Potenzielle Anwendungsfelder von Künstlicher Intelligenz (KI) bei AFZS

Das Thema der automatischen Fahrgastzählung und Nachfrageanalyse bietet viele spannende Anwendungsfelder für Künstliche Intelligenz (KI). In der untenstehenden Tabelle sind ausgewählte zentrale Anwendungsfelder dargestellt. In der vorliegenden Version wird der potenzielle Bedarf an KI-Lösungen im Bereich der AFZS erfasst. Für die Weiterentwicklung der KI-Lösungen werden für jede Fragestellung die Priorität der Umsetzung und die Aufwandsschätzung nach einer nicht-quantifizierten Bewertungsskala von 1 (niedrigste) bis 5 (höchste) bewertet.

Anwendungsfelder	Priorität	Aufwand
1 Verbesserung der Sensortechnik		
1.1 Objekterkennung Die Objekterkennung ist eine zentrale Aufgabe zur Fahrgastzählung. Mithilfe von Computer Vision, einem Teilgebiet des maschinellen Lernens, können Kameras in öffentlichen Verkehrsmitteln oder an Stationen Fahrgäste erkennen, zählen und verfolgen. Die KI kann Personen und Objekte unterscheiden und dabei sicherstellen, dass keine persönlichen Daten verarbeitet werden, um den Datenschutz zu gewährleisten. Z. B., KI-gestützte Kameras erkennen Menschen in Echtzeit, auch bei verschiedenen Lichtverhältnissen und Bewegungen. Sensordaten und Kamerainformationen werden kombiniert, um Fahrgastzahlen zu validieren und die Genauigkeit zu erhöhen. Diese Aufgabe wird bereits durch Sensorhersteller kontinuierlich weiterentwickelt. Die Erkennung wird immer präziser, selbst in stark frequentierten Bereichen oder unter widrigen Bedingungen (z. B. Regen oder schlechte Sicht).	5	2
1.2 Fehlererkennung KI kann bei der Fehlererkennung in der Sensortechnik auf verschiedene Weise eingesetzt werden, um die Effizienz und Genauigkeit zu verbessern. Hierbei sind einige der Hauptmethoden und Anwendungen: • **Datenvorverarbeitung und -bereinigung:** KI-Algorithmen können verwendet werden, um Rauschen aus den Sensordaten zu entfernen und die Signale zu glätten, was die Genauigkeit der Fehlererkennung erhöht. Fehlende oder unvollständige Daten können von KI-Modellen erkannt und vervollständigt werden, um vollständige Datensätze für die Analyse zu gewährleisten. • **Anomalieerkennung:** auf historischen Daten trainierte Modelle können Anomalien erkennen, indem sie aktuelle Sensordaten mit bekannten Mustern vergleichen. Unüberwachtes Lernen: Algorithmen wie Clustering und statistische Methoden können verwendet werden, um	5	3

ungewöhnliche Muster in den Daten zu identifizieren, die auf mögliche Fehler hinweisen. • **Bildverarbeitung und -analyse:** In Bereichen wie der Überwachung von Produktionsprozessen können KI-basierte Bildverarbeitungstechniken eingesetzt werden, um visuelle Anomalien oder Defekte zu erkennen, die von Sensoren erfasst werden. • **Fehlerklassifikation:** Deep Learning-Modelle, wie Convolutional Neural Networks (CNNs) oder Recurrent Neural Networks (RNNs), können verwendet werden, um verschiedene Arten von Fehlern zu klassifizieren und ihre Ursachen zu identifizieren. Die Algorithmen wie Entscheidungsbäume und Random Forests verwendet werden, um komplexe Entscheidungsregeln zu lernen und Fehler anhand von Sensordaten zu klassifizieren.		
1.3 Echtzeit-Überwachung und -Alarmierung Mithilfe von KI können Sensordaten in Echtzeit analysiert werden, um sofort auf Fehler oder Abweichungen zu reagieren. Dadurch können automatische Warnungen oder Maßnahmen ausgelöst werden, sobald Anomalien erkannt werden, was eine sofortige Reaktion ermöglicht.	4	3
1.4 Fehlerprognose – vorhersagende Wartung und präventive Maßnahmen KI kann historische Daten analysieren und Vorhersagen darüber treffen, wann und wo Fehler oder Qualitätsprobleme wahrscheinlich auftreten werden, sodass proaktive Maßnahmen ergriffen werden können. Durch das Überwachen von Prozessdaten in Echtzeit kann KI Abweichungen von normalen Betriebsbedingungen erkennen und frühzeitig Alarm schlagen. Maschinelles Lernen kann durch die Analyse von Sensordaten und Betriebsparametern vorausschauende Wartungspläne entwickeln: • Fehlerprognosen identifizieren potenzielle Probleme in der Infrastruktur oder den Fahrzeugen, bevor sie tatsächlich auftreten. • Dies ermöglicht präventive Maßnahmen, die kostspielige Ausfälle oder unerwartete Störungen minimieren, und sorgt für eine höhere Zuverlässigkeit des Systems.	3	4
2 Monitoring und Qualitätskontrolle		
2.1 Optimierung der Prozesse im Qualitätsmanagement Durch den Einsatz von KI können große Mengen an Qualitätsdaten aus verschiedenen Quellen integriert und analysiert werden, um Muster und Trends zu erkennen, die auf zugrunde liegende Qualitätsprobleme hinweisen. KI kann verschiedene Schritte des Qualitätsmanagements automatisieren, wie z.B. die Planung und Zuweisung von Aufgaben und die Nachverfolgung von Maßnahmen. Darüber hinaus kann KI im Qualitätsmanagement dazu beitragen, Fehler und Anomalien frühzeitig zu erkennen. Durch die Automatisierung von Überwachungs- und Analyseprozessen wird der Aufwand für die manuelle Qualitätskontrolle erheblich reduziert.	5	2
2.2 Optimierung der Parametereinstellung beim Matching Durch den Einsatz von KI können Parameter für Matching-Algorithmen optimiert werden, um die Effizienz der Datenauswertung zu verbessern: • Anpassung der Algorithmen, um verschiedene Faktoren wie Verkehrsaufkommen, Stoßzeiten und besondere Events zu berücksichtigen.	4	2

