

Stadt Graz

Straßenamt
Verkehrssteuerung und
Straßenbeleuchtung

BearbeiterIn
Bernd Cagran-Hohl

BerichterstatterIn

Gr. Lenartitsch

Finanz- und Vermögensdirektion

Bearbeiterin:
Claudia Buritsch BSc MSc
Mag.^a Ulrike Temmer

Ausschuss für Finanzen, Beteiligungen
und Immobilien

Berichterstatter:in

Kon. A.R.G. Hackenberger

Graz, 16. Mai 2024

Bericht an den Gemeinderat

- GZ: A10/1-048201/2024/0001
- GZ: A8-115740/2023-18
- GZ: A8 020081/2006-338
- GZ: 021515/2006-333

Betreff: Straßenamt

1. **Zukunftsfähige ÖV-Bevorrangung mit C-ITS**
Projektgenehmigung für die Jahre 2024 bis 2025
in Höhe von EUR 1.500.000, -- im ICF des Straßenamtes
2. **Budgetvorsorge über EUR 850.000, -- für 2024**
3. **Budgetbedarf in Höhe von EUR 954.000,--**
Ermächtigung des Vertreters der
Stadt Graz gem. § 87 (4) des Statutes der Landeshauptstadt Graz 1967;
Umlaufbeschluss

In Graz wird die Priorisierung des Öffentlichen Verkehrs seit Mitte der 1990er-Jahre mithilfe von analoger Funktechnologie durchgeführt. Aufgrund von Reorganisationsmaßnahmen der Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR) wird die Genehmigung für das damals vergebene Funkfrequenzband mit Ende 2025 nicht verlängert.

Ohne Priorisierung von Bus und Straßenbahnen lässt sich bereits der derzeitige Fahrplan nicht aufrechterhalten. Somit muss bis zum Ablauf der von der RTR gesetzten Frist eine technische Alternativlösung gefunden und vollständig in den Produktivbetrieb gebracht werden.

Das Straßenamt hat in einem gemeinsamen Prozess mit der Holding Graz zwei Möglichkeiten zur Aufrechterhaltung der bestehenden Funktionalität identifiziert. Beide Varianten verursachen ähnliche Umstellungskosten, wovon nach intensiver Abwägung nur der Umstieg auf C-ITS (Cooperative Intelligent Transport System) als zukunftsfähig und wirtschaftlich sinnvoll erachtet werden kann. Im Rahmen der Projekte C-Roads Austria 2 und C-Roads Austria 3 wurden bereits erste Testläufe mit einzelnen Bussen der Holding Graz Linien sowie einigen ausgerüsteten Verkehrslichtsignalanlagen (VLSA) in Graz erfolgreich absolviert.

C-ITS beschreibt eine Technologie, welche für viele verschiedene Einsatzgebiete genutzt werden kann. Ursprünglich wurde C-ITS zur Steigerung der Verkehrssicherheit auf Autobahnen angedacht. In den letzten Jahren kamen aber immer mehr urbane Anwendungsfälle hinzu und somit stellte sich die Technologie auch als gutes Mittel für Verkehrsmanagement heraus. Einige europäische Städte haben ihr ÖV-System schon komplett auf C-ITS umgestellt oder sind gerade dabei, wie z.B. Brno, Frankfurt, Kassel oder Hamburg.

Die Technologie zum Datenaustausch zwischen Fahrzeugen bzw. zwischen Fahrzeugen und der Verkehrsinfrastruktur ist international normiert. Europaweit sind derzeit bereits rund 1,5 Millionen C-ITS-fähige Straßenfahrzeuge unterwegs. Somit führt die Umstellung auf C-ITS zu einem etablierten technologischen Standard mit zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten.

In Graz soll die Technologie kurzfristig genutzt werden, um die derzeitige Funktionsfähigkeit der ÖV-Bevorrangung aufrecht zu erhalten. Bereits mit der Einführung von C-ITS wird eine Senkung der Fehlerquote beim Anmeldeprozess erreicht. Langfristig bietet die Technologie viele weitere Möglichkeiten und Chancen den Öffentlichen Verkehr und auch das gesamte Grazer Verkehrssystem nachhaltiger und zielgerichteter zu steuern. Die zusätzlichen Funktionalitäten und Use Cases, die durch C-ITS ermöglicht werden, können das Fahrpersonal künftig beim vorausschauenden und energiesparenden Fahren, aber auch in verkehrssicherheitskritischen Situationen unterstützen. Im Bereich des Gesamtverkehrs kann mithilfe von C-ITS eine gezielte, bedarfsorientierte Steuerung aller Verkehrsmodi mit speziellem Fokus auf die Verkehrssicherheit durchgeführt werden. Es ergibt sich eine Vielzahl an zukünftigen Möglichkeiten, die mit der derzeit im Einsatz befindlichen Technologie nicht möglich wären. Nähere Informationen zur Technologie und dem konkreten Anwendungsfall „ÖV-Priorisierung“ können dem beigefügten Informationsschreiben entnommen werden.

Der Einsatz von C-ITS ist unter gleichen Rahmenbedingungen zudem auch für die Fahrzeuge anderer Linienbetreiber und Verkehrsunternehmen etwa im Regionalbusverkehr möglich. Dadurch ist ein diskriminierungsfreier Zugang zum Grazer Verkehrssystem garantiert.

Projektkosten, Laufzeit, Folgekosten

A10/1 Straßenamt

Die Umsetzung des Technologiewechsels wird bis Ende 2025 abgeschlossen. Für die Umsetzung beschafft das Straßenamt die erforderlichen Gerätschaften. Das sind einerseits Hardware- und Softwarekomponenten für die Umrüstung an rund 165 VLSA. Andererseits sind zur Ausrüstung der Fahrzeug Hardwarekomponenten (Onboard Units, Konverter und Antennen) erforderlich.

