kW
Positive Anteile: 35,0 kW; Beschleunigung Spitze bis 300kW
Negative Anteile: 13,7 kW; Bremsen Spitze bis 250kW



Von der Münchner Freiheit bis zum Leonrodplatz: Die Belastung der Batterie ohne Ultra-Kondensatoren

Leistung aus Batterie:



Energieverbrauch aus Batterie:

23 kWh gesamt für 12,7km (1,8 kWh/km)

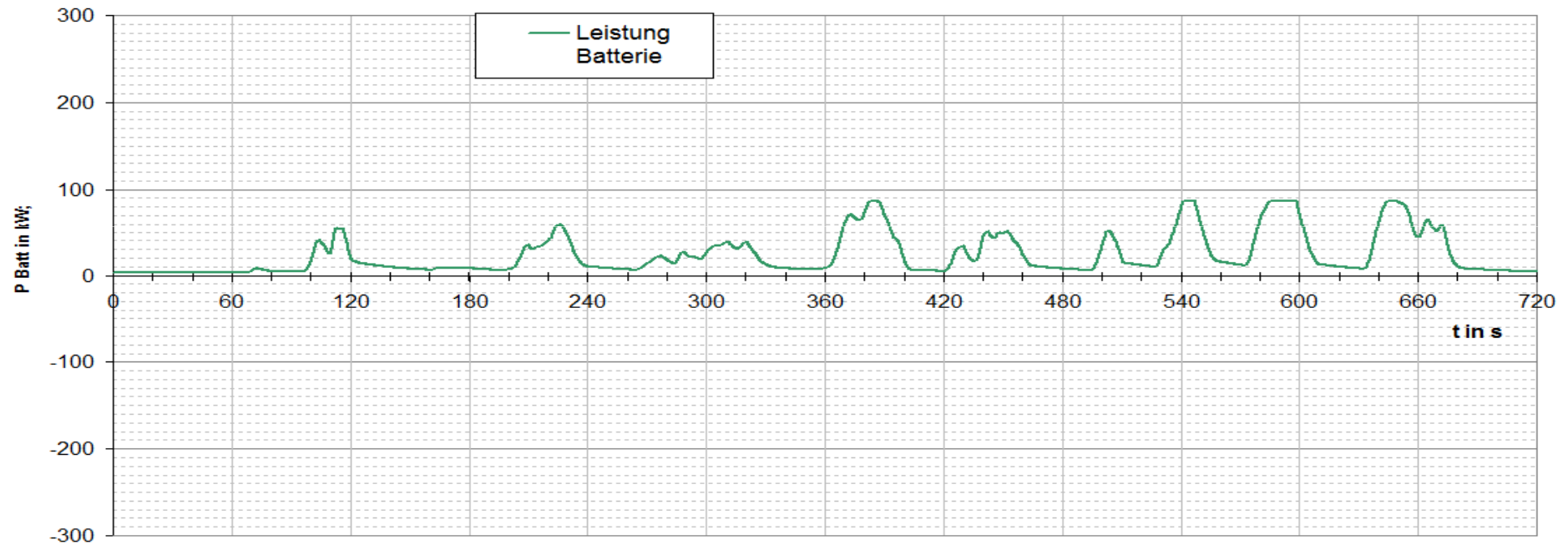
Energie durch die Batterie:

42 kWh



Von der Münchner Freiheit bis zum Leonrodplatz Die Belastung der Batterie mit Unterstützung von Ultra-Kondensatoren

Leistung aus Batterie mit Ultra-Cap Unterstützung:



Energieverbrauch aus Batterie:

19 kWh gesamt für 12,7km (1,57 kWh/km)

Energie durch die Batterie:

19 kWh (Durchsatz um den Faktor 2,2 verkleinert)



Anforderungen Batterie im Wechselbetrieb



Wallner Energietechnik GmbH

„den Energieverbrauch minimieren“

Gewicht kleiner ca. 600 kg für Überdach-Wechselsystem

3.000 Ladungen pro Jahr bei 40...60% DOD; Ziel: 10 Jahre

Temperatur soll kleiner 40°C, Maximal 45°C

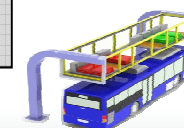
Verlustleistung in der Batterie: ca. 450 Watt (Ohne Ultra-Caps $P_v = 3,2 \text{ kW}$)

