

Machbarkeitsstudie für den Einsatz automatisierter Shuttles in Norderstedt-Glashütte

Ergebnisse und weiteres Vorgehen



Holger Michelmann, Interlink GmbH und Büro autoBus



Anlage 1 zu TOP 7
Präsentation + Kurzdarstellung
der Machbarkeitsstudie

Bisherige Arbeiten

1

Stadtpark (Vorlaufbetrieb)

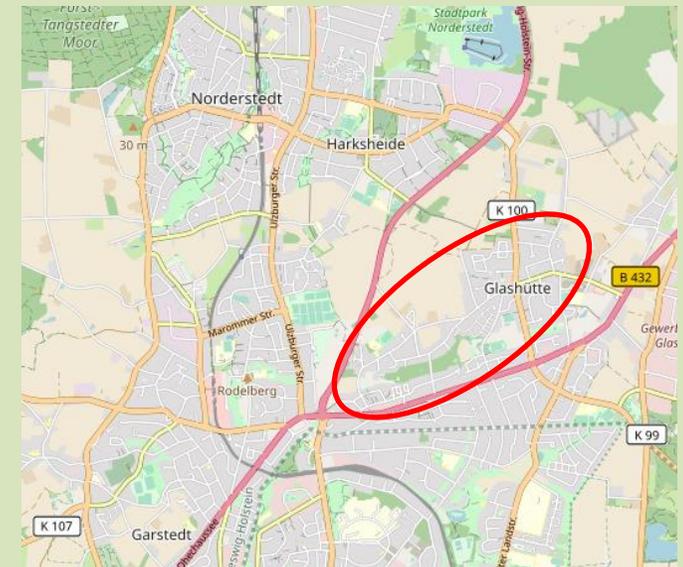


Grüne Heyde (zukünftiger verkehrlicher Nutzen)



