

SPEZIFIKATION AFZS FAHRRAD

Automatische Fahrradzählung

1. Allgemeiner Teil

Gemäß **MDSB2025plus_3110_Erhebung**, Abschnitt 11.2.2 - Automatische Fahrgastzählgeräte hat der Auftragnehmer die Zählung von Fahrrädern durch ein automatisches Zählsystem realisieren.

Definition Fahrrad

Als im Sinne dieses Dokumentes mit Zählung zu erfassenden Fahrrädern werden in Anlehnung an §63a StVZO wie folgt definiert:

- a) Ein Fahrrad ist ein Fahrzeug mit mindestens zwei Rädern, das ausschließlich durch die Muskelkraft auf ihm befindlicher Personen mit Hilfe von Pedalen oder Handkurbeln angetrieben wird.
- b) Als Fahrrad gilt auch ein Fahrzeug im Sinne des Absatzes a), das mit einer elektrischen Treithilfe ausgerüstet ist, die mit einem elektromotorischen Hilfsantrieb mit einer größten Nenndauerleistung von 0,25 kW ausgestattet ist, dessen Unterstützung sich mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit progressiv verringert und beim Erreichen einer Geschwindigkeit von 25 km/h oder wenn der Fahrer mit dem Treten oder Kurbeln einhält, unterbrochen wird. Die Anforderungen des Satzes 1 sind auch dann erfüllt, wenn das Fahrrad über einen Hilfsantrieb im Sinne des Satzes 1 verfügt, der eine Beschleunigung des Fahrzeugs auf eine Geschwindigkeit von bis zu 6 km/h, auch ohne gleichzeitiges Treten oder Kurbeln des Fahrers, ermöglicht (Anfahr- oder Schiebehilfe)

Von der Zählung zu erfassen sind hierbei alle Fahrräder mit einer Reifengröße von mindestens 16 Zoll.

Die Auftraggeber erwarten vom Bieter, dass dieser mit der Konzeptionierung und Realisierung eines solchen Systems umgehend mit Zuschlagsbeauftragung beginnt sowie kontinuierlich und proaktiv auf eine Optimierung des Systems hinwirkt.

Die nachfolgend benannten Parameter zur automatischen Fahrradzählung gelten für die im SPNV-Netz MDSB2025plus eingesetzten Fahrzeuge und sind bei Bedarf einvernehmlich fortzuentwickeln.

2. Prüfung der Genauigkeit der automatischen Fahrradzählung

2.1 Allgemeines

Die Genauigkeit der automatischen Fahrradzählung entscheidet sich bei der Zählung der Fahrradein- und der Fahrradausstiege an den Türen. Dabei können systematische Abweichungen bzw. Fehler (Tendenz zur Unter-/Überzählung) und zufällige Fehler auftreten.

Die Messfehler werden über die Vergleichszählungen auf den Linien des MDSB2025plus -Netzes im realen Linienbetrieb und den Abgleich zwischen manuell

und automatisch erhobenen Zählraten (mit und ohne Berücksichtigung eines Saldenausgleichs in einem nachgelagerten Auswertungssystem) festgestellt.

2.2 Umfang der Fahrradvergleichszählung

Die Mindeststichprobengröße der manuellen Fahrradvergleichszählungen ist nach den Grundsätzen der Stichprobenplanung für den heterograden Fall mit einer statistischen Sicherheit von 90 % und einem maximal zulässigen Stichprobenfehler von 10 % zu planen

Die Ermittlung der statistisch notwendigen Stichprobengröße der manuellen Fahrradvergleichszählungen erfolgt mit der nachfolgend dargestellten Formel

Anwendung des heterograden Falls mit der Formel:

$$n = \frac{u_s^2 * V_{Abweichung}^2}{d_{rel}^2}$$

wobei:

n = Anzahl der zu erfassenden Haltestellentürereignisse mit Fahrradein- bzw. Fahrradausstieg

u = Tafelwert der Normalverteilung bei einer vorgegebenen statistischen Sicherheit S

d = max. zulässiger relativer Stichprobenfehler

V = Variationskoeffizient (relative Streuung) des physikalischen Messfehlers der AFZ-Systeme (falls aus Voruntersuchungen vorhanden, ansonsten Abschätzung von V mit V = 150%)

Nach Einsetzen in die Formel ergibt sich eine notwendige Stichprobengröße in Höhe von 609 Haltestellentürereignissen mit einsteigenden bzw. aussteigenden Fahrrädern.

