

«STL Linie 13», Schaffhausen

Halbjahresbericht 1: Projektverlauf und Erkenntnisse im ersten Halbjahr nach Bewilligung durch die Geschäftsstelle des UVEK

Verfasser: A. Kaiser, C. Nägeli, P. Schenk, C. Mauelshagen

Periode: Februar bis August 2023

Schaffhausen, 17.10.2023

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 3 |
| 2 | Das Projekt in Kürze | 3 |
| 3 | Übersicht der Meilensteine | 3 |
| 4 | Betrieb in den ersten Monaten | 4 |
| 4.1 | Vorbereitungen mit umfangreicher Schulung des Fahrpersonals | 4 |
| 4.2 | Abnahme des Fahrzeugs auf der Strecke mit funktionalem Vorbehalt | 5 |
| 4.3 | Stabiler Betrieb mit erstaunlich hoher technischer Verfügbarkeit von über 99% | 6 |
| 4.4 | Das Miteinander von automatisiertem Bus und Velofahrern ist weitgehend reibungsfrei | 6 |
| 4.5 | Funktionales Entwicklungspotenzial: Gras am Streckenrand und Überholmanöver..... | 6 |
| 4.6 | Zuverlässiges und motiviertes Fahrpersonal | 7 |
| 4.7 | Passagieraufkommen mit Luft nach oben..... | 7 |
| 4.8 | Projekt stösst auf reges Interesse bei Politik und Wirtschaft..... | 8 |
| 4.9 | Insolvenz des Technologiepartners | 8 |
| 5 | Betriebskennzahlen Mai bis August 2023 | 8 |
| 6 | Sicherheitsrelevante Vorkommnisse | 9 |
| 7 | Erste Erkenntnisse aus dem Betrieb der «STL Linie 13» | 9 |
| 7.1 | Robuste und sichere Technologie..... | 10 |
| 7.2 | Bedienung des Fahrzeugs ist fordernd | 10 |
| 7.3 | Die Etablierung im Alltag der Bevölkerung ist eine Herausforderung..... | 10 |
| 8 | Ausblick | 11 |



1 Einleitung

Dieser Bericht gibt einen Überblick der ersten Erkenntnisse und über die relevanten Kennzahlen der ersten sechs Monate nach Erteilung der Bewilligung durch den Generalsekretär des UVEK. Er legt den Projektverlauf, die Kennzahlen der ersten 4 Monaten Betrieb, spezielle Vorkommnisse sowie aufgetretene Herausforderungen beim Aufbau und im Betrieb der «STL Linie 13» dar.

2 Das Projekt in Kürze

Erstmals wird in der Schweiz ein automatisiertes Fahrzeug mit Dual-Mode-Technologie auf öffentlichen Strassen eingesetzt. Zum Einsatz kommt ein handelsübliches Elektrofahrzeug der Marke Toyota, aufgerüstet mit Sensor- und Aktor-Technologie für automatisiertes Fahren von des finnischen Technologieanbieters Sensible 4.

Mit der «STL Linie 13» erprobt das STL den Einsatz neuester Technologien im öffentlichen Strassenverkehr und die Anbindungen der ersten bzw. letzten Meile. Weiter liegt der Fokus auf der Nutzung und Entwicklung künftiger Mobilitäts-Dienstleistungen unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der Fahrgäste. Dabei liegt ein weiterer Fokus auf der gesellschaftlichen Akzeptanz selbstfahrender Fahrzeuge sowie auf Fragen von Kommunikation und Beteiligung verschiedener Interessensgruppen. Das Pilotvorhaben wird direkt im Zentrum von Schaffhausen zwischen dem Bahnhof und dem neu entwickelten Areal Stahlgießerei realisiert. Mit an Bord ist immer auch eine Sicherheitsfahrerin oder ein Sicherheitsfahrer, welche/r die Fahrt überwacht und bei Bedarf bzw. im Notfall eingreifen kann.

Die automatisierte Buslinie «STL Linie 13» ist aktuell an Wochentagen und samstags zwischen 10.00 Uhr und 14.00 Uhr unterwegs.

