

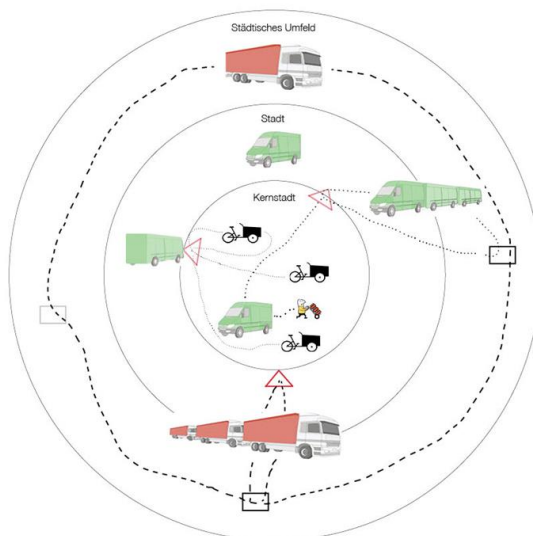
## MULE

Mobile multifunktionale urbane Logistik-Plattformen mit elektrischem Antrieb

Ein Projekt finanziert im Rahmen der 5. Ausschreibung des Programms

**Mobilität der Zukunft Gütermobilität**

In Städten erzeugt der nicht konsolidierte Güterverkehr durch die Inanspruchnahme des Straßenraums und die Umweltbelastung zunehmend Probleme. Das gegenständliche Projekt untersuchte, ob mobile multifunktionale urbane Logistik-Plattformen mit elektrischem Antrieb (MULEs) den urbanen Güterverkehr auf eine neue Ebene heben können, indem sie durch den Einsatz von elektrischen, (teilweise) selbstfahrenden Nutzfahrzeugen zur Erhöhung der Effizienz des Gütertransports führen. Insbesondere war das Ziel des Projektes, eine Erhöhung der Kosten-, Umwelt-, Energie- und Flächeneffizienz zu erzielen und damit die Lebensqualität in Städten zu steigern.



Dem MULE Konzept wurde ein flexibles zweistufiges City Logistik Konzept (ursprünglich von [Crainic et al., 2004] beschrieben) zugrunde gelegt. Das zweistufige City Logistik Konzept umfasst intermodale Güterverkehrszentren im städtischen Umland sowie zentraler gelegene City Hubs, wo die Fracht von verschiedenen externen Punkten (z.B. Distributions- bzw. Güterverkehrszentren)

umgeschlagen wird. Die Logistikplattformen umfassen im Kontext des Projektes zwei Fahrzeugtypen (Nfz Klasse N1 mit bis zu 3,5t max. zulässiger Gesamtmasse wie für Kurier, Express und Paketdienste – KEP typisch und LKW der Klasse N3 mit 18t), die jeweils als Einzelfahrzeuge oder als Routenzug, mit Pooling & Platooning geführt werden können.

Über Fahrzeugmodellierungen konnte gezeigt werden, dass durch eine bedarfsgerechte Auslegung des Antriebs (insb. des Akkus) Kosteneinsparungen möglich sind. Es zeigte sich,

dass durch die Elektrifizierung im Vergleich zu Fahrzeugen mit herkömmlichem Verbrennungsmotor ein deutliches CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial erreichbar ist. Ein weiteres Ergebnis zeigte auf, dass Zwischenladen der elektrischen Fahrzeuge zu einer Kostensenkung führt. Das zusätzlich vorgestellte automatisierte Fahrzeugkonzept besteht aus einem bemannten Zugfahrzeug mit elektronischer Deichsel mit autonomen Folgefahrzeugen. Die Anzahl der fahrerlosen Transportfahrzeuge (FTF) ist dabei variabel und in bestimmten Bereichen (Betriebsgelände, Logistikzentrum) ist auch kurzfristig ein autonomes Rangieren der Fahrzeuge vorgesehen, das auch autonome Fahrten zu einer automatischen Schnelladestation umfassen kann.

Die Ergebnisse des Sondierungsprojekts sowie die Akzeptanz des MULE Konzepts wurden durch Befragungen von Experten aus den Zielgruppen Politik & Verwaltung, Logistik & Gütertransportwesen, Forschung und Verkehrsplanung validiert.