Für das Straßenamt werden in den Jahren 2024 und 2025 Kosten in der Höhe von insgesamt EUR 1.500.000,- anfallen.

a) Zugesagte Fördereinnahmen

Für die geplanten Kosten des Straßenamtes sind Fördermittel in der Höhe von EUR 250.000,- aus dem Projekt „C-Roads Austria 3“ bereits zugesagt. Hiervon werden EUR 110.000,- als Einnahme in 2024 erwartet sowie EUR 52.500,- in 2026 und werden daher auch budgetiert. Die Differenz der bereits eingelangten Fördereinnahmen wird nicht mehr weiter berücksichtigt. In diesem Zusammenhang gilt daher: Das Einlangen

von Fördermitteln über den Betrag von EUR 162.500,- hinaus erhöht dann zu einem späteren Zeitpunkt die beantragte PG nicht bzw. kann auch nicht für weitere Folgeprojekte verwendet werden.

b) Fördereinnahmen in Bearbeitung, noch keine Zusage

Laut Fachabteilung wurde ein Förderantrag zur Lukrierung weiterer Fördermittel in der Höhe von EUR 500.000,- eingereicht und die Entscheidung des Fördergebers wird für Mitte Juni 2024 erwartet. Da sowohl die Betragshöhe als auch das Einlangdatum derzeit noch ungewiss sind, werden diese Einnahmen in Höhe von EUR 500.000,- mit diesem Stück nicht budgetiert. Sollten nähere Informationen vorliegen, kann dies nachgeholt werden. In diesem Zusammenhang gilt daher: Das Einlangen der Fördermittel erhöht dann zu einem späteren Zeitpunkt die beantragte PG nicht bzw. kann auch nicht für weitere Folgeprojekte verwendet werden.

In Anlehnung an die Schätzung der Folgekosten im Bericht an den Gemeinderat im Jahr 2019 (A10/1-030460/2019-002, A8-119719/2018-0019), sowie auf Basis der zwischenzeitlich gemachten Erfahrungen mit dieser Technologie kann mit jährlichen Folgekosten für das Straßenamt nach Projektende von etwa 8% des Investitionsvolumens gerechnet werden.

Holding Graz

Die Holding Graz Linien müssen 100 Straßenbahnen, 173 eigene Busse sowie etwa 35 Busse der Subunternehmer in den Jahren 2024 und 2025 ausstatten. Die in den Fahrzeugen verbauten Teile verbleiben im Besitz des Straßenamtes, wobei sowohl die erforderliche Datenversorgung, als auch etwaige Servicetätigkeiten an den Einheiten über das Straßenamt als Betreiber des Verkehrssteuerungssystems im Großraum Graz erfolgen. Den erforderlichen erstmaligen, fahrzeugseitigen Installationsaufwand übernehmen die Holding Graz Linien. Für die Systemnutzung der Geräte, Daten und den Service fallen für die Holding Graz Linien jährliche Betriebskosten an.

Als Folgekosten / laufende Kosten fallen bei der Holding Graz im Jahr 2025 EUR 202.000,- an. Ab dem Jahr 2026 fallen jährliche Kosten von EUR 225.000,- an. Die Kosten unterliegen in den Folgejahren einer Index-basierten Preisgleitung.

Als einmaliger Aufwand fallen bei der Holding Graz in den Jahren 2024 und 2025 rund EUR 150.000,- an. Von diesen EUR 150.000,- können im genehmigten Wirtschaftsplan der Holding Graz EUR 100.000,- von I-Mittel in den Aufwand umgewidmet werden.

Zusammengefasst sind unter Berücksichtigung der Holding Graz-internen Umwidmung zusätzliche Mittel für die Anpassung des Holding Graz Budgets ab 2024 inkl. Mittelfristplanung bis 2028 EUR 954.000,- erforderlich:

Werte in TEUR

Bezeichnung/Jahr	2024	2025	2026	2027	2028	Summe 2024-2028
Investitionen	50	50	-	-	-	100
Aufwand umgewidmet	- 50	- 50				- 100
Aufwand zus. Genehmigt	- 35	- 15				- 50
Folgekosten	-	- 202	- 225	- 234	- 243	- 904

EBITDA Auswirkung	-	35	-	217	-	225	-	234	-	243	-	954
-------------------	---	----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

Finanzierung

In SAP wurden das neue HHP 12303170 sowie 42303170 mit der Bezeichnung „ÖV-Bevorrangung mit C-ITS“ und der Deckungsring D.230317 angelegt.

Die budgetäre Bedeckung in Höhe von € 1.500.000,-- für die Jahre 2024 und 2025 erfolgt durch eine Umschichtung aus dem Investitionsfonds. Der aktuelle Stand über Höhe und bisherige Verwendung des Investitionsfonds geht aus der Ausschussinformation für den Ausschuss für Finanzen, Beteiligungen und Immobilien hervor.

Aufgrund des vorstehenden Berichtes stellen der Ausschuss für Verkehr, Stadt- und Grünraumplanung sowie der Ausschuss für Finanzen, Beteiligung und Immobilien gemäß § 45 (2) Zeile 5 und 7 iVm § 95 und § 93 Abs. 1 des Statutes der Landeshauptstadt Graz LGBI 130/1967 idF LGBI 20/2024 den

ANTRAG

der Gemeinderat wolle beschließen:

1. Die Projektgenehmigung „ÖV-Bevorrangung mit C-ITS“ in Höhe von EUR 1.500.000,00,- für die Jahre 2024 und 2025 wird beschlossen.

Die Mittel verteilen sich wie folgt:

2024	850.000,-
2025	650.000,-
Gesamt	1.500.000,-

2. Der Budgetvorsorge über EUR 850.000,- für das Jahr 2024 wird zugestimmt.

Der Finanzierungs- und Ergebnishaushalt 2024 werden wie folgt geändert:

Finanzstelle	Fonds	Finanzposition	Haushaltsprogramm	Beschreibung des HHP/der Fipos	Deckungsring	FVA 2024	EVA 2024
230	640000	1.005000	12303170	ÖV-Bevorrangung mit C-ITS / Anlagen zu Straßenbauten	D.230317	+850.000	
230	640000	2.864000	42303170	ÖV-Bevorrangung mit C-ITS / Transfers von Unternehmen (ohne FU) und andere		+110.000	+110.000
180	970000	1.729000		Verstärkungsmittel		+110.000	+110.000
180	640000	2.346000		Investitionsdarlehen		+850.000	

Die entsprechenden Budgetmittel für das Jahr 2025 in Höhe von EUR 650.000,- werden auf der Kombination Finanzstelle 230 / Fonds 640000 / Finanzposition 1.005000 / HHP 12303170 / Deckungsring D.230317 in SAP zur Verfügung gestellt.