3 Übersicht der Meilensteine

Im ersten halben Jahr seit Erteilung der Bewilligung durch die Bundesämter (Februar bis August 2023), verlief das Projekt «STL Linie 13» entlang der folgenden Meilensteine.

| Termin / Zeitraum | Meilenstein |
|--------------------------|---|
| 03.02.2023 | Erteilung der Verfügung für das Pilotprojekt «STL Linie 13 Schaffhausen» durch die Geschäftsstelle des UVEK |
| 04.02.2023 27.02.2023 | Rekrutierung Sicherheitsfahrer und Sicherheitsfahrerinnen für die «STL Linie 13» |
| 27.02.2023 12.03.2023 | Mapping Pilotstrecke Mühletal durch Sensible4 und funktionale Testfahrten mit dem Fahrzeug |
| 13.03.2023 27.04.2023 | Schulungen der neun Sicherheitsfahrer und Sicherheitsfahrerinnen auf dem Testgelände ZVS und im Mühletal |
| 24.03.2023 | Launch Event «STL Linie 13» mit virtueller Fahrt in der Rhyality Immersive Art Hall in Neuhausen |
| 28.04.2023 | Offizielle Eröffnung der «STL Linie 13» mit ersten Fahrgästen auf Betriebsfahrt |
| 29.04.2023 31.08.2023 | Ordentlicher Betrieb , Montag bis Samstag von 10:00 bis 14:00 Uhr; diverse Empfänge von Delegationen aus dem In- und Ausland |

| Termin / Zeitraum | Meilenstein |
|-------------------|---|
| 26.06.2023 | Mitteilung des Technologiepartners Sensible4 zur Einleitung des Insolvenzverfahrens des Unternehmens Sensible4. |
| 31.08.2023 | Vier Monate stabiler und reibungsloser Betrieb mit rund 770 Fahrgästen und 1900 gefahrenen Kilometern |

4 Betrieb in den ersten Monaten

4.1 Vorbereitungen mit umfangreicher Schulung des Fahrpersonals

| Name | Mo 13.03.2023 | | Tu 14.03.2023 | | We 15.03.2023 | | Th 16.03.2023 | | Fr 17.03.2023 | | Mo 20.03.2023 | | Tu 21.03. |
|--------------------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|--------------|
| | Morning | Afternoon | Morning | Afternoon | Morning | Afternoon | Morning | Afternoon | Morning | Afternoon | Morning | Afternoon | Morning |
| Driver 1 | TH | TH | TH | | | | | PTC 1* | | | PTC 2* | | |
| Driver 2 | TH | TH | TH | | | PTC 1 | | | | | | PTC 2 | |
| Driver 3 | TH | TH | TH | | | | | | | | | | |
| Driver 4 | TH | TH | TH | | | | | | | | | | |
| Driver 5 | TH | TH | TH | | | PTC 1* | | | | | | PTC 2* | |
| Driver 6 | TH | TH | TH | | | | | PTC 1 | | | | PTC 2 | |
| Driver 7 | TH | TH | TH | | | PTC 1* | | | | | | PTC 2* | |
| Driver 8 | TH | TH | TH | | | | | | | | | | |
| Driver 9 | | | | | | | | | | | | | |
| Driver 10 | | | | | | | | | | | | | |
| Trainees per shift | | 8 | 8 | 8 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 |
| Trainees per day | 8 | | 8 | | 3 | | 2 | | 0 | | 5 | | 0 |

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Trainingsplan des Sicherheitsfahrpersonals (TH = Theory; PTC = Practical Training Closed Area)

Das Mapping der Strecke und die vorbereitenden Tests für einen sicheren Betrieb dauerten zwei Wochen und wurden durch zwei Ingenieure von Sensible4 vor Ort im Mühlental durchgeführt.

Das Training der Sicherheitsfahrerinnen und Sicherheitsfahrer war intensiv und ausführlich. Pro Person umfasste dieses mindestens 34 Stunden (12 Stunden Theorie, 22 Stunden Praxis), damit die Sicherheitsfahrerinnen und Sicherheitsfahrer den sicheren Einsatz des Fahrzeugs auf der Strecke entsprechend gewährleisten können, vgl. Abb. 1.

Insbesondere das Starten der Software im Fahrzeug bereitete einigen Fahrer/innen zunächst Mühe. Einige Arbeitsschritte müssen dabei in exakter Reihenfolge ausgeführt werden. Mit ein wenig Übung waren jedoch alle Fahrer/innen in der Lage, die entsprechenden Arbeitsschritte durchzuführen.