## **Conclusio:**

Die Ausarbeitung der Machbarkeit des holistischen MULE Ansatzes zeigt sich als realistisch in der Umsetzung hinsichtlich Kostenökonomie bei gleichzeitig hohem ökologischem Potential. Das Kosteneinsparungspotential ergibt sich durch die Kombination von automatischen Verladekonzepten und zweistufigem City Logistik System schon ab einer Verladeleistung von durchschnittlich 39 Paletten. **Das MULE-System als Teil eines „Hyperconnected City-Logistics-Konzeptes“ kann die Basis für eine zwei- bzw. mehrstufige funktionierende City Logistik der Zukunft bilden.**

Die Einführung der Fahrzeuge und des Logistiksystems kann in folgenden 3 Stufen umgesetzt werden:

- **Kurzfristig (bis 2020):** Elektrifizierung des Antriebsstranges und bedarfsgerechte elektrische Energiespeicher, Teilautonomie (automatisches Rangieren, elektrische Deichsel, Parking Pilot und Highway Chauffeur), Nutzung von elektrischen LKW als mobile Umladeeinheiten.-

**Mittelfristig (bis 2030):** Neuartige Kfz als MULE Fahrzeuge. Zusätzliche Schaffung von

stationären oder mobilen City-Hubs mit Schnellladestationen (Einsparungspotential beim Fahrzeug, hohe ökologische Auswirkung), Automatic Platooning, self-driving auf spezieller Infrastruktur und festgelegten Routen (level 3-4 automated driving), teilweise Integration in die Physical Internet Transportkonzepte, Reservierung von Logistik zugeordneten-öffentlichen Parkflächen.

- **Langfristig (nach 2030):** Zusätzliche Automatisierung der Be- und Entladung der Fahrzeuge und Bildung von Fahrzeug-Platoons (hohe ökologische Auswirkung), self-driving in speziellen Betriebsarten bis zur vollen Automatisierung (level 4-5 in automated driving), Vollintegration in Physical Internet Lösungen. **Kontakt Daten der Projektpartner**

**Forschungsgesellschaft Mobilität  
FGM-AMOR gemeinnützige GmbH**  
Schönausgasse 8a  
8010 Graz  
Dr. Susanne Wrighton  
Tel.: +43 (0) 316 / 810 451 29  
[braun@fgm.at](mailto:braun@fgm.at)



**TU Graz, Institut für Technische Logistik**  
Inffeldgasse 25e  
8010 Graz  
Prof. Dr. Norbert Hafner  
Tel.: +43 (0) 316 / 873 7329  
E-Mail: [norbert.hafner@tugraz.at](mailto:norbert.hafner@tugraz.at)



**tbw research GesmbH**  
Schönbrunner Str. 297  
1120 Wien  
DI Angelika Rauch  
Tel.: +43 (0)699 17130717  
E-Mail: [a.rauch@tbwresearch.org](mailto:a.rauch@tbwresearch.org)



**effiziente.st Energie- und Umweltconsulting  
e.U.**  
Hermann-Bahr-Gasse 5  
8020 Graz  
DI Dr. techn. Gerfried Cebrat  
Tel.: +43 (0) 680 / 214 10 94  
E-Mail: [office@energie-umwelt.at](mailto:office@energie-umwelt.at)



# Mobilität der Zukunft



Bundesministerium  
für Verkehr,  
Innovation und Technologie

## TU Graz, Institut für Fahrzeugtechnik Graz

Inffeldgasse 25e

8010 Graz

Prof. Dr. Arno Eichberger

Tel.: +43 316 / 873 35210

E-Mail: [arno.eichberger@tugraz.at](mailto:arno.eichberger@tugraz.at)



## Scheuwimmer Fahrzeugbau GmbH

Gewerbestraße 10

4331 Naarn / Perg

Tel.: +43 699 144 00 661

E-Mail: [hubauer@boxmover.eu](mailto:hubauer@boxmover.eu)

