

Anforderungskatalog „Automatische Fahrgastzählung“

Anforderungen an die automatische Fahrgastzählerhebung in Baden-Württemberg

Revision 1.0

Stand 09.02.2023



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR

Revisionsverzeichnis

Revision	Datum	Erläuterung
1.0	09.02.2023	Erste Version

Inhalt

Ziel und Gegenstand	5
1 Teil 1 Einsatz von AFZS	6
1.1 Fahrzeugausrüstung.....	6
1.1.1 Zählgeräte und grundsätzliche Funktionsweise der Erfassung	6
1.1.2 Ausstattungsumfang.....	8
1.1.3 Genauigkeit	8
1.1.4 Datenaufzeichnung und -übertragung.....	12
1.2 Software	12
1.2.1 Solldaten	13
1.2.2 Schnittstellen (Ist- und Solldaten)	14
1.2.3 Aufbereitung der Zähldaten	17
1.2.4 Hochrechnung	19
1.2.5 Datenlieferung ans VM	21
1.2.6 Monitoring Zählqualität und Erhebungsumfang.....	21
2 Teil 2 Voraussetzungen für den Einsatz von AFZS	23
2.1 Allgemeine Bestimmungen	23
2.1.1 Zählungsumfang (Schichtstrukturen, Auswahl)	23
2.1.2 Handzählung	27
2.1.3 Dokumentationspflicht	27
2.2 Qualitätsmanagement.....	28
2.3 Zertifizierung.....	29
2.3.1 Nachweis der Zähldatengenauigkeit	29
2.3.2 Nachweis der Zähl Datenmenge und Repräsentativität	31
2.3.3 Ausstattungsgrad.....	31
2.3.4 Datenfluss und Datenaufbereitung.....	31
2.3.5 Saldenausgleich	32
2.3.6 Korrekturverfahren.....	32
2.3.7 Hochrechnung	33
2.3.8 Bestehende Systeme.....	33
2.3.9 Qualitätssicherung.....	33
2.4 Rezertifizierung.....	34
3 Glossar und Abkürzungsverzeichnis	35
4 Literaturverzeichnis.....	36

5	Anhänge	37
5.1	Umgang mit Sensoren ohne Größenklassenerfassung	37
5.2	Umgang mit Zählsystemen ohne Wartesaalerfassung	38
5.3	Hochrechnung	39
5.3.1	Einführung	39
5.3.2	Vorbedingungen	40
5.3.3	Eingangsdaten	40
5.3.4	Hochrechnung	41
5.4	Datenformate	43
5.4.1	Datenlieferung §15	43
5.4.2	Datenlieferung §9	46
5.5	Weitere Hinweise	47
5.5.1	Echtzeitfähigkeit	47

Ziel und Gegenstand

Das Dokument beschreibt verbindliche Anforderungen für alle, die zum Zweck §§ 9,15 ÖPNVG Fahrgastzahlen durch technische Systeme erfassen, verarbeiten und / oder weitergeben.

Es tritt mit seiner Veröffentlichung am 12.05.2023 in Kraft.

Verantwortlich für die Datenlieferung ans Land und die Einhaltung des Anforderungskatalogs und der darin formulierten Qualitätsstandards sind die ÖPNV-Aufgabenträger. Sie können die operative Umsetzung delegieren und dafür mit anderen Stellen Verträge abschließen, etwa mit den jeweiligen Verkehrsunternehmen, dem Verkehrsverbund oder dem Betreiber eines Regionalen Hintergrundsystems. Diese Verträge gelten nur im Innenverhältnis zwischen den Parteien. Die operative und fachliche Umsetzung kann dabei je nach Aufgabenstellung zwischen den am Prozess Beteiligten aufgeteilt werden und durchaus von Fall zu Fall variieren. Der Aufgabenträger behält in jedem Fall die Verantwortung gegenüber dem Land.

Verbindliche Anforderungen sind mit „A m-n“ durchnummeriert, optionale Anforderungen mit „O n-m“. Bei Textblöcken ohne Nummerierung handelt es sich um Hinweise und ergänzende Erläuterungen.

Der Anforderungskatalog verfolgt die im Folgenden genannten Ziele:

- Daten zur Fahrgastnachfrage müssen in landesweit vergleichbarer Qualität vorliegen. Die Daten müssen landesweit vergleichbar alle Verkehrstage umfassen und jährlich mit einer statistischen Sicherheit nach anerkannten wissenschaftlichen Standards ermittelt werden.
- Ziel ist eine Vereinheitlichung der Prozesse zur Datenübermittlung.
- Die Datenerfassung, -übertragung und -speicherung ist so auszulegen, dass die Daten für alle Verwendungszwecke aggregierbar sind und keine Vorwegnahme für den Verwendungszweck erfolgt. Der Anforderungskatalog gibt einen Standard bezüglich Detaillierungsgrad, Umfang und Format der zu liefernden Daten vor.
- Die VDV-Schrift 457 in der Version 2.1 gilt grundsätzlich für den Anforderungskatalog (VDV, 2018). Abweichungen von und Ergänzungen zu dieser Handlungsempfehlung werden kenntlich gemacht.

- Der vorliegende Anforderungskatalog trifft keine Festlegungen auf bestimmte Technologien oder Hersteller. Die Anforderungen zu Datenqualität und -vergleichbarkeit sind marktneutral und offen für gleich- oder höherwertige Erfassungssysteme.

1 Teil 1: Einsatz von AFZS

1.1 Fahrzeugausrüstung

1.1.1 Zählgeräte und grundsätzliche Funktionsweise der Erfassung

- A 1-1: Ein Fahrgastzählsystem erfasst die Anzahl der ein- und aussteigenden Personen je fahrgastrelevanter Tür an jedem planmäßigen und unplanmäßigen Halt.
- A 1-2: Die Belegung des Fahrzeugs ist eine abgeleitete Größe und es genügt nicht, die Belegung ohne Erfassung von Ein- und Aussteigerzahlen pro Halt zu bestimmen.
- A 1-3: Es sind Zählsensoren nach aktuellem Stand der Technik einzusetzen, die mindestens eine Erfassung von Personen mit dem Kriterium $\geq 1,20\text{m}$ Körpergröße ermöglichen. Bestandschutz für Systeme, die dies nicht leisten, ist gegeben, sofern die Beschaffung dieser Systeme vor dem Inkrafttreten des Anforderungskatalogs erfolgt ist. Näheres zum Bestandsschutz regelt A 1-4a und Anhang 5.1.
- A 1-4: Bei der Verarbeitung von Zähldaten für §15 ÖPNVG ist ausschließlich die Zählkategorie „große Personen“ (Personen ab 1,20 m Körpergröße) zu verwenden.
 - O 1-1: Weitere Objektklassen (Personen $< 1,20\text{ m}$, Fahrräder, Kinderwagen, Rollstühle, Rollatoren etc.) sind wünschenswert.
 - A 1-4a: Für Bestandsensoren, welche die Anforderung A1-4 nicht erfüllen können, werden die erfassten Kenngrößen Einsteiger und Aussteiger gemindert.

Hierzu ist ein Gutachten vorzulegen, welches die Überfassung von Ein- / Aussteigerzahlen empirisch erfasst und quantifiziert. Daraus ist ein Korrekturfaktor oder eine Korrekturfunktion abzuleiten und anzuwenden.

- A 1-5: Die Zählsensoren müssen wartungsarm sein und so fest verbaut werden, dass eine zuverlässige Justierung und gleichbleibende Zählgenauigkeit über die gesamte Nutzungszeit gewährleistet ist. Beispiel: Das einfache Öffnen und Schließen oder der Aus- und Einbau der Voutenklappen darf nicht zur Dejustierung führen.
- A 1-6: Nach Umbauten am Fahrzeug mit möglichem Einfluss auf die Zählqualität ist die Zählfunktion zu überprüfen.
- A 1-7: Das fahrzeugseitige Fahrgastzählssystem muss, neben der Erfassung der Ein- und Aussteiger, Informationen zu Zeit und Ort (GPS-Position und / oder Ortungsinformationen vom Bordrechner), Türstatus, System- und Fehlerstatus aufzeichnen und übertragen.
 - A 1-7a: Zur Abbildung des vollständigen Fahrtverlaufes müssen auch Durchfahrten erfasst werden. Diese werden entweder explizit vom Bordrechner erkannt und mit aufgezeichnet, oder es erfolgt eine kontinuierliche GPS-Aufzeichnung (z.B. alle 15 Sekunden) für die nachträgliche Erkennung der Haltestellendurchfahrten im Hintergrundsystem.
 - A 1-7b: In Netzen / Linien mit fehlender Verfügbarkeit von GPS-Daten (z.B. bei Tunnelbetrieb) sind zusätzlich Odometerdaten aufzuzeichnen.
- A 1-8: Die Ein- und Aussteigerzahlen sind getrennt pro Halt und Tür zu erfassen und bei längeren Aufenthaltszeiten in mindestens zwei Zeitfenstern abzulegen („Wartesaal“, siehe Kapitel 1.2.3).
- A 1-9: Mindestens zwei Zeitpunkte¹ sind pro Halt aufzuzeichnen: Ankunft / Abfahrt oder Türfreigabe / Rücknahme oder Erste Türöffnung / Letzte Türschließung. Bei Durchfahrten ist der Zeitpunkt der Durchfahrt aufzuzeichnen oder durch das Hintergrundsystem zu bestimmen.
 - O 1-2: Eine differenziertere Aufzeichnung aller Zeitpunkte (Start / Stopp / Türfreigabe / Tür auf / Tür zu) wird empfohlen.
- A 1-10: Die Steuerung der Zählfunktion muss so ausgelegt sein, dass
 - sämtliche ein- und aussteigende Personen während der Türöffnung erfasst werden (Türsignal darf nicht zu spät starten und nicht zu früh enden),
 - während der gesamten Haltezeit unterbrechungsfrei gezählt wird, solange ein Ein- und Ausstieg möglich ist, auch wenn der Fahrer die Zündung ausschaltet (Nachlaufsteuerung je nach betrieblichen Gegebenheiten bis zu 30 Minuten) und
 - bei geschlossenen Türen keine Fahrgastzählung erfolgt.

¹ vier Zeitpunkte bei Erfassung in zwei Zeitfenstern (Wartesaal)

Zur Verringerung der Abhängigkeiten der Fahrzeugsysteme kann das Fahrgastzählsystem völlig autark ausgelegt sein, also über eine eigene GPS-Ortung und eigene Datenentsorgung (SIM-Karte) verfügen. Genauso ist es zulässig, das Fahrgastzählsystem mit anderen Bordsystemen zu koppeln.

- A 1-11: Es ist sicherzustellen, dass das Fahrgastzählsystem fahrzeugseitig vollautomatisch arbeitet und es keinen Einfluss durch Fahrerhandlungen gibt (Aktivierung / Abschaltung; insbesondere Haltestellenweitschaltung oder Korrektur der Position dürfen sich nicht auf die Zuordnung der Fahrgäste zu Haltestellen auswirken. Vorrang hat die GPS-Position).
- A 1-12: Das Fahrgastzählsystem muss auch bei fehlender oder fehlerhafter Fahrplanversorgung des Bordsystems die Fahrgastzahlen vollständig erfassen und die nachträgliche Aufbereitung im Hintergrundsystem ermöglichen.

1.1.2 Ausstattungsumfang

Die Anzahl der ausgestatteten Fahrzeuge muss geeignet sein, um die Anforderungen bzgl. Mengen an Zählfahrten und deren Qualität zuverlässig zu erfüllen. Dabei sind betriebliche Belange und Disponierbarkeit, verschiedene Standorte sowie die Bindung von Fahrzeugen an Standorte, Linienbündel oder Linien sowie Störfaktoren zu berücksichtigen.