Abbildung 2: Einführung praktisches Training auf dem abgeschlossenen Trainingsgelände

4.2 Abnahme des Fahrzeugs auf der Strecke mit funktionalem Vorbehalt

Vor Betriebsstart wurde eine gemeinsame Abnahme des Fahrzeugs auf der Strecke durch das STL und mit Vertretern von Sensible4 durchgeführt. Dabei wurde gemeinsam bestätigt und festgehalten, dass ein sicherer Betrieb aufgenommen werden kann. Diese Beurteilung erfolgte insbesondere durch den Sicherheitsverantwortlichen von Sensible4 und die operative Leitung des STL in Absprache mit den Sicherheitsfahrerinnen und Sicherheitsfahrern. Hinsichtlich des Fahrkomforts und weiterer Funktionalitäten (z.B. Kreiselfahrt) wurden im Rahmen der Abnahme Vorbehalte geäußert, welche wie folgt zusammengefasst werden können: Das Beschleunigungs- und Bremsverhalten ist teilweise zu ruckartig und nicht auf dem Niveau einer menschlichen Fahrkontrolle. Die Fahrspurführung ist an bestimmten Punkten seltsam, z.B. mit spürbaren Veränderungen der seitlichen Fahrlinie bis hin zu seitlichen Schüttelbewegungen. Das Abbremsen und Einfahren auf die Strasse bzw. in den Kreisel gestaltet sich in einigen Konstellationen eher ruppig.

Weitere Details zu Kreiselfahrt: Das Fahrzeug kann den Kreisel bei geringerem Verkehrsaufkommen selbständig befahren. Bei mittlerem bis hohem Verkehrsaufkommen und insbesondere, wenn sich bereits viele Autos links im Kreisel befinden, müssen die Sicherheitsfahrerinnen und Sicherheitsfahrer manuell in und durch den Kreisel fahren. Das Fahrzeug reißt sich aus Sicherheitsgründen nicht in den Verkehr ein, wenn viel Verkehr herrscht bzw. die Fahrzeuge dicht hintereinander den Kreisel befahren. Um potenziell gefährliche Situationen zu vermeiden, darf und soll das Fahrzeug nicht «mutig» sein – die Software ist bewusst so programmiert.

Die genannten funktionalen Vorbehalte wurden im Abnahmeprozess protokollarisch festgehalten und entsprechende Nacharbeiten gegenüber dem Technologiepartner Sensible4 thematisiert und

eingefordert. Diese Nacharbeiten konnten aufgrund des überraschenden Insolvenzverfahrens des Technologiepartners Sensible 4 im Spätsommer 2023 bis dato nicht umgesetzt werden (siehe auch Kapitel 4.9).

4.3 Stabiler Betrieb mit erstaunlich hoher technischer Verfügbarkeit von über 99%

Die ersten vier Betriebsmonate verliefen sehr gut. Die «STL Linie 13» stand 395 Stunden im ordentlichen Einsatz. Lediglich 3 Stunden fiel der Bus aufgrund technischer Probleme aus (kurzzeitige Störung beim Aufstarten der Software) und 6 Stunden aus personellen Gründen (Sicherheitsfahrperson nicht verfügbar). Dies entspricht einer hervorragenden technischen Verfügbarkeit von über 99%. Diese Ausfälle wurden auf der Website des STL kommuniziert. Bisher verkehrt der Bus von 10:00 bis 14:00 Uhr dreimal pro Stunde.

4.4 Das Miteinander von automatisiertem Bus und Velofahrern ist weitgehend reibungsfrei

Der Umgang mit Radfahrern und den Radstreifen war im Vorfeld der Bewilligung ein relevantes Thema. Es wurde mit Provelo, der Verkehrspolizei und dem Bundesamt ASTRA eingehend diskutiert. Durch das konsequente Fahren auf dem Radstreifen kann erfolgreich verhindert werden, dass Fahrradfahrer von rechts überholen und entsprechende Gefahrensituationen entstehen. Es kommt vor, dass das Fahrzeug von schnellen E-Bike-Fahrenden links überholt wird. Gelegentlich führt dies zu Bremsmanövern des Fahrzeugs, weil die Velofahrer enger wieder einbiegen als Autofahrer.