Verlustleistung im Ultra-Cap: ca. 700 Watt

Kühlung durch Auflage auf Batteriebock

Die entscheidende Größe: Kosten pro kWh für Speicher über Lebenszeit

$$\text{KfS [€/kWh]} = \text{Batteriekosten [€]} / Q [\text{kWh}] / \text{Zyklenzahl [1]}$$



Beispiel: A123

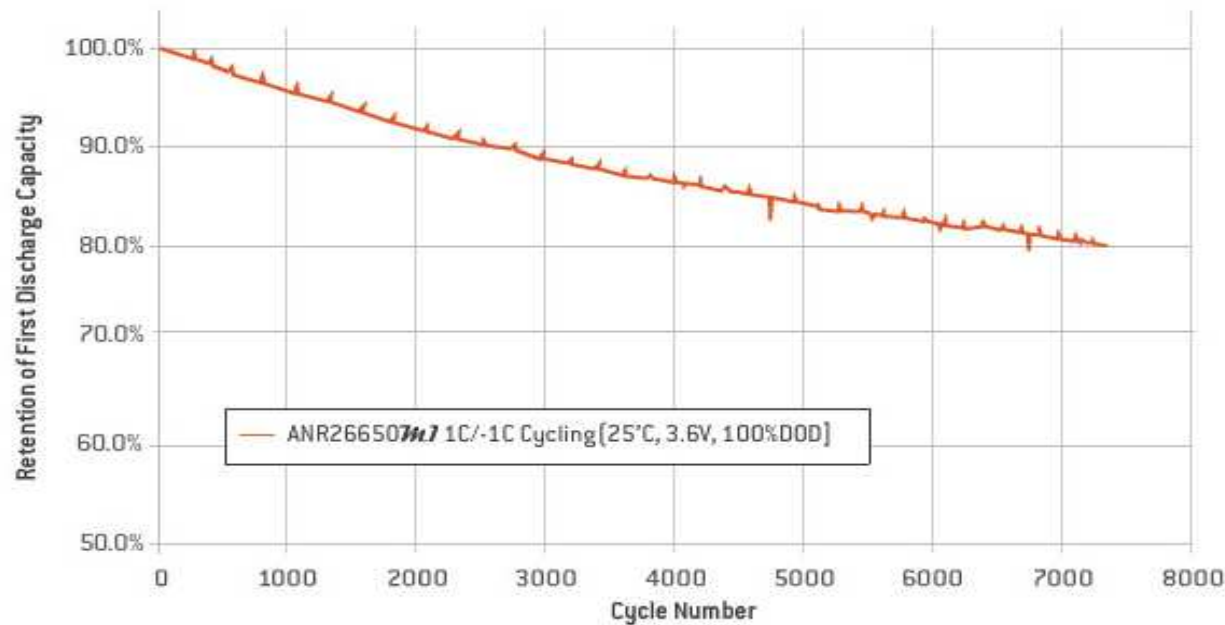
ARN 26650 ml Cell

Technologie:	LiFePO ₄ /Graphite Nanophosphate™	
Energiedichte:	108	Wh/kg
Zellspannung	3,3	V



Life+ Thousands of Low Rate Cycles

Chart 1/4



Thousands of Cycles at Wide Depth of Discharge (DOD)

A123's Nanophosphate™ material is engineered from the ground up for excellent cycle life. For an end of life criterion of 80% of initial capacity retained, the 26650ml cell projects to life of greater than 7,000 cycles at 100% DOD.

Long cell cycle life and low impedance growth over time lead to lower total systems cost and longer application life.