Die Einnahme für das Jahr 2026 in Höhe von EUR 52.500,- wird auf der Kombination Finanzstelle 230 / Fonds 640000 / Finanzposition 2.864000 / HHP 42303170 in SAP zur Verfügung gestellt.

Die budgetäre Bedeckung von EUR 1.500.000, -- für 2024 und 2025 erfolgt durch eine Umschichtung aus dem Investitionsfonds. Der aktuelle Stand über Höhe und bisherige Verwendung des Investitionsfonds geht aus der Ausschussinformation für den Ausschuss für Finanzen, Beteiligungen und Immobilien hervor.

3. Das Straßenamt wird beauftragt und ermächtigt, den Technologiewechsel der ÖV-Priorisierung umzusetzen, sowie nötige Vereinbarungen und Verträge mit Projektpartnern und dem Fördergeber abzuschließen.
4. Die erforderlichen Mittel für die Holding Graz über EUR 954.000,- werden zur Verfügung gestellt.
5. Der weitere Betrieb nach Projektende wird seitens der Stadt Graz zugesichert. Die entsprechend anteiligen Betriebskosten für das Straßenamt werden ab 2025 zur Verfügung gestellt.
6. Die entsprechend anteiligen Betriebskosten für die Holding Graz werden ab 2029 zur Verfügung gestellt.
7. Die Aufwandsgenehmigung für das Projekt wird erteilt.

8. Der Vertreter der Stadt Graz in der Generalversammlung der Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH und in der GBG Gebäude-u. Baumanagement Graz GmbH, in beiden StR Manfred Eber, wird ermächtigt, mittels beiliegendem Umlaufbeschluss folgenden Anträgen zuzustimmen:

- Zustimmung zur Beschlussfassung im schriftlichen Weg gem. § 34 GmbHG
- Zustimmung zur Umsetzung einer zukunftsfähigen ÖV-Bevorrangung mit C-ITS und der damit – bezogen auf den genehmigten Wirtschaftsplan 2025 sowie die Mittelfristplanung bis 2028 – verbundenen Umwidmung von Investitionsmittel von insgesamt € 100.000,-- in den Aufwand sowie die Aufnahme des Aufwandes für die Erstinstallation von insgesamt € 50.000,-- und der laufenden Betriebskosten von insgesamt € 904.000,-- wie folgt:

Bezeichnung/Jahr	2024	2025	2026	2027	2028	Summe 2024-2028
Investitionen	50	50	-	-	-	100
Aufwand umgewidmet	- 50	- 50				- 100
Aufwand zus. genehmigt	- 35	- 15				- 50
Folgekosten	-	- 202	- 225	- 234	- 243	- 904
EBITDA Auswirkung	- 35	- 217	- 225	- 234	- 243	- 954

Anlage/n: Informationsschreiben C-IST

Umlaufbeschluss

Der Bearbeiter:

DI (FH) Bernd Cagran-Hohl, MSc

Die Bearbeiterin:

Claudia Buritsch BSc MSc

Der Abteilungsvorstand:

DI Thomas Fischer

Der Baudirektor

Mag. DI. Bertram Werle

Die Bearbeiterin:

Mag.a Ulrike Temmer

Der Finanzdirektor:

Mag. Johannes Müller

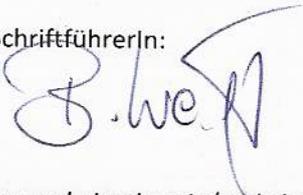
Der Stadtrat:
Manfred Eber

Die Bürgermeisterstellvertreterin:
Mag. Judith Schwentner

Vorberaten und einstimmig/mehrheitlich/mit 9 Stimmen angenommen/abgelehnt/
unterbrochen in der Sitzung des

Ausschusses für Verkehr, Stadt- und Grünraumplanung

Der/Die SchriftführerIn:



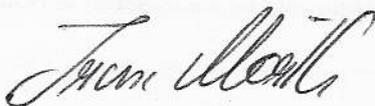
Der/Die Vorsitzende:



Vorberaten und einstimmig/mehrheitlich/mit _____ Stimmen angenommen/abgelehnt/
unterbrochen in der Sitzung des

Ausschuss für Finanzen, Beteiligungen und Immobilien

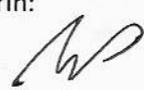
Der/Die SchriftführerIn:



Der/Die Vorsitzende:



Abänderungs-/Zusatzantrag: Eventuelle Änderungen und Ergänzung sind zu protokollieren!

Der Antrag wurde in der heutigen		<input checked="" type="checkbox"/> öffentlichen	<input type="checkbox"/> nicht öffentlichen Gemeinderatssitzung
<input type="checkbox"/>	bei Anwesenheit von GemeinderätInnen		
<input checked="" type="checkbox"/>	einstimmig	<input type="checkbox"/>	mehrheitlich (mit Stimmen /..... Gegenstimmen) angenommen.
<input type="checkbox"/>	Beschlussdetails siehe Beiblatt		
Graz, am <u>16.05.2024</u>		Der/die SchriftführerIn:	
			

	Signiert von	Cagran-Hohl Bernd
	Zertifikat	CN=Cagran-Hohl Bernd,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2024-05-07T15:19:17+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Fischer Thomas
	Zertifikat	CN=Fischer Thomas,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2024-05-07T19:16:29+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Werle Bertram
	Zertifikat	CN=Werle Bertram,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2024-05-08T08:21:03+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Temmer Ulrike
	Zertifikat	CN=Temmer Ulrike,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2024-05-08T08:31:07+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Buritsch Claudia
	Zertifikat	CN=Buritsch Claudia,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2024-05-08T08:40:23+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Gessl Sandra
	Zertifikat	CN=Gessl Sandra,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2024-05-08T09:15:48+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