4.5 Funktionales Entwicklungspotenzial: Gras am Streckenrand und Überholmanöver

Das Gras auf den Grünflächen entlang der Mühlentalstrasse – insbesondere stadteinwärts – wird bei einer Höhe von ca. einem halben Meter von den Sensoren und der Software des Fahrzeugs als Objekt nahe der Gefahrenzone (in der sogenannten gelben Zone) erkannt. Mit einzelnen Gräsern kann das Fahrzeug problemlos umgehen, nicht aber wenn diese eine Art «Vorhang» bilden und vom Fahrzeug als geschlossene Fläche wahrgenommen werden. Folglich bremst das Fahrzeug in solchen Bereichen auf 10 km/h Geschwindigkeit ab und wird dann zeitweise zu einem Hindernis für den Verkehrsfluss. Da es sich bei den betreffenden Grünflächen um ökologische Ausgleichsflächen handelt, darf aus gesetzlichen Gründen nur zweimal pro Jahr geschnitten werden – frühestens Mitte Juni. Problematisch war für den Betrieb somit vor allem der Zeitraum von Mitte Mai bis Mitte Juni 2023.

Die «STL Linie 13» wird häufig von anderen Autos links überholt. Bei knappen Überholmanövern (Einbiegen mit wenig Abstand vor dem automatisierten Fahrzeug) leitet das Fahrzeug eine starke Bremsung ein, um den ordentlichen Sicherheitsabstand wiederherzustellen, da das überholende Fahrzeug als Objekt in der Gefahrenzone erkannt wird. Die Software von Sensible4 ist in der beim Fahrzeug der «STL Linie 13» implementierten Version nicht in der Lage zur differenzierten Unterscheidung von Objekten, welche sich vom Fahrzeug entfernen oder sich diesem nähern bzw. vor dem Fahrzeug stehen. Dies ist infolge der abrupten Bremsmanöver unangenehm für die Insassen und kann eine Herausforderung für hinterherfahrende Autos darstellen, falls diese den Sicherheitsabstand unterschreiten. Die entsprechende funktionale Erweiterung der Software von Sensible4 war für die nächste Version geplant.

Insbesondere in Kombination sind die beiden Problemstellungen «Überholmanöver» und «hohe Gräser» für das Fahrzeug eine Herausforderung. Durch das Gras bremst das Fahrzeug auf 10 km/h und kann danach aufgrund anhaltender Überholmanöver nicht mehr auf eine höhere Geschwindigkeit beschleunigen.

Also Sofortmassnahme wurde am Heck des Pilotfahrzeugs ein Warnhinweis angebracht und die Sicherheitsfahrpersonen reduzieren nach Möglichkeit die Intensität der Bremsmanöver, indem sie bei knappen Überholmanövern vorsorglich manuell leicht abbremsten. Der Warnhinweis lautet: Selbstfahrender Bus, Abstand halten!

4.6 Zuverlässiges und motiviertes Fahrpersonal

Die Grösse des Pools von 8 Sicherheitsfahrerinnen und Sicherheitsfahrern erweist sich bislang als optimal, da die Schichten problemlos besetzt werden konnten. Die Fahrer/innen können zudem häufig genug eingesetzt werden, um in Übung zu bleiben und gar Routine zu sammeln. Per 31. Juli 2023 verliess ein Fahrer aus persönlichen Gründen den Pool.

Die hohe Zuverlässigkeit und der gewissenhafte Einsatz der Sicherheitsfahrerinnen und Sicherheitsfahrer – trotz noch vorhandener Schwächen der Technologie – ist ein grosser Mehrwert für das Projekt. Nur so können die verschiedenen Aspekte der Technologie und des Fahrverhaltens beobachtet und geprüft werden.

4.7 Passagieraufkommen mit Luft nach oben

Das Passagieraufkommen liegt bisher unter den Erwartungen. Insbesondere während der Sommerferien war ein Einbruch der Passagierzahlen spürbar. Es wurden bereits mehrere Massnahmen zur Erhöhung der Bekanntheit des Angebots durchgeführt und auch für Herbst 2023 sind diesbezüglich weitere Massnahmen geplant. Die «STL Linie 13» konnte mehrfach in den lokalen und auch nationalen Medien platziert werden. Auch eine Flyer-Aktion entlang der Strecke wurde durchgeführt.

