

# **PLATOONING & EFFIZIENZ**

**Ein erfolgreicher Business-Case mit  
intelligenter Elektromobilität von Linkker**

**Linkker**  
Intelligent eMobility

**Tom Granvik**

**[www.linkkerbus.de](http://www.linkkerbus.de)**

**[tom.granvik@linkkerbus.com](mailto:tom.granvik@linkkerbus.com)**

**+358-40-5116260**

# Automatisierung von Stadtbus-Systemen

1. Einführung Linkker
2. Intelligente Elektromobilität
3. Einführung Fahrzeug-Automatisierung



# Unser Hintergrund



**Sami Ruotsalainen**  
CEO



**Tom Granvik**  
CFO



**Kimmo Erkkilä**  
Strategy, BD



**Tommi Mutanen**  
Bus Constructions



**Otto Pietikäinen**  
Prototypes, Pilots



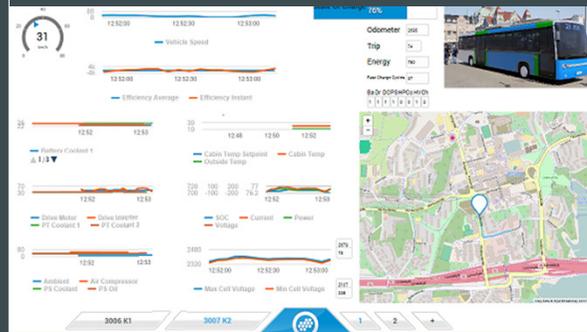
- **Sitz in Finnland**
- **über 10 Jahre Forschung & Entwicklung von Elektrobussen**
- **Ökosystem mit den besten Partnern**
- **technische Planung & Produktion in Finnland**
- **Europäische Standards (R100/R1007)**

# Meilensteine der Entwicklungskompetenz



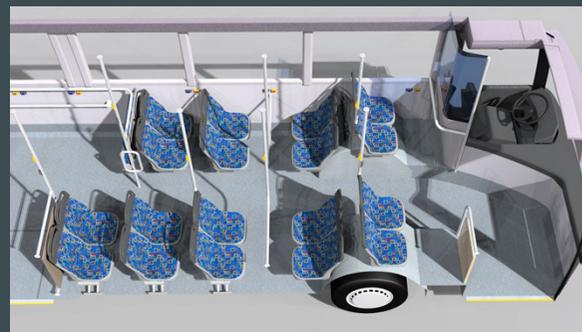
# Linkker-Produkte

Linkker Elektrobusse



LinkView Betriebssoftware

LinkDrive Antriebsstrang  
& ultra-schnelles Laden



LinkLight Fahrgestell  
& Karosserie

# Herausforderungen für Elektrobus-Einsatz

- **Operative Bedeutung**

Linienlänge, Verbrauch, Dauereinsatz, Fahrleistung, Fahrplan, Ablauf im Depot

- **Ladekonzepte**

Depot- vs. Gelegenheitsladen, Ladepunkte, Ladeleistung, Ladezeit vs. Fahrplan, Konnektivität, Netzanbindung & Energieversorgung

- **Gesamtbetriebskosten (TCO)**

Batteriekosten, CAPEX (Bus, Driveline, Infrastruktur), OPEX (Energie, Wartung, Batterietausch),  
Assetmanagement, Technologie-Entwicklung, Standardisierung

- **Planerische Bedeutung**

Infrastruktur, Netzabdeckung, Abläufe, Finanzen, Technologie, Aufbau, Übergang

# Langfristiger Business-Case



## Important parameters, trends and impact on TCO

Parameter	Trend expected	Significance	Impact on e-bus competitiveness
E-bus vehicle price	Decrease	moderate/large	Improve
Battery price	Decrease	Moderate	Improve
Battery lifetime	Increase	Moderate	Improve
E-bus S&M	Increase?	Moderate	Impair
Charger price	Decrease	Moderate	Improve
E-bus vehicle lifetime	Increase	Moderate	Improve
Oil price	Increase	Moderate	Improve
Price of emissions	Increase	Moderate	Improve
PTA requirement on productivity ("time to charge")	Increase	Large	Impair
PTO need to be more efficient (competitive) = "time to charge"	Increase	Large	Impair
Insufficient charging infra	Decrease	Moderate/large	Improve

27

## Änderung kommerzieller Perspektiven:

- längere technische Lebenszeit
- längere Konzessionen
- neue Geschäftsmodelle
  - neue Leasing-Arten
  - Assetmanagement
  - Infrastruktur-Besitz & Betrieb
  - Batterie-Leasing
  - Battery as a Service
  - Zweites Leben für Batterien
- Smart-Grid-Dienstleistungen
- Vehicle-to-Grid (V2G)
- Produktion vor Ort
- ...