- A 1-13: Der Ausstattungsgrad ist spezifisch für das Verkehrsgebiet unter Berücksichtigung der Vorgaben aus Kapitel 2.1.1 zu ermitteln und bei Beantragung von Fördergeldern zu begründen. Dies kann gemäß den Vorschlägen aus Kapitel 4 der (VDV-Schrift 457 "Automatische Fahrgastzählsysteme", Version 2.1) erfolgen.
- A 1-14: Fahrzeuge (durchgängige Gefäße) müssen an allen fahrgastrelevanten Außentüren mit Zählsystemen ausgestattet sein.
- A 1-15: Bei Traktionen mit teilweiser Ausstattung mit Zählsystemen muss eine geeignete Traktionshochrechnung vorhanden sein, anderenfalls sind die Daten von unvollständig erfassten Fahrzeugverbänden zu verwerfen.

1.1.3 Genauigkeit

- A 1-16: Die Genauigkeit der Zählsysteme in den Fahrzeugen definiert sich durch die Nicht-Überschreitung der zulässigen Abweichung der automatischen Zähl-
daten gegenüber Kontrollzählungen auf der Nachweisebene „Zählfahrzeugkategorie“

- A 1-16a: Die Bildung der Zählfahrzeugkategorie erfolgt dazu mindestens über die Kombination Sensortyp, Türtyp, Zentralgerät und Firmware.
- A 1-16b: Die Anforderung ist einerseits durch die Zertifizierung (vgl. Kapitel 2.3) und andererseits durch die Qualitätssicherung (vgl. Kapitel 2.2) im laufenden Betrieb zu gewährleisten.

Es sind die nachfolgend beschriebenen Zählgenauigkeiten einzuhalten, wobei die Berechnungsmethodik² der beschriebenen Prüfkriterien A bis F anzuwenden ist. Die Prüfkriterien A bis C beziehen sich auf die Zählzeiten vor Saldenausgleich, die Prüfkriterien D bis E auf die aufbereiteten Zählzeiten nach Saldenausgleich.

- A 1-16c: Prüfkriterium A: Test auf Globale Unverzerrtheit:
Die globale Unverzerrtheit gibt an, welche Gesamtgenauigkeit das AFZ-System hat. Das Prüfkriterium wird für Einsteiger (Test 1) und Aussteiger (Test 2) getrennt ausgewiesen.
 - Test 1: Bestimmen der prozentualen Abweichung der vergleichsgezählten Gesamteinsteiger von den automatisch gezählten Gesamteinsteigern.
 - Test 2: Bestimmen der prozentualen Abweichung der vergleichsgezählten Gesamtaussteiger von den automatisch gezählten Gesamtaussteigern
 - Die maximal zulässige prozentuale Abweichung bei den Tests 1 und 2 wird mit 2% festgelegt.
- A 1-16d: Prüfkriterium B: Test auf Einzelabweichung:
Die Einzelabweichung gibt an, welche Genauigkeit das AFZ-System auf Halteebene und auf Türebene hat. Das Prüfkriterium wird für Einsteiger (Test 3) und Aussteiger (Test 4) getrennt ausgewiesen. Es existieren zwei parallele Testverfahren Test a und Test b.
Der Test 3 (Einzelabweichung Einsteiger) bzw. der Test 4 (Einzelabweichung Aussteiger) ist jeweils bestanden, wenn mindestens eines der Testverfahren a oder b bestanden ist.
 - Testverfahren a):
Die Einzelabweichung im Testverfahren a) gibt den Anteil der fehlerhaften Halteereignisse an.
Ein fehlerhaftes Halteereignis gilt dann, wenn die Abweichung der

² Quelle: (TBNE, 2020), Teil II § 8

Einsteiger (Test 3) bzw. der Aussteiger (Test 4) aller Türen eines Zählfahrzeugs am Halt größer 20 % und gleichzeitig größer 1 Person ist.

Der Test 3a bzw. der Test 4a ist bestanden, wenn der Anteil der fehlerhaften Halteereignisse 5 % nicht übersteigt.

– Testvorgehen b):

Die Einzelabweichung im Testvorgehen b) gibt den Anteil der fehlerhaften Türereignisse an.

Ein fehlerhaftes Türereignis gilt dann, wenn die Abweichung der Einsteiger (Test 3) bzw. der Aussteiger (Test 4) einer Tür am Halt größer 33,3 % (ein Drittel) und gleichzeitig größer 1 Person ist.

Der Test 3b bzw. der Test 4b ist bestanden, wenn der Anteil der fehlerhaften Türereignisse 5 % nicht übersteigt.

– A 1-16e: Prüfkriterium C: Test auf systematische Fehler vor Saldenausgleich

Der Test auf systematischen Fehler vor Saldenausgleich gibt an, ob die durch das AFZ-System produzierten Zählerdifferenzen auf Fahrtebene systematisch oder zufällig sind. Das Prüfkriterium wird für Einsteiger (Test 5) und Aussteiger (Test 6) getrennt ausgewiesen.

– Zur Prüfung wird ein statistischer Test angewandt, der die Unverzerrtheit der Zählerdifferenzen bei Ein- bzw. Aussteigern auf Fahrtebene bestätigt oder widerlegt. Dabei wird ein Sicherheitsgrad von 95 % vorgegeben.

– Der Test 5 (systematischer Fehler bei Einsteigern) bzw. der Test 6 (systematischer Fehler bei Aussteigern) ist bestanden, wenn das Konfidenzintervall für die Zählerdifferenzen bei Ein- bzw. Aussteigern auf Fahrtebene den Wert „0“ einschließt.

– Systeme, bei denen Ausgleichsfaktoren zum Ausgleich systematischer Fehler bereits ermittelt und zertifiziert wurden, dürfen diese im Rahmen des Bestandsschutzes weiterhin anwenden.

– A 1-16f: Prüfkriterium D: Test auf Abweichung der Beförderungsfälle (Test 7)

Die Abweichung der Beförderungsfälle gibt an, welche Genauigkeit die AFZ-Daten nach Bearbeitung im AFZ-Hintergrundsystem haben.

- Basis für den Vergleich bilden die Summen der Einsteiger AFZ nach Berücksichtigung des Wartesaaleffekts und nach Zählfehlerausgleich und die Summen der Einsteiger aus der manuellen Vergleichszählung über alle Halte aller Zählfahrten.
- Der Test 7 ist bestanden, wenn die prozentuale Abweichung 5 % nicht übersteigt.
- A 1-16g: Prüfkriterium E: Test auf Abweichung der Personenkilometer (Test 8)

Basis für den Vergleich bilden die Summen der Personenkilometer AFZ und die Summen der Personenkilometer aus der manuellen Vergleichszählung über alle Halte aller Zählfahrten.

 - Zur Berechnung der Personenkilometer AFZ werden die Abschnittsbesetzungen, ermittelt aus den AFZ-Ein- und Aussteigerzahlen nach Berücksichtigung des Wartesaaleffekts und nach Zählfehlerausgleich, mit den Abschnittsentfernungen multipliziert.
 - Zur Berechnung der Personenkilometer aus der manuellen Vergleichszählung werden die Abschnittsbesetzungen, ermittelt aus den manuell gezählten Ein- und Aussteigerzahlen, mit den Abschnittsentfernungen multipliziert.
 - Der Test 8 ist bestanden, wenn die prozentuale Abweichung 5 % nicht übersteigt.
- A 1-16h: Prüfkriterium F: Test auf systematische Fehler nach Saldenausgleich

Der Test auf Systematischen Fehler nach Saldenausgleich gibt an, ob die Abweichungen der Beförderungsfälle (Test 9) und der Personenkilometer (Test 10) systematisch oder zufällig sind.

 - Zur Prüfung wird ein statistischer Test angewandt, der die Unverzerrtheit der Differenzen bei den Beförderungsfällen und bei den Personenkilometern auf Fahrtebene bestätigt oder widerlegt.
 - Dabei wird ein Sicherheitsgrad von 90 % angenommen.
 - Der Test 9 (Systematischer Fehler Beförderungsfälle) bzw. der Test 10 (Systematischer Fehler Personenkilometer) ist bestanden, wenn das Konfidenzintervall für die Differenzen bei den Beförderungsfällen und bei den Personenkilometern auf Fahrtebene den Wert „0“ einschließt.

- O 1-3: Alternativ zu den Anforderungen A 1-16c bis A 1-16h kann auch der Nachweis der Zählgenauigkeit gemäß der in Kapitel 7 und 13.2 der VDV-Schrift (VDV, 2018) beschriebenen Verfahren und Kriterien erfolgen.

1.1.4 Datenaufzeichnung und -übertragung

- A 1-17: Die Datenaufzeichnung und -übertragung muss geeignet sein, eine zeitnahe und kontinuierliche Überprüfung der Funktionsfähigkeit und Datenqualität des Fahrgastzählsystems sicherzustellen (mind. wöchentlich, siehe Kapitel 1.2.6). Die Übertragung beispielsweise mittels USB-Stick ist ausgeschlossen.

1.2 Software

Die in den Zählfahrzeugen erfassten Daten werden in ein „AFZ-Hintergrundsystem“ (HGS) übertragen und dort weiterverarbeitet. Das HGS besteht aus mehreren Softwarekomponenten, in denen die unterschiedlichen Prüf- und Aufbereitungsschritte durchgeführt werden. Die einzelnen Komponenten können dabei auf mehrere Systeme unterschiedlicher Hersteller und / oder bei unterschiedlichen Systembetreibern verteilt sein und müssen aufeinander aufbauen. Denkbar ist beispielsweise, dass ein VU die Daten aus seinen Fahrzeugen zunächst in ein VU-, Verbund- oder Aufgabenträger-eigenes (lokales) HGS überträgt, wo auch eine erste Aufbereitung und Prüfung der einzelnen Zählfahrten erfolgt. Die geprüften Daten werden anschließend an eines der regionalen HGS³ übermittelt, wo weitere Aufbereitungsschritte sowie die Hochrechnung stattfinden. Alternativ fließen die Daten der Fahrzeuge direkt in das regionale Hintergrundsystem und werden dort geprüft, aufbereitet und hochgerechnet. In jedem Fall muss der Betreiber des regionalen HGS die Daten aller Linien der ihm zugewiesenen Verkehrsverbünde / Aufgabenträger geprüft, aufbereitet, gebündelt und hochgerechnet speichern und für abgestimmte Zwecke an das Land liefern.

Sofern nicht anders beschrieben, gelten die nachfolgenden Anforderungen unabhängig von der konkreten Betreiberkonstellation.

³ Das Gesamtkonzept des Landes sieht vor, alle Daten regional in ca. 5 HGS zu bündeln und dort hochzurechnen.

1.2.1 Solldaten

Unter Solldaten wird die Gesamtheit aus Fahrzeugdaten, Traktionsinformationen, Haltestellen, Netzdaten und Fahrplänen mit den jeweiligen Gültigkeiten verstanden. Sie werden u.a. per Import aus vorgelagerten Fahrplanungsprogrammen oder der Datenbasis der Auskunftssysteme in das AFZ-HGS übernommen.