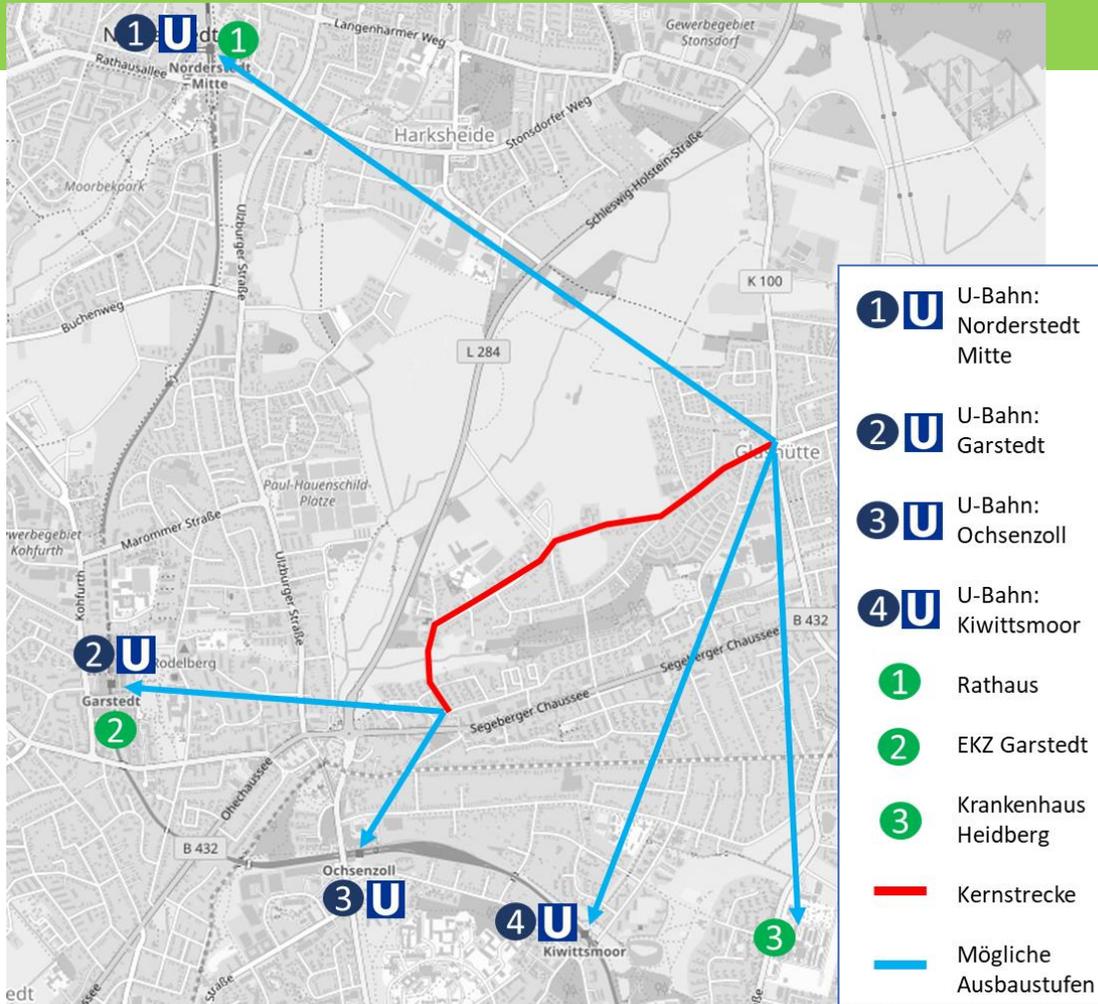
2

Glashütter Damm



(heutiger)
Verkehrlicher
Nutzen

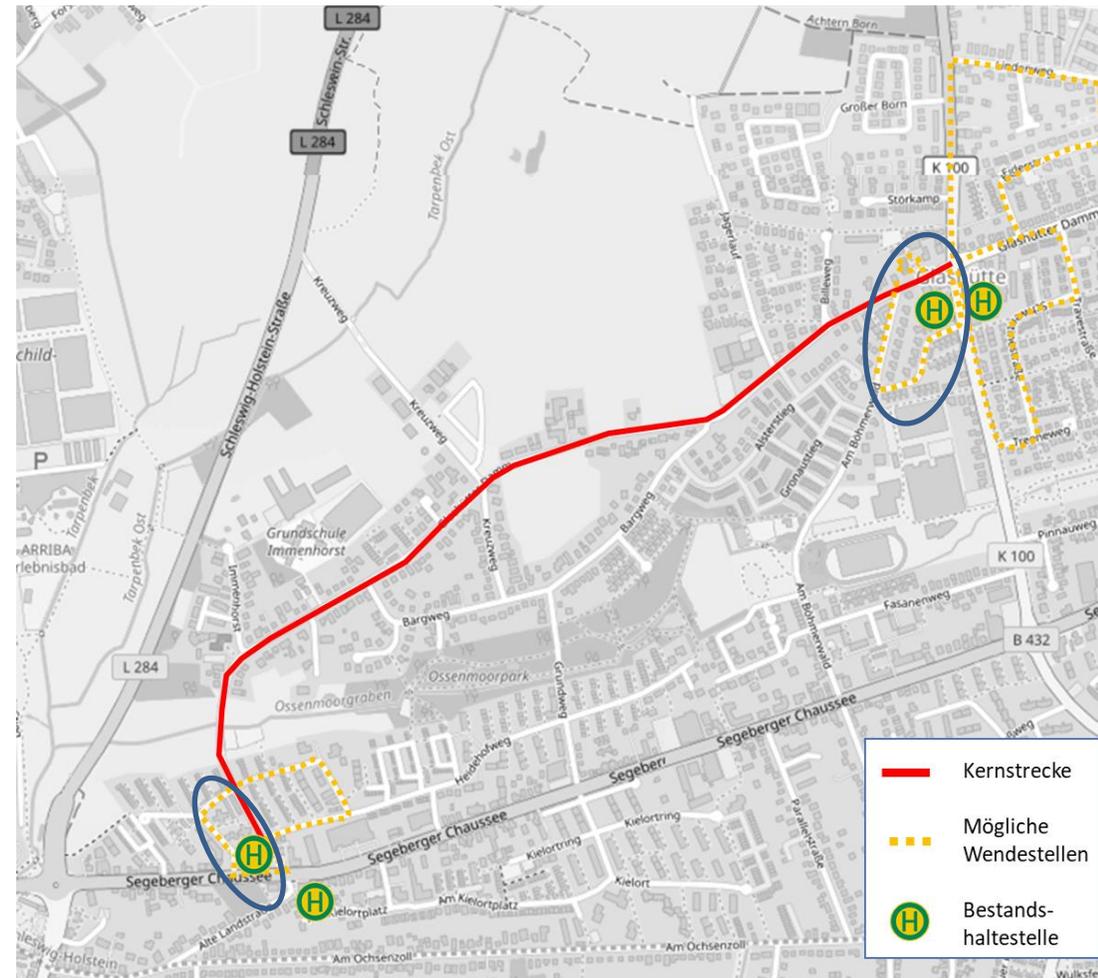
Kernstrecke und weitere Optionen



- Kernstrecke Glashütter Damm
- davon ausgehend sind weitere Optionen grundsätzlich umsetzbar:
 - nach Norderstedt Mitte
 - nach Garstedt
 - nach Ochsenzoll
 - nach Kiwittsmoor
 - zu Asklepios Heidberg