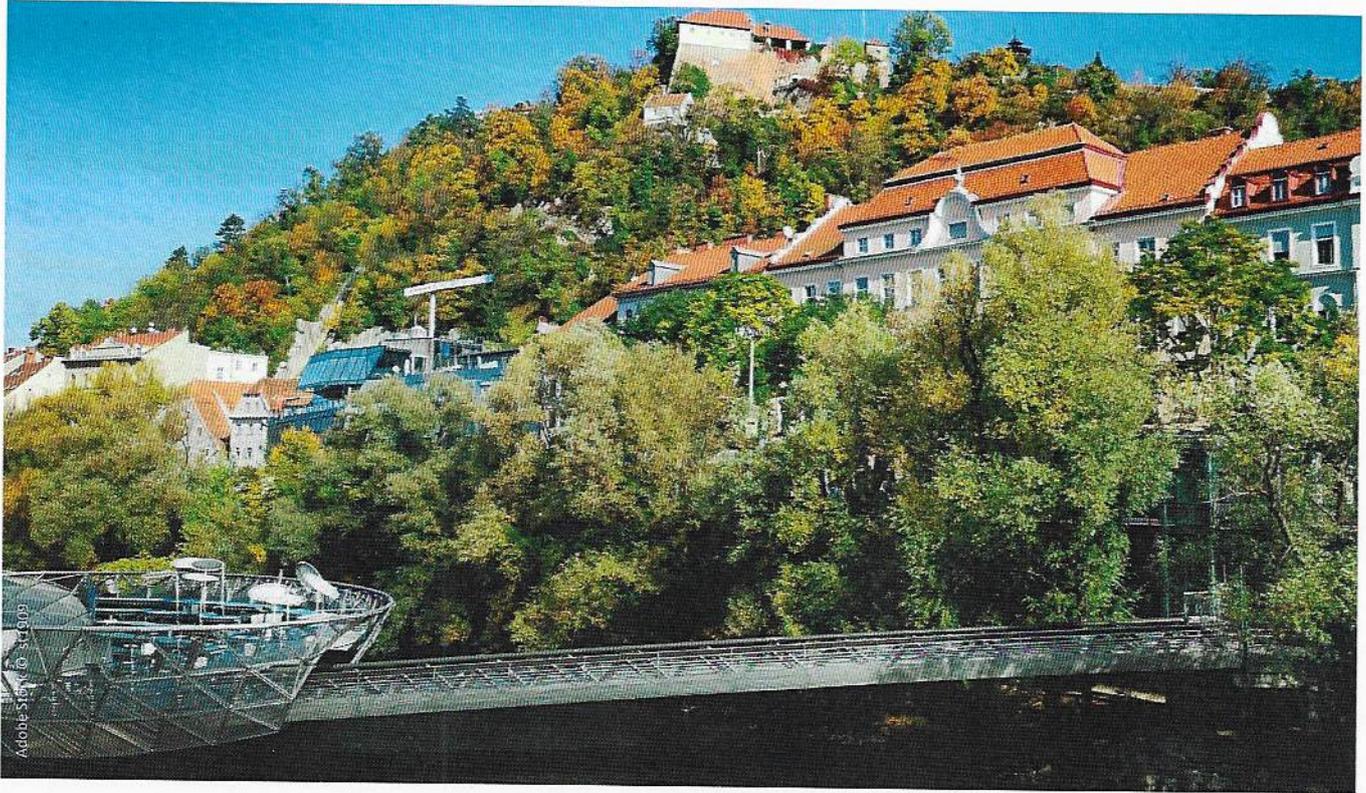
	Signiert von	Müller Johannes
	Zertifikat	CN=Müller Johannes,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2024-05-08T09:25:14+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.



Signiert von	Schwentner Judith
Zertifikat	CN=Schwentner Judith,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
Datum/Zeit	2024-05-08T15:52:23+02:00
Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.



Signiert von	Eber Manfred
Zertifikat	CN=Eber Manfred,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
Datum/Zeit	2024-05-10T08:37:43+02:00
Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.



Informationsschreiben “C-ITS”

Cooperative Intelligent Transport System

Straßenamt

Verkehrssteuerung & Straßenbeleuchtung

Europaplatz 20, 8011 Graz

graz.at/strassenamt

Bearbeiterin: DI Elisabeth Burghard / elisabeth.burghard@stadt.graz.at / DW: 3693
Stand: 3. April 2024

GRAZ

Inhaltsverzeichnis

1. Ziel des Informationsschreibens	3
2. Was ist C-ITS?	3
2.1. Kommunikationsweg	4
2.1.1. ITS G5 / pWLAN / WLANp	4
2.1.2. Mobilfunk	4
2.2. Entwicklung von C-ITS	4
2.3. Standardisierung	5
3. Positionierung im nationalen und internationalen Kontext	5
3.1. Europa	5
3.2. Österreich	5
3.3. Graz	6
4. Services und Use Cases	6
4.1. Service: In-Vehicle Signage (IVS)	6
4.2. Service: Hazardous Locations Notification (HLN)	6
4.3. Service: Road Works Warning (RWW)	7
4.4. Service: Signalised Intersections (SI)	7
5. Beispiel: TLP – Traffic Light Prioritisation	7
5.1. Herausforderung	7
5.2. Migrationsweg	7
5.3. Kurzfristiger und Langfristiger Nutzen	8
6. Weiterführende Links	8

1. Ziel des Informationsschreibens

Dieses Dokument soll grundlegende Informationen zum Thema C-ITS liefern. Die nachfolgenden Kapitel versuchen, die komplexe Thematik in möglichst kompakter Form zusammenzufassen. Das Dokument hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit und kann zukünftig ergänzt und überarbeitet werden. Weiterführende und detailliertere Informationen sind in Kapitel 6 unter den weiterführenden Links auffindbar.

2. Was ist C-ITS?

C-ITS steht für „Cooperative Intelligent Transport Systems“ (übersetzt: „Kooperative intelligente Verkehrstechnik“) und beschreibt eine Technologie zum Austausch von standardisierten Nachrichten zwischen Fahrzeugen untereinander (V2V) oder und zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur (V2I & I2V).

Innerhalb dieser Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen gibt es mehrere Unterscheidungen, je nachdem wer Daten austauscht:

- **I2V (Infrastructure to Vehicle):**

Die Datenübertragung erfolgt von der Infrastruktur zum Fahrzeug. Infrastrukturanlagen senden Nachrichten aus. Empfangsfähige Geräte können die Nachrichten wahrnehmen, interpretieren und auf Basis von festgelegten Regeln entscheiden, ob der Informationsgehalt für den Fahrer relevant ist.