Quelle: VTT, Technical Research Center, Finland, 2016

# Unsere Vision intelligenter Elektromobilität

steigert  
Umsatz



Modulare Energiespeicher +  
Lebenszeit-Management



Dauerbetrieb 24 x 7  
+ 350km Fahrleistung



eFleet  
Management



30% geringerer Verbrauch,  
Hochleistungs-Laden  
im Schnitt in 2-4 Minuten



Passagier-  
Erfahrung

senkt Lebens-  
zykluskosten



weniger Wartung &  
vorausschauend (predictive  
Maintenance)



Technologie für  
autonomes Fahren

# Klassifizierung von Automatisierung

## ❖ Level 0: Keine Automatisierung

Das automatisierte System warnt und kann einschreiten, aber hat keine echte Fahrzeugkontrolle.

## ❖ Level 1: Fahrerassistenz („Hands on“)

Fahrer und automatisiertes System haben Kontrolle über das Fahrzeug.

## ❖ Level 2: Teilautomatisierung („Hands off“)

Das automatisierte System übernimmt die Kontrolle (Beschleunigen, Bremsen und Lenken)

## ❖ Teil 3: Bedingungsautomatisierung („Eyes off“)

Der Fahrer muss das System nicht permanent überwachen. Das Fahrzeug kann mit Situationen umgehen, die sofortige Reaktionen erfordern – etwa eine Notbremsung.

## ❖ Teil 4: Hochautomatisierung („Mind off“)

Aufmerksamkeit des Fahrers ist nicht erforderlich. Selbstfahren ist nur in bestimmten Bereichen (Geofence) oder unter bestimmten Umständen möglich, etwa im Stau.

## ❖ Teil 5: Vollautomatisierung („Steering Wheel optional“)

Es ist kein menschlicher Eingriff mehr erforderlich – etwa ein Robo-Taxi.

# Das Konzept von Platooning

- **Master-Slave-Konfiguration**
- **Drive-by-Wire-Funktionalität**
- **kabellose Verbindung zwischen Master und Slave**
- **Master-Bus sendet digitale Impulse an Slave-Bus**
  - Beschleunigen, Lenken, Bremsen,...
- **schnelles Koppeln und Entkoppeln**
- **Sicherheitsfunktionen**
  - Objektsicherheit, Datenintegrität, gelenkte Sicherheit
- **Behandlung von Ausnahmen**



# Vorteile von Elektrifizierung & Automatisierung



## Umwelt

- **sehr energieeffizient**
- **geräuscharm**
- **keine lokalen Emissionen**



## Ökonomie

- **senkt Lebenszykluskosten**
  - Depotkosten
  - Fahrerkosten
- **besserer Service-Level**
  - dynamische Zuweisung
  - kürzere Intervalle von Standard 12-Meter-Bussen



## Erfahrung

- **verbessert Attraktivität des ÖPNV**

# Wirtschaftliche Argumente

- **Reduzierte Kosten**
  - Fahrerkosten
  - verbesserte Sicherheit / Reduzierung von Unfällen
- **verbessertes Service-Level**
  - dynamische Zuweisung von Kapazitäten  
statische Routen vs. dynamische Routen
  - erhöhte Kapazität  
Betrieb in der Rush-Hour vs. Betrieb in der Nebenzeit
- **Erfahrung sammeln für Fahrplan bis zur kompletten Automatisierung**
- **Übergang zu emissionsfreien Bus-Betrieb beschleunigen**

# Technische Argumente

- **Alternative zu Bus- und Schienenverkehrssystemen mit hoher Kapazität**
- **Modulares Transportsystem auf Basis von Standardfahrzeugen**
  - 12m, 12m+12m, 12m+12m+12m
  - 10m, 10m+10m, 10m+10m+10m
- **mehr Flexibilität für die Flottenverwaltung schaffen**
- **schrittweiser Übergang sorgt für Sicherheit und Zuverlässigkeit**
  - **lernfähige Fahrerassistenz**
  - **Platooning**
  - **Volle Automatisierung**