- A 1-18: Der Fahrplan umfasst Informationen zu allen Haltestellen, Linien und Fahrten an allen Tagen. Er bildet die Grundgesamtheit ab, die sich aus den Fahrten des gesamten Fahrplanjahres (mit allen Tagesarten und ohne Ausschlussstage wie in Abschnitt 2.1.1 beschrieben) zusammensetzt. Dabei wird auf das Vortagesoll (siehe Glossar) abgezielt.
 - O 1-4: Umlauf- und Dienstdaten können zusätzlich enthalten sein.
 - A 1-18a: Die Fahrplandaten sind anzureichern um Fahrtverknüpfungen oder Regeln für Fahrtverknüpfungen, um bei der Plausibilitätsprüfung der Zähl- und beim Saldenausgleich Durchbindungen korrekt zu berücksichtigen. Fahrtverknüpfungen sind entweder in den importierten Fahrplandaten bereits enthalten, oder sie werden nachträglich im Hintergrundsystem in Form eines Regelwerks oder als Einzelverknüpfungen eingepflegt. Die für die Fahr- und Umlaufplanung zuständige Stelle (in der Regel VU und / oder VV) muss die erforderlichen Informationen für die Fahrtverknüpfungen bereitstellen.
- A 1-19: Haltestellenabstände (Streckenlängen) als Grundlage für die Berechnung der Verkehrsleistungen (Pkm) sind Teil der Solldaten. Sie sind regional von den Verkehrsunternehmen oder Verbänden zu definieren und mitzuliefern.
- A 1-20: Fahrzeugstammdaten sind entweder im regionalen HGS zu pflegen oder von den angeschlossenen, lokalen HGS bereitzustellen. Vorzuhalten sind mindestens folgenden Informationen, die von den VU bereitzustellen sind:
 - A 1-20a: Eindeutige Kennung (ID oder amtliches Kennzeichen)
 - A 1-20b: Anzahl Türen (zur Überprüfung der Vollständigkeit von Zähl- und beim Saldenausgleich Durchbindungen korrekt zu berücksichtigen. Fahrtverknüpfungen sind entweder in den importierten Fahrplandaten bereits enthalten, oder sie werden nachträglich im Hintergrundsystem in Form eines Regelwerks oder als Einzelverknüpfungen eingepflegt. Die für die Fahr- und Umlaufplanung zuständige Stelle (in der Regel VU und / oder VV) muss die erforderlichen Informationen für die Fahrtverknüpfungen bereitstellen.
 - A 1-20c: Anzahl Sitz- und Stehplätze (zur Plausibilitätsprüfung und zur Berechnung von Auslastungen)
 - A 1-20d: Verbaute Sensorik mit Informationen zu Typ und Firmware, getrennt nach Sensoren und Zentralgerät.
 - O 1-5: Optional Fahrzeugtyp, AFZS-Lieferant, Eigentümer, Standort, ...

1.2.2 Schnittstellen (Ist- und Solldaten)

Solldatenversorgung des Hintergrundsystems

Das Hintergrundsystem zur Aufbereitung der Messdaten vom Fahrzeug muss mit geeigneten Fahrplandaten versorgt werden. (vgl. A 1-18).

Solldaten werden vorzugsweise per Schnittstelle aus dem Fahr- & Dienstplanprogramm des Verkehrsunternehmens übertragen (z.B. VDV 452). Alternativ kann auf den jeweils aktuellen Stand aus der Fahrplanauskunft zurückgegriffen werden.

- A 1-21: Das AFZ-Hintergrundsystem muss je nach Betreibermodell in der Lage sein, Solldaten aus verschiedenen Quellen zu berücksichtigen und zusammenzuführen.
- A 1-22: Eine Aktualisierung der Solldaten im Hintergrundsystem ist bei jeder relevanten Fahrplanänderung⁴ notwendig (siehe Glossar „Vortagesoll“). Die für die Fahrplanpflege zuständige Stelle veranlasst eine Aktualisierung und liefert die hierfür benötigten Daten / Informationen.

Istdatenversorgung des Hintergrundsystems

- A 1-23: Die im Fahrzeug verbauten Zählsysteme müssen die erfassten Zähl-, Orts- und Statusinformationen („Rohdaten“) unverfälscht, vollständig und zeitnah in einem transparenten Datenformat an das jeweilige Hintergrundsystem übertragen.

Proprietäre Schnittstellen sind zugelassen, werden aber nicht empfohlen. Dies gilt insbesondere für schwer lesbare Formate, da sie den Austausch von Teilsystemen und Herstellern des AFZS erschweren und somit die Investitionssicherheit einschränken.

Wichtig ist, dass alle in Abschnitt 1.1.1 beschriebenen Informationen übertragen werden, so dass das Hintergrundsystem das Matching mit dem Vortages-Soll zuverlässig vornehmen und eine Qualitätsprüfung durchführen kann.

⁴ Eine Fahrplanänderung ist relevant, wenn durch sie ein Matching der Zählfahrten auf den Sollfahrplan nicht mehr möglich ist oder zu falschen Ergebnissen führen würde (vgl. A1-31 und A1-32). Ebenso ist der Zeitraum, für den die Änderung gilt, zu berücksichtigen. Die exakten Kriterien sind auf lokaler Ebene festzulegen.

Weitergabe von Daten an die regionalen Hintergrundsysteme aus lokalen Systemen

- A 1-24: Regionale Hintergrundsysteme empfangen Daten entweder direkt von Zählfahrzeugen oder von lokalen Hintergrundsystemen. Dabei ist zu gewährleisten, dass
 - die Daten aller Quellen die Qualitätsanforderungen des Anforderungskatalogs erfüllen,
 - alle Linien berücksichtigt sind,
 - die von den einzelnen Quellen gelieferten Daten in sich konsistent und vollständig sind bzw. vervollständigt werden können und
 - die Daten der verschiedenen Quellen miteinander vergleichbar sind bzw. im regionalen HGS vergleichbar gemacht werden können.

Der Betreiber des regionalen Hintergrundsystems ist für die korrekte Übernahme und Weiterverarbeitung dieser Daten zuständig.

Nachfolgend finden sich Hinweise für die beispielhafte Lieferung von Daten lokaler an das regionale Hintergrundsystem, für deren Vollständigkeit und Qualität der jeweilige Datenlieferant zuständig ist.

- Die Solldaten umfassen neben Stammdaten wie Haltestellen, Streckenlängen und Fahrzeugkapazitäten die vollständigen Fahrpläne im „Vortages-Soll“, also nicht nur die Fahrpläne von Fahrten mit Zählung.
- Bei Haltestellen ist die globale Haltestellen-ID (DHID) zu verwenden oder eine für jeden Datensatz aktuelle Umsetzungstabelle mitzuliefern.
- Perspektivisch sollen auch landesweit eindeutige Linien-ID und Fahrt-ID verwendet werden. Neu zu beschaffende Systeme müssen diese Felder bereits vorsehen.
- Die aufbereiteten Zählungen umfassen jede durchgeführte und als valide eingestufte Messfahrt und enthalten mindestens die folgenden Datenelemente:
 - Datum, Linie, Richtung,
 - Fahrt (Fahrt-ID)⁵, Zuordnung zu Referenzfahrt (ähnliche Fahrt),
 - nachrichtlich zur besseren Lesbarkeit: Sollzeit und Name / Nummer erste und letzte Haltestelle,
- Anzahl Sitz- und Stehplätze⁶ sowie

⁵ passend zu Solldaten

⁶ bei Traktionen zusätzlich je Haltestelle zu liefern (Stärken / Schwächen / Flügel)

- alle Halte gem. Sollfahrplan incl. Durchfahrten mit
- Haltestellen-ID (gemäß Solldaten),
 - Abfahrtszeit (Soll- und Istzeiten),
 - beim letzten Halt: Ankunftszeit (optional Ankunftszeit bei allen Halten),
 - Einsteiger, Aussteiger und Besetzung nach Abfahrt (optional zusätzlich Zählwerte je Wagen und Tür) sowie
 - bei Traktionen zusätzlich Anzahl Sitz- und Stehplätze des Fahrzeugverbandes (nach Abfahrt).
- Es gelten die ermittelten und validierten Ein- und Aussteigerzahlen nach Wartesaalbehandlung und nach Saldenausgleich.
- Bei Traktionsfahrten sind die Zählwerte für den kompletten Fahrzeugverband zu liefern (tatsächlich gezählt oder traktionshochgerechnet, siehe Kapitel 1.2.4).
- Die Besetzung ist mitzuliefern, um die Start- und Endbesetzung bei Durchbindungen nachvollziehen zu können (Die Startbesetzung lässt sich aus der Besetzung nach dem ersten Halt abzüglich der Einsteiger am ersten Halt ermitteln).

Verarbeitung der Daten durch das regionale Hintergrundsystem

- A 1-25: Alle automatisch durchgeführten Zählungen sind zu berücksichtigen. Eine Reduktion der durchgeführten validen Zählungen auf den geforderten Mindeststichprobenumfang oder das Zusammenfassen von Mehrfachzählungen auf Mittelwerte ist nicht gestattet.
- A 1-26: Daten von Fahrzeugen, die direkt an ein regionales HGS angebunden sind, werden dort validiert und aufbereitet und sind anschließend dort gemäß den oben beschriebenen Vorgaben abzulegen.
- A 1-27: Die Hochrechnung und Aggregation der Daten für die abgestimmten Nutzungszwecke des Landes erfolgt in der Regel in den regionalen HGS⁷.

⁷ Hierzu ist entweder das eigentliche AFZ-HGS um entsprechende Aufbereitungs- und Hochrechnungsmodule zu ergänzen oder die Daten müssen exportiert und in einer separaten (im Verantwortungsbereich des regionalen HGS-Betreibers liegenden) Software aufbereitet und hochgerechnet werden. Alternativ können auch hochgerechnete Daten aus lokalen HGS beigestellt werden.

1.2.3 **Aufbereitung der Zähldaten**

Matching und Prüfung

- A 1-28: Die gelieferten Zählrohdaten sind im Hintergrundsystem⁸ auf formale und inhaltliche Korrektheit zu prüfen.
- A 1-29: Anschließend sind sie mit dem Sollfahrplan („Vortagessoll“) zu matchen und auf Plausibilität zu prüfen.
 - A 1-29a: Durchfahrten sind zwingend zu erkennen und zu berücksichtigen., da sie die Matching-Qualität signifikant erhöhen.
 - A 1-29b: Fahrten bzw. Fahrtenketten, welche die vorgegebenen Prüfungen nicht bestehen, sind zu sperren. Der entsprechende Vorgang ist vom Hintergrundsystem nachvollziehbar und revisionssicher zu protokollieren. Zur Nachvollziehbarkeit werden die betroffenen Fahrten / Fahrtenketten nicht gelöscht, sondern nur markiert und von weiteren Auswertungen ausgeschlossen.
 - A 1-29c: Bei der Zuordnung der gemessenen Zählwerte zu Haltestellen und Fahrten im Sollfahrplan ist die korrekte Aufteilung der Einsteiger und Aussteiger an Endhaltestellen auf die ankommende und die abgehende Fahrt sicherzustellen.
 - A 1-29d: Bei Ist-Haltezeiten ab 3 Minuten ist eine Wartesaalverrechnung (gemäß VDV 2018) vorzunehmen. Falls bei Bestandssystemen die dafür notwendige Erfassung der Fahrgäste in zwei Zeitfenstern im Fahrzeug aus technischen Gründen nicht erfolgen kann, so ist ersatzweise nach den Vorgaben in Anhang 5.2 zu verfahren.
- A 1-30: Anschließend wird die Zählgüte geprüft. Bekannte Durchbindungen sind zu berücksichtigen, indem sich die Prüfungen auf technische Fehler und Zählgüte sowie der anschließende Saldenausgleich auf die resultierenden Fahrtenketten beziehen.
- A 1-31: Zähldaten, die nicht mit dem Sollfahrplan matchen, sind zu sperren. Folgende Bedingungen müssen dabei im Vergleich Ist- zu Soll-Fahrt mindestens erfüllt sein:
 - Die erste oder letzte Haltestelle muss übereinstimmen.

⁸ Gemeint ist hier in der Regel das HGS, in dem die Rohdaten zuerst eingeliefert werden. Das kann ein lokales oder auch das regionale HGS sein.

