



**Interreg**   
CENTRAL EUROPE European Union  
European Regional  
Development Fund

**LOW-CARB**



# TRANSNATIONALES PILOTPROJEKT- HANDBUCH

FÜR EMISSIONSARME MOBILITÄT  
IN FUNKTIONALEN  
STADTREGIONEN

# IMPRESSUM

## Projektnummer:

CE1100 LOW-CARB

Kapazitätsaufbau für eine integrierte emissionsarme Mobilitätsplanung in funktionalen Stadtregionen

## Finanziert von:

Interreg Central Europe (<http://interreg-central.eu/Content.Node/home.html>)

## Titel:

D.T.3.7.2. Transnationales Handbuch über LOW-CARB-Pilotprojekte für emissionsarme Mobilität in funktionalen Stadtregionen

Version 11/2020

## Autoren:

Wolfgang Backhaus, Marlene Damerau, Ana-Maria Baston, Kristin Tovaas (Rupprecht Consult GmbH)

## Redaktion und Gestaltung:

Saydrina Govender (Rupprecht Consult GmbH)

## Überarbeitet von den Projektpartnern:

Carsten Schuldt (LVB, Stadt Leipzig, Deutschland)

Maciej Zacher (Gemeinde Skawina, Polen)

Zoltán Ádám Németh (SZKT, Szeged, Ungarn)

Małgorzata Jedynak und Lukasz Franek (ZTP, Stadt Krakau, Polen)

Nebojša Kalanj (Stadt Koprivnica, Kroatien)

Laura Orsini und Davide Mezzadri (T.E.P., Parma, Italien)

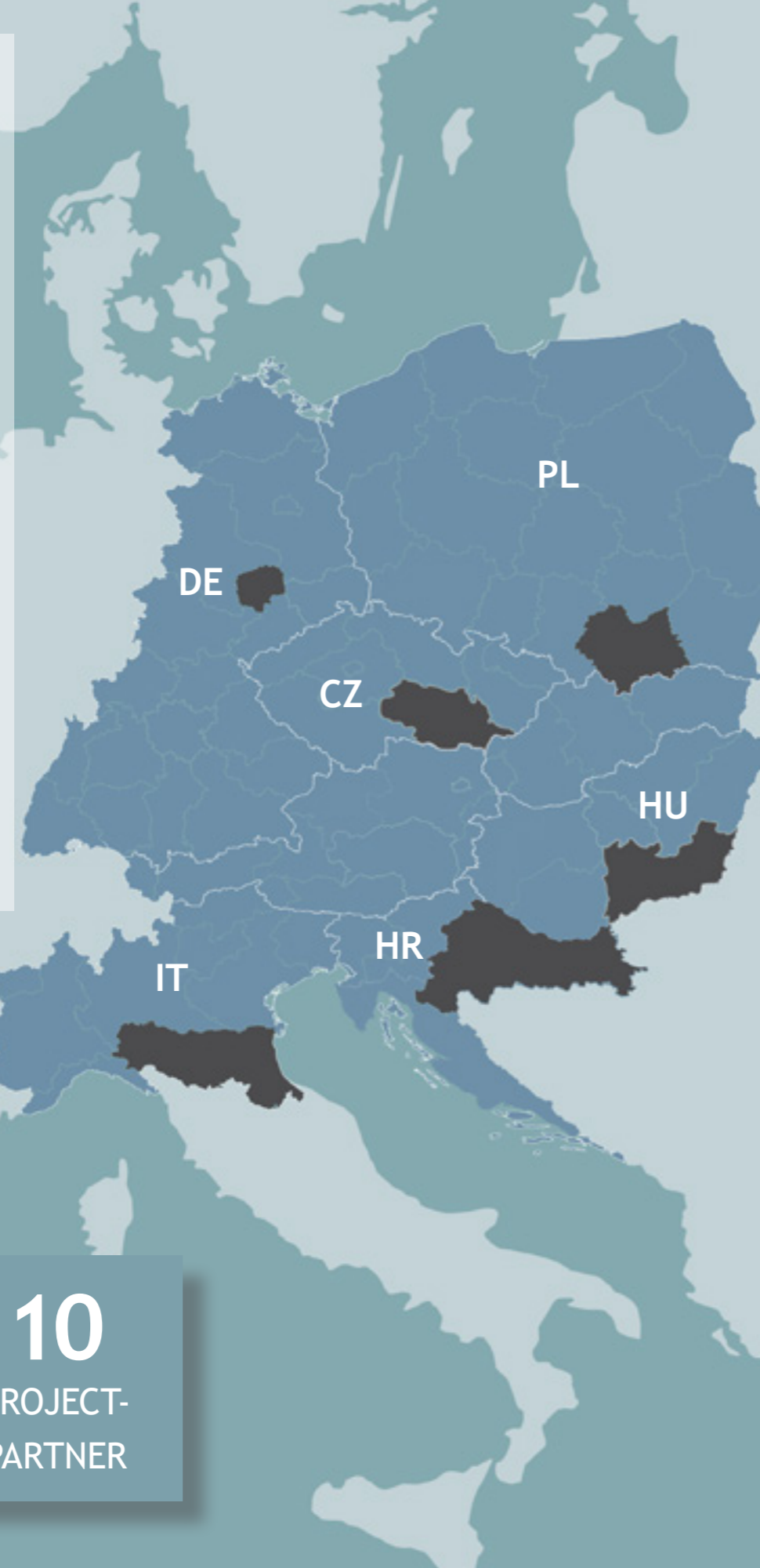


# Inhalt

Einführung in die LOW-CARB-Pilotprojekte .....	5
REACHIE - Integrierte Mobilitätsplattform (Leipzig) .....	6
Projektbeschreibung .....	6
Vorbereitung und Umsetzung .....	6
Auswertung & Ergebnisse .....	7
Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit .....	8
Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit .....	8
Emissionsarmer Zubringerbus (Skawina) .....	10
Kontext und Ziele .....	10
Projektbeschreibung .....	10
Vorbereitung und Umsetzung .....	10
Auswertung & Ergebnisse .....	11
Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit .....	11
Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit .....	11
WLAN-basiertes Passagier-Zählsystem (Szeged) .....	14
Kontext und Ziele .....	14
Projektbeschreibung .....	14
Vorbereitung und Umsetzung .....	14
Auswertung & Ergebnisse .....	15
Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit .....	15
Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit .....	16
Park-Park-E-BikeVerleihsystem & CargoVelo Verleihstation für Elektro-Lastenräder (Krakau) ...	19
Kontext und Ziele .....	19
Projektbeschreibung .....	19
Vorbereitung und Umsetzung .....	19
Auswertung & Ergebnisse .....	20
Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit .....	20
Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit .....	21
Multimodale Station für Elektromobilität (Koprivnica) .....	24
Kontext und Ziele .....	24
Projektbeschreibung .....	24
Vorbereitung und Umsetzung .....	24
Auswertung & Ergebnisse .....	25
Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit .....	25
Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit .....	25
Pilotplan für die Implementierung von Universal-Ladeinfrastrukturen zur Integration der neuen E-Mobilitätsdienste in die existierende elektrische Infrastruktur des öffentlichen Transportwesens (Parma).....	28
Kontext und Ziele .....	28
Beschreibung des Pilotplans .....	28
Vorbereitung des Pilotplans .....	29
Auswertung & Ergebnisse .....	31
Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit .....	31
Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit .....	31
Abschließende Bemerkungen .....	32

# WER WIR SIND

- KROATIEN**
  - Stadt Koprivnica
  - Universität Nord (UNIN)
- TSCHECHISCHE REPUBLIK**
  - Stadt Brno
- DEUTSCHLAND**
  - Mitteldeutscher Verkehrsverbund (MDV)
  - Stadt Leipzig
  - Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB)
- UNGARN**
  - Szegeder Verkehrsbetriebe (SZKT)
- ITALY**
  - Elektrische Straßenbahnen Parma (TEP)
- POLAND**
  - Stadt Skawina
  - Stadt Krakau



6  
LÄNDER

6  
FUNCTIONAL  
URBAN AREAS

10  
PROJECT-  
PARTNER

Abbildung 1: Die LOW-CARB-Pilotprojekte fanden in den folgenden funktionellen urbanen Verflechtungsräumen statt: Stadt Leipzig (Deutschland), Stadt Brno (Tschechische Republik), Stadt Parma (Italien), Stadt Krakau mit Stadt Skawina (Polen), Stadt Koprivnica (Kroatien) und Stadt Szeged (Ungarn).

## Einführung in die LOW-CARB-Pilotprojekte

Im Fokus steht die Planung der integrierten CO<sub>2</sub>-reduzierten Mobilität für das öffentliche Verkehrswesen. Demzufolge war das Hauptziel die Verbesserung der Zugänglichkeit zu den öffentlichen Verkehrsmitteln in den funktionalen Stadtregionen Mitteleuropas. Dies kann nur erreicht werden, indem Gemeinden, öffentliche Verkehrsbehörden und Unternehmen über Verwaltungs- und Abteilungsgrenzen und über organisatorische Grenzen hinaus an einem Strang ziehen und zusammenarbeiten. Mit diesem Ziel vor Augen setzten sechs LOW-CARB-Partner-Teams (in Leipzig, Szeged, Koprivnica, Krakau, Skawina und Parma) Pilotprojekte um, um zu zeigen, wie innovative Mobilitätsdienste in ausgewählten Bereichen innerhalb der funktionalen Stadtregionen gestaltet werden können. Die Vorbereitung, Umsetzung und Auswertung der Pilotprojekte verlief zeitgleich zu der Entwicklung der SUMP<sup>1</sup>-Aktionspläne (SUMP - Sustainable Urban Mobility Plan) in den funktionalen Stadtregionen: In Leipzig, Szeged und Koprivnica konnten durch die gleichzeitige Entwicklung von Pilotprojekt und Aktionsplan verbesserte Synergien geschaffen werden. Bei den Pilotprojekten in Krakau und Skawina, welche gemeinsam einen Stadtkern und eine Satellitengemeinde in einer funktionalen Stadtregion bilden, beschleunigte die LOW-CARB-Kooperation den Kick-Off eines großstädtischen SUMP-Prozesses; während in Parma ein Pilotplan für eine Elektrifizierungsmaßnahme für den multimodalen öffentlichen Verkehr entwickelt und umgesetzt wurde, kann sie aber auch auf andere Orte übertragen werden. Die umgesetzten Pilotprojekte unterscheiden sich voneinander, bedeuten aber alle eine Antwort auf die Notwendigkeit der Verbesserung der Zugänglichkeit zu den öffentlichen Verkehrsmitteln in nicht ausreichend vernetzten Stadtrandgebieten. In Deutschland wurde in Leipzig das Pilotprojekt „Reachie“ - eine Erreichbarkeitskarte für den Nordraum von Leipzig - vom öffentlichen Verkehrsunternehmen LVB, dem Leadpartner von LOW-CARB, in Zusammenarbeit mit dem regionalen Verkehrsverein (MDV) und der Stadt Leipzig organisiert. In Polen entwickelten ZTP Krakau, die öffentliche Verkehrsbehörde, und die Stadt Skawina gemeinsam eine Verleihstation für Elektrofahrräder / Elektro-Lastenräder an einem in der gemeinsamen funktionalen Stadtregion gelegenen Bahnhof und testeten eine neue Hybridbuslinie in Skawina. ZTP Krakau verwirklichte außerdem eine Konsolidierungsstation für Elektro-Lastenräder im Zentrum von Krakau. In Ungarn entwickelte das öffentliche Verkehrsunternehmen von Szeged, SZKT, dank der Installation von WLAN-Sensoren in Bussen, eine neue Methode für die Passagierzählung, um die Passagierflüsse genauer zu überwachen und diese Daten dann zu nutzen, um neue Verkehrsdienstleistungen für das neu entstandene Gewerbegebiet zu entwickeln. Die kroatische Stadt Koprivnica richtete an der örtlichen Universität eine Smart-Mobility-Station für Elektrobusse und E-Bikes ein. Das italienische öffentliche Verkehrsunternehmen TEP plante eine Integration der Ladeinfrastruktur für öffentliche und private Verkehrsmittel. Diese Pilotprojekte haben als Einzelmaßnahmen ein hohes Replizierungspotenzial, welches Städte und öffentliche Verkehrsbehörden und -unternehmen in Mitteleuropa 1 zu 1 übertragen können, um eine höhere Nutzungsrate der öffentlichen Verkehrsmittel zu erreichen und in den funktionalen Stadtregionen nachhaltigere Verkehrsmittel einzusetzen. Diese Lösungen entfalten ihre volle Wirkung allerdings erst, wenn sie zusammen mit den Nachbargemeinden und anderen Planungsorganisationen in einen SUMP-Prozess integriert werden<sup>2</sup>. Dieses LOW-CARB-Handbuch bietet eine kurze Beschreibung aller Pilotprojekte und die bei deren Umsetzung gemachten Schlüsselerfahrungen, sowie auch ihr Übertragbarkeitspotenzial.