Glashütter Damm umsetzbar

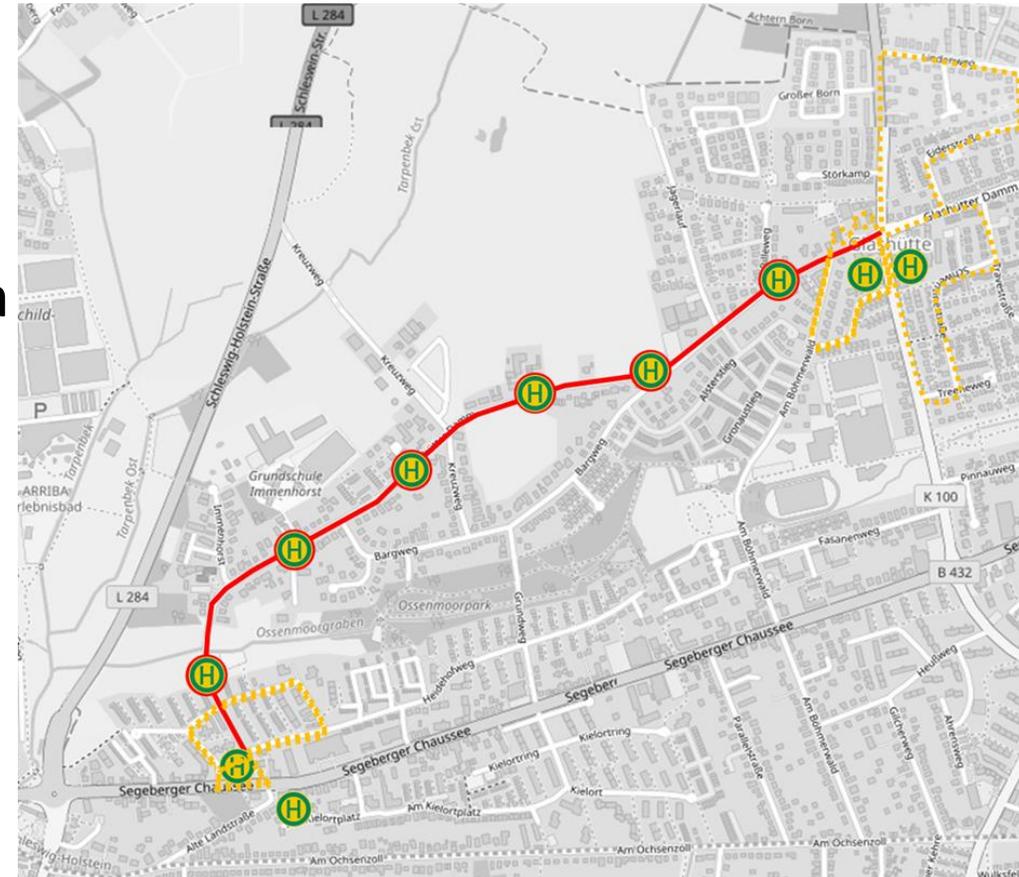
- Umsetzbar, ist aber nicht anspruchslos wegen u. a. der aktuell zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf der Kernstrecke und straßenbegleitendem Parken
- Kernstrecke mit Wenden im Westen über Ebereschenweg und Holunderweg und im Osten über Poppenbütteler Straße – Op den Kamp – Am Böhmerwald