2.3 Durchführung der Fahrradvergleichszählungen

Aus Sicht der Auftraggeber ist zum Zwecke der Fahrradvergleichszählung je Türbereich maximal ein Erheber zur Erfassung der ein- und aussteigenden Fahrräder erforderlich. Folgende Möglichkeiten zur (wirtschaftlichen) Durchführung der Fahrradvergleichszählung sind daher zulässig:

- a) Erfassung der ein- und aussteigenden Fahrräder im Rahmen der AFZS-Vergleichszählung zur Erfassung der Personen (Verknüpfung mit AFZS-Vergleichszählung gemäß **MDSB2025plus_3120_Spezifikation_AFZS**). Hierbei sollte mindestens ein Erheber pro Türbereich eingesetzt werden.
- b) Erfassung der ein- und aussteigenden Fahrräder im Rahmen ggf. durchzuführender AFZS-Ersatzzählungen (Verknüpfung mit AFZS-Ersatzzählung gemäß **MDSB2025plus_3112_Spezifikation_SEV**, Abschnitt 3). Hierbei sollte mindestens ein Erheber pro Türbereich eingesetzt werden.

- c) Erfassung der ein- und aussteigenden Fahrräder im Rahmen ausschließlich zum Zwecke der Fahrradvergleichszählungen vorgesehener Erhebungsfahrten. Hierbei sollte mindestens ein Erheber für zwei Türbereiche eingesetzt werden, wobei der Standort des Erhebers im Fahrzeug so zu wählen ist, dass für den Erheber beide Türbereiche gut einsehbar sind.

Zum Zwecke der Plausibilisierung der gezählten ein- und ausgestiegenen Fahrräder ist nach jedem Stationshalt die Anzahl der im Fahrzeug befindlichen Fahrräder zu erfassen.

Vom Auftragnehmer ist ein Konzept zur Durchführung der Fahrradvergleichszählungen zu erstellen und mit dem beauftragten Gutachter sowie den Auftraggebern vor Beginn der Fahrradvergleichszählungen zur Abstimmung vorzulegen.

2.4 Manuelle Zählung zur Prüfung der Genauigkeit der automatischen Fahrradzählung

Die geforderte Messgenauigkeit der automatischen Fahrradzählung liegt vor, wenn je Fahrzeugtyp alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a. Die Differenzen der Summen der automatischen Zählwerte aller Halte darf jeweils für die Anzahl der Fahrradeinstiege und für die Anzahl der Fahrradausstiege für alle Messfahrten zusammen +/- 20 Prozent der manuellen Zählwerte nicht übersteigen. (Test: Globale Unverzerrtheit).
- b. Es ist der statistische Test auf systematische Fehler vor Saldenausgleich durchzuführen. Das Prüfkriterium ist für Fahrradeinstiege und Fahrradausstiege getrennt auszuweisen. Der Test ist bestanden, wenn das Vertrauensintervall für die Zählerdifferenzen bei Ein- bzw. Aussteigern auf Fahrzebene den Wert Null einschließt und somit keine Verzerrung vorliegt (Test: Systematischer Fehler vor Saldenausgleich). Dieser Test ist kein Ausschlusskriterium.
- c. Der Gesamtfehler darf für die Anzahl der beförderten Fahrräder F für alle Messfahrten zusammen +/- 20 Prozent nicht übersteigen (Test: Abweichung der Anzahl beförderter Fahrräder).

Basis für den Vergleich bilden die Summen der Fahrradeinstiege AFZ nach Berücksichtigung des Wartesaaleffektes sowie nach Saldenausgleich und die Summe der Fahrradeinstiege aus der manuellen Vergleichszählung über alle Halte der Zählerfahrten.

- d. Der Gesamtfehler darf für die Verkehrsleistung F_{km} (Fahrradkilometer) für alle Messfahrten zusammen +/-20 Prozent nicht übersteigen (Test: Abweichungen der Fahrradkilometer).