# Linkker eFleet Management Applikationen

Verbrauchs-Reduktion

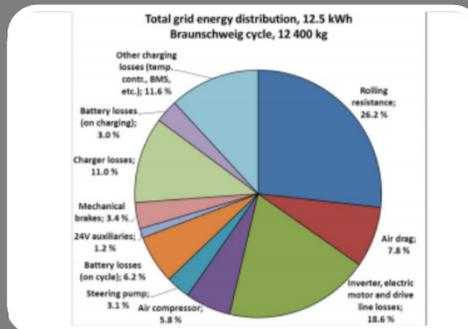
Ladezyklus-Optimierung

Batterie-Lebensdauer-Management

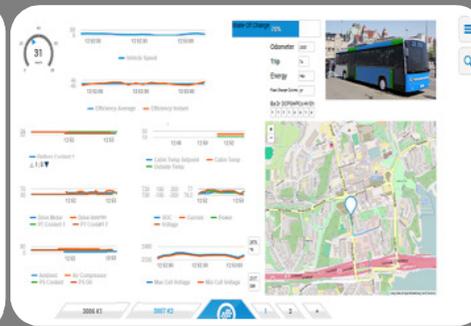
Fahrplan-Performance



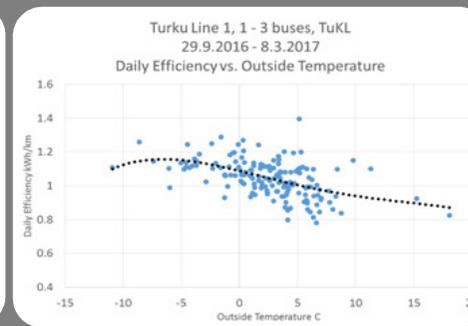
Performance-Monitoring



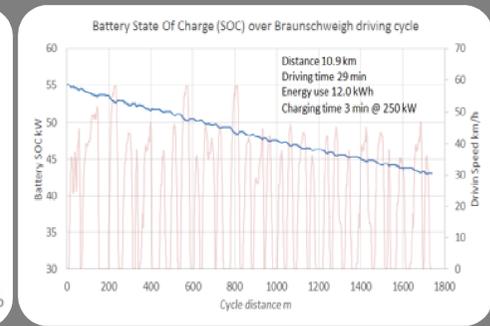
Performance-Management



Analyse & Optimierung



Aktive Fahrerassistenz



LinkView IoT-Plattform

LinkControl

CAN

I/O GW

DataLink

Security

DBW

**Linkker**  
Intelligent eMobility

# LinkkAuto Applikationen für autonomes Fahren

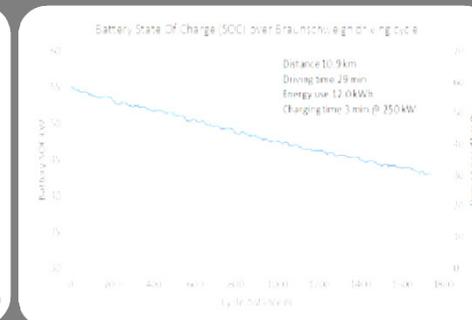
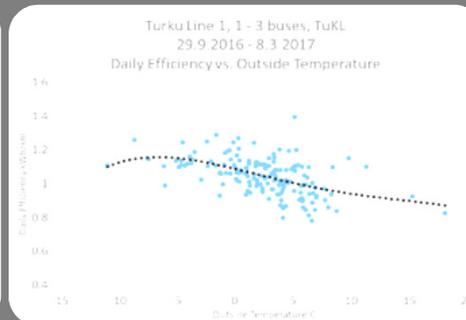
Lernfähige  
Fahrer-Assistenz



Platooning



Komplette  
Automatisierung



LinkAuto Plattform

LinkControl

CAN

I/O GW

DataLink

Security

DBW

# Basis für intelligente Elektromobilität

## LinkLight



Fahrgestell &  
Karosserie in  
Leichtbauweise aus  
Aluminium

## LinkDrive



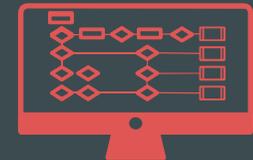
Energieeffizienter,  
optimierter Motor  
& Antriebsstrang