- Mindestens 80% der Haltestellen im Soll-Fahrtverlauf müssen übereinstimmen (erkannte Durchfahrten eingeschlossen).
- A 1-32: Fahrten mit zeitlichen Abweichungen zum Sollfahrplan sind (soweit technisch machbar) zu berücksichtigen und dürfen im HGS nicht aussortiert werden, da Verspätungen zum typischen Verkehrsgeschehen gehören und pünktliche sowie unpünktliche Fahrten mit gleicher Auswahlwahrscheinlichkeit vom AFZS erfasst werden.
Bei autarken Systemen sind die entsprechenden Grenzwerte für das Matching geeignet zu wählen.
- A 1-33: Vom Onboard-System gemeldete Fehler, die zu falschen Zählwerten führen, (z.B. Sensorausfall) müssen zur Sperrung der Fahrt(enkette) oder des gesamten Tagesdatensatzes führen.
- A 1-34: Fahrten bzw. Fahrketten mit schlechter Zählgüte sind zu sperren. Eine schlechte Zählgüte ist gegeben, wenn die Saldendifferenz den Absolutwert 3 und die relative Abweichung⁹ von 10% übersteigt.
 - O 1-6: Anstelle der relativen Abweichung kann als Grenzwert für die zulässige Abweichung auch die „Wurzelfunktion“ genutzt werden: $\sqrt{3 \cdot \frac{Ein+Aus}{2}}$

Die Anwendung strengerer Grenzen bei hochwertigen Zählsensoren ist erlaubt und erwünscht.

Saldenausgleich

- A 1-35: Zum Ausgleich von zufälligen Messfehlern ist ein Saldenausgleich durchzuführen. Er darf nicht für systematische Zählfehler und hohe Saldendifferenzen verwendet werden.
 - A 1-35a: Der Saldenausgleich hat den in Kapitel 8.1 der (VDV, 2018) formulierten Anforderungen zu genügen mit dem Mittelwert¹⁰ als Zielgröße.
 - A 1-35b: Zusätzlich werden die nachfolgenden Konkretisierungen und Erweiterungen vereinbart:
 - Die geforderte Unterbindung negativer Belegungswerte bezieht sich auf die Belegung bei Ankunft an der Haltestelle abzüglich Aussteiger an dieser Haltestelle..

⁹ Differenz E-A zu Mittelwert aus E und A, bezogen auf eine Fahrt(kette): $|E-A| / ((E+A)/2)$

¹⁰ Mittelwert aus Summe Einsteiger und Summe Aussteiger der Fahrt(kette) nach Wartesaalverrechnung und Endstellenbehandlung

- Für den Ausgleich werden alle Haltestellen der gesamten Fahrtenkette mit Fahrgastwechsel berücksichtigt.
- Beim Fahrgastwechsel wird zwischen Ein- und Aussteigern unterschieden.
- Die Auswahl erfolgt nach dem Zufallsverfahren, wobei die Wahrscheinlichkeit der Auswahl einer Haltestelle mit der Anzahl der dort gezählten Fahrgäste steigt.

Durchbindungen

Regelmäßig gibt es die Situation, dass am Ende einer Fahrt nicht alle Fahrgäste aussteigen. Um zu verhindern, dass der Saldenausgleich diese Fahrgäste als Zählfehler wertet und die resultierende Besetzung zu 0 korrigiert, ist das Anlegen von Durchbindungen erforderlich. Durchbindungen verknüpfen zwei oder mehr Fahrten zu Fahrtketten, die anschließend von Güteprüfung und Saldenausgleich wie eine durchgehende Fahrt behandelt werden. Bei den Fahrgastzahlen gibt es im Ergebnis „Sitzenbleiber“ als Übertrag zwischen den Fahrten in Form einer Endbesetzung der ankommenden und Startbesetzung der abgehenden Fahrt. Bei der Ermittlung der Kenngröße „Linienbeförderungsfälle (LBF) pro Fahrt“ sind später in der Auswertung die Startbesetzungen („virtuelle Einsteiger“) als LBF zu zählen.

- A 1-36: Damit das Hintergrundsystem die Fahrgastzahlen sachgerecht behandeln kann, muss eine Durchbindungsinformation (Verknüpfung zweier Fahrten) vorhanden sein.
 - A 1-36a: Ist dies nicht oder nicht vollständig der Fall, sind die Durchbindungen manuell einzupflegen. Hierzu muss das Hintergrundsystem geeignete Möglichkeiten bieten.

1.2.4 Hochrechnung

Die Hochrechnung erfolgt in der Regel in den regionalen HGS. Diese stellen dem Land abgestimmte, für die festgelegten Nutzungszwecke geeignet aufbereitete Daten bereit. Die Übernahme hochgerechneter Daten aus Vorsystemen in das regionale HGS ist zulässig, sofern die Vorsysteme die im Anforderungskatalog beschriebenen Anforderungen erfüllen und zertifiziert sind.

Das umzusetzende Hochrechnungsverfahren ist im Anhang 5.3 beschrieben.

- A 1-37: Die „Hochrechnung“ von teilgezählten Fahrten im Zusammenhang mit Traktionen gemäß nachfolgenden Anforderungen kann bereits im lokalen Hintergrundsystem vorgenommen werden. Alternativ ist sie im regionalen HGS durchzuführen.

Zähl- und Traktionsdaten von Fahrzeugverbänden sind vollständig zu liefern. Hierbei gibt es drei zulässige Möglichkeiten, die je nach Ausstattungsgrad und Betriebskonzept anzuwenden sind.

- A 1-37a: Bei Vollausstattung¹¹ werden alle Teile des Fahrzeugverbands gezählt und die Ergebnisse addiert. Falls ein Teil des Fahrzeugverbands keine oder fehlerhafte Zählungen liefert, gilt die Fahrt als nicht gezählt und es ist kein Zählergebnis zu liefern.
- A 1-37b: Bei Teilausstattung¹² werden die Fahrzeuge mit AFZS so disponiert, dass der Fahrzeugverband vollständig gezählt wird. Zählungen von Fahrten, bei denen das nicht gelingt und die somit unvollständig sind, werden wie unter A 1-37a verworfen. Hier sind systematische Fehler zu vermeiden.
- A 1-37c: Bei Teilausstattung¹² sind Fahrzeugverbände zufällig aus Fahrzeugen mit und ohne AFZS zusammengesetzt und werden häufig nur in Teilen gezählt. In diesen Fällen ist eine Traktionshochrechnung vorzunehmen. Im einfachen Fall ohne Traktionswechsel oder Durchbindung wird die Fahrgastzahl aus dem mit AFZS ausgestatteten Fahrzeug auf den gesamten Fahrzeugverband hochgerechnet durch Multiplikation der erfassten Fahrgastzahlen mit dem Anteil ($\text{Plätze(gesamt)} / \text{Plätze(AFZS)}$).
- A 1-37d: In jedem Fall ist auf die Ist-Traktion hochzurechnen und nicht auf eine Soll-Konfiguration.
- O 1-7: Im Falle komplexer Konstellationen mit Traktionswechseln (Stärken, Schwächen, Flügeln) oder Durchbindungen ist eine Imputation von Zählwerten für die nicht erfassten Teile des Fahrzeugverbands aus Zählungen an anderen Tagen oder aus anderen Zeitlagen zulässig, wobei nur Daten aus vergleichbaren Fahrzeugverbandsstärken und Traktionswechseln herangezogen werden dürfen. Das Verfahren ist offenzulegen und durch den Zertifizierer zu prüfen.

¹¹ Alle kuppelbaren Fahrzeuge des Unternehmens / Betriebszweigs verfügen über AFZS

¹² Nur ein Teil der Fahrzeuge des Unternehmens / Betriebszweigs verfügt über AFZS

1.2.5 Datenlieferung ans VM

Als Orientierung zur Struktur der Datenflüsse soll gelten: Unternehmen liefern Zähldaten entsprechend den Festlegungen in diesem Anforderungskatalog entweder direkt (als Mandant des regionalen HGS) oder über ein lokales HGS an ein regionales Hintergrundsystem. Daten an das VM werden ausschließlich durch die regionalen Hintergrundsysteme geliefert.

- A 1-38: I.d.R. Aufgabe des regionalen HGS ist es, die Datenqualität zu prüfen und die Daten so weit zu konsolidieren, dass
 - die gelieferten Daten vollständig einfließen (alle Linien),
 - keine Doppelungen bei Haltestellen, Linien, Fahrten oder Zähldaten vorliegen und
 - eine einheitliche und für alle VU zusammenfassende Datenbasis als Eingangsgröße für die Hochrechnung vorliegt.
 - Es ist auch zulässig, dass lokale Hintergrundsysteme diese Aufgaben oder Teile davon übernehmen.
- A 1-39: Die Hochrechnung und Aggregation der Daten für die beim Land vorgesehenen Nutzungszwecke erfolgt im Aufgabenbereich des regionalen HGS.
 - O 1-8: Die Hochrechnung kann alternativ in entsprechend zertifizierten vorgelagerten Systemen erfolgen.
 - Die Datenlieferung an das VM beschränkt sich auf Daten für die vereinbarten, konkreten Nutzungszwecke.
 - A 1-39a: Diese sind mindestens einmal jährlich ans Land bzw. den von ihm beauftragten Dienstleister zu liefern, und zwar bis Ende März für das zurückliegende Jahr.
 - O 1-9: Eine häufigere Lieferung in einem automatisierten Prozess ist möglich und ausdrücklich erwünscht.

1.2.6 Monitoring Zählqualität und Erhebungsumfang

- A 1-40: Die erfassten Zählfahrten sind in einem kontinuierlichen Qualitätssicherungsprozess regelmäßig bzgl. der Anforderungen aus den Abschnitten 1.2.3 (Qualität und Verwertbarkeit der erhobenen Zählfahrten) und 2.1.1 (erforderliche Anzahl Zählfahrten, gleichmäßige Verteilung der verwertbaren Zählfahrten innerhalb der Zählperioden) zu überwachen.

- A 1-40a: Hierbei ist ein permanenter Abgleich der bereits vorliegenden, verwertbaren Zählfahrten zum vorgegebenen Mindestzählumfang vorzunehmen und zu bewerten.
- A 1-41: Sofern sich abzeichnet, dass die vorgegebene Anzahl verwertbarer Zählfahrten in einzelnen Schichten voraussichtlich nicht erreicht wird, sind geeignete Maßnahmen – beispielsweise die gezielte Disposition von Zählfahrzeugen auf die betroffenen Fahrten / Umläufe – zur Erfüllung der Zählvorgaben durchzuführen. Vgl. hierzu auch Abschnitt 2.2 (Qualitätsmanagement).

2 Teil 2: Voraussetzungen für den Einsatz von AFZS

2.1 Allgemeine Bestimmungen

2.1.1 Zählungsumfang (Schichtstrukturen, Auswahl)

Grundgesamtheit

- A 2-1: Als zu berücksichtigende Grundgesamtheit wird die Menge aller Fahrten im Linienverkehr nach §42 und §43 des PBefG festgelegt. Freigestellte Schülerverkehre sowie flexible Bedienformen, die nicht auf Basis von §42 PBefG genehmigt sind, sind nicht Bestandteil der Grundgesamtheit.

Bedarfsverkehre gemäß §44 des PBefG sind aufgrund der üblicherweise eingesetzten PKW sowie des nicht vorhandenen Sollfahrplans und festen Linienwegs mit gängigen AFZS nicht abbildbar. Sie sind daher nicht Gegenstand dieses Anforderungskatalogs.