Basis für den Vergleich bilden die Summen der Fahrradkilometer AFZ und die Summe der Fahrradkilometer aus der manuellen Vergleichszählung über alle Halte der Zählerfahrten. Zur Berechnung der Fahrradkilometer AFZ werden die Abschnittsbesetzungen, ermittelt aus den mittels AFZ erfassten Anzahl an Fahrradein- und ausstiegen nach Berücksichtigung des Wartesaaleffektes sowie nach Saldenausgleich, mit den Abschnittsentfernungen multipliziert.

Zur Berechnung der Fahrradkilometer aus der manuellen Vergleichszählung werden die Abschnittsbesetzungen ermittelt aus der manuell gezählten Zahl der Fahrradein- und Fahrradausstiege, mit den Abschnittsbesetzungen multipliziert.

- e. Es ist der statistische Test auf systematische Fehler nach Saldenausgleich durchzuführen. Das Prüfkriterium ist für die Kenngrößen F (Beförderte Fahrräder) und Fkm (Fahrradkilometer) getrennt auszuweisen. Der Test ist bestanden, wenn das Vertrauensintervall bei der Anzahl der beförderten Fahrräder F und den Fahrradkilometern Fkm Fahrtebene den Wert Null einschließt und somit keine Verzerrung vorliegt (Test: Systematischer Fehler nach Saldenausgleich).

Die Überprüfung, ob die Zählgenauigkeit erreicht wurde, erfolgt mit einer Stichprobe entsprechend den o. g. Anforderungen an Stichprobenfehler und statistische Sicherheit.

Die erreichte Zählgenauigkeit für F und Fkm muss für die Laufzeit des Verkehrsvertrages gewährleistet werden.

2.5 Prüfung der statistischen Unverzerrtheit

Gemäß Abschnitt 2.4 Punkte b. und e. ist zu prüfen, ob die Zählergebnisse des Sensors frei von systematischen Messfehlern (bzw. statistisch unverzerrt) sind.

Es findet die Verfahrensweise gemäß **MDSB2025plus_3120_Spezifikation_AFZS, Kap. 4.7.4.2** Anwendung. Abweichend hiervon ist für die Ergebnisse der Fahrradvergleichszählung der Vertrauensbereich für die statistische Sicherheit $S \geq 90\%$ bzw. 0,9 zu ermitteln.

3. Weitere Rahmenbedingungen

3.1 Separate Testierung der Systeme der automatischen Fahrradzählung und der automatischen Fahrgastzählung

Die Testierung der Genauigkeit der automatischen Fahrradzählung und die Inbetriebnahme der automatischen Fahrradzählung kann unabhängig von der Testierung und Inbetriebnahme des Systems zur automatischen Fahrgastzählung (siehe **MDSB2025plus_3120_Spezifikation_AFZS**) erfolgen. Jedoch dürfen erforderliche Anpassungen des Systems zur automatischen Fahrradzählung, welche eventuell zum Zwecke der Optimierung der Genauigkeit Fahrradzählung vorgenommen werden, zu keiner Veränderung einer gemäß **MDSB2025plus_3120_Spezifikation_AFZS** bereits gutachterlich bestätigten Zählgenauigkeit des Systems zur automatischen Fahrgastzählung führen.

3.2 Verfügbarkeit der automatischen Fahrradzählung

Ist das System der automatischen Fahrradzählung nicht oder nur eingeschränkt verfügbar (dazu zählt auch eine negative Testierung), so sind manuellen

Fahrradersatzzählungen gemäß **MDSB2025plus_3112_Spezifikation_SEV** durchzuführen.

Die Daten aus der automatischen Fahrradzählung sind – unabhängig von der Testierung des Systems – monatlich gemeinsam mit den Zähldaten (gemäß **MDSB2025plus_3114_Datenebergabe_Erhebung Anhang 3**) aus der automatischen Fahrgastzählung an den Auftraggeber zu übermitteln.

3.3 Aufwendungen für Gutachter und Vergleichszählungen

Die Kosten für die gutachterliche Prüfung der Genauigkeit der automatischen Fahrradzählung (Gutachterkosten, Aufwendungen der Vergleichszählungen etc.) sind vom Auftragnehmer zu tragen.