## LinkView



eFleet  
Management &  
Performance  
Monitoring

## LinkControl & LinkAuto



Fahrzeugsteuerung,  
Sensoreinrichtung  
& SelfDrive System

# Referenzen für autonomes Fahren

- **Drive-by-Wire-Fähigkeit umgesetzt in 2017**  
Fahrzeug kann von autonomen System gefahren werden
- **Automatisierungsprojekt in Umsetzung**  
volle Automatisierung für 2022 geplant'
- **Teil vom EU-finanzierten Trust Vehicle-Projekt**  
Wenn der Bus die letzte Haltestelle erreicht,  
übernimmt der Automatisierungsprozess:
  - fährt den Bus die verbliebene Strecke
  - positioniert den Bus an der Ladestation
  - aktiviert das Laden der BatterieNachdem Laden wird der Automatisierungsprozess:
  - den Bus zum Startpunkt der Route fahren
  - die Kontrolle an den Fahrer übergeben



Quelle: [www.trustvehicle.eu](http://www.trustvehicle.eu)

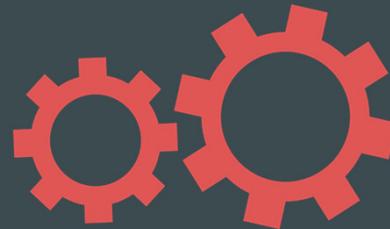
# Automatisierungs-Projekte

## Projekt-Aspekte

- **geeignete Linie zur Automatisierung**
  - Straßenbedingungen
  - Verkehrslage
- **gesetzliche Bestimmungen (Genehmigung der Behörden)**
- **Versicherung**
- **Testen**
  - Laboruntersuchung
  - Feldversuch
  - Konzeptnachweis
- **Prozess für Ausnahmebehandlung**

## Technische Aspekte

- **Drive-by-Wire Plattform**
- **Sensor- und Automatisierungs-Plattform**
- **Anwendungsentwicklung**
  - Platooning
  - Voll-Automatisierung
- **Problemlösung für Ausnahmebehandlung**



# Linkker 24

## Platooning für hohe Kapazität mit Flexibilität



### Linkker 24

LinkControl VCU Drive-by-Wire  
LinkAuto Applikationen für  
autonomes Fahren

Kapazität

### Linkker 12 + 12

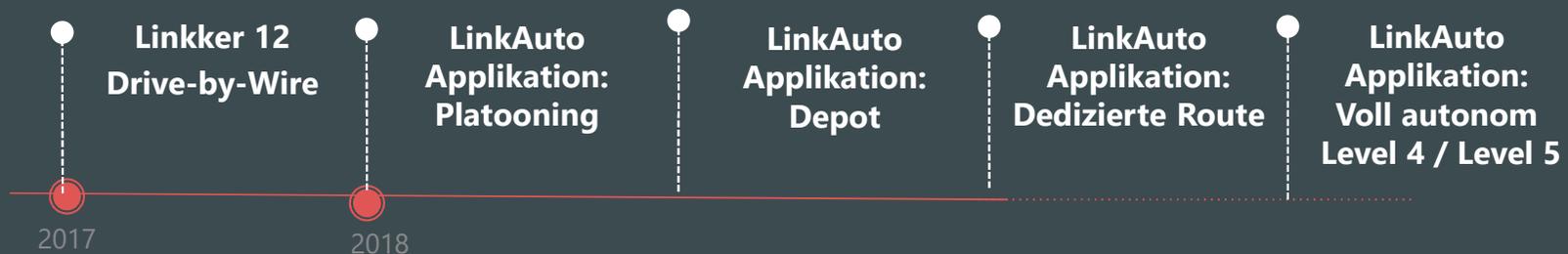
aktives Platooning-Konzept  
Wireless-Verbindung  
einfaches Koppeln & Entkoppeln  
Remote-Management für  
Ausnahmebehandlung

80 + 80 (abhängig vom Layout)

# Strategie LinkAuto Applikationen



Linkker 12 Drive by Wire  
Automatisierungsprojekt  
in Singapur



**Jede Herausforderung ist eine Chance –  
Machen wir den ÖPNV effizienter & attraktiver!**

# LINKKER

**Lebensqualität in der Stadt  
mit intelligenter Elektromobilität**

[www.linkkerbus.de](http://www.linkkerbus.de)  
[tom.granvik@linkkerbus.com](mailto:tom.granvik@linkkerbus.com)  
+358-40-5116260