Ebenfalls wurde das Angebot mit Blick auf Erhöhung der Fahrgastzahlen optimiert. Der Fahrplan wurde im August 2023 angepasst und die Fahrzeiten der «STL Linie 13» mit dem ordentlichen Busbetrieb der Verkehrsbetriebe VBSH abgestimmt. Neu fährt die «STL Linie 13» versetzt zur VBSH-Linie 23.

Im Vergleich zur früheren «Linie 12» des STL am Rheinfall in Neuhausen, einem Touristen-Hotspot, ist es nun das Ziel die «STL Linie 13» im Stadtzentrum und vor allem im Alltag der Bevölkerung ankommen zu lassen. Dies erweist sich insbesondere mit den, aus verkehrstechnischen Gründen noch eingeschränkten, Betriebszeiten von 10h bis 14h als Herausforderung. Zudem ist die Strecke vom Bahnhof Nord zur Stahlgiesserei relativ kurz. Viele Anwohnende und Pendler/innen gehen diese Distanz zu Fuss und sind nicht unbedingt auf eine Buslinie angewiesen. Es wird in den anstehenden kälteren und nasseren Monaten einen spürbaren Anstieg erwartet.

4.8 Projekt stösst auf reges Interesse bei Politik und Wirtschaft



Abbildung 3: Besuch Verkehrsminister Winfried Herrmann aus Baden-Württemberg

Das Pilotprojekt «STL Linie 13» stösst national und international auf grosses Interesse. So wurden in den ersten vier Betriebsmonaten 10 Delegationen aus Schaffhausen, Bern, Zürich, Baden-Württemberg und China empfangen. Dabei wurden immer wieder auch konkrete Gedanken zu eigenen Pilotprojekten geäussert. Die Verantwortlichen sind sich mehrheitlich bewusst, dass das Warten auf ausgereifte Produkte mit dem Risiko verbunden ist, kaum mehr Gestaltungsspielraum zu haben. Das heisst wenig Einfluss auf Entwicklungen nehmen und nicht ausreichend früh die Rahmenbedingungen für die Nutzung der Technologie gestalten zu können.

4.9 Insolvenz des Technologiepartners

Im internationalen Markt für automatisiertes Fahren stehen derzeit speziell die Technologieanbieter vor unternehmerischen Herausforderungen. Die technische Entwicklung schreitet langsamer voran, als von Investoren erwartet. Infolgedessen sieht sich das STL seit Sommer 2023 mit der Insolvenz des finnischen Technologiepartners Sensible4 konfrontiert. Dieser Umstand wirkt sich auch auf das Projekt «STL Linie 13» aus. Der Komfort und die Funktionalität des Fahrzeugs auf der Strecke entspricht noch nicht den Anforderungen und hätte durch Weiterentwicklungen und Optimierungen von Sensible4 kontinuierlich verbessert werden sollen. Die technologische Weiterentwicklung der Software ist derzeit ungewiss. Der Verein prüft aktuell alle sich bietenden Möglichkeiten für die langfristige Projektsicherung und Weiterentwicklung. Die Insolvenz hat hingegen keinen direkten Einfluss auf den laufenden Betrieb der «STL Linie 13».

5 Betriebskennzahlen Mai bis August 2023

Der Betrieb wurde am 29. April 2023 aufgenommen. Bis zum 31. August 2023 war die Linie 13 genau 101 Tage in Betrieb.