- **V2I (Vehicle to Infrastructure):**

Die Datenübertragung erfolgt vom Fahrzeug zur Infrastruktur. Bei der direkten Kommunikation mit der Infrastruktur übermittelt das Fahrzeug einerseits Informationen über sich selbst, z.B., um an VLSA priorisiert zu werden. Andererseits kann das Fahrzeug auch Informationen übermitteln, die es aus seiner unmittelbaren Umgebung wahrgenommen hat.

- **V2V (Vehicle to Vehicle):**

Die Datenübertragung erfolgt zwischen Fahrzeugen. Der Austausch dieser Nachrichten hat einen großen Einfluss auf die Fahrzeugsicherheit, insbesondere bei der Weiterentwicklung von Unfallvermeidungssystemen. Durch V2V-Kommunikation können Fahrzeuge drahtlos Informationen über Geschwindigkeit und Position anderer V2V-fähiger Fahrzeuge in ihrer Umgebung erhalten. Diese Daten dienen dazu, Fahrer vor potenziellen Gefahren (wie z.B. gefährliche Verkehrs- oder Straßenbedingungen, Wettergefahren) zu warnen und Unfälle sowie Verkehrsstaus zu reduzieren.

- **V2X (Vehicle to Everything):**

V2X steht allgemein für „Vehicle-to-Everything“, also die Kommunikation des Fahrzeugs mit allen empfangsfähigen Verkehrsteilnehmern und Strukturen in der näheren Umgebung. Die Fahrzeuge senden standardisierte Nachrichten mit Informationen wie z.B.: Geschwindigkeit, Position und weitere Zustandsinformationen enthalten. Somit können sowohl empfangende Fahrzeuge als auch empfangende Infrastruktur diese Informationen verwenden, um das bereits vorhandene Abbild des Umfelds zu erweitern und zu schärfen.

Ein weiteres wesentliches Merkmal von C-ITS ist die Absicherung der Kommunikation und der Vertrauenswürdigkeit der Nachrichten durch die Nutzung von digitalen Zertifikaten auf Basis einer PKI (Public Key Infrastructure). So kann sichergestellt werden, dass Fahrzeuge und Infrastruktur sich gegenseitig vertrauen, auch wenn sie sich noch nie getroffen/verbunden haben.

2.1. Kommunikationsweg

Moderne Kommunikationswege bilden den Grundstein innovativer Methoden zur Steuerung von Verkehrssituationen. Man unterscheidet bei der Datenübertragung zwischen großräumigen (long range) und kleinräumigen (short range) Übertragungen.

2.1.1. ITS G5 / pWLAN / WLANp

ITS-5G ist ein Standard für die Fahrzeugvernetzung und basiert auf dem WLAN-Standard IEEE 802.11p. Mithilfe dieses Standards sollen Fahrzeuge und Verkehrstechnik untereinander in unmittelbarer Umgebung (lokal, kleinräumig) kommunizieren. Über sogenannte Road-Side-Units (RSU) an der Infrastruktur bzw. On-Board-Units (OBU) im Fahrzeug wird ein Signal empfangen und weitergeleitet. Sobald die Fahrzeuge in den Kommunikationsradius einer RSU einfahren und diese gerade eine Nachricht schickt, bekommt das Fahrzeug die Meldung übermittelt. Das Fahrzeug schickt, sobald die RSU in ihrer Kommunikationsreichweite liegt, eine Nachricht über ihren eigenen Zustand (CAM / Cooperative Awareness Message). Mit dieser Kommunikationstechnologie können Signale mindestens 300-400 Meter weit übertragen werden. Bei optimalen Bedingungen können sogar Reichweiten von bis zu 1000 Metern erreicht werden.

2.1.2. Mobilfunk

Über größere Strecken kann die Kommunikation für C-ITS über moderne Mobilfunkstandards wie UMTS, LTE oder in Zukunft 5G abgewickelt werden. Mit diesen Mobilfunkstandards sind Datenübertragungsraten von 1000 Mbit/s (LTE) und 10 GBit/s (5G) zu erreichen. Die Nachrichten können von einer zentralen Stelle abgefragt werden. Die Kommunikation erfolgt über das Funknetz.

2.2. Entwicklung von C-ITS

Der Ursprung von C-ITS liegt in der Bestrebung, den Verkehr sicherer und effizienter zu gestalten. In den frühen 2000ern wurde mit den Möglichkeiten der drahtlosen Kommunikation ein weiterer wichtiger Schritt gesetzt. In den letzten Jahren erfuhr die Entwicklung von C-ITS eine starke Beschleunigung, insbesondere durch Fortschritte in den Bereichen drahtlose Kommunikationstechnologien und Sensortechnik. C-ITS ist nun so weit entwickelt, dass es wesentlich zu einer Steigerung der Verkehrssicherheit und Effizienz beitragen kann.

Anfänglich wurde das hochrangige Straßennetz (Autobahnen und Schnellstraßen) als wichtigstes Einsatzgebiet für C-ITS gesehen. Seit 2019 zeigt sich aber, dass der urbane Raum genauso großes Potenzial bietet. Nach und nach werden immer mehr Use Cases standardisiert, die auch einer Verbesserung des Verkehrsmanagements dienen und somit vorrangig Städten und Ballungsräumen zugutekommen. Mit dem aktuellen Entwicklungsstand können Überlegungen zur aktiven Einbindung weiterer Verkehrsmodi (wie z.B. Radverkehr) und Fahrzeuggruppen angestellt werden.

C-ITS ermöglicht zudem eine präzise Erfassung von Verkehrsdaten über eine gewisse Distanz. Live-Statistiken zu Wartezeiten, Haltevorgängen, Staulängen, Abbiegebeziehungen und Geschwindigkeiten werden sekundlich generiert. Diese detaillierten Informationen machen das Verkehrsmanagement nicht nur sicherer, sondern auch effizienter.