Streckenführung Kernstrecke inkl. mögliche Wendestellen und Anknüpfungspunkte/Bestandshaltestellen; Quelle: OpenStreetMap, eigene Bearbeitung

Glashütter Damm umsetzbar

- 8 Haltestellen
- Mit einem Fahrzeug ist 40-Minuten-Takt mit Ladepausen möglich; mit zwei Fahrzeugen 40-Minuten-Takt ohne Ladepausen; bei 4 Fahrzeugen 20-Minuten-Takt
- Erforderliche Maßnahmen zur Umsetzung
 - Einrichten von Haltestellen auf dem Glashütter Damm
 - Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h
 - Umstrukturierung von Parkplätzen
 - ggf. technische Ergänzungen der Lichtsignalanlagen



Streckenführung Kernstrecke inkl. mögliche Wendestellen, Anknüpfungspunkte/Bestandshaltestellen und Vorschlag neue Haltestellen; Quelle: OpenStreetMap, eigene Bearbeitung

Kosten

Aufwand inkl. Infrastruktur und Betriebskosten für drei Jahre Betrieb	Variante Kauf	Variante Anmietung
bei einem Fahrzeug (40-Minuten-Takt mit Ladepausen)	Invest: 370 - 610 T€	Invest: 100 - 240 T€
	Betrieb: 120 - 200 T€	Betrieb: 570 - 740 T€
	490 - 810 T€	670 - 980 T€
bei zwei Fahrzeugen (40-Minuten-Takt ohne Ladepausen)	Invest: 660 - 1.070 T€	Invest: 120 - 320
	Betrieb: 210 - 380 T€	Betrieb: 1.110-1.460 T€
	870 - 1.450 T€	1.230 - 1.780 T€
bei vier Fahrzeugen (20-Minuten-Takt ohne Ladepausen)	Invest: 1.220 - 1.990 T€	Invest: 140 - 490 T€
	Betrieb: 410 - 730 T€	Betrieb: 2.210-2.900 T€
	1.630 - 2.720 T€	2.350 - 3.390 T€

Zusammenfassung und Empfehlung

Zusammenfassung

- Machbarkeit als positiv bewertet
- Kernstrecke und Wendemöglichkeiten grundsätzlich als genehmigungsfähig eingestuft
- Attraktive Ergänzung zum bisherigem Angebot
- Umfeld Glashütter Damm ÖV-seitig neu erschlossen

Empfehlung

- Sondieren von Fördermitteln
- darin ggf. gemeinsames Vorgehen mit Wahlstedt berücksichtigen

Kontakt

Interlink GmbH

Dipl.-Ing. Holger Michelmann
Wallstraße 58, 10179 Berlin

0163 – 5793561

michelmann@interlink-verkehr.de

www.interlink-verkehr.de





Machbarkeitsstudie für den Einsatz automatisierter Shuttles in Norderstedt-Glashütte

Kurzdarstellung der Ergebnisse

Die Stadt Norderstedt plant den Einsatz hochautomatisierter Shuttles. Hierzu wurde bereits eine Machbarkeitsstudie für das in Planung befindliche Neubaugebiet „Grüne Heyde“ sowie für den Stadtpark als Vorlaufbetrieb erstellt. Um sinnvolle Einsatzgebiete mit höherem Verkehrsnutzen zu untersuchen, wurden in dieser zusätzlichen Machbarkeitsstudie Anforderungen, Rahmenbedingungen und Kosten eines Einsatzes auf dem Glashütter Damm untersucht.

Die Prüfung der Machbarkeit in Norderstedt-Glashütte ergibt ein grundsätzlich positives Ergebnis. Die Ergänzung des Angebotes durch automatisierte Shuttles ist attraktiv und bietet für das erschlossene Gebiet viele Vorteile.

Beschreibung des geplanten Shuttle-Verkehres

Für das Einsatzgebiet in Glashütte ergibt sich eine Kernstrecke (siehe Abbildung 1, rote Linie) auf dem Glashütter Damm zwischen Segeberger Chaussee und der Poppenbütteler Straße (K100). Die Bushaltestellen „Harksheide, Heidehof“ im Westen und „Glashütter Damm“ im Osten der Kernstrecke bilden wesentliche Anschlussmöglichkeiten im Norderstedter Busliniennetz.