Quelle: <http://www.a123systems.com/a123/technology/life>

Beispiel: li-Tec



Wallner Energietechnik GmbH

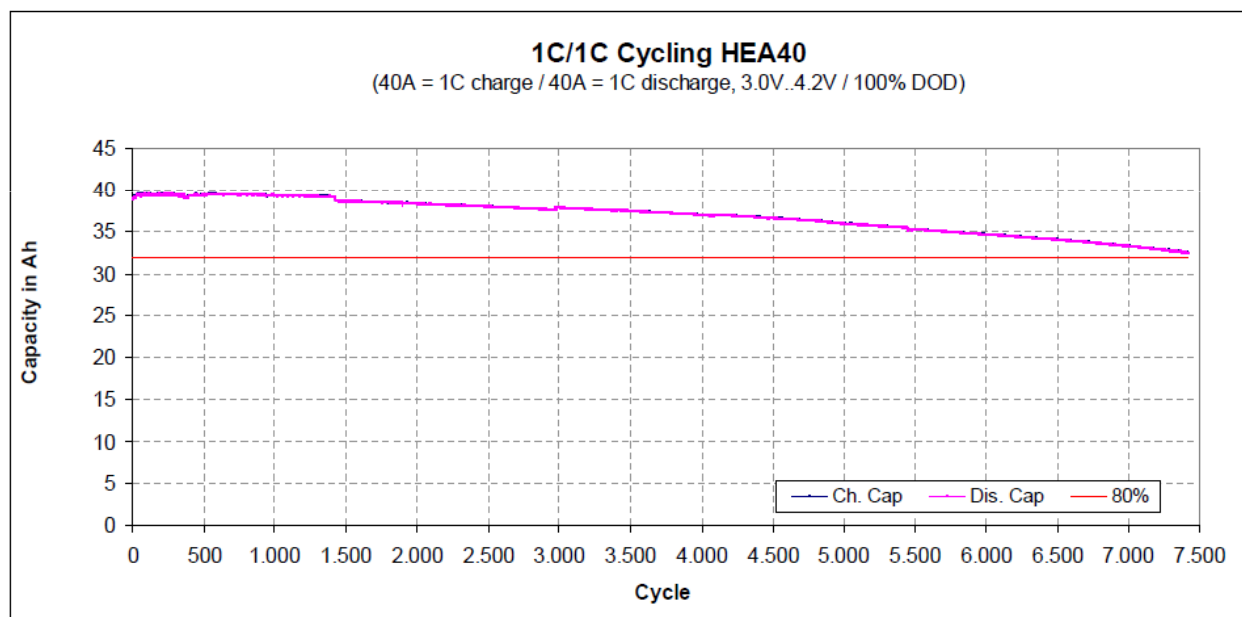
„den Energieverbrauch minimieren“

HE 40 Ah Energy Cell

Technologie: NiMgCO₂ / ceramic separators / Graphite

Energiedichte: 135 Wh/kg

Zellspannung 3,6 V



- 3,6V / 40Ah
- Cont. current 2C (80A)
- Peak current 5C (200A), 15sec
- Full cycles >2500
- 208mm x 248mm x 11mm
- 1.05 kg
- 135Wh/kg
- 287Wh/l

Li-Tec Battery GmbH
Berlin, den 24.2.2010



Beispiel: Lithium Titanate – Altair Nano



Wallner Energietechnik GmbH

„den Energieverbrauch minimieren“

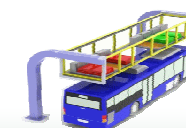
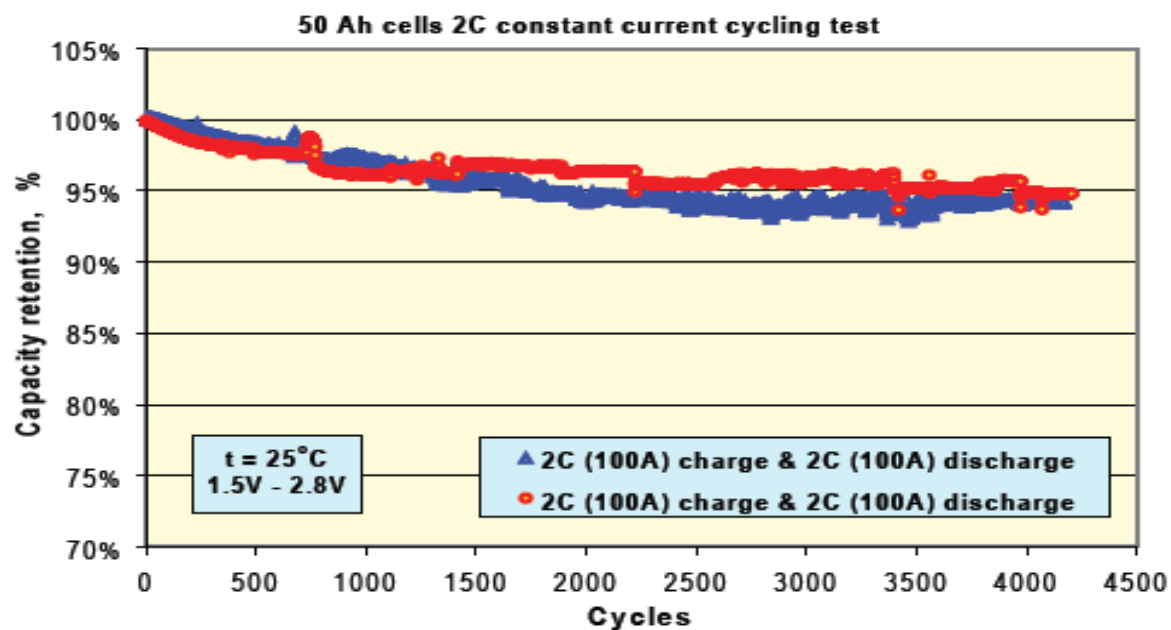
50 AH Cell:

Technologie: Li Metall O₂ / nano Lithium Titanate

Energiedichte: 72 Wh/kg

Zellspannung 2,3 V

CYCLE LIFE	
At 2C charge & 2C discharge, 100% DOD, 25°C	>12,000 cycles
At 1C charge & 1C discharge, 100% DOD, 55°C	>4,000 cycles



Beispiel: Lithium Titanate – Leclanché

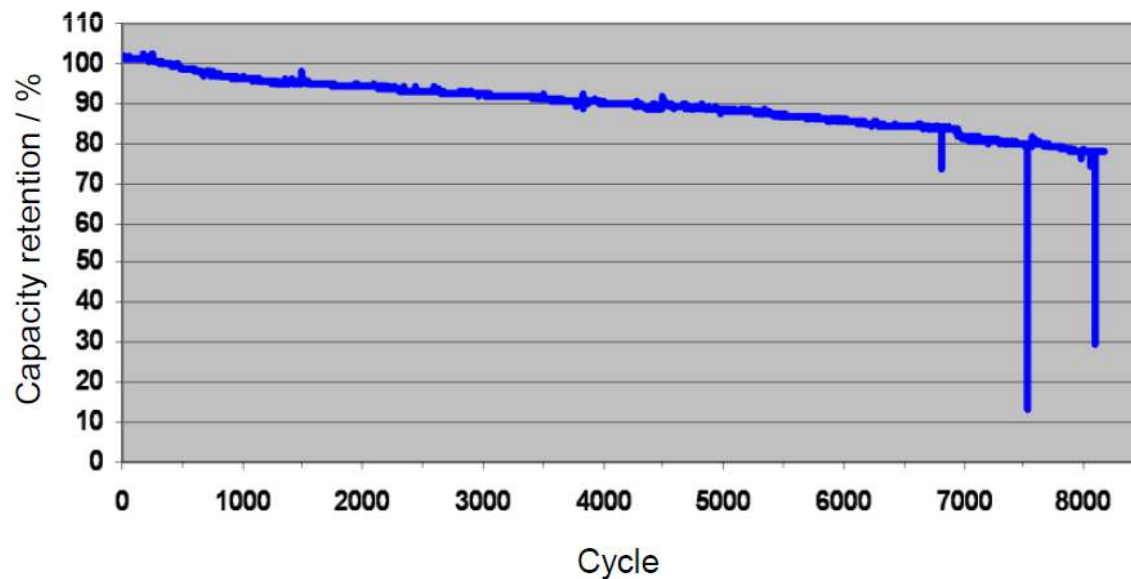


Wallner Energietechnik GmbH

„den Energieverbrauch minimieren“

	3,7V 22Ah	3,3V 11Ah	2,3V 18Ah	1,8V 13Ah	
Technologie:	Li Metall O2 – Graphite	Li FePO4 – Graphite	Li Metall O2 – Nano Titanate	Li FePO4 – Nano Titanate	
Energiedichte:	125	65	65	35	Wh/kg
Zellspannung:	3,7	3,3	2,3	1,8	V

Quelle: www.leclanche.ch/



Quelle: Leclanché Design & Elektronik 23.02.2010

Lithium metal oxide/Titanate
cycles by 1C-rate and 37 °C
between 2,8 V and 1,8 V 100 %
DOD after 8000 cycles 80 % NC

Die genannten Batterien verdeutlichen
einige der verschiedenen Techniken
und erheben keinen Anspruch auf
Vollständigkeit.