Ronald Juhrs,  
Geschäftsführer Technik und Betrieb der Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB)

<sup>1</sup> „Sustainable Urban Mobility Plan“ (SUMP)  
<sup>2</sup> Die Partner haben in Leipzig ihr Pilotprojekt in den Maßnahmenplan integriert und konkrete Maßnahmen entwickelt, um im abgelegenen, wirtschaftlich relevanten, „Nordraum Leipzig“ einen Mobilitätsknotenpunkt zu entwickeln. In Szeged nutzte das öffentliche Verkehrsunternehmen SZKT die gesammelten Daten, um die zukünftigen Serviceanforderungen im öffentlichen Nahverkehr und den Bedarf der Erweiterung der Verkehrsinfrastruktur zur Anbindung des Gewerbegebietes abzuschätzen. Im Aktionsplan von Koprivnica stellt das Pilotprojekt einen wichtigen Energie- und Mobilitätsknotenpunkt für den erweiterten zukünftigen, von fossilen Brennstoffen unabhängig gemachten Servicebereich des öffentlichen Verkehrssystems dar.





## REACHIE - Integrierte Mobilitätsplattform (Leipzig)

REACHIE finden Sie unter: [www.mdv.de/reachie](http://www.mdv.de/reachie)

### Kontext und Ziele

In Leipzig liegt eines der größten Industriegebiete des Bundeslandes Sachsen. Vier Industrieparks erstrecken sich auf einem 50 km<sup>2</sup> großen Gebiet und schaffen 35.000 Arbeitsplätze - die sich voraussichtlich bis 2030 verdoppeln werden - wo Unternehmen, wie z.B. DHL, Porsche und BMW, angesiedelt sind. Infolgedessen nimmt auch der Berufsverkehr in das Industriegebiet stetig zu. Ziel dieses Pilotprojektes ist es, Berufspendler zu informieren und sie zu überzeugen, auf nachhaltige Transportangebote des öffentlichen Nahverkehrs umzusteigen und dadurch die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Um das zu erreichen muss das komplexe regionale Netzwerk öffentlicher Verkehrsmittel mit Schnellverkehrsverbindungen und Zubringerbussen als einheitlicher und verlässlicher Service dargestellt und kommuniziert werden.

### Projektbeschreibung

REACHIE ist ein effizienter, multi- und intermodaler Online-Routenplaner, der Berufspendler dabei unterstützen soll, den abgelegenen Nordraum Leipzig mit dem am leichtesten zugänglichen und nachhaltigsten Verkehrsmittel zu erreichen. Dies wird durch eine visuelle Darstellung des integrierten Verkehrsnetzwerks auf einer multimodalen Informationsplattform über Erreichbarkeitskarten (basierend auf Berechnungen von Isochronen) erreicht, sowie auch durch die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Benutzers und die potenzielle jährliche Einsparung an kg CO<sub>2</sub> je nach Verkehrsmittel (öffentliches Nahverkehrssystem, Fahrrad, zu Fuß, Pkw oder Transit & Bike).

### Vorbereitung und Umsetzung

Der Entwicklungsprozess von REACHIE beinhaltete eine Machbarkeitsstudie, detaillierte Spezifikationen zu den Funktionen und der Benutzererfahrung, die Identifizierung potenzieller Anbieter, eine Ausschreibung für die Erstellung der Erreichbarkeitskarte und eine Testphase mit den Interessenvertretern der Unternehmen (wie z.B. BMW und Porsche während der Europäischen Mobilitätswoche 2018). Als Folgeprojekt wird eine ergänzende Maßnahme zur Gewährleistung der Verlässlichkeit der vorgeschlagenen Anschlussmöglichkeiten umgesetzt, um die Servicequalität der öffentlichen Verkehrssysteme zu verbessern.

Folgende Organisationen übernehmen im Rahmen des Projektes folgende Aufgaben:

- **Mitteldeutscher Verkehrsverbund (MDV):** Leadpartner des Pilotprojektes, verantwortlich für die Erstellung des Konzeptes und dessen Umsetzung; IT-Projektmanagement; Datenanalyse und Digitalisierung; Kommunikation und Netzwerkentwicklung.
- **Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB):** Die LVB stellen Informationen zu verfügbaren Datenschnittstellen und operative Erfahrungswerte sowie örtliche Marketingenerfahrung zur Verfügung.
- **Stadt Leipzig:** Die Stadt Leipzig übernahm die finanzielle Rechenschaftspflicht und Ausschreibung für die Entwicklung der Informationsplattform in Zusammenarbeit mit dem Verkehrs- und Tiefbauamt und koordinierte den Umsetzungs- und Auswertungsprozess mit Stakeholdern und Kunden.
- **Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt (NASA - Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH):** NASA stellte die für die wöchentliche Aktualisierung von REACHIE erforderlichen offenen Daten zur Verfügung.
- **Targomo GmbH:** Das Datenmanagementunternehmen stellte hochmoderne standortbezogene Dienste bereit und stellte die eigene entwickelte API für MDV zur Verfügung.

### Auswertung & Ergebnisse

Seit der offiziellen Lancierung Ende 2019 haben ca. 1.000 Besucher den REACHIE-Routenplaner verwendet. Das allgemeine Feedback von Interessenvertretern, Experten und Endnutzern war während der Konsultationsphase sehr positiv, da durch den Dienst verdeutlicht wird, dass es bereits nachhaltige Transportdienste gibt, welche eine Alternative zum privaten Pkw darstellen. Es wurde aber auch deutlich, dass sich die unbeaufsichtigte Nutzung der Web-App ohne vorheriges Training für den Endnutzer etwas zu schwierig gestaltet. Dieses Feedback hat dazu beigetragen, die zukünftigen Anwendungen zu verbessern: Die beste Anwendung findet REACHIE in laufenden Beratungsprozessen und kann potenziell auch sehr gut als alternatives Planungsinstrument für das Mobilitätsmanagement von Unternehmen eingesetzt werden.





## Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit

MDV wird REACHIE auch in Zukunft beibehalten und aktualisieren. REACHIE wird vor allem für Experten empfohlen, die, wie z.B. Mobilitätsmanager und HR-Spezialisten, als Multiplikatoren lokaler in Industriegebieten angesiedelter Unternehmen fungieren können. Es könnte auch zur Planung neuer Verkehrsstrecken und für die Anpassung von Zeitplänen eingesetzt werden. Das Pilotprojekt REACHIE war also ein erster Schritt hin zu einem neuen Denkansatz in Bezug auf Planungsinstrumente auf der Grundlage offener Daten. REACHIE hat das Interesse von regionalen Bezirken, Verkehrsverbänden und Beratungsfirmen geweckt, da es als Werkzeug zur räumlichen Analyse für verschiedene Anwendungen eingesetzt werden kann. Andere potenzielle Anwendungsmöglichkeiten sind z.B. die Ermittlung der Erreichbarkeit von Kindergärten vonseiten der Stadt Leipzig oder der Einsatz von REACHIE, um Daten über KPIs (Key-Performance-Indicators) für das Controlling und die Berichterstattung über die Qualität von Leipzigs öffentlichen Verkehrssystem zu ermitteln.

## Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit

- REACHIES Heatmap-Tool erweist sich als interessante Lösung für öffentliche Transportunternehmen in Mitteleuropa, da es die Herausforderung der verbesserten Zugänglichkeit der Transportdienste zu den Industriegebieten am Rande funktionaler Stadtregionen adressiert.
- In funktionalen Stadtregionen liegende Industriegebiete haben den einzigartigen zusätzlichen Vorteil wichtiger Multiplikatoren für die Anwendung des Tools, einschließlich Unternehmensleiter, Personalvermittler und Mobilitätsberater, welche einen Einfluss auf eine erhebliche Anzahl von Mitarbeitern ausüben und sie zur Nutzung nachhaltiger Transportdienste bewegen können.
- REACHIEs Entwicklungsprozess hat zur vermehrten Veröffentlichung von Daten in Open-Data-Portalen geführt, was die Übertragbarkeit und Integration in zukünftige Tools begünstigt hat.
- Es bedarf eines standardisierten Strategieansatzes, um die Nutzung von offenen Daten für Isochronen-Technologien so effizient wie möglich zu gestalten.
- Die Einplanung eines Zeitpuffers, um Verzögerungen bei der Entwicklung und Programmfehler auszugleichen, hat sich als nützlich erwiesen, um das Projekt auf Kurs zu halten.



Oben: Screenshot der integrierten Mobilitätsplattform REACHIE, auf der für eine ausgewählte Route verschiedene Transportmöglichkeiten und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen in einem Balkendiagramm am linken Rand dargestellt werden (2019, MDV).

Rechts: Tilman Schenk (Stadt Leipzig) und Christian Jummerich (LVB) präsentieren das Tool REACHIE bei der Kick-Off-Veranstaltung - einem Brunch mit dem Thema Mobilität.