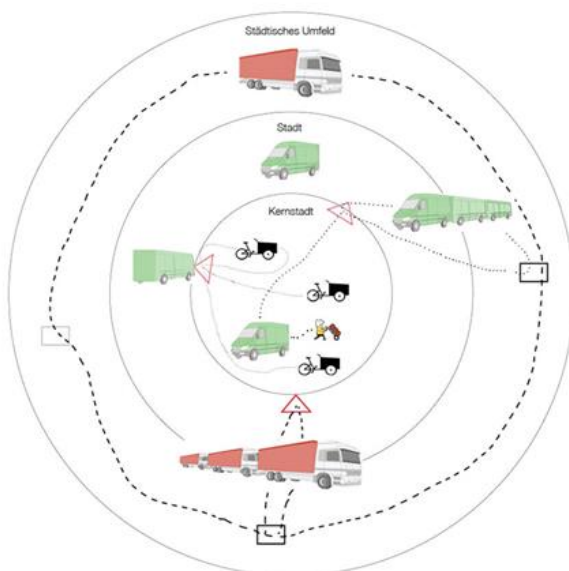


## MULE

### Mobile multi-functional urbane Logistik platform with electric propulsion

Unconsolidated freight transport creates increasing problems in cities due to the use of public space and its negative environmental impact. The present project analysed if mobile multi-functional urban logistics platforms with electric propulsion (MULEs) can lift urban freight transport to a new level by using electric, (partially) autonomous utility vehicles that increase the efficiency of goods transport. The particular aim was to increase cost, environmental, energy and spatial efficiency and thus lead to an increase in the urban quality of stay.

The MULE concept is based on a flexible two-stage city logistics concept originally described by



Crainic et al. 2004. This two-stage city logistics concept combines intermodal goods distribution centres located in peri-urban areas as well as more centrally located city hubs. Goods can be delivered to the city hubs from external areas (e.g. goods distribution centres) for transshipment. The MULE logistics platforms are modelled on two different types of vehicles (3.5t vans as used by the CEP industry and 18t trucks). The respective vehicles can be used as single vehicles, road trains, pooling and/or in platoons.

By modelling the vehicles it was possible to demonstrate that cost savings are possible if the technical configuration of the propulsion

meets the demands of the vehicle. It was possible to demonstrate a clear CO<sub>2</sub> reduction potential for the electric vehicles in comparison to those with conventional combustion engines. The analysis further demonstrated an additional possibility to lower the costs by allowing intermediate charging. The additionally proposed automated vehicle concept consists of a manned towing vehicle, featuring an electric tow-bar and autonomous subsequent vehicles. The number of unmanned transport vehicles is variable and in certain areas (company premises, logistics centre) fully automated manoeuvring of the vehicles is possible.

The results of the exploratory study as well as the acceptance of the MULE concept was validated through interviews with experts from the target groups of: politics & administration, logistics & freight transport as well as research & transport planning.

## Conclusion:

The feasibility of the holistic implementation of the MULE concept is realistic with regard to the concept's cost economy and simultaneously has a high ecological potential. The cost saving potential is the result of combining automated loading concepts and a two-stage (multi-stage) city logistics system. The break-even already starts at a loading performance of 39 pallets. The MULE Concept can form the **basis for a two- to multistage city logistics of the future** as part of a Hyperconnected City Logistics Concept (in combination with the Physical Internet).

The implementation of vehicles and logistics system can be expected to happen in three stages:

**Short-term (until 2020):** electrification of the powertrain and needs-based electric energy storage systems, partially autonomous (autonomous manoeuvring, electric tow-bar, parking pilot and highway chauffeur), utilisation of electric trucks/vans as mobile transshipment units.

**Mid-term (until 2030):** novel vehicles as MULE vehicles. Additional creation of stationary and mobile City-hubs with rapid-charging facilities (saving potential with regard to the vehicle and high ecological impact), automated Platooning, self-driving and specific infrastructure on defined routes (level 3-4 automated driving), partial integration in transport concepts of the Physical Internet, reserved public parking areas for logistics purposes.

**Long-term (after 2030):** additional automation of loading and unloading processes of the vehicles and Platooning of vehicles (high ecological impact), self-driving in special modes to full automation (level 4-5 in automated driving), complete integration in Physical Internet solutions.