1. Kostendarstellung Linienbusse

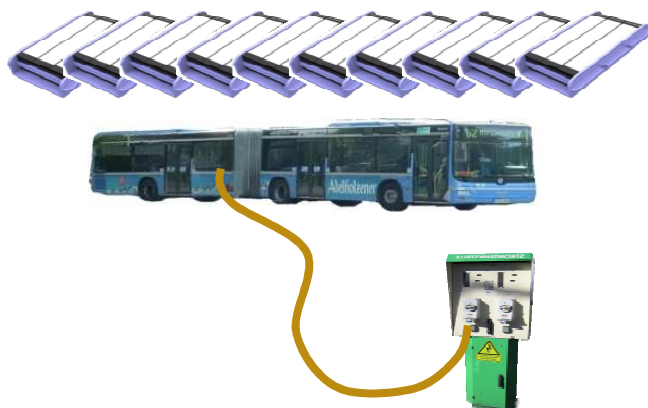
2. Lösungsansatz Batteriewechselsystem

3. Der Batteriebus im Vergleich

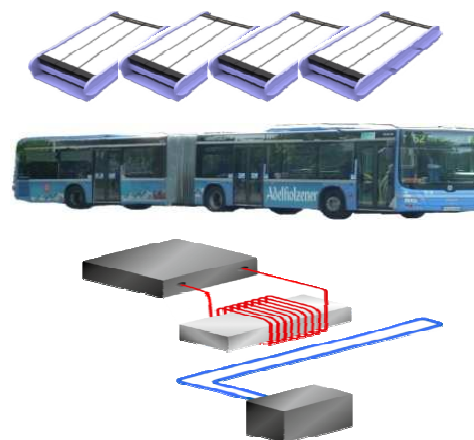
4. EVS 25 „Shenzhen“

Vergleich Batteriebus

Nacht-Ladung



Schnell-Laden



Wechselsystem



Kapazität

500 kWh

200 kWh

2 x 50 kWh

Energieverbrauch

1,75 kWh/km

1,66 kWh/km

1,57 kWh/km

Zu zahlende
Energie pro Tag

445 kWh

466 kWh

390 kWh

Energiedurchsatz

1325 kWh (2,65)

1231 kWh (6,15)

je 375 kWh (7,5)





Das heißt pro Bus ist ein
Energiekostenvorteil von ca.

360.000 €

vorhanden !



Mögliche Preisentwicklung

Wechselsystem
2x50kWh + Ultra Caps

Schnell-Laden
200kWh

Nacht-Ladung
500kWh

Basis: Kostenreduktion
der Batterien von
1000€ bis 200€ pro kWh
bis ins Jahr 2025

Eingerechnet sind:

Ladegeräte

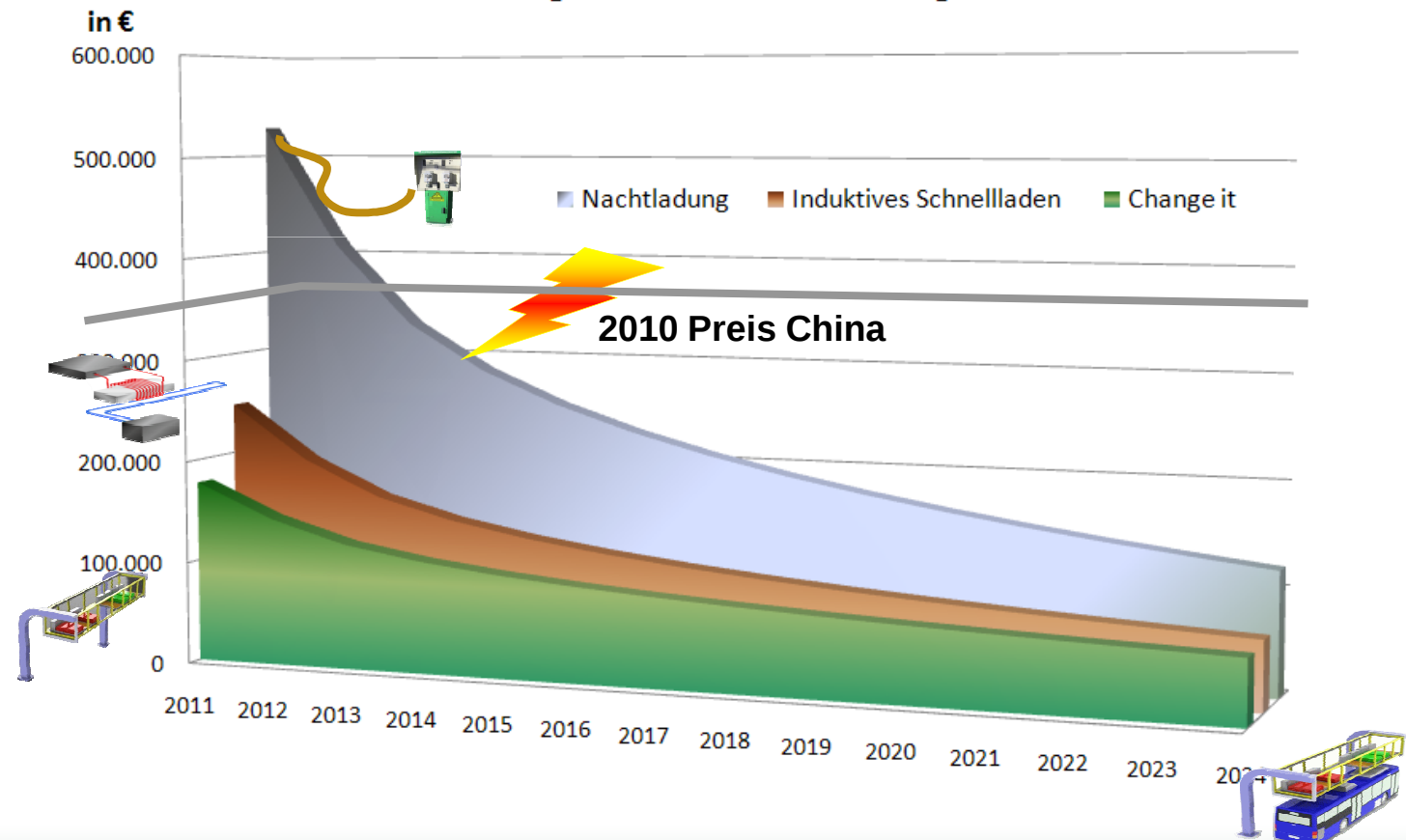
Anteil induktives
Laden

DC-DC Wandler

Ultra Caps

Anteil Batterie-
Wechsler

mögliche Kostenentwicklung



Kostenvergleich Linie 53



Wallner Energietechnik GmbH

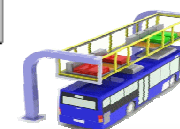
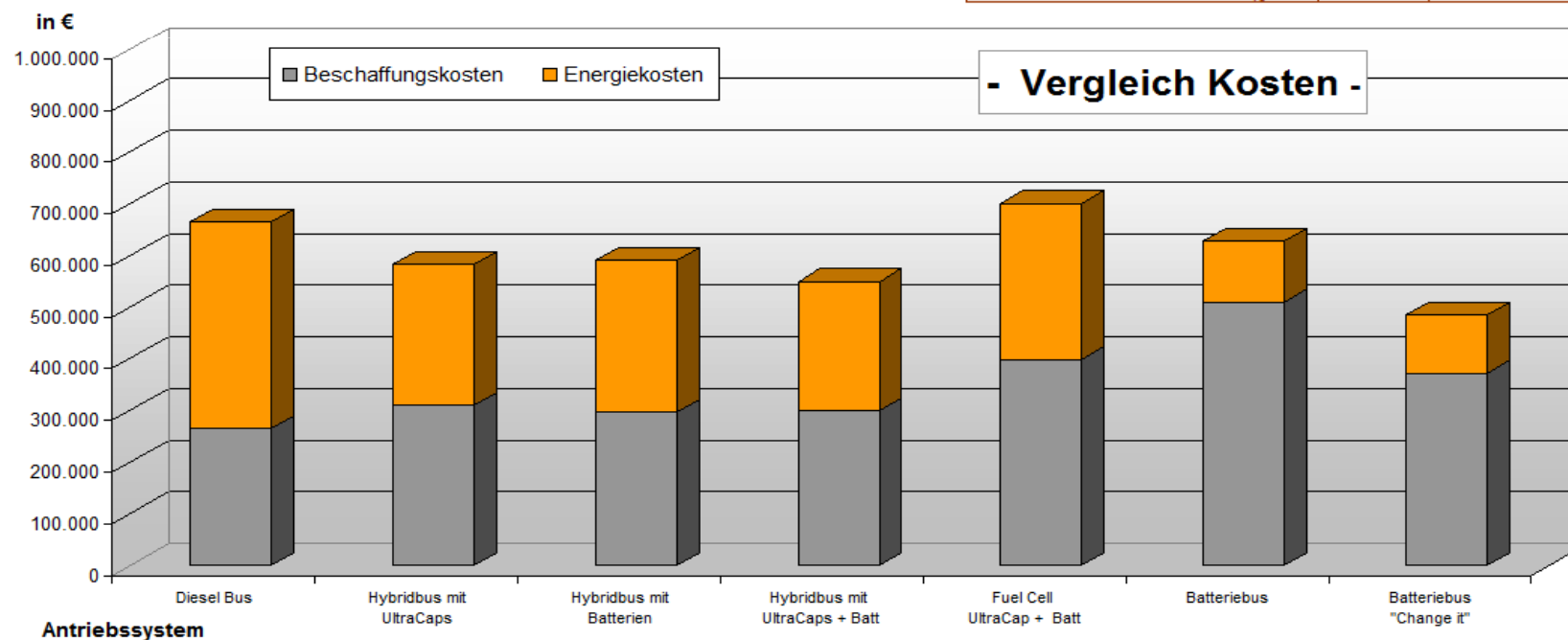
„den Energieverbrauch minimieren“

Angenommene Energiepreise im Vergleich

Dieselpreis	1,00 €/litr
individueller Strompreis	0,12 €/kWh
individueller Wasserstoffpreis	5,00 €/kg

Verbrauch aus Simulation

Diesel Bus	66,6	litr diesel pro 100km
Hybridbus mit UltraCaps	45,5	litr diesel pro 100km
Hybridbus mit Batterien	48,8	litr diesel pro 100km