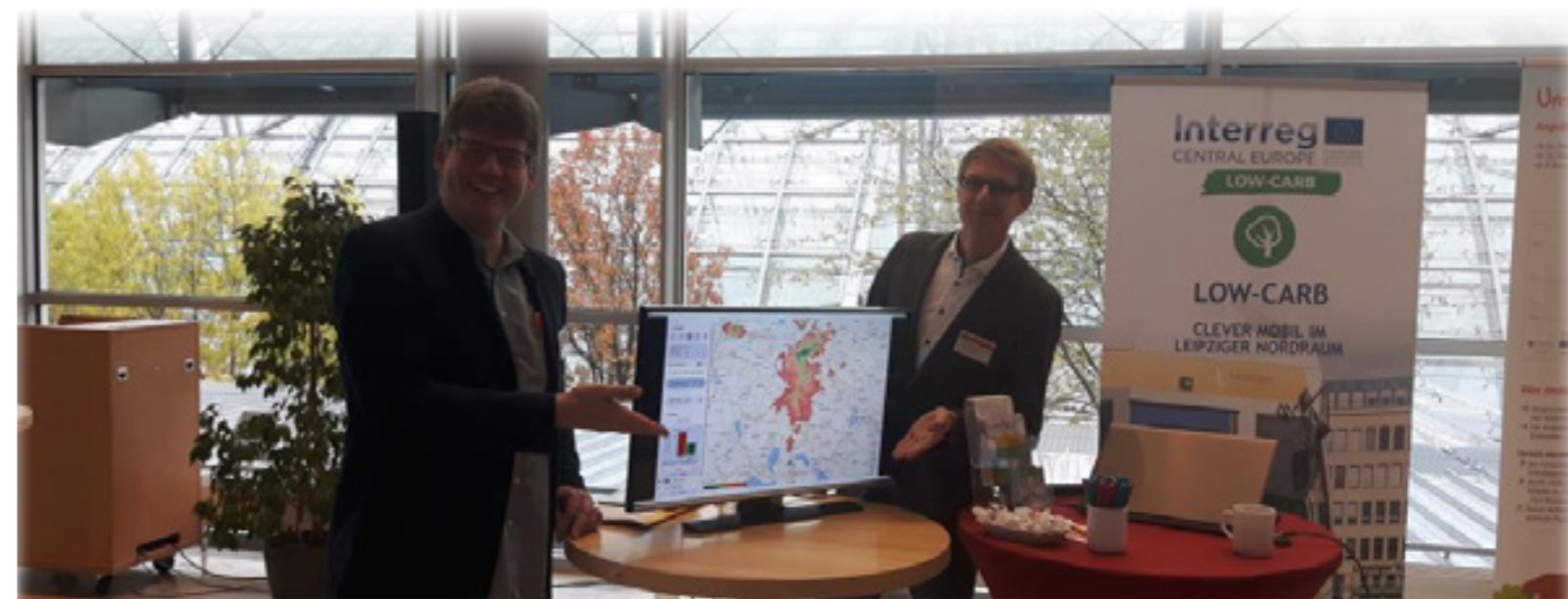


Das Schnellbahnnetzwerk und die Zubringerbuslinien in Leipzig (2017, LVB).

”

Unsere Pilotmaßnahme in Leipzig, eine innovative Erreichbarkeitskarte für Berufspendler namens REACHIE, wird erfolgreich für die Kommunikation von Informationen über öffentliche Verkehrsnetze im Projektgebiet eingesetzt. Es stellte sich heraus, dass die für REACHIE genutzte Technologie weit über den ursprünglich vorgesehenen Anwendungsbereich hinaus einsetzbar ist. Aktuell wird sie von der Stadt Leipzig eingesetzt, um Standorte für Kindergärten zu identifizieren und zuzuteilen und unterstützt die Region dabei, über öffentliche Verkehrsmittel leicht zugängliche Gebiete zu ermitteln, die als zukünftige Wohngebiete genutzt werden sollen. Sie stellt auch datenbasierte Analysen für unternehmensbasiertes Mobilitätsmanagement [in Geschäfts- und Industriegebieten] bereit. Bei der LVB wurde ein weiteres, auf dem im Rahmen dieser Pilotmaßnahme gewonnenen Wissen basierendes, Planungsinstrument eingereicht und für das [zukünftige] Projekt MONI bewilligt. Es wird nächstes Jahr erworben. Außerdem erwägen andere Partner in Mitteldeutschland die Verwendung vergleichbarer Instrumente zur Verbesserung ihrer Planung. Infolgedessen war REACHIE ein erster Schritt, um in der Verkehrsplanung neue Wege in eine digitale Zukunft zu gehen.

- Ronald Juhrs,  
Geschäftsführer Technik und Betrieb der Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB)







## Emissionsarmer Zubringerbus (Skawina)

### Kontext und Ziele

Die Gemeinde Skawina ist eine von 14 Vorortgemeinden im Umfeld der Großstadt Krakau und ist mit 43.000 Einwohnern eine der größten Gemeinden. Krakau entwickelt sich stetig weiter und die Einwohnerzahl nimmt gleichermaßen zu. Eine große Anzahl von Berufspendlern ist täglich während der morgendlichen und abendlichen Stoßzeit zwischen Skawina und den anderen umliegenden Gemeinden und Krakau unterwegs.

Obwohl Skawina mit der Bahn sehr gut mit Krakau verbunden ist fahren viele Berufspendler mit dem Pkw, was zu hohem Verkehrsaufkommen, zu Luftverschmutzung und Lärmbelastung führt. Daher bestand das Hauptziel in der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Berufspendler durch die Verbesserung der öffentlichen Verkehrsverbindungen auf den letzten Kilometern von und zum Bahnhof, um auf diese Weise mehr Menschen zur Nutzung der regionalen Bahnverbindungen zwischen Skawina und Krakau zu bewegen.

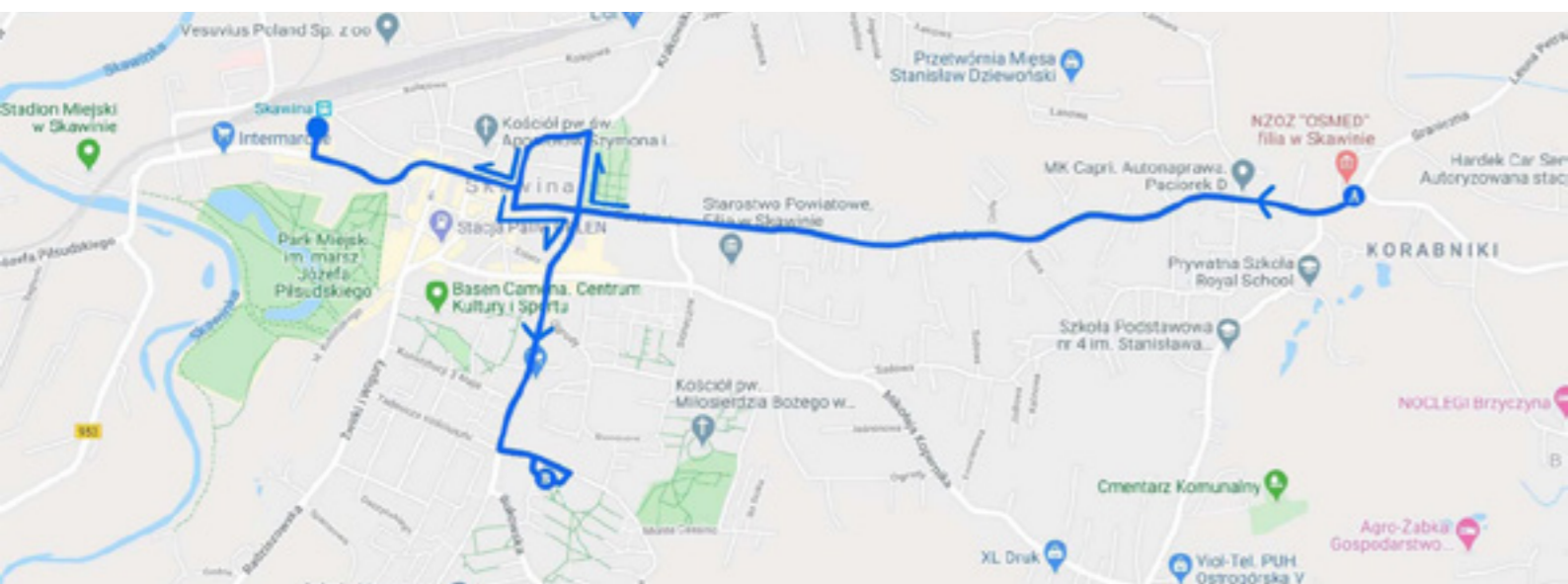
### Projektbeschreibung

In Skawina wurde durch den Einsatz von zwei 12 Meter langen Hybridbussen mit einem Diesel-Elektro-Antrieb eine neue emissionsarme Busverbindung geschaffen, um Schul- und Berufspendlern in den funktionalen Stadtregionen von Krakau eine nahtlose Anbindung an das regionale Nahverkehrsnetz zu bieten. Diese Verbindung dient als interne Zubringerlinie und deckt mit 42 Fahrten an Werktagen sowie 22 Fahrten an den Wochenenden eine Strecke von 9,25 km innerhalb Skawina's ab. Das Pilotprojekt wurde auf der Grundlage einer Bedarfsanalyse, einer Modellstrecke und eines Tests der Buslinie entwickelt. Die Pilotphase dauerte sechs Monate und in dieser Zeit wurde sie allen Nutzern kostenlos zur Verfügung gestellt.

### Vorbereitung und Umsetzung

Die emissionsarme Buslinie wurde über einen Zeitraum von 16 Monaten - von März 2019 bis Juni 2020- entwickelt und umgesetzt. Folgende Organisationen bildeten das Projektteam und übernahmen folgende Aufgaben:

- **Gemeinde Skawina:** Leiter des Pilotprojektes, verantwortlich für die Entwicklung und Umsetzung des Konzeptes.
- **Via Vistula:** Externer Forschungspartner, verantwortlich für die Forschungsphase, die Entwicklung des Konzeptes der Linie und die Projektauswertung.
- **ZTP Krakau:** Die für den öffentlichen Verkehr zuständige Behörde der Stadt Krakau, war verantwortlich für die Erfüllung der zwischen Skawina und Krakau eingegangenen Verpflichtungen.
- **MPK Krakau:** Öffentliches Verkehrsunternehmen der Stadt Krakau.



Der Volvo 7900 Hybridbus (2019, Gemeinde Skawina).

Via Vistula hat eine Bedarfs- und Marktforschungsanalyse durchgeführt, um Daten über die aktuelle Ausgangssituation in Bezug auf die Mobilität und dem Mobilitätsverhalten der Bürger in Skawina zu ermitteln, die Route und die Art der Linie festzulegen und die erwarteten Wirkungen in Bezug auf Mobilität und CO<sub>2</sub>-Reduzierung einzuschätzen. MPK Krakau betreibt die Linie auf der Grundlage einer Vereinbarung zwischen der für den öffentlichen Verkehr zuständigen Behörde ZTP Krakau und der Gemeinde Skawina. MPK Krakau hat anfangs einen 12 Meter langen Solaris 12.9 Hybridbus bereitgestellt, der an Werktagen im 20-Minuten-Takt und an den Wochenenden alle 45 Minuten die Strecke bedient. Kurz nach dem Beginn der Pilotphase wurde ein zweiter 12 Meter langer Volvo 7900 Hybridbus auf der Strecke eingesetzt.

### Auswertung & Ergebnisse

Die Auswertung wurde anhand von in den Bussen ausliegenden Umfragen und mit Online-Umfragen (437 Umfragen wurden ausgefüllt und analysiert) durchgeführt. Basierend auf einer Analyse über Fahrgastaufkommen und Bedarf wurde für die Zubringerbuslinie ein jährlicher Bedarf von 119.667 Passagieren ermittelt. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 106.237 kg pro Jahr. Die Mehrheit der Befragten gab an, dass die Route und die Taktfrequenz optimal seien und nicht verändert werden sollten. Natürlich muss dabei auch berücksichtigt werden, dass die kostenlose Verfügbarkeit des Busses zu dieser hohen Akzeptanz beigetragen hat.

### Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit

Der fortlaufende Betrieb der emissionsarmen Zubringerbuslinie wird von Krakau's SUMP unterstützt, der derzeit aktualisiert wird und darauf abzielt, die öffentlichen Nahverkehrsverbindungen an das SKA-Strassenbahnnetz zu verbessern. Das Team des Pilotprojekts zielt deshalb darauf ab, die Linie mit einigen Änderungen als permanente Dienstleistung zur Anbindung der dicht besiedelten Wohngebiete an das Strassenbahnnetz anzubieten. Die für die Elektrobussen nötige Ladeinfrastruktur wird ebenfalls bereitgestellt, um den Fahrdienst mit Elektrobussen zu ermöglichen.

### Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit

- Das Pilotprojekt hat gezeigt, dass es möglich ist, Buslinien gemäß dem „Zubringer“-Schema, wie von Krakau's SUMP vorgeschlagen, neu zu trassieren. Das Pilotprojekt hat auch dazu beigetragen, die Anforderungen, Herausforderungen und Grenzen der E-Mobilität und von Elektrobussen in Skawina zu ermitteln.
- Die richtige Größe des Fahrzeugs: Die Ergebnisse der Forschungsphase haben ergeben, dass das Fahrzeug eine maximale Länge von 10 m haben sollte, aber aus praktischen Gründen wurde beschlossen, die 12 m langen Fahrzeuge von MPK Krakau zu nutzen. Dies bedingte eine der hauptsächlichen organisatorischen Herausforderungen dieses Pilotprojekts.
- Emissionsarme Zubringerbuslinien sind leicht replizierbar: Diese emissionsarme Zubringerbuslinie der Gemeinde wurde unter Anwendung der für die Entwicklung einer neuen Busfahrstrecke typischen Verfahren entwickelt. Deshalb kann sie in anderen Städten und Gemeinden in den funktionalen Stadtregionen von Krakau und ganz Europa repliziert werden.

Links: Karte mit der Strecke der emissionsarmen Buslinie, nach der Berücksichtigung von Änderungen zur Vermeidung von Baumaßnahmen (2019, Google Maps; Gemeinde Skawina).



Der erste in Skawina organisierte Pilot einer emissionsarmen Buslinie zeigte, dass es ein großes Potenzial für öffentliche Verkehrsmittel für den Nahverkehr in unserer Gemeinde gibt. Er hat auch gezeigt, dass unsere im Mobilitätsplan beschriebenen Pläne für die Einrichtung von Zubringerlinien, die das Kernsystem - das Straßenbahnnetz - unterstützen, eine machbare und skalierbare Lösung darstellt. Wir haben auch erste Schritte unternommen, um unser öffentliches Verkehrsnetz zu elektrifizieren. Unterm Strich war es eine großartige Lernerfahrung mit viel besseren Ergebnissen als erwartet.

”

- Maciej Zacher, Projektmanager LOW-CARB in Skawina

Der Volvo 7900 Hybridbus auf seiner Route (2019, Gemeinde Skawina).







## WLAN-basiertes Passagier-Zählsystem (Szeged)

### Kontext und Ziele

Der nördliche Bereich von Szeged ist ein wachsendes, abgelegenes Industriegebiet, das nicht optimal an das öffentliche Verkehrsnetz angebunden ist. Um den aktuellen und zukünftigen Bedarf an Mobilitätsdiensten in diesem Gebiet besser einzuschätzen, entwickelte das öffentliche Verkehrsunternehmen SZKT eine über einen WLAN-Sensor funktionierende Methode für Passagierzählungen und einen Algorithmus und testete deren

Genauigkeit im Vergleich zu anderen Datenanalysemethoden. Das Ziel ist die Integration der gesammelten Daten in eine kommunale Open-Data-Plattform und deren Verwendung für die Mobilitätsplanung auf Stadtebene.

### Projektbeschreibung

SZKT testete die Genauigkeit einer neuen Passagierzählmethode im öffentlichen Nahverkehr unter Einsatz eines in siebzehn Fahrzeugen des Pilotgebietes installierten WLAN-basierten Systems zur Passagierzählung. Der Test erfolgte auf der Grundlage eines Telemetrie-Datensatzes und wurde durch manuelles Zählen der Passagiere validiert (eine Methode, bei der die Anzahl der Türöffnungen mit den Haltestellen abgeglichen wird), indem Kamerabilder verarbeitet und das Gewicht der Fahrzeuge und Passagiere basierend auf Achslastdatensätzen berechnet wurden. Das Ergebnis zeigt, dass WLAN-Daten, im Vergleich zu anderen Sensordaten, am geeignetsten für das Zählen von Passagieren sind. Sie gewährleisten eine größere Vielzahl an Optionen für eine bessere Verkehrsplanung sowie Optimierung und Auswertung des gesamten Verkehrsnetzwerks.

### Vorbereitung und Umsetzung

Beteiligte Schlüsselakteure:

- **SZKT:** zuständig für die Testausrüstung, Fahrzeuge und Datenerfassung.
- **Institut für Informatik der Universität Szeged:** zuständig für die Entwicklung der Software.
- **Stadt Szeged:** zuständig für die Verwaltung von Nutzerdaten, einschließlich der Speicherung, des Zugangs und der Schnittstellenformatierung.

Zunächst wurde ein vorläufiger Bericht verfasst in dem Forschungsziele und -methoden festgelegt wurden. Die Daten der Fahrdatenschreiber der Fahrzeuge und die technischen WLAN-Parameter wurden analysiert. Auf zwei Fahrzeugen wurde eine Testausrüstung installiert, während eine manuelle Verkehrszählung durchgeführt

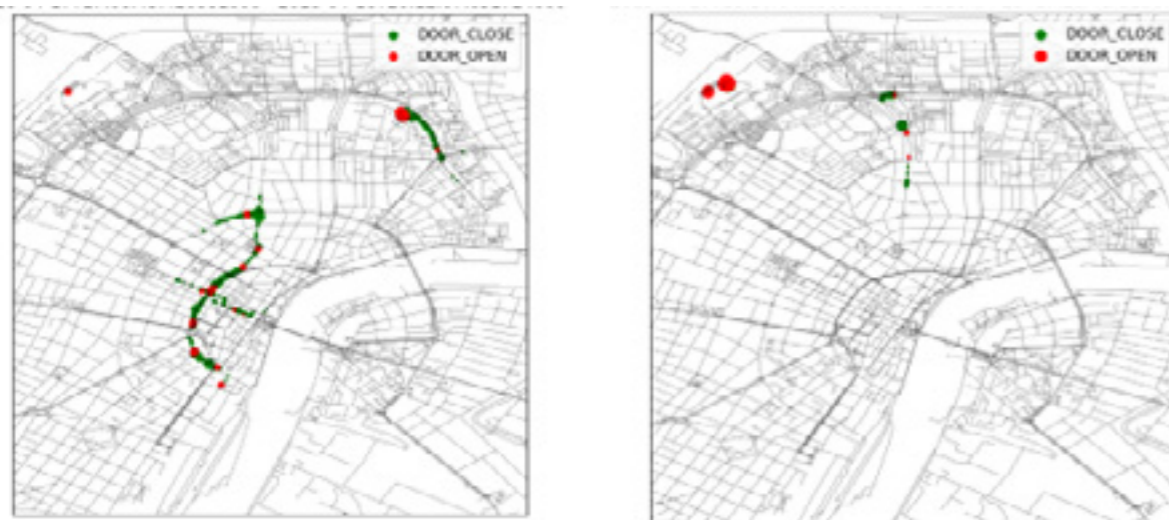
wurde. Auf der Grundlage der Datensammlung des WLAN-Sensors und der manuellen Passagierzählung wurde ein Algorithmus entwickelt. Für die Entwicklung der Software musste die theoretische Messmethode auf der Grundlage der gesammelten Daten und der Datenverarbeitung an den realen Kontext angepasst werden. Danach wurden die Messvorrichtungen für einen letzten Testlauf in fünfzehn Fahrzeugen installiert. Die gesammelten Daten haben dazu beigetragen, den Algorithmus zu entwickeln und die Datenbankstruktur für die Softwareversion vorzubereiten.

### Auswertung & Ergebnisse

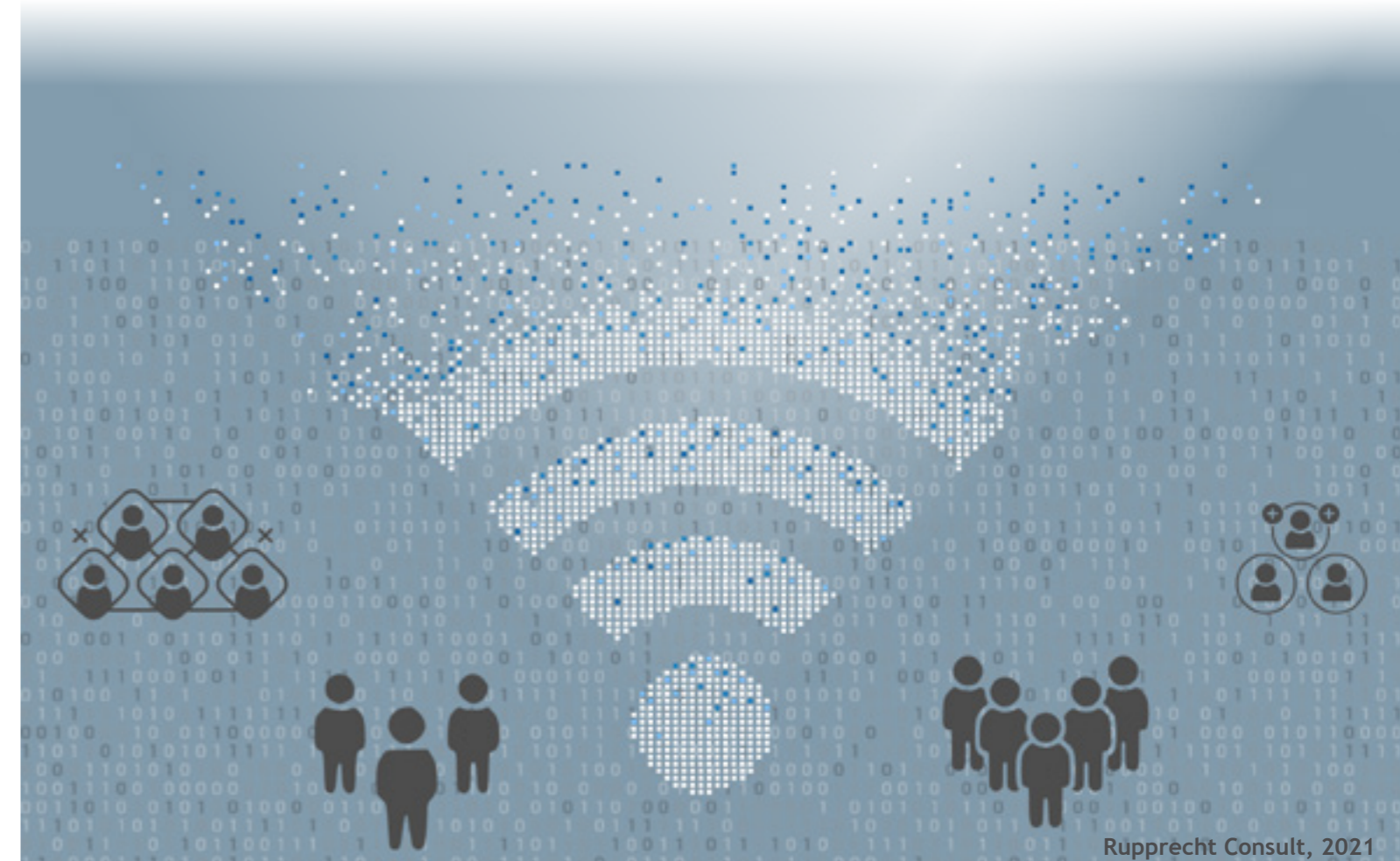
Die für das Funktionieren des Algorithmus zur Schätzung der Passagierzahlen notwendige Datenbank wurde entwickelt. Die Validierung erfolgte auf unterschiedliche Art und Weise: Zunächst wurde das Eigengewicht des Fahrzeugs vom Gesamtgewicht abgezogen, um so das Gewicht der Passagiere zu ermitteln, welches dann durch das durchschnittliche Gewicht der Passagiere geteilt wurde. Zweitens erfolgte ein Abgleich der GPS-Daten über die Türöffnungen und -schließungen mit den in der Passagierzählendatenbank enthaltenen Informationen über die Anzahl der Haltestellen. Drittens durch die Verarbeitung der Kamerabilder unter Einsatz von künstlicher Intelligenz. Daraus ergab sich, dass von allen Sensordaten die WLAN-Daten am geeignetsten für die Zählung der Passagiere sind.

### Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit

Die Ergebnisse der Passagierzählung fließen in die Open-Data-Plattform der Gemeinde Szeged und auch von anderen kommunalen Unternehmen und Forschern für die Mobilitäts- und Verkehrsplanung genutzt. Ein weiterer Schritt ist die Überprüfung des Systems, um festzustellen, ob es sich für die funktionalen Leistungs- und Schnittstellenanforderungen eignet. Außerdem könnten eine zusätzliche Entwicklung der Schnittstelle und detailliertere Datenanalysen notwendig werden.



Die Überwachung des Passagierzählsystems in Echtzeit zeigt, welche Fahrzeuge sich öffnende und schließende Türen für das Ein- und Aussteigen der Passagiere haben (SZKT, 2020)





## Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit

- Da die Datenmodellierung sowohl anspruchsvoll als auch kostenintensiv ist, empfehlen die Industrieexperten einen Open-Source-Designstandard. Aus diesem Grund wird die schematische Struktur der Datenbank mit einem einfachen in MySQL geschriebenen Datensatz beschrieben, um eine hohe Replizierbarkeit zu ermöglichen.
- Diese Daten sind nicht nur für SZKT, sondern auch für die Gemeinde Szeged extrem wichtig. Diese Art der Passagierzählung kann auch in anderen Städten leicht umgesetzt werden, da sie unter Verwendung vorhandener WLAN-Geräte/Router mit geeigneter Software und Algorithmen erfolgen kann. Die Städte müssen prüfen, ob sie über eine ausreichende Anzahl an Geräten verfügen, denn dies ist die einzige Möglichkeit, um eine vollständige Erfassung für eine akkurate Datenerhebung sicherzustellen.
- Die enge Zusammenarbeit mit den Forschern ist in der Entwicklungsphase des Zählsystems extrem wichtig und auch der Zeitplan des Projekts muss gut geplant werden, da der Forschungsansatz möglicherweise weiterentwickelt und verlängert werden muss.

”

“Wir befassen uns hier mit einem Teil der Stadt, in dem es bestehende Verkehrsanbindungen, stark ausgeprägte Mobilitätsgewohnheiten, öffentliche Verkehrsmittel, Fahrradwege und Pkw-Verkehr gibt. Aber auch der nördliche Teil der Stadt entwickelt sich, [...] und deshalb müssen wir die Bedürfnisse aller die täglich dort hinfahren, besser verstehen um zu sehen, ob wir ihnen durch eine Zusammenarbeit mit ihren Arbeitgebern das tägliche Pendeln erleichtern können.”

- Vizebürgermeister von Szeged, Sándor Nagy.

Ausschnitte aus Live-Videos, die das Echtzeit-Passagierzählsystem zeigen (SZKT, 2020)







## Park-E-Bike Verleihsystem & CargoVelo Verleihstation für Elektro-Lastenräder (Krakau)



### Kontext und Ziele

Krakau ist die Hauptstadt des polnischen Verwaltungsbezirks „Woiwodschaft Kleinpolen“ und die zweitgrößte Stadt Polens mit 1,4 Millionen Einwohnern im Ballungsgebiet, zu dem 14 umliegende Gemeinden gehören. Krakau leidet unter den von Berufspendlern und Touristen bedingten Verkehrsstauungen. Für diese Fahrten werden zunehmend private Pkws und immer seltener die öffentlichen Verkehrsmittel genutzt. Ziel dieses Pilotprojektes ist die Einrichtung einer Verleihstation für Elektrofahräder und Lastenfahräder, durch die günstigeren und nachhaltigen Mobilitätsoptionen für interne und externe Anbindungen für den Lasten- und Passagiertransport bereitgestellt werden sollen, die mit den verkehrspolitischen Zielen der Stadt Krakau zugunsten einer nachhaltigen Mobilität in Einklang stehen.

### Projektbeschreibung

ZTP Krakau, die für den öffentlichen Verkehr zuständige Behörde, hat zwei Verleihdienste für Elektrofahräder eingerichtet. Den Park-E-Bike Verleihdienst für die Gemeinden Krakau und Skawina und die CargoVelo Ladestation für Elektro-Lastenräder. Der Park-E-Bike Verleihdienst wurde mit 43 Elektrofahrädern und 2 CargoVelo Elektro-Lastenrädern im Park & Ride Czerwone Maki eröffnet, der in einem dicht besiedelten Wohngebiet an der Grenze der Gemeinden Krakau und Skawina liegt, wo sich auch einige Geschäfts- und Bürogebäude befinden. Dieser Standort wurde ausgewählt, um die Benutzer zu ermutigen, von ihrem Pkw auf ein Fahrrad umzusteigen. Kunden können über die Park-E-Bike-App von Montag bis Freitag von 8:00 bis 20:00 Uhr kostenlos ein Fahrrad für den ganzen Tag mieten, es in den Gemeinden Krakau und Skawina nutzen und dann zum Verleihdienst zurückbringen. Der CargoVelo-Umschlagpunkt im Zentrum von Krakau bietet Lieferanten die Möglichkeit, ihre Waren von einem Lieferwagen auf ein Lastenfahrzeug umzuladen, um diese an lokale Geschäfte und Restaurants in der Altstadt auszuliefern – einer Zone mit Zugangsbeschränkungen für Fahrzeuge (Urban vehicle access restricted - UVAR). Der Umschlagpunkt besteht aus zwei ausschließlich für Benutzer des Systems reservierten Lieferwagenparkplätzen (10 m x 2,5 m) und zwei Parkplätzen für Lastenfahräder (2 m x 2,5 m), die mit klappbaren Pfosten gesichert sind. Das Parken ist nur für das Ab- und Beladen der Waren erlaubt. Für das Pilotprojekt werden 5 „Long-John“ Elektro-Lastenräder mit einer Ladekapazität von 80 kg eingesetzt, die mit elektronischen Schlössern ausgestattet sind, die über eine App aufgeschlossen werden können. Kunden müssen erst von ZTP Krakau verifiziert werden, indem sie ein Formular mit ihren Daten und dem geplanten Datum der bis zu 60 Minuten langen Anmietung des Elektro-Lastenrads ausfüllen und können anschließend einen der reservierten Parkplätze nutzen.

### Vorbereitung und Umsetzung

Beide Maßnahmen wurden über einen Zeitraum von 20 Monaten vom Januar 2019 bis Oktober 2020 entwickelt und umgesetzt. Folgende Organisationen bildeten das Pilotprojektteam und übernahmen folgende Aufgaben:

- **ZTP Krakau:** Für den öffentlichen Nahverkehr und die aktive Mobilität zuständige lokale Verkehrsbehörde der Stadt Krakau
- **Gemeinde Skawina:** Lokaler Partner und Projektpartner
- **International Management Services sp. z o.o.:** Dieser als Forschungspartner engagierte externe Fachexperte ist für die Forschungsphase des Verleihdienstes für Elektrofahräder und die Umschlagpunkte und die Auswertung beider Pilotprojekte zuständig
- **NEUTENO:** Anbieter der Elektro-Lastenräder
- **Freebike s.r.o.:** Anbieter der Elektrofahräder

International Management Services sp. z o.o., wurde im Rahmen eines öffentlichen Auftragsvergabeverfahrens als externer Fachexperte damit beauftragt, eine Machbarkeitsstudie und eine Evaluierung für beide

Links: Parkplatz für Elektrofahräder (ZTP Krakau, 2020)





Stakeholder-Meeting mit lokalen Unternehmen, um die Funktionsweise der Ladestation für Elektro-Lastenräder zu besprechen (ZTP Krakau, 2020)

Dienstleistungsangebote zu erstellen. Anschließend wurde ein Ausschreibungsverfahren für den Kauf des Verleihsystems für Elektrofahrräder eingeleitet. Freebike s.r.o. lieferte die Elektrofahrräder und NEUTENO die Elektro-Lastenräder. Der CargoVelo-Umschlagpunkt wurde am 6. Dezember 2019 und das Park-E-Bike-System wurde am 26. Oktober 2020 lanciert.

### Auswertung & Ergebnisse

Die Ergebnisse der Umfrage zeigten, dass die Qualität der Elektrofahrräder und der Serviceleistungen den Erwartungen der Nutzer zum Großteil entsprach. Fast alle gaben an, dass sie sehr zufrieden mit den Serviceleistungen waren, welche sehr gute Bewertungen zwischen 4,5 - 4,8 von 5 Punkten erhielten. Dies liefert den überzeugenden Beweis dafür, dass ein hoher Bedarf an dieser Art des öffentlichen Transportmittels besteht und bestätigt, dass die Einführung eines öffentlichen Verleihsystems für Elektrofahrräder eine wichtige und wünschenswerte Mobilitätsoption für viele darstellt, die bis jetzt den Pkw als städtisches Fortbewegungsmittel gewählt haben. Das Feedback der Benutzer des CargoVelo-Umschlagpunkts zeigte, dass es notwendig ist, die Reservierung von Lastenrädern auch mit der Reservierung von Parkplätzen zu verknüpfen.

### Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit

Die Stadt Krakau wird den Park-E-Bike Verleihdienst auch in absehbarer Zukunft weiter anbieten und ausweiten. Das Feedback der lokalen Lieferanten bezüglich der CargoVelo-Umladestation wird im Rahmen zukünftiger Verbesserungen dieser Dienstleistung ebenfalls berücksichtigt. Außerdem ist die Integration der beiden Systeme (CargoVelo und Park-E-Bike) in Krakau's neues großes öffentliches Fahrradverleihsystem vorgesehen, das 2021 lanciert wird, indem über eine Mobile App die Möglichkeit geboten wird, Fahrräder aus diesen drei Dienstleistungsangeboten auszuleihen. Diese Pilotmaßnahmen haben es den für den öffentlichen Verkehr zuständigen Behörden von Krakau ermöglicht, mögliche Lösungen für diese neue Dienstleistung zu testen.