2.3. Standardisierung

Die laufende Entwicklung im Bereich von C-ITS konzentriert sich auf die Standardisierung von Technologien und Protokollen, um Interoperabilität und Kompatibilität zwischen verschiedenen Systemen (z.B. der Fahrzeughersteller) sicherzustellen. Nationale und internationale Gremien, wie die Europäische Kommission, die Internationale Organisation für Normung (ISO) und das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), arbeiten gemeinsam mit Industrie und Forschungseinrichtungen an der Festlegung von einheitlichen Standards für C-ITS.

Die C-Roads Plattform und das Car2Car Consortium arbeiten gemeinsam an neuen Use Cases sowie an der Parametrierung und Weiterentwicklung alter Use Cases. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen EU-Mitgliedsstaaten, Städten, Straßenbetreibern und Fahrzeugherstellern soll garantiert werden, dass die ausgesendeten Nachrichten auch im Fahrzeug und, noch viel wichtiger, bei der lenkenden Person ankommen.

3. Positionierung im nationalen und internationalen Kontext

3.1. Europa

Europa hat sich im internationalen Kontext als führender Akteur im Bereich der kooperativen intelligenten Verkehrssysteme (C-ITS) positioniert. Die europäischen Länder arbeiten im Rahmen der C-Roads Plattform eng zusammen, um einheitliche Standards und Richtlinien für die Implementierung und die Weiterentwicklung von C-ITS festzulegen.

Europa hat die vielversprechenden Möglichkeiten erkannt, die die Vernetzung von Fahrzeugen und der Infrastruktur mit sich bringen. Es wurden entsprechende Initiativen geschaffen, um die Mitgliedsstaaten aktiv bei der Einführung der Technologie zu unterstützen.

Europa spielt auch eine wichtige Rolle bei der Zusammenarbeit mit anderen Regionen und Ländern weltweit, um globale Standards zu etablieren und Best Practices aufzuzeigen. Der intensive Austausch und die Vernetzung z.B. mit Australien haben dazu geführt, dass dort C-ITS nach den europäischen Standards ausgerollt wird. Auch der asiatische Raum zeigt immer öfter Interesse an den in Europa entwickelten Standards und Strukturen.

3.2. Österreich

Österreich hat sich schon früh in verschiedenen Projekten mit gemeinsamen Standards für die Implementierung von C-ITS beschäftigt. Mittlerweile konnte sich Österreich u.a. auch durch die Arbeit in der C-Roads Plattform als wichtiger Vorreiter positionieren. Österreich wirkt dort, vertreten durch verschiedene Personen, stark an der Organisation und auch in den Arbeitsgruppen der Plattform mit. Der enge Austausch und die Vernetzung mit anderen europäischen Ländern unterstreichen die Kompetenz und die Expertise, die Österreich in diesem Fachbereich zu bieten hat.

Europaweit gilt die ASFINAG gemeinsam mit Der Autobahn GmbH in Deutschland als Vorzeige-Beispiele in der großflächigen, erfolgreichen Ausrollung am Autobahnnetz. Die ASFINAG ist mit verschiedenen, sicherheitsrelevanten Use Cases bereits am gesamten Autobahnnetz operativ. Derzeit erfolgt eine

Erweiterung des Use Case Spektrums und die Ausrollung der technologisch notwendigen Infrastruktureinheiten wird auf das Schnellstraßennetz ausgedehnt.

Die österreichischen Städte Wien, Salzburg und Graz sind seit 2019 auch Teil der C-Roads Plattform und arbeiten gemeinsam an der urbanen Umsetzung von C-ITS. In den letzten Jahren konnten auch Klagenfurt (seit 2022) und Linz (seit 2023) für pilothafte C-ITS Implementierungen gewonnen werden.

3.3. Graz

Seit dem Beitritt zur C-Roads Plattform über die Förderprojekte C-Roads Austria 2 und C-Roads Austria 3 hat die Stadt Graz unterschiedliche Use Cases getestet. Es zeigte sich, dass die Durchdringungsrate mit C-ITS-fähigen Serienfahrzeugen in Graz noch sehr gering ist. Eine große Chance wurde in der Ausstattung der kommunalen Services identifiziert.

Derzeit liegt der Fokus auf der Priorisierung des Öffentlichen Verkehrs, es gibt aber noch weitere Ideen, wie die kommunalen Services durch die verfügbaren Use Cases sicherer und effizienter gestaltet werden können und gleichzeitig das Grazer Verkehrssystem durch den Einsatz von C-ITS verbessert werden kann. Weitere Beispiele für den sinnvollen Einsatz von C-ITS wären etwa die Priorisierung von Feuerwehrfahrzeugen und die Absicherung von Einsatzstellen. Eine Erhöhung der Arbeitssicherheit wäre auch durch die Ausstattung der Holding Graz Stadtraum Fahrzeuge möglich, die bei Arbeiten auf der Fahrbahn eine Warnmeldung an herannahende Fahrzeuge aussenden.

4. Services und Use Cases

Im Kontext der C-Roads Spezifikationen wird von Services und Use Cases gesprochen. Ein Service beschreibt ein Oberthema zu dem mehrere Use Cases gehören. Ein Beispiel ist der Service „Hazardous Locations Notification“. Alle dazugehörigen Use Cases beschreiben die Warnung vor eine spezielle Art von Gefahrenstelle oder Gefahrenzone.

Ein Use Case beschreibt somit eine konkrete Anwendungssituation der C-ITS Technologie. In den standardisierten Use Case Beschreibungen sind neben qualitativen Beschreibungen auch technische Details, wie z.B. der Übertragungskanal, die Häufigkeit der Nachrichtenübermittlung oder der zu verwendende Nachrichtentyp enthalten.

Die nachfolgende Auflistung zeigt einen Teil der derzeit bereits standardisierten Services und Use Cases aus der C-Roads Plattform (Stand: Release 2.0.9).