• Lernen aus historischen Daten, welche Parametereinstellungen die besten Ergebnisse liefern, und passt diese kontinuierlich an.		
2.3 Automatische Erstellung von Berichten und Dashboards KI-gestützte Systeme können automatisch Berichte und Dashboards erstellen, die helfen, fundierte Entscheidungen zu treffen. Mit automatisierten Datenerfassungssystemen kann KI Berichte und Dashboards automatisch erstellen. Dies erleichtert es Verkehrsplanern, schnelle Entscheidungen auf der Basis von Echtzeitdaten zu treffen: • Visualisierung von Fahrgastdaten in benutzerfreundlichen Dashboards. • Automatische Berichterstellung basierend auf den erfassten Fahrgastzahlen, der Fahrzeugauslastung oder der Fehlerprognose.	5	1
3 Datenauswertung		
3.1 Bewältigung von Daten mit schlechtem GPS-Empfang Schlechte GPS-Daten können durch den Einsatz von KI korrigiert werden. Mittels Data Imputation (Datenergänzung) und Algorithmen zur Plausibilitätsprüfung kann KI Ausfälle im GPS-Empfang kompensieren: • Ergänzung fehlender GPS-Daten durch eine Kombination aus historischen Fahrplandaten, Verkehrsmustern und Sensordaten. • Adaptive Modelle, die auch bei schwachem oder unterbrochenem GPS-Signal eine präzise Positionsverfolgung ermöglichen.	3	2
3.2 Auswertung von repräsentativen Nachfragendaten bei dynamischen Fahrplanständen und Baustellensituationen Wenn sich Fahrpläne häufig ändern oder Baustellen die Verkehrsflüsse beeinflussen, kann KI helfen, die Nachfragedaten dynamisch anzupassen: • Simulation von Szenarien, um die Auswirkungen von Baustellen auf die Verkehrsströme zu prognostizieren. • Dynamische Anpassung von Nachfragemodellen, um Fahrpläne und Kapazitäten entsprechend zu optimieren.	3	4
4 Reduzierung des Testierungsaufwands		
4.1 Automatische Bilderkennung statt manueller Abzählung Die KI-gestützter Bilderkennung würde helfen, Zählvorgänge teilweise zu automatisieren, um den hohen Aufwand der manuellen Abzählung zu reduzieren. Kameras erkennen und zählen Fahrgäste in Echtzeit, was den Strichprobeumfang reduzieren und die Genauigkeit erhöhen kann.	1	5
4.2 Überprüfung von Zählergebnissen in Echtzeit Durch Echtzeitanalyse der Zählerdaten können Fehler oder Unregelmäßigkeiten sofort erkannt werden, was den Überprüfungsaufwand erheblich reduziert. Unstimmigkeiten oder technischen Störungen können dadurch automatisch alarmiert werden (s. a. Punkt 1.3). Sodass der Testierungsaufwand entsprechend reduziert werden kann.	1	5
5 Ableitung weiterer Kenngrößen der Nachfragedaten		
5.1 Mustererkennung von Verkehrsströmen anhand der Entwicklung von AFZ-Daten Durch die Mustererkennung von KI werden die zeitlichen und örtlichen Verteilungen von AFZ-Daten analysiert, und Verkehrsströme zu ermitteln.	2	5

Stoßzeiten und unerwarteten Verkehrsspitzen werden erkannt, die Verkehrsbetreibern helfen, Ressourcen effizienter einzusetzen.		
5.2 Integration von Verkehrsstromanalysen und Tarifstrukturen unter Einbeziehung anderer Datenquellen wie Mobilfunk- und Verkaufsdaten Durch die Integration von Mobilfunk- und Verkaufsdaten mit Fahrgastzählungsdaten können detailliertere Analysen durchgeführt werden, um bessere Tarifmodelle und Fahrpläne zu entwickeln.	1	5
6 Unterstützung von Fahrgastinformationen		
6.1 Belegungsprognose aus Echtzeitdaten und historischen Daten Mithilfe von historischen Daten und Echtzeitinformationen können Fahrgastzahlen und Fahrzeugauslastung genau prognostiziert werden: • Belegungsprognosen helfen, Überlastungen zu vermeiden und alternative Fahrzeuge einzusetzen. • Kapazitätsplanung für Verkehrsbetreiber basierend auf den erwarteten Fahrgastzahlen.	3	3
6.2 Empfehlung von alternativen Fahrten mithilfe der Echtzeitdaten KI kann Fahrgästen in Echtzeit alternative Routen empfehlen, basierend auf aktuellen Verkehrsdaten und der Auslastung: • Dynamische Fahrplananpassungen und Vorschläge für Fahrgäste, um Stoßzeiten oder überfüllte Fahrzeuge zu vermeiden. • Multimodale Routenempfehlungen, die verschiedene Verkehrsmittel integrieren, um die beste Reisezeit zu gewährleisten.	3	4