| | Total | Apr/Mai | Jun | Jul | Aug |
|--|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Anzahl Betriebstage | 101 | 24 | 26 | 25 | 26 |
| Betriebsstunden pro Tag | n.a. | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Anzahl Fahrten pro Tag | n.a. | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Geplante Betriebsstunden | 404 | 96 | 104 | 100 | 104 |
| Effektive Betriebsstunden | 395 | 91 | 104 | 96 | 104 |
| Ausfallzeiten (in h) | 9 | 5 | 0 | 4 | 0 |
| tp = Technische Probleme | tp: 3 | tp: 3 | tp: 0 | tp: 0 | tp: 0 |
| p = Personalausfall | p: 6 | p: 2 | p: 0 | p: 4 | p: 0 |
| Zurückgelegte Kilometer | 1909.6 | 448.5 | 522.3 | 459.9 | 478.9 |
| a = automatisiert | a: 1437.4 | a: 356.5 | a: 384.4 | a: 327.9 | a: 368.6 |
| m = manuell | m: 472 | m: 92.0 | m: 137.9 | m: 132.0 | m: 110.3 |
| Anteil automatisierte Distanz | 75% | 80% | 74% | 71% | 75% |
| Anzahl beförderte Passagiere im ordentlichen Betrieb | 673 | 189 | 220 | 142 | 122 |
| Durchschn. Anzahl Passagiere pro Fahrt | 0.75 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| Anzahl Fahrer:innen im Einsatz | n.a. | 8 | 8 | 8 | 7 |
| Anzahl Delegationen | 10 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| Anzahl Extrafahrten für Delegationen | 20 | 11 | 9 | 0 | 3 |
| Anzahl Passagiere Extrafahrten | ca. 95 | ca. 50 | ca. 30 | 0 | 15 |
| Anzahl Passagiere Total | 768 | 239 | 250 | 142 | 137 |

6 Sicherheitsrelevante Vorkommnisse

Im Berichtszeitraum März bis August 2023 ist es zu keinen speziellen Vorkommnissen entsprechend des vom Bundesamt ASTRA abgenommenen Sicherheitskonzepts gekommen.

Situationen mit unterschwelligem Risiko werden im Abschnitt 4.5 beschrieben; ebenso die entsprechend ergriffenen Sofortmassnahmen.

7 Erste Erkenntnisse aus dem Betrieb der «STL Linie 13»

In der Vorbereitungsphase und während der ersten vier Betriebsmonate sammelte das STL wertvolle Erkenntnisse, welche in diesem Kapitel aufgelistet und erläutert werden. Einige davon weisen einen Bezug zu den vier Hypothesen auf, welche das STL im Rahmen des Projekts «STL Linie 13» formuliert hat:

- **Hypothese 1** – Die Dual-Mode-Technologie führt im Vergleich zu einem spezifischen automatisierten Shuttle zu einer besseren Einsatzfähigkeit mit weniger Ausfallzeiten, einfacher Manövrierfähigkeit und geringeren Betriebskosten.

- **Hypothese 2** – Der gewohnte «Look-and-Feel» sowie die Funktionsweise des OEM-Fahrzeugs wird die Akzeptanz und das Vertrauen bei den Passagieren und der Bevölkerung im Allgemeinen erhöhen.
- **Hypothese 3** – Der Dual-Mode-Minibus mit Sensible4-Technologie ist fähig, die programmierte Strecke hochautomatisiert (Level 4, ohne Eingriff des Sicherheitsfahrpersonals) zu befahren.
- **Hypothese 4** – Die Technologie unseres Partners Sensible4 ist in der Lage, unter allen in der Schweiz zu erwartenden widrigen Wetterbedingungen sicher zu funktionieren.

7.1 Robuste und sichere Technologie

Die auf der «STL Linie 13» eingesetzte Technologie von Sensible4 erwies sich in den ersten Monaten des Betriebs als äusserst robust in der Anwendung und ermöglichte eine hervorragend hohe Verfügbarkeit insbesondere für eine solch neue Technologie. Mit Bezug auf die **Hypothese 1** des Pilotprojekts kann das STL bereits feststellen, dass diese Hypothese auf Basis der bisherigen Erfahrungen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit bestätigt werden kann. D.h. die Dual-Mode-Technologie erweist sich in dieser Hinsicht als ein sinnvoller Entwicklungsschritt gegenüber bisher in der Schweiz eingesetzter Shuttles von Navya oder Easymile.

In der Vorbereitung der Betriebsaufnahme hat das STL nach der Prämisse «Safety first» gehandelt und den Fahrkomfort bewusst niedriger priorisiert. Die ersten 100 Tage des Betriebs haben die Sicherheit der Technologie im Zusammenspiel mit dem Sicherheitspersonal eindrücklich unter Beweis gestellt. Kein nennenswertes Ereignis ist eingetreten.