Nach einer detaillierten Betrachtung haben sich als zu präferierende Wendemöglichkeit im Westen die Kombination „Ebereschenweg – Holunderweg“ ergeben und im Osten „Poppenbütteler Straße – Op den Kamp – Am Böhmerwald“. Beim Wendevorgang über den Ebereschenweg und den Holunderweg müsste eine sinnvolle Haltestelle mit möglichst kurzem Fußweg und guter Beschilderung zur vorhandenen Haltestelle „Harksheide, Heidehof“ gefunden werden. Beim Wendevorgang über die Straßen Poppenbütteler Straße, Op den Kamp und Am Böhmerwald gibt es die Möglichkeit, direkt die vorhandene Haltestelle „Glashütter Damm“ als Ziel- und Endhaltestelle zu bedienen und so einen Anschluss an die dort haltenden Linien zu bieten.

Die Umlauflänge des gesamten Umlaufs beträgt 5,1 km. Bei 16 zu bedienenden Haltestellen und einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 15 km/h beträgt die Fahrzeit ca. 29 Minuten. Folglich kann mit einem Fahrzeug ein 40-Minuten-Takt realisiert werden. Stimmig zum Fahrplan der Buslinie 493 wird ein 20-Minuten-Takt durch einen Betrieb mit zwei Fahrzeugen empfohlen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Durchschnittsgeschwindigkeit des Shuttles mit zunehmender Betriebsdauer erhöht.

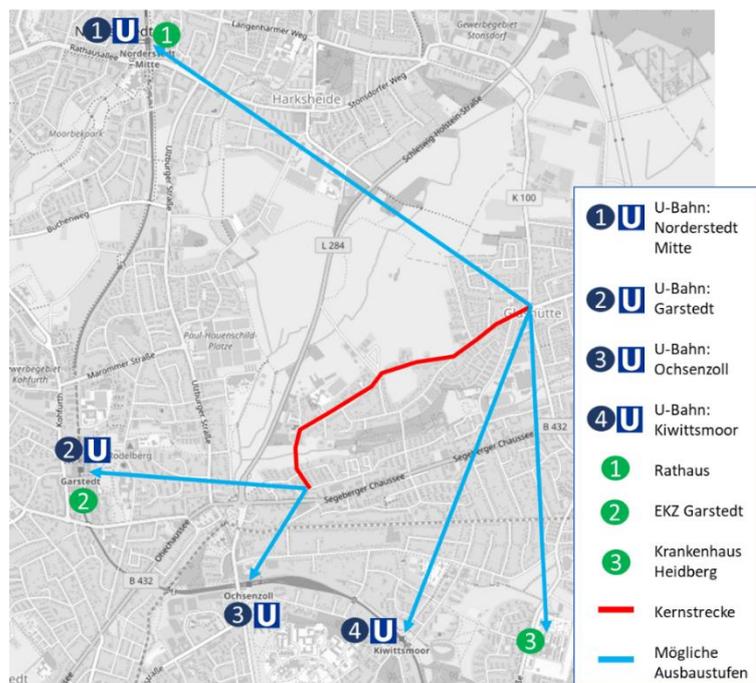


Abbildung 1: Streckenführung Kernstrecke inkl. schematischer Darstellung der untersuchten Ausbaustufen; Quelle: OpenStreetMap, eigene Bearbeitung

Zusätzlich wurden neben den geeigneten Wendemöglichkeiten an der Kernstrecke auch mögliche Ausbaustufen als Verlängerung der Kernstrecke grob untersucht (siehe Abbildung 1, blaue Linien):

1. Verlängerung zur U-Bahnhaltestelle und zum Rathaus in Norderstedt Mitte (über Harksheide)
2. Verlängerung zur U-Bahnhaltestelle Garstedt inkl. angrenzendem Heroldcenter
3. Verlängerung zur U-Bahnhaltestelle Ochsenzoll
4. Verlängerung zur U-Bahnhaltestelle Kiwittdamm
5. Verlängerung zur Asklepios Klinik Nord Heidberg

Für einen möglichst problemlosen Betrieb, das Kennenlernen des Systems durch die verantwortlichen Akteure in Kommune und Verkehrsbetrieb sowie den Gewinn der gesellschaftlichen Akzeptanz ist eine ansprechende, aber dennoch nicht zu komplexe Streckenführung zu empfehlen. Aus diesem Grund wird zunächst die Inbetriebnahme der Kernstrecke empfohlen. Auf den ersten Betriebserfahrungen aufbauend kann eine die Vorbereitung einer Umsetzung für ein bis zwei Ausbaustufen anschließen.