Hybridbus mit UltraCaps + Batt	41,8	litr diesel pro 100km
Fuel Cell UltraCap + Batt	33,2	litr diesel equivalent pro 100km
Batteriebus	16,4	litr diesel equivalent pro 100km
Batteriebus "Change it"	15,5	litr diesel equivalent pro 100km



Aufgabe:

- Ein moderner Linienbus sollte an heißen Tagen über Klimatisierung verfügen
- Die zusätzliche Belastung muss in die Simulation einbezogen werden
- Eine Optimierung der bestehenden Systeme ist ratsam

Klimaanlage für Dachmontage



Lösungsansätze:

- Eine Wärmebedarfsanalyse durchführen
- Optimale Isolationsmaßnahmen und verbesserter Sonnenschutz
- Bedarfsgerechte Steuerung der Klimaanlage

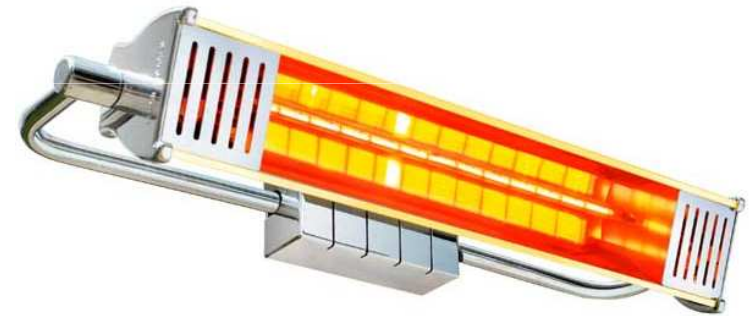


Aufgabe:

- Es steht kaum Abwärme zur Verfügung
- Ein angenehmes Raumklima speziell an kalten Tagen wird erwartet
- Wird eine zu hohe Leistung für die Elektroheizung angesetzt, so verteuert dies die Batterie überproportional

Lösungsansätze:

- Eine Wärmebedarfsanalyse durchführen
- Optimale Isolationsmaßnahmen auswählen und in die Berechnung einfügen
- Wärmegewinne aus Motoren und Batterie nutzen
- Niedrigtemperaturheizsysteme integrieren



„Change it“



Wallner Energietechnik GmbH
„den Energieverbrauch minimieren“

Film



- 



- 1. Kostendarstellung Linienbusse**
- 2. Lösungsansatz Batteriewechselsystem**
- 3. Der Batteriebus im Vergleich**
- 4. EVS 25 „Shenzhen“**



05-09 November 2010

EV-Parade



BYD – K9 300kWh



ZHONGWEN – Pure Electric



CSR – Pure Electric



GACBUS – Pure Electric

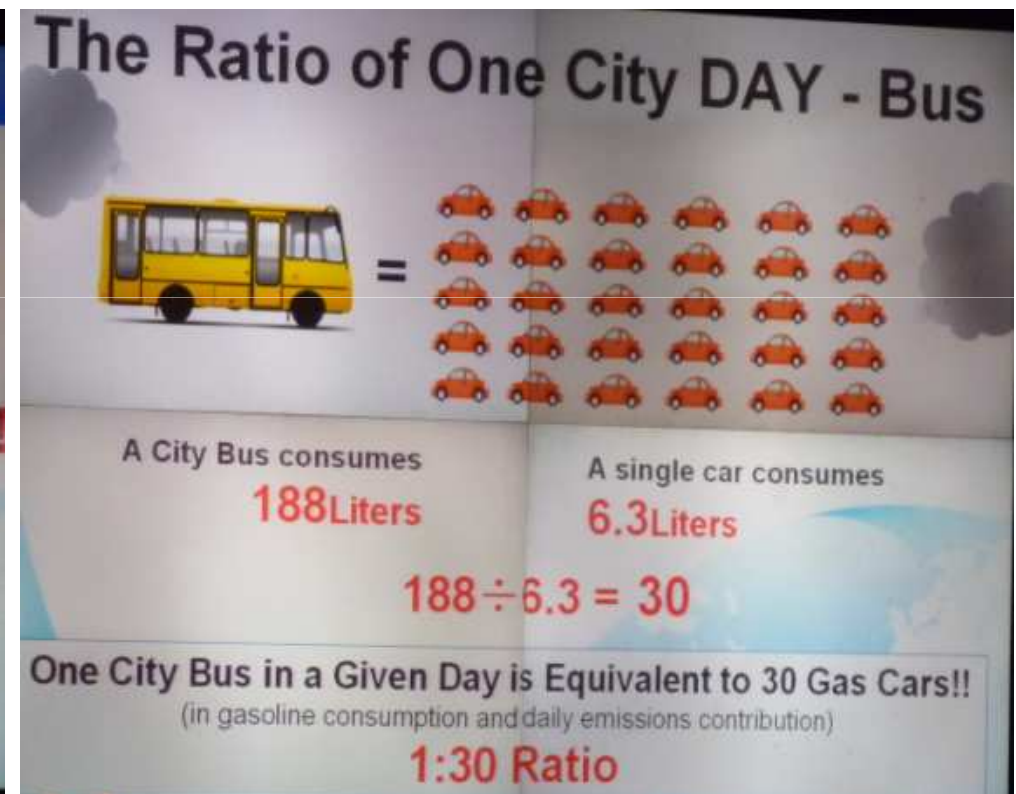


Bericht in den „CCTV News“





Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und CO2-Belastungen in den Vorträgen von BYD



Übersicht Busse und Taxi in China





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Wir beraten Sie gerne unabhängig, fachkompetent und berücksichtigen dabei Ihre individuellen Gegebenheiten.

Stefan Wallner Energietechnik
Ottobrunner Straße 37
D-82008 Unterhaching
Fon: 089 / 610 98 132
Fax: 089 / 610 98 133
Mobil: 0178 35 75 219
E-Mail: stefan-wallner@t-online.de
<http://www.energietechnik-wallner.de>