- A 2-2: Sowohl für die verbundgrenzüberschreitenden Linien als auch für die innerhalb des Verbundes die Grenzen eines Aufgabenträgers überschreitenden Linien legen die Aufgabenträger vor Ort fest, wie die Nachfrage den beteiligten Verbänden und Aufgabenträgern zugeordnet wird. Die Aufteilung der Nachfrage hat dabei konsistent zur Aufteilung des Fahrplanangebots gemäß Anlage 3 der ÖPNV-VO zu erfolgen.
 - O 2-1: Alternativ können die Daten entsprechender Linien zunächst vollständig einem Verbund / Aufgabenträger zugeordnet und im Nachgang zwischen den beteiligten Verbänden / Aufgabenträgern gemäß bilateraler Vereinbarungen aufgeteilt werden.
- A 2-3: Als Grundlage zur Bestimmung der Grundgesamtheit gilt jeweils ein komplettes Fahrplanjahr¹³ ohne Ausschlussstage.
 - A 2-3a: Es gilt jeweils das „Vortagessoll“. Gegenüber dem Vortagessoll erfolgte Änderungen beispielsweise aufgrund dispositiver Maßnahmen müssen nicht berücksichtigt werden.

¹³ großer Fahrplanwechsel bis großer Fahrplanwechsel

- A 2-3b: Abweichend davon sind bei flexiblen Bedienformen nur diejenigen Fahrten für die Grundgesamtheit zu berücksichtigen¹⁴, die auch tatsächlich durchgeführt wurden. Statt des Vortagesolls sind hier also Ist-Daten zu verwenden. Entsprechende Informationen sind vom Betreiber (VU) bereitzustellen.
- O 2-2: Alternativ zum Fahrplanjahr kann die Abgrenzung der Grundgesamtheit auch auf das Kalenderjahr vorgenommen werden.

Mindestzählumfang

- A 2-4: Die Auswahlgesamtheit entspricht der Grundgesamtheit. Vorgaben zum Stichprobenumfang erfolgen auf Basis „ähnlicher Fahrten“ (vgl. Definition „ähnliche Fahrt“ im übernächsten Abschnitt).

Ziel ist idealerweise die Erfassung jeder „ähnlichen Fahrt“

- in der Tagesart „Montag bis Freitag (Werktag)“ mindestens 2 x pro Zählperiode (Winter, Frühjahr, Herbst, Ferien) und
- in den Tagesarten „Samstag“ sowie „Sonn- und Feiertage“ jeweils mindestens 2 x pro Fahrplanjahr.
 - A 2-5: Zählungen sind über die gesamte Zählperiode durchzuführen. Dabei ist eine gleichmäßige Verteilung der Zählfahrten und der verwertbaren Zählzeiten innerhalb der Zählperioden sicherzustellen.
 - A 2-6: Die Mindestzählvorgabe wird je Schicht (vgl. A 2-7) durch folgende Zählziele definiert:
 - A 2-6a: Für mindestens 4% aller durchgeführten Fahrten der Schicht liegen verwertbare Zählzeiten vor.
 - A 2-6b: Für mindestens 75% aller ähnlichen Fahrten liegt jeweils mindestens eine verwertbare Zählfahrt vor.
 - A 2-6c: Für jede Schicht liegen mindestens zwei verwertbare Zählfahrten vor.

¹⁴ Gemäß A 2-1 sind außerdem nur Verkehre zu berücksichtigen, die auf Basis von §42 PBefG genehmigt sind.

Schichtung

- A 2-7: Es wird folgende Schichtung festgelegt:
 - Ggf. Aufgabenträger¹⁵
 - Linie und Richtung
 - 4 Zählperioden (für Tagesart „Montag bis Freitag“):
 - „Winter“: Großer Fahrplanwechsel bis Ostern
 - „Frühjahr“: Ostern bis Beginn Sommerferien
 - „Herbst“: Ende Sommerferien bis großer Fahrplanwechsel
 - „Ferien“: Alle Schulferien¹⁶
 - 3 Tagesarten:
 - Montag bis Freitag¹⁷
 - Samstag (zählperiodenübergreifend)
 - Sonn- und Feiertage in BW (zählperiodenübergreifend)
 - 6 bis 7 Zeitschichten:
 - Tagesart „Montag bis Freitag“ (Schule und Ferien):
 - 1: Betriebsanfang bis 6:59 Uhr
 - 2: 07:00 Uhr bis 8:59 Uhr
 - 3: 09:00 Uhr bis 11:59 Uhr
 - 4: 12:00 Uhr bis 14:59 Uhr
 - 5: 15:00 Uhr bis 17:59 Uhr
 - 6: 18:00 Uhr bis 20:59 Uhr
 - 7: 21:00 Uhr bis Betriebsende
 - Tagesarten „Samstag“ sowie „Sonn- und Feiertage“:
 - 11: Betriebsanfang bis 8:59 Uhr
 - 12: 09:00 Uhr bis 11:59 Uhr
 - 13: 12:00 Uhr bis 14:59 Uhr
 - 14: 15:00 Uhr bis 17:59 Uhr
 - 15: 18:00 Uhr bis 20:59 Uhr
 - 16: 21:00 Uhr bis Betriebsende
- A 2-7a: Die Zuordnung einer Sollfahrt zu einer Zeitschicht erfolgt auf Basis der zeitlichen Mitte der Fahrt.

¹⁵ Vgl. O 2-1

¹⁶ Landeseinheitliche Ferien, ohne „bewegliche Ferientage“

¹⁷ Da die Ferientage eine separate Zählperiode darstellen, ergibt sich implizit eine Unterteilung in Mo-Fr Schule und Mo-Fr Ferien.

- A 2-7b: Die Uhrzeiten für Betriebsanfang und Betriebsende können je Linie variieren¹⁸. Eine unterjährige Änderung der Zeiten ist nicht zulässig.
- A 2-7c: Der 24.12. und der 31.12. eines Jahres zählen zur Tagesart „Samstag“.

Sollten sich in einem Fahrplanjahr für eine Kombination aus Tagesart und Zählperiode weniger als 50 Zähltage ergeben, so werden die Zählperioden durch das Verkehrsministerium in Abstimmung mit der Expertengruppe so angepasst, dass für alle Schichten mindestens 50 Zähltage verfügbar sind.

Bildung „ähnlicher Fahrten“

Der Fahrplan kann sich innerhalb der Zählperioden durch Anpassungen und Korrekturen (z.B. Baustellen) ändern (zeitlich, räumlich). Bei geringfügigen Änderungen ist es nicht erforderlich, jede kleine Anpassung im Sinne der Mindestzählvorgabe (A 2-6) als „neue Fahrt“ zu begreifen. Leichte Änderungen in den Sollfahrten dürfen toleriert werden, indem entsprechende Fahrten als „eine ähnliche Fahrt“ erkannt und gewertet werden.

- A 2-8: Das Hintergrundsystem fasst zur besseren Erfüllung der Mindestzählvorgabe (A 2-6) tagesaktuell leicht variierenden Fahrten zu „ähnlichen Fahrten“ zusammen und gibt diesen eine einheitliche Kennung.
 - A 2-8a: Fahrten gelten als „ähnlich“, wenn alle im Folgenden aufgelisteten Kriterien erfüllt sind:
 - Erste und letzte Haltestelle sind jeweils identisch (Masten / Steige nicht berücksichtigt).
 - Die Abfahrtszeit an der ersten Haltestelle weicht um nicht mehr als 15 Minuten bzw. (bei Takten \leq 15 Minuten) als eine Taktlänge ab.
 - Maximal 10% (aufgerundet) der Halte im Fahrtverlauf unterscheiden sich (zusätzlicher Halt, Halt entfällt, andere Haltestelle).
 - Die Fahrten verkehren an unterschiedlichen Kalendertagen.
 - A 2-8b: Umgekehrt muss das Hintergrundsystem Fahrten, die zwar die gleiche Fahrtnummer / Zugnummer haben, jedoch die Anforderung A 2-8a nicht erfüllen, als unterschiedliche „ähnliche Fahrten“ begreifen und ausweisen.

¹⁸ z.B. spezielle Zeiten für Nachtverkehre

2.1.2 Handzählung

Fahrgastzählungen werden grundsätzlich mit automatischen Erfassungssystemen durchgeführt. In begründeten Ausnahmefällen sind manuelle Fahrgastzählungen zugelassen. Dies gilt insbesondere für Fahrten mit Fahrzeugen, die nicht mit Zählsystemen ausgerüstet sind (etwa PKW oder selten eingesetzte Reservefahrzeuge).

- A 2-9: Die manuell erhobenen Fahrgastzahlen sind über geeignete Schnittstellen (bzw. manuelle Eingabe) in das Hintergrundsystem zu integrieren.
 - A 2-9a: Sie sind analog den AFZ-Daten einer Prüfung auf Vollständigkeit und Qualität zu unterziehen.
 - A 2-9b: Manuelle Zählungen sind im gesamten Prozess der Verarbeitung als „Handzählungen“ zu markieren.
 - O 2-3: Verkehre, die mit (für AFZS zu) kleinen Fahrzeugen erbracht werden (Bedarfsverkehre oder auch reguläre Linienverkehre), können auch komplett von der Erfassung und Verarbeitung im AFZS ausgenommen werden.

Die Nachfrage der Verkehre, die gemäß O 2-3 nicht über AFZS erhoben und verarbeitet werden, ist vom Aufgabenträger über geeignete Verfahren zu ermitteln, damit er seinen Anforderungen aus §15 und §9 des ÖPNVG erfüllen kann.

2.1.3 Dokumentationspflicht

- A 2-10: Das AFZS ist sowohl bzgl. seines technischen Aufbaus als auch bzgl. der organisatorischen Prozesse umfassend zu beschreiben. Auf Basis der Dokumentation muss es möglich sein, ein Verständnis für das eingesetzte System zu entwickeln. Sie dient insbesondere als Grundlage für die Zertifizierung und Rezertifizierung (Kapitel 2.3 und 1.1). Im Falle eines kaskadierenden Aufbaus unter Einbezug von lokalen Hintergrundsystemen betrifft dies die gesamte Verarbeitungskette und somit auch die zuliefernden lokalen Systeme. Alle beteiligten Stellen (VU, VV, HGS-Betreiber) wirken an der Erstellung der Dokumentation mit bzw. stellen die erforderlichen Informationen zur Verfügung. Die Gesamtverantwortung für die Dokumentation liegt bei den AT.

Aus der Dokumentation lassen sich ableiten:

- A 2-10a: Der Aufbau des Gesamtsystems und das Zusammenwirken der Systemkomponenten aus Hard- und Software,
- A 2-10b: sämtliche im Rahmen dieses Anforderungskatalogs relevanten Schnittstellen für den Import in das System einschließlich Übernahme von Handzähl- und Weitergabe von Daten aus dem System,
- A 2-10c: alle Datenflüsse innerhalb des AFZS (Hard- und Software) mit Beschreibung der Übergabepunkte sowie der Prüf- und Korrekturverfahren
- A 2-10d: Die Möglichkeiten zur Einflussnahme auf Umfang und Qualität der Daten sowie zur Veränderung von Daten sind vollständig darzulegen.
- A 2-10e: die Berechnungsverfahren im Hintergrundsystem – mindestens unterschieden nach Matching (Zusammenführung von Zähl- und Fahrplandaten), Bildung von „ähnlichen Fahrten“, Anlegen und Verwalten von Schichten, Qualitätsprüfung, Wartesaalverrechnung und Saldenausgleich,
- A 2-10f: Beschreibung der eingesetzten Parameter (inkl. Default-Werte, zulässige Wertebereiche und gesetzte Werte bzw. Wertebereiche),
- A 2-10g: Prozesse zum Monitoring und Prognose des Mindestzählumfanges sowie
- A 2-10h: Prozesse zur dauerhaften Sicherstellung von Umfang und Genauigkeit der Zählungen.
- O 2-4: Innerhalb der Dokumentation kann für Details auch auf geeignete Dokumente der Systemhersteller verwiesen werden. In diesen Fällen sind die entsprechenden Dokumente dem Land und dem Zertifizierer auf Verlangen zur Verfügung zu stellen.