Umsetzungsmaßnahmen

Die zur Umsetzung voraussichtlich erforderlichen verkehrlichen Maßnahmen wurden im Rahmen einer Risikoanalyse geprüft. Ermittelt wurden folgende Bedarfe: Einrichten von Haltestellen, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Umstrukturierung von Parkplätzen, Schaffung von Ausweichmöglichkeiten bei schmalen Straßen und Ausstattung der Lichtsignalanlagen (LSA).

Auf dem Glashütter Damm gibt es bisher keine Buslinien und somit auch keine Bestandshaltestellen. In der Abbildung 2 dargestellt sind Vorschläge für Haltestellen in einem 400 m Radius, die es kurz vor der Umsetzung zu spezifizieren und beantragen gilt.

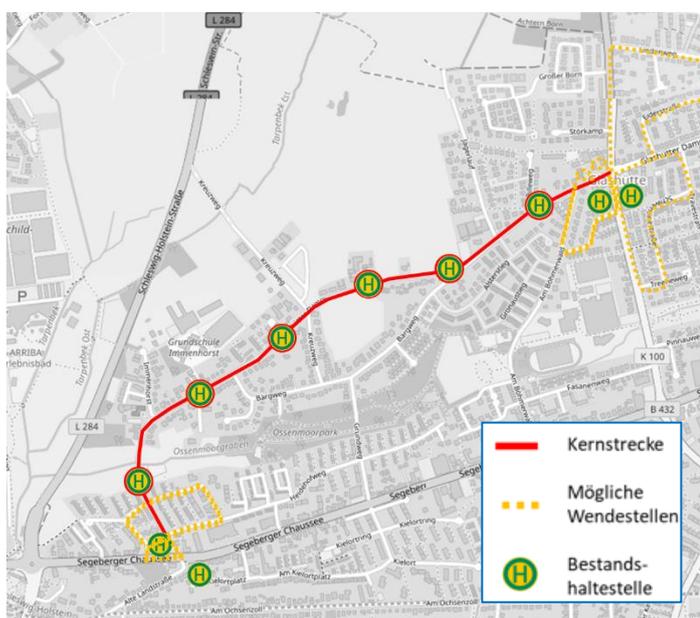


Abbildung 2: Kernstrecke inkl. mögliche Wendestellen, Anknüpfungspunkte/Bestandshaltestellen und neuen Haltestellen; Quelle: Open-StreetMap, eigene Bearbeitung

Als kritisch zu bewerten ist, dass die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf einem Großteil der Kernstrecke 50 km/h beträgt. Im Bereich der westlichen Wendemöglichkeit beträgt die Geschwindigkeitsbegrenzung 30 km/h, im Bereich der östlichen Wendemöglichkeit beträgt sie 30 km/h, nur auf der Poppenbütteler Straße ist 50 km/h erlaubt. Die Geschwindigkeitsbegrenzungen auf 50 km/h wirkt sich besonders kritisch auf die Linksabbiege-Vorgänge des Shuttles aus. Die Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen der Umgebung und dem Shuttle dürfen nicht zu hoch sein, dies ist ein relevanter Punkt bei der Genehmigungsfähigkeit des Betriebes. Möglicherweise muss die Umgebungsgeschwindigkeit generell oder zumindest an besonders kritischen Stellen auf 30 km/h reduziert werden.

Kritisch zu bewerten ist außerdem, dass im gesamten Streckenverlauf großflächig straßenbegleitendes Parken erlaubt ist, was zu Komplikationen führen wird, weil das Shuttle nicht automatisiert um Hindernisse, die auf der einprogrammierten Strecke liegen, herumfahren kann oder andere Verkehrsteilnehmer in den Weg des Shuttles eindringen. Auf der Fahrbahn befindliche Abstellmöglichkeiten in Fahrtrichtung des Shuttles müssen entfallen oder innerhalb festgelegter Parkbereiche mittels Fahrbahnmarkierungen organisiert werden.