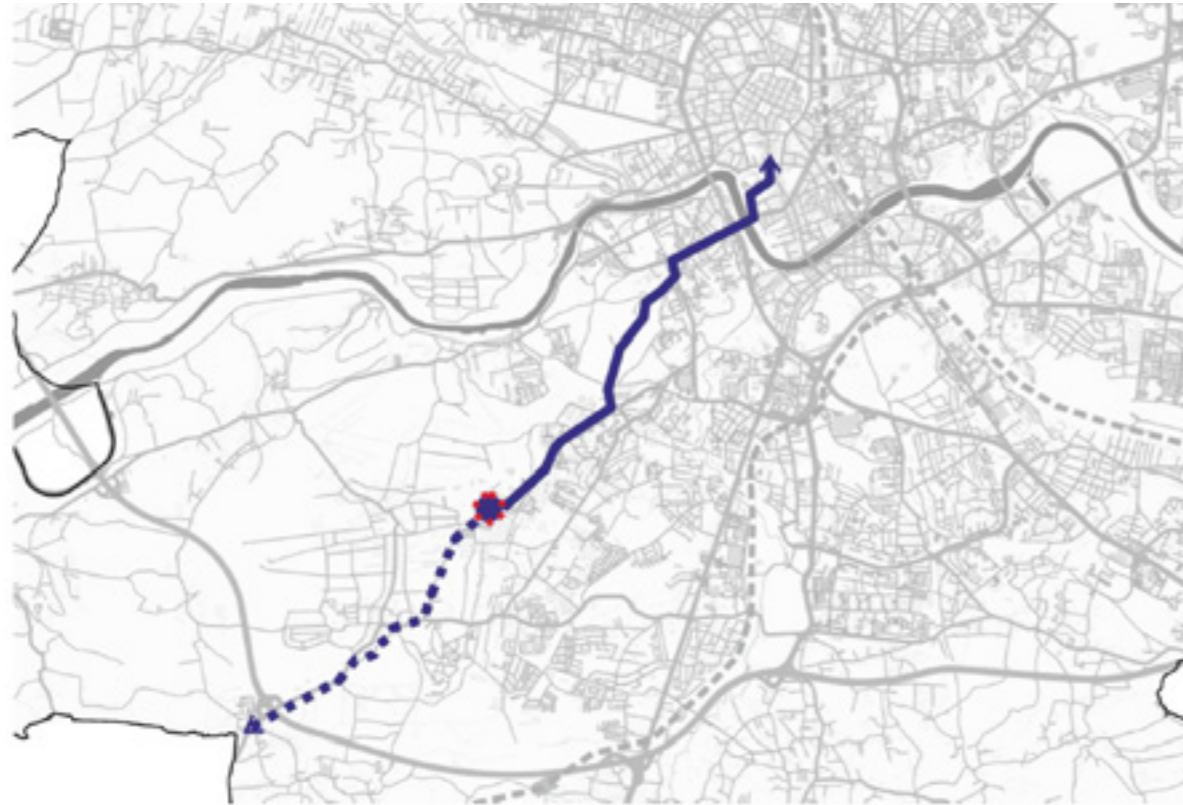
### Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit

- Verleihdienste für Elektrofahrräder eignen sich dafür, auch für Personen von Interesse zu sein, die vorher den Pkw als Transportmittel in den funktionalen Stadtregionen von Krakau nutzen.
- Der Entwicklungsprozess des Park-E-Bike Verleihdienstes hat die institutionelle Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde Skawina und der Metropolia Krakowska (einem Verband der lokalen Regierungen) konsolidiert.
- Die Einrichtung eines Verleihdienstes für Elektrofahrräder in Verbindung mit einer Park&Ride-Anlage, die gut an einen Fahrradweg angebunden sind, bietet Nutzern eine günstige Möglichkeit für eine modale Verlagerung vom Pkw auf das Elektrofahrrad.

Parkplatz für Lastenfahrräder (ZTP Krakau, 2020)







Standort der Park-E-Bike-Station an der Grenze zwischen den Gemeinden Krakau und Skawina mit Hervorhebungen der direkten Wege zur Durchquerung des jeweiligen Gebietes (ZTP Krakau, 2020).



Park-E-Bike im Park&Ride Czerwone Maki an der Grenze zwischen der Gemeinde Krakau und der Gemeinde Skawina (Google Maps, 2020).

Krakau's Beitritt zum LOW-CARB-Projekt zur Entwicklung von Kapazitäten für eine integrierte emissionsarme Mobilitätsplanung in funktionalen Stadtregionen, kofinanziert vom transnationalen Interreg-Programm Central Europe (Interreg Central Europe) für 2014-2020, ermöglichte das Austesten einer Reihe von Tools, die in der modernen und auf der Entwicklung nachhaltiger Städte basierenden Verkehrspolitik genutzt werden.

Die Pilotumsetzung des kommunalen Verleihdienstes für Elektrofahrräder trug zur Verbesserung der Qualität von Fahrrad-Dienstleistungen bei, z.B. durch die Verbesserung des Fahrkomforts und der Verkürzung der Fahrtzeiten, bei gleichzeitiger Erhöhung des Anteils des umweltfreundlicheren Radverkehrs.

Die Testumsetzung des Park-E-Bike-Systems lieferte überzeugende Beweise für den enormen Bedarf an dieser Art der öffentlichen Verkehrsdienste und bestätigte (danke der Umfrageergebnisse) erneut, dass die Einführung von öffentlichen Verleihdiensten für Elektrofahrräder eine wichtige und wünschenswerte Dienstleistungsalternative für Menschen darstellt, die bisher einen Pkw als städtisches Transportmittel genutzt haben.

Demzufolge werden die im Rahmen des Projektes begonnenen Aktivitäten nach dem formalen Projektabschluss fortgesetzt oder sogar noch ausgeweitet.

Es kann davon ausgegangen werden, dass an den Orten wo die Maßnahmen nicht in vollem Umfang umgesetzt werden konnten, die zukünftige Umsetzung nur eine Frage der Zeit ist. Krakau plant, u.a. dank der Teilnahme am Projekt Dynaxibility4CE, auch weiterhin aktiv an der Diskussion über die Zukunft des städtischen Verkehrswesens teilnehmen. Dieses Thema wird auch bei den Einwohnern der europäischen Städte als einer der wichtigsten Faktoren angesehen, um den erwünschten Lebenskomfort einer Großstadt zu gewährleisten.

- Andrzej Kulig - Stellvertretender Bürgermeister von Krakau



ZTP Krakau, 2020





## Multimodale Station für Elektromobilität (Koprivnica)

### Kontext und Ziele

Das Gebiet des Pilotprojekts - die Stadt Koprivnica hat ca. 31.000 Einwohner und eine Fläche von 90 km<sup>2</sup>. Die kleine kroatische Stadt ist nicht nur für die Nachbargemeinden, sondern auch für den gesamten Landkreis Koprivnica-Križevci, das bedeutendste Zentrum für wirtschaftliche Aktivitäten, Bildung, medizinische Versorgung und Sport. Die Zugänglichkeit zu den Infrastrukturen ist in ländlichen und städtischen Gebieten sehr unterschiedlich. Die Berufspendlerströme in und aus der Stadt sind deshalb dynamisch und führen aufgrund des hohen Pkw-Aufkommens zu Verkehrsstauungen und einer hohen Luftverschmutzung, einer schlechten Anbindung an öffentliche

Nahverkehrsnetze sowie einer Verringerung der Lebensqualität in den funktionalen Stadtregionen.

Das städtische öffentliche Verkehrssystem der Stadt basiert auf zwei Pfeilern: einem Busverkehrsnetz (2 Elektrobusse) und einem öffentlichen Fahrradverleihdienst (6 Stationen mit 60 konventionellen Fahrrädern und 1 Station mit 10 Elektrofahrrädern). Hauptziel des Pilotprojektes war die Integration der verschiedenen Verkehrsmittel (konventionelles Fahrrad, Elektrofahrrad und Elektrobus) in eine einzige Ladestation. Dies erforderte die Aktualisierung und Harmonisierung der existierenden Ladeinfrastrukturtechnologie und -software.

### Projektbeschreibung

Das kommunale städtische Verkehrsunternehmen MUC Komunalac Koprivnica, Kampus Ltd. Koprivnica installierte, zusammen mit der Stadt Koprivnica und dem Energieproduzent HEP Elen, eine multimodale Elektromobilität-Ladestation mit Photovoltaiktechnologie auf dem Gelände des neuen Campus im Norden der Universität. Die Ladestation wurde mit aktualisierter Software und lokal produzierter erneuerbarer Energie für die Versorgung der Elektrobusse und Elektrofahrräder eingerichtet. Ein paralleles Ziel des Pilotprojektes war die Schaffung einer Grundlage für die weitere Elektrifizierung des gesamten öffentlichen Verkehrsnetzes und die Ausweitung der Elektro-Ladedienste auf die funktionalen Stadtregionen.

### Vorbereitung und Umsetzung

Die moderne Ladestation ist mit einer Photovoltaikanlage mit Batteriesystem ausgestattet und verfügt über einen Terminal für 5 Elektrofahräder. Sie bietet den Nutzern auch Informationen über den Ladestatus und eingesparte CO<sub>2</sub>-Emissionen. Mit der Investitionsmaßnahme wurden der Bau der Ladestation, die Photovoltaikanlage, Batterien und der E-Kiosk, einschließlich der Verbindung zwischen Photovoltaikanlage und dem „konventionellen“ Stromnetz, finanziert.

Das multimodale System bietet:

- Eine vollständige Integration in alle öffentlichen Verkehrsdienste vonseiten des Betreibers.
- Unabhängige (interne) Ladestationen für 2 Elektrobusse (2 AC-Ladesäulen für Elektrobusse).
- Eine Photovoltaikanlage als erneuerbare Energiequelle zur Versorgung der gesamten Ladestation.
- Eine größere Anzahl an Ladesäulen für Elektrofahräder (5 neue Ladesäulen für Elektrofahräder).
- Datenüberwachung für den Nutzungsgrad der öffentlichen Verkehrsmittel, einschließlich der Kostenüberwachung für den Stromverbrauch und aller anderen mit dem öffentlichen Verkehrsnetz verbundenen Kosten.

## Auswertung & Ergebnisse

Die Auswertung des Pilotprojektes erfolgte über einen Zeitraum von drei Monaten und bestand aus der technischen Analyse der Kompatibilität des integrierten Lade- und Speichersystems, der Datensammlung und dem Kostenmanagement. Es wurde festgestellt, dass die Anlage, nach Justierung technischer Aspekte während der Umsetzungsphase, erfolgreich und zuverlässig funktionierte und dass keine weiteren Probleme auftraten. Außerdem wurden alle Anforderungen erfüllt, um das System auf weitere funktionale Stadtregionen von Koprivnica ausweiten zu können. Zuletzt wurde durch Softwareupdates auch die Datensammlungs- und Kostenüberwachungsfunktionen vollumfänglich in Betrieb genommen.

### Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit

Das städtische Verkehrsunternehmen *MUC Komunalac Koprivnica* wird für die multimodale elektrische Mobilitätsstation zuständig sein, da sie für den weiteren Betrieb des gesamten Nahverkehrssystems und die Ausweitung des Systems auf alle funktionalen Stadtregionen zuständig sein werden.

Das Unternehmen plant die Beibehaltung und Erweiterung der Funktionen und Kapazitäten der Station, einschließlich des regelmäßigen Softwareupdates, der Vorbereitung von MaaS-Aktivitäten (Motor Activity Assessment Scale - MaaS), die Erweiterung des Batteriespeichersystems und der Photovoltaikanlage (ein integraler Bestandteil des Systems). Das Unternehmen wird die Funktionalitäten dieses Systems auch anderen städtischen Verkehrsunternehmen nahebringen, um die Stadt Koprivnica in seiner innovativen Vorreiterrolle im Bereich der nachhaltigen Mobilität zu stärken und das Potenzial dieses Systems für die Einführung der E-Mobilität aufzuzeigen. Geplant ist die Nutzung dieser Station zur Verbesserung des öffentlichen Nahverkehrsnetzes der Stadt Koprivnica (wie im Aktionsplan der Stadt Koprivnica für die funktionalen Stadtregionen beschrieben). Dies wird durch die Erweiterung des öffentlichen Verleihsystems für Elektrofahräder und konventionelle Fahrräder und andere Aktivitäten zur Optimierung der öffentlichen Verkehrssysteme erreicht; Optimierung der Prozesse und Organisation des öffentlichen Verkehrswesens; verbessertes Datenmonitoring zur Auswertung des Nutzungsgrades und der Effizienz des öffentlichen Verkehrsnetzes.

### Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit

- Die Umsetzung und Auswertung innovativer technischer Lösungen stellt insbesondere für kleine Gemeinden eine Herausforderung dar, da sie nur über eingeschränkte Finanzmittel und Personal für den Betrieb des öffentlichen Verkehrsnetzes verfügen. Deshalb wird geraten, sich einer starken politischen Unterstützung zu vergewissern und vor Projektbeginn Personal mit den nötigen technischen Kompetenzen einzustellen.
- Die Anforderungen für die potenzielle Erweiterung des Systems auf die funktionalen Stadtregionen von Koprivnica wurden erfüllt.



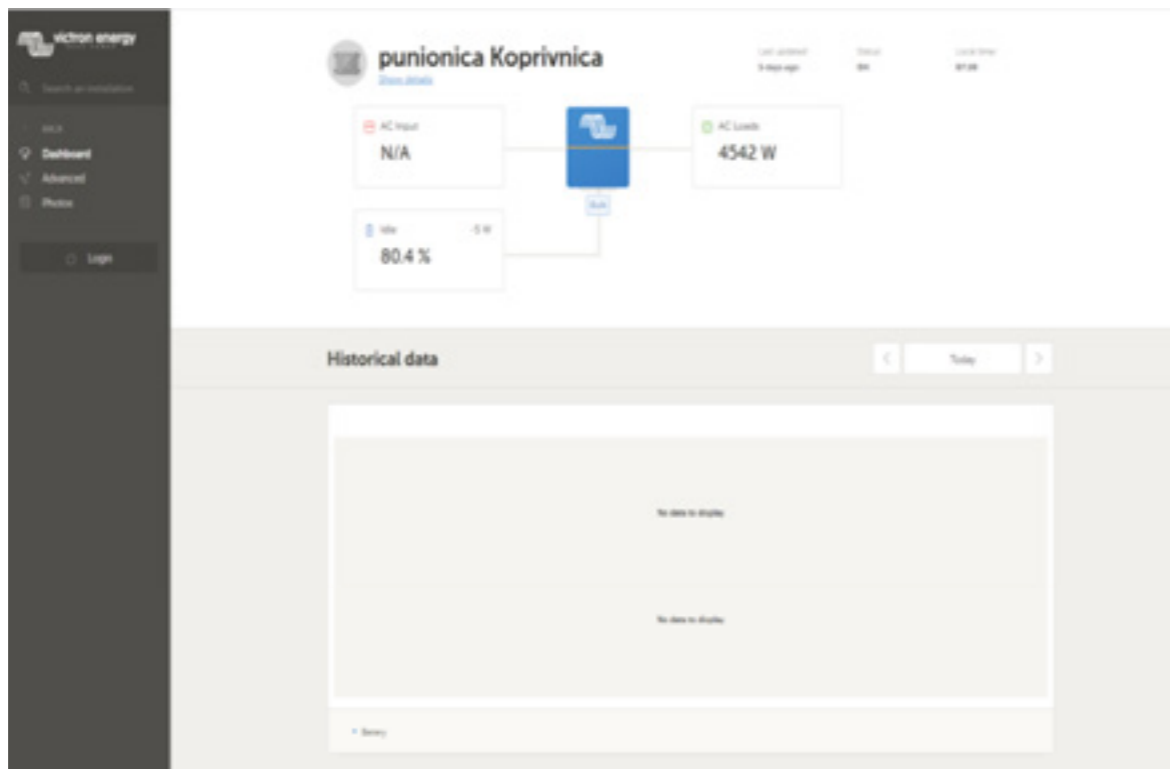
„ Auf den ersten Blick sah es so aus, als hätte das herausfordernde Jahr 2020 den Fortschritt bei der Umsetzung der Pilotphase beeinträchtigt, aber tatsächlich wurde das Team durch diese Umstände gezwungen den Entscheidungsprozess zu straffen und sich wirklich auf die für die Umsetzung wichtigsten Aspekte zu konzentrieren.

- Nebojša Kalanj,  
beigeordneter Fachexperte für nachhaltige Entwicklung, Stadt Koprivnica

“



Unten und rechts:  
Fotomontage des Pilot-Infrastruktursetups (Stadt Koprivnica, 2020).







## Pilotplan für die Implementierung von Universal-Ladeinfrastrukturen zur Integration der neuen E-Mobilitätsdienste in die existierende elektrische Infrastruktur des öffentlichen Transportwesens (Parma)

### Kontext und Ziele

Parma ist eine mittelgroße Universitätsstadt und ist mit fast 200.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt der Region Emilia-Romagna in Norditalien. Der integrierte regionale Plan zur Verbesserung der Luftbeschaffenheit (Integrated Regional Air Plan) für Emilia-Romagna sieht die „Förderung und Optimierung der Nutzung des lokalen und regionalen Nahverkehrs“ vor, während Parma's SUMP bedeutende Investitionen in das öffentliche Verkehrssystem und eine erhebliche Förderung der Entwicklung der elektrischen Mobilität vorsieht. Die in Parma's SUMP bezüglich des öffentlichen Verkehrsnetzes vorgesehenen Handlungsbereiche sind die Erhöhung der Attraktivität der Dienstleistungen durch die Einführung neuer schnellladender Elektrofahrzeuge, sowie auch die Förderung der Entwicklung der Elektromobilität durch die Erstellung eines kommunalen Elektro-Mobilitätsplans. Ziel dieses Pilotplans<sup>1</sup> war die modale Verlagerung von privaten Pkws hin zur Nutzung der emissionsarmen Mobilitätsdienste durch die Einführung einer reibungslosen, multimodalen und emissionsfreien Mobilität in Parma.

### Beschreibung des Pilotplans

Parma's städtisches Verkehrsunternehmen TEP hat in Zusammenarbeit mit der Stadt Parma einen Aktionsplan für die Umsetzung einer Universal-Ladeinfrastruktur für multimodale Elektromobilitätsdienste entwickelt, die Elektrobusfahrtdienste mit einem Carsharing-Dienst mit Elektroautos verbinden. Ein Schlüsselfaktor ist das existierende Trolleybus-Netzwerk, welches das Rückgrat der elektrischen Ladeinfrastruktur bildet und durch neue Elektrobuslinien und damit einhergehende Elektromobilitätsdienste ergänzt werden könnte. Das existierende Obus-Netzwerk besteht aus 21 Fahrzeugen, welche auf 4 Linien mit 20 km Stromschienenoberleitungen verkehren.

Der Plan sieht die Einrichtung eines Energierückgewinnungssystems vor, das einen dreiphasigen Energiefluss vorsieht: 1) Aufladung an den Haltestellen, 2) Aufladung im Busdepot, und 3) ein System zur Rückgewinnung kinetischer Energie. Zu diesem Zweck werden folgende Maßnahmen umgesetzt: Konvertierung einer existierenden Dieselbuslinie in eine Elektrobuslinie, Einrichtung eines Knotenpunktes für das Ladesystem und Bau eines Depots zur Wiederaufladung über Nacht. Durch die Umstellung von Dieseln auf Elektrobusse profitiert Parma von einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 639,85 kg CO<sub>2</sub>, 3.986,57 kg NO<sub>x</sub> und 36,85 kg PM<sub>10</sub>.

Der Aktionsplan beinhaltet:

- Die Bestimmung einer neuen elektrisch betriebenen Linie und eines Transportsystemprogramms
- Technische Überwachung und Batterieladevorrichtung
- Festlegung der Systemeigenschaften
- Analyse des Energieverbrauchs unterschiedlicher Szenarien
- Umstrukturierung und Design des Knotenpunktes
- Die für die neue Ladestation nötigen Genehmigungen
- Analyse des Ladesystems im Busdepot für die Aufladung der Busse über Nacht
- Wirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse

<sup>1</sup> Der vollständige Pilotplan ist auf der LOW-CARB-Webseite verfügbar: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/LOW-CARB.html>

### Vorbereitung des Pilotplans

Basierend auf dem Plan zur Einführung neuer Elektrobuslinien in Parmas funktionalen Stadtregionen, hat TEP - mit Unterstützung der Stadt Parma - das Potenzial der Universal-Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge analysiert. Im Rahmen der Entwicklung des Aktionsplans wurde zur Sammlung von Informationen über die Akzeptanz der Benutzer für elektrische Verkehrssysteme und Carsharing-Dienste mit Elektroautos eine Umfrage durchgeführt. Um über das einzuführende Busmodell zu entscheiden, wurden zwei verschiedene Batterie-/Ladesysteme analysiert und ein Busmodell wurde unter realen Einsatzbedingungen getestet. Ebenso wurden die Pläne mit der Streckentrassierung und den Ladestationen erstellt. Eine für die Einführung des Elektrobusse geeignete Buslinie wurde bestimmt. Zuletzt wurden die nächsten Schritte für das Stakeholder-Engagement definiert und die Bedingungen des Energiemarktes und deren Auswirkungen auf die Umsetzung überprüft.

Die Elektrobusse werden mit einem Pantographen für die Overhead-Aufladung ausgestattet, die am Abend im dafür vorgesehenen Ladedepot erfolgt, damit die Busse am Morgen vollständig aufgeladen zur Verfügung stehen. Die Ladestationen werden ebenfalls mit drei Ladegeräten für Elektroautos ausgestattet, so dass sie als Ladeknotenpunkt für das öffentliche Verkehrsnetz und für private Elektromobilität dienen können.