2.2 Qualitätsmanagement

- A 2-11: Die AT sind dafür verantwortlich, dass ein Qualitätsmanagement aufgebaut und betrieben wird, welches mindestens nachfolgende Vorgaben erfüllt:
 - A 2-11a: Benennung von für die Qualitätssicherung der Daten verantwortlichen Stellen gemäß §19 ÖPNV-VO,
 - A 2-11b: Benennung von Verantwortlichkeiten und Ansprechpartnern für sämtliche AFZS-Komponenten und Einbindung in die Organisations- und Entscheidungsstruktur des AFZS-Betreibers,
 - A 2-11c: Festlegung von Zuständigkeiten und Prozessen für die regelmäßige und dauerhafte Auswertung und Bereinigung von Daten,
 - A 2-11d: Sicherstellung der Überprüfung und Aktualisierung der Dokumentation des AFZS,

- A 2-11e: Offenlegung sämtlicher Einflussmöglichkeiten auf Umfang und Qualität der Fahrgastzählung
- A 2-12: Im Rahmen der Inbetriebnahme von Zählsystemen ist für jedes Fahrzeug ein qualifizierter Vergleich der gezählten Ein- und Aussteiger (E / A auf Rohdatenebene) durchzuführen und zu dokumentieren.

2.3 Zertifizierung

- A 2-13: Die AT stellen sicher, dass alle zur Nachfragedatenermittlung für Zwecke des Landes eingesetzten AFZS vorab durch einen sachverständigen und unabhängigen (insbesondere nicht mit den Verkehrsunternehmen und HGS-Betreibern verbundenen) Dritten geprüft und zertifiziert sind.
 - A 2-13a: Die Zertifizierung setzt sich grundsätzlich aus der Prüfung der Zählgenauigkeit des fahrzeugseitigen AFZ-Systems und der Prüfung des Hintergrundsystems zusammen. Bei komplexeren Systemlandschaften (kaskadierende HGS) ist sicherzustellen, dass abschließend die gesamte Verarbeitungskette durchgehend zertifiziert ist.
 - A 2-13b: Eine Übertragung von Zertifikaten zur Zählgenauigkeit ist unter bestimmten Voraussetzungen (A 2-14) möglich. Eine Übertragung sonstiger Zertifikate ist nicht möglich.

Bei der Zertifizierung sind mindestens die in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen Prüfungen vorzunehmen:

2.3.1 Nachweis der Zählodatengenauigkeit

- A 2-13c: Die Messgenauigkeit technischer Zählsysteme ist anhand der globalen Unverzerrtheit von Ein- und Aussteigern, der Einzelabweichung von Ein- und Aussteigern sowie des systematischen Fehlers vor Saldenausgleich für Ein- und Aussteiger zu prüfen. Es sind dabei die Berechnungsmethodiken der in Abschnitt 1.1.3 beschriebenen Prüfkriterien A, B und C anzuwenden und mindestens die dort festgelegten Genauigkeiten nachzuweisen. Im Rahmen der Zertifizierung sind hierzu geeignete Vergleichszählungen durchzuführen.
- O 2-5: Alternativ kann die Messgenauigkeit der in den Fahrzeugen verbauten Zählsysteme gemäß den Vorgaben und Verfahren der VDV-Schrift 457 in der Version 2.1 (VDV, 2018) geprüft und nachgewiesen werden.

- A 2-13d: Die Prüfung der Zählraten nach Wartesaal und Saldenausgleich erfolgt anhand der aus den Vergleichszählungen ermittelten Abweichung der Beförderungsfälle, der Personenkilometer und des systematischen Fehlers. Es sind die Berechnungsmethodik und Grenzwerte der in Abschnitt 1.1.3 beschriebenen Prüfkriterien D, E und F anzuwenden.
- O 2-6: Alternativ kann die Prüfung des Hintergrundsystems gemäß den Vorgaben und Verfahren der VDV-Schrift 457 in der Version 2.1 (VDV, 2018) erfolgen.
- A 2-13e: Für die Vergleichszählung sind folgende Vorgaben zu beachten:
 - Die zu prüfenden Fahrzeuge können – nach Sensortyp, Zentralgerät, Türtyp und Firmware – zu Kategorien zusammengefasst werden.
 - Bei abweichender Firmware ist eine Zusammenfassung nur zulässig, wenn Auswirkungen auf die Zählfunktion ausgeschlossen werden können.
 - Für jede Kategorie müssen hinreichend viele Vergleichszählungen durchgeführt werden, um systematische Verzerrungen auszuschließen.
 - Die Prüfung soll unterschiedliche Anforderungen - unter anderem in Form von pulkartigen Ein- / und Ausstiegen - berücksichtigen.
 - Ein Haltestellentürereignis (HTE) liegt vor, wenn das AFZS oder die Vergleichszählung an einer Haltestelle an einer Tür einen Fahrgastwechsel registriert hat. Das alleinige Öffnen der Tür ohne Fahrgastwechsel wird nicht als HTE gewertet.
- A 2-13f: Die im Rahmen der Zertifizierung mindestens zu berücksichtigende Anzahl an HTE ist entsprechend der Formel in Kapitel 13.1 der (VDV, 2015) zu bestimmen.
- O 2-7: In Netzsituationen mit sehr wenigen HTE und Prüf-Kategorien mit sehr wenigen Fahrzeugen kann die Vorgabe durch Herabsetzen der HTE oder Zusammenfassen von Prüf-Kategorien abgemildert werden. Voraussetzung hierfür ist die Zustimmung der Expertengruppe nach vorheriger schriftlicher Begründung.
- A 2-13g: Vergleichszählungen können als manuelle Zählungen oder mittels Videoaufzeichnung erfolgen. Es gelten die Vorgaben aus den Abschnitten 13.3.2 bzw. 13.3.3 der (VDV, 2018).
- O 2-8: Vorhandene, die oben genannten Kriterien erfüllende Vergleichszählungen können im Rahmen der Zertifizierung genutzt werden, sofern sie zum Zeitpunkt der Zertifizierung nicht älter als 10 Jahre sind.

Übertragung vorhandener Zertifizierungen auf nachträglich ausgerüstete Fahrzeuge

- A 2-14: Die Übertragung einer vorhandenen Zertifizierung der Zählgenauigkeit ist im Rahmen der Geltungsdauer auf neu installierte Zählsysteme zulässig, sofern die neuen Fahrzeuge bzgl. Sensortyp, Zentralgerät, Türtyp und Firmware mit der Fahrzeugkategorie des Zertifikats übereinstimmen. Zusätzlich ist A 2-12 zu beachten.

2.3.2 Nachweis der Zähl Datenmenge und Repräsentativität

Die vom AFZS zur Verfügung gestellten Zähl Daten müssen zusätzlich zur Genauigkeit auch der Anforderung nach hinreichendem Umfang (A 2-6) und gleichmäßiger zeitlicher Verteilung (A 2-5) gerecht werden.

- A 2-15: Im Rahmen der Zertifizierung ist nachzuweisen, dass das Hintergrundsystem über entsprechende Prüfverfahren verfügt und diese erfolgreich einsetzt.

2.3.3 Ausstattungsgrad

- A 2-16: Es ist zu prüfen, ob für den Betrieb des AFZS hinreichend viele technische Zählsysteme verbaut wurden, um die Anforderungen zum Zählungsumfang (A 2-6) zu erfüllen. Die Nachweisführung erfolgt unter Berücksichtigung der Vorgaben an den Stichprobenumfang, die betriebliche Fahrzeugeinsatzplanung und Sicherheitspuffer aufgrund technischer oder betrieblicher Gegebenheiten.

2.3.4 Datenfluss und Datenaufbereitung

- A 2-17: Im Rahmen der Zertifizierung ist der Datenfluss von der Datenerfassung bis zur Datenverwertung darzustellen und zu prüfen. Dabei sind Schnittstellen zur Übernahme und Weitergabe von Fahrplan-, AFZ- und Handzähl Daten einzubeziehen. Alle Eingriffsmöglichkeiten auf die Ergebnisse der Fahrgastzählung sind aufzuzeigen und zu bewerten.

Bzgl. der Datenaufbereitung sind im Rahmen der Zertifizierung mindestens folgende Schritte zu prüfen und zu bewerten:

Solldaten:

- A 2-18: Vollständige und korrekte Übernahme der Daten aus Vorsystemen (keine doppelte Erfassung von Fahrten und Linien)

- A 2-19: Zusammenfassung und Behandlung von ähnlichen Fahrten
- A 2-20: Übernahme sowie Einpflegen von Durchbindungen

Istdaten:

- A 2-21: Vorverarbeitung in Form von Wartesaalbehandlung, auch bei Leer- und Umsetzfahrten sowie Aus- und Einrückfahrten,
- A 2-22: Korrekte Verarbeitung der Zähl- und Zählkategorie (falls mehrere Objektkategorien im System vorhanden),
- A 2-23: Übernahme automatischer und Handzähl- und Zählkategorie in den Datenbestand
- A 2-24: Prüfung auf Vollständigkeit und Qualität,
- A 2-25: Identifikation und Sperren von fehlerhaften oder nicht verwertbaren Zähl- und Zählkategorie einschließlich deren Dokumentation sowie
- A 2-26: Zuordnung von Zähl- und Zählkategorie zu Haltestellen und Linienfahrten.
- A 2-27: Korrekte Zuordnung bzw. Übertrag der Aussteiger und Einsteiger an den Endstellen.

2.3.5 Saldenausgleich

- A 2-28: Zusätzlich zur Einhaltung der Randbedingungen (aus Abschnitt 1.2.3) sind im Rahmen der Zertifizierung insbesondere folgende Prüfungen vorzunehmen:
 - Verteilung der Fahrgäste auf endende / beginnende Fahrt,
 - Belegung übers Fahrtende (Durchbindungen),
 - Zufällige Verteilung der zum Ausgleich herangezogenen Halte.

2.3.6 Korrekturverfahren

- A 2-29: Es werden Ein- und Aussteiger mit mindestens 1,20 m Körpergröße berücksichtigt. Da nicht alle Zähl- und Zählkategorie eine Unterscheidung nach Größenklassen zulassen, wird zur Vermeidung systematischer Verzerrungen für eine Übergangszeit ein Korrekturverfahren gemäß Anhang 5.1 zugelassen.
- A 2-30: Zur Sicherstellung der landesweiten Vergleichbarkeit aller AFZ-Systeme des ÖPNV und des SPNV ist der Wartesaal zu berücksichtigen. Wenn die technischen Systeme die Erfassung oder Verrechnung nicht vornehmen können, wird für eine Übergangszeit ein Ausgleichsverfahren gemäß Anhang 5.2 zugelassen.

2.3.7 Hochrechnung

- A 2-31: Das Hochrechnungsmodul arbeitet gemäß dem in Anhang 5.3 beschriebenen Hochrechnungsverfahren.
- A 2-32: Eine im Rahmen der Datenaufbereitung durch das Hintergrundsystem ggf. durchgeführte Traktionshochrechnung ist bzgl. der Einhaltung der in Abschnitt 1.2.4 getroffenen Vorgaben zu überprüfen.

2.3.8 Bestehende Systeme

Vorhandene Hard- und Softwarekomponenten dürfen zum Einsatz kommen.

- A 2-33: Voraussetzung ist ein gültiges, maximal 10 Jahre altes Zertifikat, welches die Anforderungen A 2-13 bis A 2-32 (sofern für die jeweilige Komponente relevant) vollständig abdeckt.
 - O 2-9: Liegt ein Zertifikat vor, welches jedoch nicht alle oben genannten Punkte abdeckt bzw. erfüllt, so kann anstelle einer Neuzertifizierung auch eine ergänzende Zertifizierung ausschließlich in Bezug auf die fehlenden Punkte durchgeführt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die zusätzlich zu zertifizierenden Komponenten keine Rückwirkungen auf die bereits zertifizierten Komponenten haben.