Die Straßenbreite muss bei Straßen mit Zweirichtungsverkehr für das zügige Befahren mindestens 6,0 m betragen, was nicht an allen Abschnitten gewährleistet werden kann. In diesen Bereichen müssen regelmäßige Ausweichmöglichkeiten oder Einbahnstraßen geschaffen werden, alternativ ist die Geschwindigkeit des Shuttles zu reduzieren.

Auf der beschriebenen Strecke werden zwei LSA gequert. Um einen möglichst vollständig automatisierten Betrieb ohne menschliche Interventionen zu ermöglichen, müssen diese mit entsprechender Kommunikationstechnik ausgestattet werden, so dass eine Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und den Ampelanlagen hergestellt wird.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, ein Fahrzeugsystem zu beschaffen, dass sowohl für einen manuellen als auch automatisierten Betrieb ausgelegt ist. Mit einem solchen System könnte der Betrieb auch in für das automatisierte System unbekanntem Situationen (wie kurzfristige Baumaßnahmen) aufrechterhalten werden und somit einen wesentlichen Verkehrsnutzen für die Fahrgäste bieten.

Betriebskonzeption

Die Betriebszeiten sollten sich im ersten Schritt, also der Umsetzung der Kernstrecke, an den Öffnungszeiten der Geschäfte des Immenhofes und/oder den Betriebszeiten der Buslinien an den Haltestellen Harksheide, Heidehof (Linien 178, 278, 606 und 7550) und Glashütter Damm (Linien 478, 493, 578) orientieren. Um einen konstanten Verkehrswert zu gewährleisten, sollte mindestens ein Betrieb an Werktagen stattfinden.

Um die Betriebszeiten bis zu 22 Stunden durchgängig mit Elektrofahrzeugen abdecken zu können, müssen bei einem Betrieb mit einem Fahrzeug auf der Kernstrecke, zwei Fahrzeuge vorgehalten und abwechselnd eingesetzt werden, bei einem Betrieb mit zwei Fahrzeugen entsprechend vier Fahrzeuge. Es wird davon ausgegangen, dass zwei Fahrzeuge im Betrieb eingesetzt werden.

Das automatisierte System muss dauerhaft gemäß § 1b StVG von einem Fahrzeugbegleiter überwacht werden. Außerdem muss dieser bei Aufforderung oder z. B. bei einem Hindernis, um das das System nicht selbstständig herumfahren kann, die manuelle Steuerung übernehmen können. Für die Betriebsplanung müssen daher bis auf weiteres weiterhin die Lenkzeiten für Fahrpersonal sowie Auf- und Abrüstzeiten beachtet werden.

Kostenschätzung

Die Kosten werden in Investitionsaufwendungen und jährliche Betriebskosten unterschieden und stellen Schätzungen auf Basis bisheriger Betriebserfahrungen und vorliegender Preise dar (Stand: Dezember 2019). Enthalten sind die Kosten für die Kernstrecke unter Einsatz eines Fahrzeuges und damit verbundener Aufwendungen für Lizenz und Wartung. Das Fahrzeugsystem kann gekauft (Investition) oder gemietet/geleast (Betriebskosten) werden. Beide Möglichkeiten werden aufgeführt. Hier nicht berechnet und dargestellt sind Aufwendungen für Begleitpersonal. Auf Basis einer Grundsatzentscheidung für das weitere Vorgehen und bzgl. der zu beschaffenden Anzahl der Fahrzeuge sowie der vorgesehenen Einsatzdauer müssen im weiteren Bearbeitungsverlauf Angebote eingeholt werden, die aufgrund der zügigen Entwicklung der Produkte von den hier aufgeführten Angaben abweichen können. Die Tabelle enthält die entsprechenden Betriebskosten mit Mieten, Wartungsverträge, Instandhaltungsaufwendungen, Verwaltungsaufwand und beziehen sich beispielhaft auf einen Zeitraum von drei Jahren. Dabei wird mit Minimal- und Maximalwerten gearbeitet, da die Kosten im Einzelfall stark variieren (z. B. in Abhängigkeit vom gewählten Modell oder Kosten der Technischen Prüfstelle). Es ist darauf zu verweisen, dass im Falle eines Kaufs durch laufende Posten wie z.B. Unterstellung, Lizenzen und Wartung auch über die drei Jahre hinaus Kosten entstehen, sofern kein Verkauf der Fahrzeuge

veranlasst wird. Bei der Variante der Anmietung würden nach der Mietlaufzeit keine Aufwendungen mehr anfallen.