Die Software verfügt über einen herausragenden, mathematischen Ansatz zur Verarbeitung der Sensordaten, so dass Regentropfen oder Schneeflocken als gefahrlos ignoriert werden. Das STL kann aus der Praxis diesbezüglich bereits heute die Allwettertauglichkeit für Wetterbedingungen im Frühling und Sommer bestätigen (**Hypothese 4**). Insbesondere Starkregen ist mehrfach aufgetreten und hat den Betrieb resp. die besagte Software-Technologie in keiner Weise gestört bzw. beeinträchtigt.

Mit Blick auf die Prioritätensetzung ist festzustellen, dass die auf der «STL Linie 13» eingesetzte Softwaretechnologie noch Mängel in Bezug auf den Fahrkomfort (ruppiges Bremsen und Anfahren) und die Funktionalität in anspruchsvollen Situationen (Bsp. Grasthema, Überholmanöver, Kreisel) aufweist.

7.2 Bedienung des Fahrzeugs ist fordernd

Die Bedienung der Technologie von Sensible4 erweist sich als herausfordernd für das Fahrpersonal. Das Schulungsprogramm war intensiv und notwendig. Das Aufstarten, Führen und Herunterfahren des Fahrzeugs mit Dual-Mode-Technologie erfordert von den Sicherheitsfahrerinnen und Sicherheitsfahrern mehr als nur ein Grundverständnis von Computeranwendungen.

7.3 Die Etablierung im Alltag der Bevölkerung ist eine Herausforderung

Um das Angebot gemäss den Projektzielen im Alltag der Bevölkerung zu platzieren sind weitere Massnahmen notwendig. Es gibt mehrere Faktoren, welche ein befriedigendes Passagieraufkommen bislang behindern. Dazu zählen:

- die kurze Strecke,
- eingeschränkte Betriebszeiten,
- Zusammenspiel des Fahrplans mit dem Regelbusbetrieb,
- relativ geringes allgemeines Mobilitätsaufkommen (resp. Pendlerströme) zwischen der Stahlgiesserei und dem Bahnhof Schaffhausen,
- sowie die Bekanntheit der Linie mit Steigerungspotenzial.

8 Ausblick

Um Alltagstauglichkeit und Nutzen rund um das Projekt «STL Linie 13» und automatisiertes Fahren voranzutreiben, ist im September 2023 eine Befragung zur Akzeptanz in der Bevölkerung geplant. Die standardisierte Befragung erfolgt vor Ort in Schaffhausen. Die Untersuchungsergebnisse sollen Hinweise zur Weiterentwicklung des Projekts sowie künftiger Mobilitätsangebote liefern.

Weiter sollen alle erfassten Datenströme im Rahmen des Projektes (z.B. Sensordaten, Fahrtenschreiber, Schichtrapporte, Passagierumfragen, etc.), in einem zentralen «Data Lake» gesammelt werden. So können künftig Analysen und Auswertungen über alle Datenquellen hinweg erfolgen, was zusätzliche Erkenntnisse verspricht.

Von September bis Dezember 2023 sind bereits mindestens zehn weitere Delegationsbesuche geplant, darunter aus Schaffhausen, Basel, Zürich und Luzern und Joinville (Brasilien). Ausserdem wird das Projekt in einer Session im Rahmen der nationalen Mobilitätskonferenz in Bern vorgestellt. SRF Einstein portraitiert die «STL Linie 13» in der Sendung vom 14. September 2023 zum Thema «Autonomes Fahrzeug: Mobilität der Zukunft oder Wunschdenken?».

Im September folgt eine Präsentation beim Netzwerkanlass its-ch. Im Oktober wird das Vorhaben als Keynote beim VNL Logistik-Forum und zusätzlich in Workshops am Fleet Event von Toyota Schweiz präsentiert werden.

Die Bemühung, um Klarheit hinsichtlich der Insolvenz des Technologiepartners Sensible4 zu erlangen und der damit verbundene Einfluss auf die Projektweiterentwicklung, sind ein weiterer zentraler Schwerpunkt. Dabei stehen die Lösungsmöglichkeiten zur Umsetzung von Verbesserungen des Fahrkomforts und der Streckenführung im Vordergrund.