4.1. Service: In-Vehicle Signage (IVS)

- *Traffic Signs (IVS-TS)*: Übermittlung und Anzeige von Verkehrszeichen im Fahrzeug
- *Free Text (IVS-FT)*: Übermittlung von z.B. Texten von Variable Message Signs (Überkopfanzeigen)

4.2. Service: Hazardous Locations Notification (HLN)

- *Accident Zone (HLN-AZ)*: Warnung vor einer Unfallstelle
- *Traffic Jam Ahead (HLN-TJA)*: Warnung vor einem Stauende in Fahrtrichtung
- *Stationary Vehicle (HLN-SV)*: Warnung vor einem stehenden / liegen gebliebenen Fahrzeug

- *Animal or person on the road (HLN-APR)*: Warnung vor Tieren und Personen auf der Straße
- *Obstacle on the road (HLN-OR)*: Warnung vor Gegenständen auf der Fahrbahn
- *Emergency or Rescue/Recovery Vehicle in Intervention (HLN-ERVI)*: Warnung vor einem Einsatzort, der durch Einsatzfahrzeuge abgesichert ist
- *Emergency or Prioritised Vehicle Approaching (HLN-EPVA)*: Warnung vor einem herannahenden Einsatzfahrzeug
- *Public Transport Vehicle Crossing (HLN-PTVC)*: Warnung vor einem Verflechtungsbereich mit dem ankommenden ÖV-Fahrzeug
- *Public Transport Vehicle at a Stop (HLN-PTVS)*: Warnung, dass sich ein Fahrzeug in einer Haltestelle befindet (querende Fußgänger, ausfahrendes ÖV-Fahrzeug etc.)

4.3. Service: Road Works Warning (RWW)

- *Road Closure (RWW-RC)*: Information über Straßensperre
- *Road Works Mobile (RWW-RM)*: Information über ein im Einsatz befindliches Baustellen- oder Straßendienstfahrzeug
- *Winter Maintenance (RWW-WM)*: Information über ein Fahrzeug des Winterdiensts

4.4. Service: Signalised Intersections (SI)

- *Signal Phase and Timing Information (SI-SPTI)*: Auskunft über die aktuelle Signalphase an VLSA
- *Traffic Light Prioritisation (SI-TLP)*: Priorisierung an VLSA
- *Emergency Vehicle Priority (SI-EVP)*: Priorisierung von Blaulichtfahrzeugen an VLSA

5. Beispiel: TLP – Traffic Light Prioritisation

Ein möglicher Use Case mit C-ITS ist die Priorisierung an VLSA. Einige europäische Städte haben ihre ÖV-Priorisierung bereits auf C-ITS umgestellt oder sind gerade dabei. Gerade in Deutschland beschäftigen sich auch viele Städte und Verkehrsunternehmen mit dem Thema, da dort ein bundesweites Ende des aktuell verwendeten Funkfrequenzbandes im Raum steht (bundesweit einheitliches Frequenzband für ÖV soll Ende 2028 auslaufen).

5.1. Herausforderung

Der Use Case und die dazugehörigen Nachrichten sind bereits standardisiert. Die Herausforderung beim Umstieg von der einen Technologie zur anderen ist die Migration im laufenden Betrieb. In den meisten Städten, die sich derzeit mit dem Umstieg beschäftigen, wird ein Ausfall der Priorisierung, auch wenn dieser in den „Fahrgast-schwächeren“ Monaten im Sommer – also im Ferienfahrplan – stattfindet, als nicht tragbar gesehen. In Graz kommt hier noch erschwerend hinzu, dass mit der Deadline der RTR (Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH) ein sportlicher Zeitplan durch das definitive Ende der Funkfrequenzverfügbarkeit vorgeschrieben ist.

5.2. Migrationsweg

In Graz wird in einem ersten Schritt die exakt gleiche Funktionalität, die momentan mit den Funktelegrammen umgesetzt werden, mit C-ITS nachgebildet. Dazu wird eine CAM (Cooperative Awareness

Message) mit einer Erweiterung um das R09.xx-Telegramm verwendet. Somit gibt es weiterhin die bereits bekannten Meldestrecken mit Vor- und Hauptanmeldung sowie einer Abmeldung. Statt den Meldepunkten werden bei C-ITS aber verortete Detection Zones eingerichtet, in denen die OBU erkannt wird. Abhängig von der empfangenen Position und der mitgesendeten Linie vom ÖV-Fahrzeug wird ein Eingriff am Signalprogramm der VLSA durchgeführt.

Mittel- bis langfristig soll die Priorisierung aber auf die fortschrittlichere Nachrichtenkombination SRM und SSM (Signal Request Message und Signal Status Message) umgestellt werden. Mithilfe der SRM fragt das ÖV-Fahrzeug um die Freigabe bei der nächsten VLSA an. Mithilfe der SSM bekommt das ÖV-Fahrzeug von der VLSA die Information, dass die Anfrage angekommen ist und wann es mit einer Freigabe rechnen kann.

5.3. Kurzfristiger und Langfristiger Nutzen

Für den Anwendungsfall ÖV-Priorisierung bringt der Einsatz von C-ITS bereits kurzfristig Vorteile. Mithilfe der CAM mit R09.xx – Erweiterung kann die heutige Funktionalität mit derselben Qualität erhalten bleiben. Im Vergleichstest mit der Funkpriorisierung erreicht C-ITS aber eine wesentlich höhere Verlässlichkeit. Seltener als bei der derzeitigen Technologie kommt es zu nicht gesendeten Nachrichten, da die Erfassungsbereiche (Detection Zones) flächig (und dadurch größer als der Meldepunkt) sind. Zusätzlich ist die Positionierung durch die hohe Übertragungsfrequenz genauer.

Langfristig können mit dem Umstieg auf die wesentlich dynamischere Nachrichtenkombination aus SRM und SSM wesentliche Verbesserungen im ÖV-Betrieb aber auch im Management des gesamten Grazer Verkehrssystems erreicht werden.

Die Kombination SRM / SSM kann durch die zusätzlichen, übermittelten Informationen, wie z.B. Belegungsgrad, Verspätung / Verfrühung, voraussichtliche Ankunftszeit an der nächsten VLSA etc., eine bedarfsgerechte Steuerung ermöglichen. Damit geht ein höherer Komfort für die Fahrgäste einher, da z.B. durch die laufend übermittelte Position der Fahrzeuge eine Verbesserung der Echtzeitdaten zu erwarten ist.

Abgesehen vom Nutzen, der direkt mit der Einführung der ÖV-Priorisierung steht, kann durch die flächendeckende Ausrollung von C-ITS im Grazer Stadtgebiet auch die Verkehrssicherheit gesteigert werden, z.B. mit Warnungen vor Baustellen oder Gefahren auf der Straße (querende Fußgänger:innen, Glatteis oder Starkregen) oder der Kommunikation der Signalphase mit entsprechenden Restphasenzeiten.