Aufwand inkl. Infrastruktur und Betriebskosten für drei Jahre Betrieb	Variante Kauf	Variante Anmietung
bei einem Fahrzeug (40-Minuten-Takt mit Ladepausen)	Invest: 370 - 610 T€	Invest: 100 - 240 T€
	Betrieb: 120 - 200 T€	Betrieb: 570 - 740 T€
	490 - 810 T€	670 - 980 T€
bei zwei Fahrzeugen (40-Minuten-Takt ohne Ladepausen)	Invest: 660 - 1.070 T€	Invest: 120 - 320
	Betrieb: 210 - 380 T€	Betrieb: 1.110-1.460 T€
	870 - 1.450 T€	1.230 - 1.780 T€
bei vier Fahrzeugen (20-Minuten-Takt ohne Ladepausen)	Invest: 1.220 - 1.990 T€	Invest: 140 - 490 T€
	Betrieb: 410 - 730 T€	Betrieb: 2.210-2.900 T€
	1.630 - 2.720 T€	2.350 - 3.390 T€

Tabelle 1: Abschätzung Investitionsaufwand Kernstrecke, Quelle: Mittelwerte auf Basis gemachter Betriebserfahrungen der Interlink GmbH und Angebote der Anbieter EasyMile, NAVYA, Hanseatische Fahrzeugmanufaktur, e.GO Moove und Siemens

Zusammenfassung

Für den Einsatz von automatisierten Shuttles in Norderstedt-Glashütte wird die Machbarkeit positiv bewertet. Die Kernstrecke sowie Wendemöglichkeiten werden nach ersten Betrachtungen als grundsätzlich genehmigungsfähig eingestuft. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der Genehmigungsprozess aktuell noch nicht standardisiert ist und im Einzelfall andere Regelungen getroffen werden können als hier dargestellt. Sowohl für den Einsatz des Fahrzeuges auf öffentlichen Straßen als auch für den Linienverkehr sind Genehmigungen einzuholen.

Die Komplexität eines Anwendungsfalls sollte zunächst nicht zu hoch gewählt werden, um einen möglichst reibungslosen und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. Aus diesem Grund wird die Kernstrecke mit den Wendevorgängen „West 1: Eberescheweg – Holunderweg“ und „Ost 2: Poppenbütteler Straße – Op den Kamp – Am Böhmerwald“ empfohlen.

Den Hauptkostenpunkt stellen die Kosten für die Fahrzeuge und der Personalaufwand für die Fahrzeugbegleiter dar, solange letztere noch benötigt werden. Bisher sind Fahrzeugführer, die das Fahrzeugsystem jederzeit eigenhändig übersteuern können, vom Gesetz vorgeschrieben. Der Verkehrsnutzen auf der Kernstrecke über den Glashütter Damm sowie der hohe Erkenntnisgewinn im Bereich des autonomen Fahrens, der sich durch den Betrieb der Shuttle-Fahrzeuge ergeben wird, stehen dem Aufwand als Chancen gegenüber.

Vor der Inbetriebnahme sind folgende Schritte durchzuführen:

- Klären der Finanzierung bzw. Förderung,
- Betriebskonzeption (Betriebsform, Angebotsumfang, Betreiber),
- Fahrzeugbeschaffung (Formulierung der Anforderungen, Vergabeverfahren, Abnahme),
- Betriebsvorbereitung (Personalschulung, Öffentlichkeitsarbeit, Einbindung der Anwohner, Prozesssteuerung),
- bauliche und verkehrstechnische Umsetzungsmaßnahmen (Markierung, Landmarker, LSA-Umrüstung),
- diverse Genehmigungen (Fahrzeuggenehmigung, PBefG, Betriebsgenehmigung Strecke, Standorte Haltestellen)