TEP und die Stadt Parma sind das Koordinierungsteam für die Umsetzung dieses Pilotplans und sind für die Überwachung aller Aktivitäten in Zusammenhang mit der detaillierten Planung und Beantragung der Genehmigungen für die neue Buslinie, die Lademodule und die Einrichtung des Ladesystems im Knotenpunkt und im Depot zuständig. Zu den nötigen Ressourcen gehörte die Beauftragung eines Verkehrsplaners für die Planung der Buslinie, die Einstellung eines Fahrers und die Beschaffung der Elektrobusse. Für die Einrichtung des Ladeknotenpunktes und -depots war die Beratung durch externe Experten und durch Verkehrs- und Infrastrukturplaner erforderlich.

Von der BYD Group entworfener, neuer Testbus, (TEP, 2020)







## Auswertung & Ergebnisse

Das Ergebnis der Befragung von 221 potenziellen Nutzern zeigte, dass ein großer Bedarf an einer Kombination aus E-Auto-Ladestationen und dem Elektrobusangebot besteht. 95,9 % der Befragten äußerten sich positiv zur Umsetzung eines solchen Projektes und 74,2 % gaben an, dass sie bereit wären, sofern sie Zugang zu einem Elektroauto hätten dieses zu parken, um die multimodalen Ladestationen zu nutzen und mit dem Bus weiter in das Stadtzentrum zu fahren. 7,7 % gaben an, sie würden trotzdem versuchen, das Stadtzentrum mit dem Auto zu erreichen und 18,1 % sagten, sie wären nur bereit das Stadtzentrum mit dem Bus zu erreichen, wenn dieser mit sauberen oder erneuerbaren Energien betrieben wird.

## Ausblick - zukünftige Nutzung und Nachhaltigkeit

Der nächste Schritt besteht in der Durchführung einer Analyse von Obus- und Elektrobusssystemen, um bewährte Praktiken für Universal-Ladeinfrastrukturen zu identifizieren. Das Koordinierungsteam von TEP und die Verantwortlichen der Stadt Parma werden auch zusammenarbeiten, um die Umsetzung des Aktionsplans mit Parmas Mobilitätsstrategie abzustimmen und in Einklang zu bringen.

Die Umsetzung dieses Aktionsplans zeigt das Potenzial der neuen komplementären E-Mobilitätsdienste auf, welche den Einwohnern und Besuchern Parma's eine Reihe attraktiver, nachhaltiger Mobilitäts Optionen zur Verfügung stellen. Der Aktionsplan unterstützt eine kontinuierliche Erweiterung der multimodalen Elektromobilitätsdienste in Parma's funktionale Stadtregionen.

## Wichtigste Erkenntnisse/Übertragbarkeit

- Durch das Experimentieren mit Fahrzeugen und Technologien sammelte TEP nützliche Daten für zukünftige Investitionsentscheidungen.
- Die gemeinsamen Planungsaktivitäten von TEP und der Stadt Parma für Elektromobilitäts-Ladeinfrastrukturen und Elektrofahrzeuge förderte die Wahrnehmung von TEP als ein Unternehmen, das sich für Nachhaltigkeit einsetzt.
- Die Zusammenarbeit mit der Gemeinde und den Bürgern erhöhte die Qualität und Akzeptanz des Aktionsplans.

„  
*Wir unterstützen die Gemeinde von Parma bei der Gestaltung einer Zukunft mit einer sauberen, emissionsarmen Mobilität in Parma. TEP hat sich zur Erneuerung der eigenen Fahrzeugflotte und zur Nutzung neuer technischer Möglichkeiten verpflichtet, wie z.B. Ladestationen, die beim Terminal sowohl für Busse als auch für Privatfahrzeuge zur Verfügung gestellt werden können. Unser Ziel ist die Bereitstellung neuer Lösungen, um die Mobilität für Berufspendler einfacher zu gestalten.*  
 „

- Roberto Prada, Vorstandsvorsitzender von TEP.

Links: Pilot-Testbus der BYD Group und die designierte Route (TEP, 2020)



## Abschließende Bemerkungen

Die LOW-CARB-Pilotprojekte stellen innovative Lösungen für den öffentlichen Nahverkehr dar, die auf eine Verbesserung der Servicequalität und der Nutzerzufriedenheit von aktuellen und neuen Kunden abzielen. Außerdem unterstützen die Pilotprojekte die ehrgeizigen Ziele zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes für Mobilität in den beteiligten funktionalen Stadtregionen. Alle Partner unterstützten das Ziel der Erhaltung des öffentlichen Nahverkehrs als Rückgrat des städtischen Verkehrsnetzes in den funktionalen Stadtregionen, sowie auch die Verbesserung der Zugänglichkeit trotz der Herausforderung der Zersiedlung und einer Bevölkerungszunahme.

Alle Pilotprojekte tragen zu den Prioritäten des europäischen Green Deals bei, der vorsieht, dass der Beitrag der Mobilität zur Umweltverschmutzung durch Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen und Verkehrsstauungen und einer Verbesserung des öffentlichen Verkehrsnetzes drastisch reduziert werden sollte<sup>2</sup>.

Die während der Vorbereitungs-, Demonstrations- und Auswertungsphase der Projektumsetzung gesammelten, wichtigsten Erkenntnisse der LOW-CARB-Partner wurden nachfolgend zusammengefasst.

- Die Teilnahme an einem vom Central Europe Interreg-Programm finanzierten Projekt zur Umsetzung dieser Pilotmaßnahmen schaffte Spielraum für das Eingehen von Risiken, die mit den innovativen Maßnahmen zur Schaffung neuer Dienstleistungen verbundenen sind und bot die Gelegenheit, sich auf ein so transnationales und innovatives Umfeld einzulassen. Innovationen im öffentlichen Verkehrswesen sind stetseine Gratwanderung: zum einen gilt es sicherzustellen, dass die öffentlichen Mittel einen Mehrwert für die Bürger schaffen und zum anderen werden innovative Dienstleistungen entwickelt, deren Wert für die Öffentlichkeit anfangs ungewiss ist; die Teilnahme an finanzierten Projekten kann als Strategie angesehen werden, um das Innovationsrisiko durch Pilotprojekte zu reduzieren.
- Die zuständigen lokalen Behörden, die öffentlichen Verkehrsunternehmen und andere relevante Akteure bündeln ihre Expertise, um die Pilotprojekte gemeinsam zu entwickeln, zu testen und umzusetzen. Die auf einer gemeinsamen Vision gegründeten lokalen Partnerschaften haben die gemeinsame Absicht der Schaffung innovativer, emissionsarmer Mobilitätslösungen, als Teil eines breiter integrierten städtischen Mobilitätssystems demonstriert.
- Alle Pilotprojekte beinhalten Beiträge zur Umsetzung der „Sustainable Urban Mobility Plans“ (SUMP) oder der Mobilitäts-Masterpläne der funktionalen Stadtregionen. Durch die Einbettung in die lokalen politischen Rahmenbedingungen für das öffentliche Verkehrswesen motivierten sie auch die zuständigen Behörden dazu, klare Verpflichtungen einzugehen, um die Pläne umzusetzen.
- Die LOW-CARB-Pilotprojekte beinhalteten neue Ansätze, wie z.B. eine datenbasierte Planung des öffentlichen Verkehrs oder das Teilen dieser Informationen sowie neue Technologien wie z.B. die Elektrifizierung. Die Integration in SUMP / Aktionspläne der Mobilitäts-Masterpläne. Die Pilotprojekte waren demnach Teil von komplementären Unterstützungsaktionen für Maßnahmen zur Förderung der städtischen Mobilität, einschließlich:
  - o Technologischer Innovationen (z.B. Elektrobusse, Integration erneuerbarer Energien in die Ladeinfrastruktur).
  - o Nicht-technologischer Innovationen (z.B. die Koordinierung mit alternativen Mobilitätsdiensten, integrierte öffentliche Verkehrsmittel und Fahrradverleih).
  - o Marketing, Information und Kampagnen sowie die gemeinsame Gestaltung benutzerorientierter Lösungen.
  - o Richtlinienbasierter Maßnahmen (z.B. Zugangsbeschränkungen für Fahrzeuge, kostenlose öffentliche Verkehrsmittel) zur Verbesserung des öffentlichen Verkehrsmittelangebotes in den funktionalen Stadtregionen.

Durch die Umsetzung technischer Innovationen und Dienstleistungsinnovationen in den LOW-CARB-Pilotprojekten wurde auch die Kompetenzentwicklung der beteiligten Projektpartner und der relevanten Stakeholder gefördert. Die Entwicklung, Umsetzung, Erforschung, Prüfung und Auswertung dieser emissionsarmen Mobilitätslösungen förderte bei der Projektumsetzung sowohl die Kompetenzentwicklung als auch die Identifizierung von Kompetenz- und Wissenslücken im Bereich des öffentlichen Verkehrswesens (z.B. Datenmanagement und -analyse, Beschaffung innovativer Lösungen), welche in zukünftige Strategien für den Kapazitätsaufbau integriert werden sollten.

Eine sorgfältige Auswertung der LOW-CARB-Pilotprojekte in Bezug auf ihre Effektivität beim Erreichen lokaler, regionaler und transnationaler Mobilitätsziele, sowie auch die Identifizierung eventueller Hindernisse bei der Einführung und Weiterentwicklung, zusammen mit Empfehlungen für deren Überwindung, waren Teil der gemeinsamen Erfahrungen des LOW-CARB-Lehrprogramms. Um das Erlernte auf europäischer Ebene zu fördern, werden die Ergebnisse der Pilotprojekte analysiert und als bewährte Praktiken über die verschiedenen Kommunikationskanäle des Projektes, z.B. als Factsheets und andere Veröffentlichungen verbreitet und stehen auf der Webseite des LOW-CARB-Projekts<sup>3</sup> und im neu eingerichteten SUMP Kompetenzzentrum für Mitteleuropa<sup>4</sup> zur Verfügung.

<sup>2</sup> Siehe mehr zu den Prioritäten unter: [Green New Deal](#)

<sup>3</sup> <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/LOW-CARB.html>  
<sup>4</sup> <https://sump-central.eu/de/>



# ENTDECKEN SIE MEHR LOW-CARB



Besuchen Sie unsere Web-  
seite:  
[https://sump-central.eu/  
de/LOW-CARB](https://sump-central.eu/de/LOW-CARB)

## Kontaktieren Sie uns

 +49 341 492 2012

 Projektmanager:

Carsten Schuldt  
[c.schuldt@L.de](mailto:c.schuldt@L.de)

Marlene Damerau  
[m.damerau@rupprecht-consult.eu](mailto:m.damerau@rupprecht-consult.eu)

 [www.linkedin.com/company/lowcarbonplanning](http://www.linkedin.com/company/lowcarbonplanning)

 [www.facebook.com/lowcarbplanning](http://www.facebook.com/lowcarbplanning)

 [@lowcarbplanning](https://twitter.com/lowcarbplanning)

TAKING  
COOPERATION  
FORWARD



**Stadt Leipzig**



**MDV**

**L Leipziger**  
Verkehrsbetriebe



**Zarząd Transportu  
Publicznego  
w Krakowie**



**Grad  
Koprivnica**  
Za život.



**SZEGEDI  
KÖZLEKEDÉSI  
TÁRSASÁG**

**B | R | N | O**



**Skawina**  
Miasto i Gmina



**RUPPRECHT CONSULT**  
Forschung & Beratung GmbH