6. Weiterführende Links

C-Roads Platform: <https://www.c-roads.eu/platform.html>

Car-2-Car Communication Consortium: <https://www.car-2-car.org/about-c-its>

C-ITS Strategie Österreich (bmvit, 2016):

https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/alternative_verkehrskonzepte/telematik_ivs/publikationen/citsstrategie.html

Blogbeitrag „Vernetzte Autos, intelligenter Verkehr: Was C-ITS ist, was es kann und wem es nutzt“ (ASFINAG/Jacqueline Erhart, zuletzt aktualisiert am 18.11.2019, abgerufen am 26.03.2024)

<https://blog.asfinag.at/innovationsgeist/c-its-vernetzte-autos-intelligenter-verkehr/>

Blogbeitrag „C-ITS oder wie Kommunikation zwischen Fahrzeug und Straße die Verkehrssicherheit erhöht“ (ASFINAG/Jacqueline Ehrhart, zuletzt aktualisiert am 28.11.2019, abgerufen am 26.03.2024)

<https://blog.asfinag.at/innovationsgeist/c-its-oder-wie-kommunikation-zwischen-fahrzeug-und-strasse-die-verkehrssicherheit-erhoeht/>

FACTSHEET

ÖV-Priorisierung in Graz

HANDLUNGSBEDARF

In Graz gibt es konkreten Handlungsbedarf bei der Technologie der ÖV-Priorisierung. Aufgrund von Reorganisationsmaßnahmen der RTR (Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH) muss das derzeit genutzte Funkfrequenzband für die ÖV-Priorisierung und den Betriebsfunk bis zu einem festgelegten Datum freigeräumt werden.

BISHERIGE TECHNOLOGIE

Seit Mitte der 1990er wurde die ÖV-Priorisierung in Graz mithilfe von Funktelegrammen abgewickelt. An jeder relevanten Kreuzung wurden für die notwendigen Fahrrelationen Meldestrecken erstellt. Diese setzen sich aus Meldepunkten für die Vor- und Hauptanmeldung sowie für die Abmeldung zusammen.

NEUE TECHNOLOGIE

C-ITS (Cooperative Intelligent Transport System) ist eine Technologie, die zur Kommunikation zwischen Fahrzeugen oder zwischen Fahrzeug und Infrastruktur genutzt werden kann. Es gibt eine standardisierte Nachricht zur Kommunikation, die mithilfe einer kleinen Erweiterung genutzt werden kann, um die heutige Anmeldelogik in derselben Form umzusetzen. So kann ein einfacher Umstieg gewährleistet werden.

ZUKUNFTSFÄHIGKEIT VON C-ITS

Mithilfe von C-ITS ist es einerseits kurzfristig möglich, die Funktionalität des ÖV-Systems aufrecht zu erhalten und in einzelnen Bereichen (z.B. Verlässlichkeit) kleine Verbesserungen herbeizuführen. Andererseits können mittel- bis langfristig, durch die Einführung von dynamischeren Nachrichtentypen für die Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeug, wesentliche Verbesserungen für den ÖV-Betrieb und das gesamte Verkehrsmanagement umgesetzt werden.

HARD FACTS

Für die Umstellung von der Funkpriorisierung auf C-ITS sind...

- die Ausrüstung von rund 165 Verkehrslichtsignalanlagen,
- die Ausrüstung von rund 200 Bussen und
- die Ausrüstung von rund 100 Straßenbahnen notwendig.

Die Ausrüstung von Bussen und Straßenbahnen wird aus betrieblichen und organisatorischen Gründen vorrangig in den Sommermonaten durchgeführt werden.

Die Ausrüstung und Inbetriebnahme der zusätzlichen VLSA-Komponenten erfolgen sukzessive im gesamten Stadtgebiet. Bei Neubauten wird künftig bereits bei der Planung evaluiert, inwiefern eine initiale Ausrüstung mit C-ITS Sinn macht.

Gesellschafterbeschluss

der Gesellschafter der
Holding Graz – Kommunale Dienstleistungen GmbH

Gesellschafter	Anteil am Stammkapital:	
	absolut	in %
Stadt Graz	EUR 49,921.513,33	99,8431%
GBG Gebäude- und Baumanagement Graz GmbH	EUR 78.486,67	0,1569%

- Die diesen Beschluss unterfertigenden Gesellschafter erklären sich mit der Form der schriftlichen Abstimmung im Umlaufwege einverstanden.
- Zustimmung zur Umsetzung einer zukunftsfähigen ÖV-Bevorrangung mit C-ITS und der damit – bezogen auf den genehmigten Wirtschaftsplan 2025 sowie die Mittelfristplanung bis 2028 – verbundenen Umwidmung von Investitionsmittel von insgesamt € 100.000,-- in den Aufwand sowie die Aufnahme des Aufwandes für die Erstinstallation von insgesamt € 50.000,-- und der laufenden Betriebskosten von insgesamt € 904.000,-- wie folgt:

Bezeichnung/Jahr	2024	2025	2026	2027	2028	Summe 2024-2028
Investitionen	50	50	-	-	-	100
Aufwand umgewidmet	- 50	- 50				- 100
Aufwand zus. genehmigt	- 35	- 15				- 50
Folgekosten	-	- 202	- 225	- 234	- 243	- 904
EBITDA Auswirkung	- 35	- 217	- 225	- 234	- 243	- 954

Die Gesellschafter bestätigen mit ihrer Unterschrift unter Beisetzung des Datums die Zustimmung / Ablehnung zu dem unter Punkt 1. bis 2. dargestellten Antrag.

	Zustimmung zur Beschlussfassung im Umlaufwege		Zustimmung zum Antrag
..... Datum:	JA / NEIN Stadt Graz, StR Manfred Eber (gefertigt aufgrund des Gemeinderats-Beschlusses vom 16.5.2024, GZ: A10/1-048201/2024/0001, A8-115740/2023-18, A8 020081/2006-338, 021515/2006-333)	JA / NEIN
..... Datum:	JA / NEIN GBG Gebäude- und Baumanagement Graz GmbH, Mag. Günter Hirner, MEng	JA / NEIN