2.3.9 Qualitätssicherung

- A 2-34: Das in Kapitel 2.2 beschriebene Qualitätsmanagement ist auf Plausibilität und Angemessenheit zu prüfen und zu bestätigen.

2.4 Rezertifizierung

Es ist davon auszugehen, dass im Rahmen von Systemanpassungen oder -erweiterungen neue Softwarestände eingespielt und genutzt werden. Dabei sind im Wesentlichen folgende Kategorien für Änderungen im AFZS zu unterscheiden:

- (1) Veränderungen der Berechnungsmethodik (Software)
- (2) Fehlerbehebungen (Hard- oder Software)
- (3) Änderungen der Datenversorgung (Software)
- (4) Reparatur an oder Austausch von Komponenten (Hard- und Software)
- (5) Ersatz durch technischen Fortschritt (Hard- und Software)
- (6) Neue Funktionalitäten (Software)
- (7) Firmwareupdates der Zählsensoren oder Zentralgeräte
- A 2-35: Grundsätzlich sind im Rahmen des Qualitätsmanagements (Kapitel 2.2) alle Veränderungen von den jeweiligen Betreibern nachvollziehbar zu dokumentieren und bzgl. ihrer Art in die sechs genannten Kategorien einzuordnen.
- A 2-35a: Eine Anpassung von Modellen, Verfahren oder Logiken, die bewusst zu veränderten (zertifizierungsrelevanten) Ergebnissen führt (Kategorie 1), erfordert in jedem Falle eine erneute Begutachtung durch einen unabhängigen Dritten. Dies betrifft auch die Einführung neuer Zählsensorik in Fahrzeugen, die einen neuen Nachweis der Zählgüte für diese Fahrzeugkategorien erfordert. Im Regelfall wird es ausreichend sein, nur die von der Veränderung betroffenen Komponenten neu zu prüfen und zu zertifizieren.
- A 2-35b: In allen anderen Fällen (Kategorie 2 bis 7) ist durch einen Vorher-Nachher-Vergleich zu prüfen, ob sich bei gleichen Eingangsdaten systematische Änderungen an den (zertifizierungsrelevanten) Ergebnissen ergeben. Systematische Änderungen erfordern eine erneute Begutachtung und Zertifizierung der betroffenen Komponenten. Für die Zählgenauigkeit kann hierzu das Verfahren der Rezertifizierung nach VDV-Schrift 457 (VDV, 2018) eingesetzt werden.

A 2-36: Für jede Komponente ist spätestens alle 10 Jahre eine Rezertifizierung obligatorisch. Für die Zählgenauigkeit kann hierzu das Verfahren der Rezertifizierung nach VDV-Schrift 457 (VDV, 2018) eingesetzt werden.

3 Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Bedeutung
Odometer	Erfassung der gefahrenen Meter durch ein Signal vom Fahrzeug (Wegimpuls, Tacho, nicht GPS). Entweder relativ zwischen Halten bzw. GPS-Punkten oder kumulativ über die Fahrt, den Tag oder längere Zeiträume.
Durchfahrt	Fahrzeug hält nicht an einem fahrplanmäßigen Halt. Ein solcher Halt muss vom Zähl- oder Hintergrundsystem erfasst werden und dient der Feststellung der Fahrtvollständigkeit.
Durchbindung	Verknüpfung zweier Fahrten. Fahrgäste können sitzenbleiben. Durchbindungen entstehen zum Teil planmäßig (fahrplantechnisch „künstliches“ Ende einer Fahrt, weil sich Linien- oder Zugnummern ändern oder ein Zug flügelt; am „künstlichen“ Endpunkt von Ringlinien oder Schleifenfahrten). Durchbindungen entstehen teilweise ungeplant durch das Nutzerverhalten der Fahrgäste (Einsteigen bereits in Gegenrichtung, Weiterfahrt auf andere Linie). Durchbindungen müssen sachgerecht eingepflegt werden. Betriebliche Randbedingungen sind zu berücksichtigen (z.B. der Fahrer sorgt dafür, dass alle Fahrgäste das Fahrzeug verlassen, dann keine Durchbindung).
Fahrplanjahr	Großer Fahrplanwechsel bis großer Fahrplanwechsel (jeweils Dezember)
Vortagessoll	Der letzte gültige Planungsstand des Fahrplans. Baustellen und Sonderverkehre wie Messen oder Stadtfeste sind hier so weit wie möglich enthalten, ungeplante Baustellen, dispositive Maßnahmen oder untertägige Störungen nicht.
Traktionshochrechnung	Hochrechnung der Zählung eines Fahrzeugs (Wagens / Zugteils) auf den gesamten Wagenverband / Zug, der sich aus Fahrzeugen mit und ohne AFZS zusammensetzt. Es gilt die Ist-Fahrzeugkomposition.
VM	Ministerium für Verkehr des Landes Baden-Württemberg, „Verkehrsministerium“

4 Literaturverzeichnis

TBNE. (2020). *Nutzung von AFZ im Rahmen von Erhebungen zur Ermittlung sowie Fortschreibung von Erlösansprüchen*. Frankfurt am Main: Tarifverband der Bundeseigenen und Nichtbundeseigenen Eisenbahnen in Deutschland.

VDV. (2015). *VDV-Schrift 457 "Automatische Fahrgastzählssysteme", Version .* Köln: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V.

VDV. (2018). *VDV-Schrift 457 "Automatische Fahrgastzählssysteme", Version 2.1.* Köln: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V.

5 Anhänge

5.1 Umgang mit Sensoren ohne Größenklassenerfassung

Es sind nur Fahrgäste mit mindestens 1,20 m Körpergröße zu berücksichtigen. Für Sensoren in Bestandssystemen, die dies nicht leisten, wird ein Korrekturverfahren zum Ansatz gebracht. Der Umfang der systematischen Überschätzung ist von einem unabhängigen Dritten zu bestimmen. Hierfür sind zwei Verfahren zugelassen, die miteinander kombiniert werden können:

- Es kommen auf denselben Fahrplanfahrten an unterschiedlichen Tagen Fahrzeuge mit alten und neuen Sensoren zum Einsatz.
- Stehen keine oder nicht hinreichend viele Fahrzeuge mit neuen Sensoren zur Verfügung, werden manuelle Vergleichszählungen vor Ort oder anhand von Videomitschnitten durchgeführt und das Merkmal Körpergröße geschätzt. Zur Orientierung sind Höhenmarkierungen im Türbereich anzubringen oder virtuelle Markierungen in den Videos einzublenden.

Aus den Vergleichszählungen werden in beiden Verfahren Ausgleichsfaktoren bestimmt, die die Überschätzung der Fahrgastnachfrage durch ältere Sensoren kompensieren. Die Vergleichszählungen sind vom Gutachter so zu wählen, dass (im Sinne der Fahrgastnachfrage) repräsentative Ausgleichsfaktoren ermittelt werden.

Das Gutachten ist der Expertengruppe vorzulegen.

Die ermittelten Korrekturfaktoren sind in gemischten Flotten nur auf diejenigen Fahrzeuge anzuwenden, die nicht nach Größenklassen differenzieren können.

Das beschriebene Korrekturverfahren ist nur für Sensoren anzuwenden, die vor Inkrafttreten des Anforderungskatalogs beschafft wurden und keine Größenunterscheidung vornehmen können. Mit Inkrafttreten des Anforderungskatalogs werden nur noch Sensoren zugelassen, die eine Größenunterscheidung vornehmen können.

5.2 Umgang mit Zählsystemen ohne Wartesaalerfassung

Bei Ist-Haltezeiten von mindestens 3 Minuten ist eine Wartesaalverrechnung vorzunehmen. Für Bestandssysteme, die keine Wartesaalverrechnung vornehmen können, wird ein Korrekturverfahren verwendet. Der Umfang der systematischen Überschätzung ohne Wartesaalverrechnung ist von einem unabhängigen Dritten zu bestimmen. Hierfür sind zwei empirische Verfahren zugelassen, die miteinander kombiniert werden können:

- Es kommen auf denselben Fahrplanfahrten an unterschiedlichen Tagen Fahrzeuge mit alter (ohne Wartesaalverrechnung) und neuer Erfassungstechnik zum Einsatz.
- Stehen keine oder nicht hinreichend viele Fahrzeuge mit neuer Erfassungstechnik zur Verfügung und / oder lässt das AFZS einschließlich Hintergrundsystem grundsätzlich keine Verrechnung des Wartesaaleffektes zu, werden manuelle Vergleichszählungen durchgeführt und der Anteil Spätaussteiger ermittelt.

Der Wartesaal wird vorzugsweise an Endstellen und zentralen Umsteigepunkten auftreten. Es wird aus Aufwandsgründen empfohlen, sich zuerst auf diese Situationen zu beschränken. Wird der Wartesaal hier unter Einhaltung einer Mindeststichprobe und -schichtung (mit statistischer Sicherheit von 90%) nicht nachgewiesen, kann er für das gesamte Netz vernachlässigt werden¹⁹. Im anderen Fall ist das gesamte Netz nach repräsentativen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Die Vergleichsstichprobe ist vom Gutachter so zu wählen, dass (im Sinne der Fahrgastnachfrage) repräsentative Ausgleichsfaktoren ermittelt werden.

Das Gutachten ist der Expertengruppe vorzulegen.

Die ermittelten Korrekturfaktoren sind in gemischten Flotten nur auf diejenigen Fahrzeuge anzuwenden, die über keine getrennte Erfassung der Fahrgastzahlen in den ersten drei Minuten und danach verfügen.

¹⁹ Der Nachweis erfolgt mittels der hochgerechneten Fahrgastzahlen mit und ohne Berücksichtigung des Wartesaaleffekts. Der Gutachter wählt zum Nachweis ein geeignetes statistisches Testverfahren. Die Abweichungen zwischen den Hochrechnungsergebnissen mit und ohne Wartesaalberücksichtigung dürfen nicht signifikant voneinander abweichen (bei 90% Sicherheit).

Das beschriebene Korrekturverfahren ist nur für Systeme anzuwenden, die vor Inkrafttreten des Anforderungskatalogs beschafft wurden und keine Wartesaalverrechnung vornehmen können. Mit Inkrafttreten des Anforderungskatalogs werden nur noch Systeme zugelassen, die eine Wartesaalverrechnung vornehmen können.

5.3 Hochrechnung

5.3.1 Einführung

Informationen zur verkehrlichen Nachfrage können grundsätzlich für die Bearbeitung unterschiedlichster Fragestellungen eingesetzt werden. Je nach Art der Fragestellung werden dabei unterschiedliche Anforderungen an Art, Granularität, Aufbereitung und Hochrechnung der Daten gestellt.

Das in diesem Anforderungskatalog beschriebene Hochrechnungsverfahren ist primär dafür vorgesehen, auf Basis mittels AFZS erhobener Zählzeiten die Kenngröße „Fahrgastzahl“ für den Verteilungsschlüssel gemäß §15 ÖPNVG zu ermitteln.

Zielgröße ist daher die „Anzahl beförderter Fahrgäste“, wobei alle durchgeführten Zählfahrten separat betrachtet werden. Ein Fahrgast, der auf seiner Fahrt von A nach C in B von Linie X auf Linie Y umsteigt, zählt somit als zwei beförderte Personen (1 Fahrt auf Linie X und 1 Fahrt auf Linie Y). Dies gilt auch, wenn der Fahrgast aufgrund einer Durchbindung im Fahrzeug sitzen bleibt (virtuelle Einsteiger). Die Aggregation der hochgerechneten Daten erfolgt auf die Kategorien „Aufgabenträger“ und „Jahr“.

Ebenso zählt ein Fahrgast, der auf einer Fahrt von dem Gebiet eines AT A in das eines anderen AT B wechselt sowohl für A als auch für B als ein beförderter Fahrgast.

Des Weiteren muss das Verfahren geeignet sein, auch Daten für Zwecke des §9 ÖPNVG zu ermitteln.

5.3.2 Vorbedingungen

- Die zu berücksichtigende Grundgesamtheit wird über die Anforderungen A 2-1 bis A 2-3b festgelegt.
- Die Schichtung erfolgt gemäß der Anforderungen A 2-7 bis A 2-7c.
- Es wird eine Zuordnung der Sollfahrten zu ähnlichen Fahrten gemäß den Anforderungen A 2-8 bis A 2-8b empfohlen. Erfolgt kein Zusammenfassen nach ähnlichen Fahrten, so wird in der Hochrechnung jede Fahrplanfahrt als separate „ähnliche Fahrt“ betrachtet.

5.3.3 Eingangsdaten

Die Eingangsdaten für die Hochrechnung müssen den Anforderungen A 1-18 bis A 1-24 genügen:

- Solldaten für alle Fahrten der Grundgesamtheit sowie
- Zähldaten für alle „verwertbaren Zählfahrten“ (eine Beschränkung / Auswahl auf den vorgegebenen Mindestzählumgang ist nicht zulässig).

Bei Traktionsfahrten sind die Zählwerte für den kompletten Fahrzeugverband bereitzustellen (tatsächlich gezählt oder traktionshochgerechnet). Beim „Flügeln“ müssen die Fahrten in den Soll- und Zähldaten konsistent zueinander aufgesplittet sein.

5.3.4 Hochrechnung

Datenaufbereitung

Alle Fahrten der Grundgesamtheit (Sollfahrten) und in den Istdaten (verwertbare Zählerfahrten) werden zunächst zu „ähnlichen Fahrten“ zusammengefasst und den entsprechenden Hochrechnungsschichten zugeordnet. Die Zuordnung zu den Zeitschichten erfolgt auf Basis der Sollfahrtmitte (Fahrbeginn + (Fahrrende – Fahrbeginn) / 2).

Je Schicht a wird zunächst für jede ähnliche Fahrt x der Fahrtfaktor f_x als Quotient der Anzahl x zugeordneter Sollfahrten geteilt durch die Anzahl x zugeordneter Zählerfahrten gebildet:

$$f_x = \frac{\#Sollfahrten_x}{\#Zählerfahrten_x}$$

Ausnahme: Liegen für die ähnliche Fahrt x keine verwertbaren Zählerfahrten vor, so gilt $f_x = 0$.

Beispiel: Eine Fahrt um 07:15 Uhr wird gemäß Fahrplan im betrachteten Zeitraum 52x durchgeführt (#Sollfahrten = 52). Im gleichen Zeitraum liegen 13 gültige Zählungen vor (#Zählerfahrten = 13). Der Faktor f für diese ähnliche Fahrt ist demnach $52 / 13 = 4$.

Anschließend wird für die gesamte Schicht a der (schichtbezogene) Fahrtfaktor s_a als Quotient der Summe aller a zugeordneten Sollfahrten geteilt durch die Anzahl der Sollfahrten, die zu ähnlichen Fahrten mit einem Fahrtfaktor $f_x > 0$ gehören:

$$s_a = \frac{\#Sollfahrten_a}{\sum \#Sollfahrten_x \text{ mit } f_x > 0}$$

Fahrt- und schichtweise Hochrechnung

Die eigentliche Hochrechnung erfolgt schichtweise als Addition der interessierenden Merkmale über die mit den Fahrtfaktoren f_x und s_a gewichteten Zählerfahrten.

Auf diese Weise lassen sich sowohl Schätzwerte für die Gesamtfahrt (Anzahl Linienbeförderungsfälle LBF und Verkehrsleistung Pkm) als auch (über die Betrachtung der Fahrwege der ähnlichen Fahrten) für einzelne Haltestellen (Ein- / Aussteiger) und Querschnitte (Besetzung zwischen zwei Haltestellen) ermitteln.

Sonderfall: Liegen in einer Schicht a keinerlei verwertbare Zählerfahrten vor, so wird die Nachfrage in dieser Schicht mit 0 Fahrgästen (entsprechend 0 Ein- und Aussteiger an allen Haltestellen und 0 Besetzung auf allen Querschnitten) festgesetzt.

Aggregation

Vor einer Weitergabe der Hochrechnungsergebnisse an das Land sind die Daten noch zu aggregieren und ggf. zu filtern. Für die Zwecke von §15 wird beispielsweise eine Gesamtzahl LBF pro Aufgabenträger und Jahr gefordert. Andere Nutzungszwecke erfordern andere Dateninhalte und Aggregationslevel.

Außerdem sind ggf. noch Ergebnisse aus anderen Datenquellen (z.B. aus einer Erfassung der Nachfrage im Bedarfsverkehr außerhalb des AFZS) zu integrieren.

Beispiel

Nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Hochrechnungsverfahren am Beispiel der Zielgröße LBF pro Schicht:

Schicht	ähnl. Fahrt	#Sollfahrten	#Zählerfahrten	Fahrtfaktor f (ähnliche Fahrt)	Fahrtfaktor s (Schicht)	Fahrgäste pro Zählerfahrt	Fahrgäste x Fahrtfaktoren	Totalwert Schicht
a	1	52	4	13	1	16	208	2.507
					1	23	299	
					1	11	143	
					1	24	312	
	2	22	2	11	1	50	550	
					1	45	495	
	3	30	3	10	1	21	210	
					1	17	170	
					1	12	120	
					1,565217391	16	651,13	
b	1	52	2	26	1,565217391	24	976,70	4.633
					1,565217391	44	1.377,39	
	2	40	2	20	1,565217391	52	1.627,83	
					1,565217391	0,00	-	
	3	52	0	-	-	-		
c	1	52	0	-	-	-	-	0
					2	52	0	

Die fehlende Fahrt 3 in Schicht b wird über den Fahrtfaktor s bei den übrigen Fahrten berücksichtigt:
 $(52+40+52)/(52+40) = 1,565...$

5.4 Datenformate

5.4.1 Datenlieferung §15

Die Datenlieferung für §15 ÖPNVG erfolgt jährlich in Form von drei aus dem regionalen HGS an das Land zu übermittelnden CSV-Dateien.

Die erste Datei enthält die aggregierten Nachfragedaten je Aufgabenträger:

AT	Anzahl Fahrgäste
Landkreis ABC	3504243
Landkreis XYZ	1256340
Stadt EFG	10746230
...	...

- AT: Bezeichnung des Aufgabenträger als Zeichenkette
- Anzahl Fahrgäste: Im Meldejahr für diesen Aufgabenträger aus der Hochrechnung ermittelte Gesamtanzahl an beförderten Fahrgästen (Linienbeförderungsfällen²⁰) als Ganzzahl.
 - Gemäß A 2-3 wird das Meldejahr im Regelfall über das Fahrplanjahr abgegrenzt. Alternativ ist (gemäß O 2-2) auch eine Abgrenzung auf das Kalenderjahr zulässig.
 - Ergebnisse aus anderen Datenquellen (z.B. aus einer Erfassung der Nachfrage im Bedarfsverkehr außerhalb des AFZS) sind vom AT bereitzustellen und vom Betreiber des regionalen HGS in die Gesamtanzahl Fahrgäste zu integrieren (Vgl. Abschnitt 1.1.1).

²⁰ Summe Einsteiger. Virtuelle Einsteiger bei Durchbindungen sowie beim streckenbezogenen Aufgabenträgerwechsel können berücksichtigt und als Einsteiger gezählt werden.

Die zweite Datei enthält Informationen zur Grundgesamtheit und zur Anzahl nutzbarer Zählfahrten. Diese Daten werden vom Land benötigt, um die Einhaltung der Vorgaben zum Zählumfang (A 2-4 und A 2-6) prüfen zu können:

AT	Typ	LI	RI	TA/PE R	ZS	GG-ÄF	IST-ÄF	SF	ZF
Landkreis ABC	1	2301	1	1	1	7	5	320	17
Landkreis ABC	1	2301	1	1	2	8	8	378	21
Landkreis ABC	1	2301	1	1	3	12	11	600	38
...

- AT: Bezeichnung des Aufgabenträger als Zeichenkette
- Typ: Datenherkunft als Ganzzahl
 - 1 = AFZS
 - 2 = manuelle Zählungen
 - 3 = Daten aus Buchungs- / Abrechnungssystemen für Bedarfsverkehr
 - 4 = Sonstiges
- LI: Liniennummer als Zeichenkette
 - Die Kombination aus Liniennummer und Richtung (RI) muss für den jeweiligen Aufgabenträger eindeutig sein.
 - Zukünftig soll hierfür möglichst die deutschlandweit eindeutige Linien-ID (DLID) bzw. Teillinien-ID verwendet werden.
- RI: Richtung als Zeichen oder Zeichenkette
- TA/PER: Kombination aus Tagesart und Zählperiode als Ganzzahl:
 - 1 = Montag bis Freitag Schule – Zählperiode Winter
 - 2 = Montag bis Freitag Schule – Zählperiode Frühjahr
 - 3 = Montag bis Freitag Schule – Zählperiode Herbst
 - 4 = Montag bis Freitag Ferien
 - 5 = Samstag
 - 6 = Sonn- und Feiertage
- ZS: Zeitschicht als Ganzzahl (gemäß Einteilung in A 2-7)
- GG-ÄF: Anzahl ähnlicher Fahrten in der Grundgesamtheit der betrachteten Hochrechnungsschicht (Hochrechnungsschicht = Kombination aus AT, LI/RI, TA/PER und ZS) als Ganzzahl

- IST-ÄF: Anzahl ähnlicher Fahrten in der betrachteten Hochrechnungsschicht, bei denen mindestens ein verwertbare Zählfahrt vorliegt als Ganzzahl
- SF: Anzahl Sollfahrten in der betrachteten Hochrechnungsschicht als Ganzzahl
- ZF: Anzahl (verwertbarer) Zählfahrten in der betrachteten Hochrechnungsschicht als Ganzzahl

Die dritte Datei enthält Informationen zur zeitlichen Verteilung der Zählfahrten. Diese Daten werden benötigt, um die Einhaltung der Vorgaben zur gleichmäßigen Verteilung (A 2-5) prüfen zu können:

AT	Monat	TA	ZS	SF	ZF
Landkreis ABC	1	1	1	7456	635
Landkreis ABC	1	1	2	11345	1356
Landkreis ABC	1	1	3	5689	245
...

- AT: Bezeichnung des Aufgabenträger als Zeichenkette
- Monat: Kalendermonat (1 = Januar, ..., 12 = Dezember) als Ganzzahl
- TA: Tagesart (ohne Zählperiode) als Ganzzahl:
 - 1 = Montag bis Freitag Schule
 - 2 = Montag bis Freitag Ferien
 - 3 = Samstag
 - 4 = Sonn- und Feiertage
- ZS: Zeitschicht als Ganzzahl (gemäß Einteilung in A 2-7)
- SF: Anzahl Sollfahrten (in der betrachteten Kombination aus AT, Monat, TA und ZS) als Ganzzahl
- ZF: Anzahl (verwertbarer) Zählfahrten (in der betrachteten Kombination aus AT, Monat, TA und ZS) als Ganzzahl

5.4.2 Datenlieferung §9

Gemäß den Regelungen des §9 ÖPNVG sollen dem Land künftig für verschiedene Anwendungszwecke Nachfragedaten zur Verfügung gestellt werden. Die einzelnen Anwendungsfälle sind dabei jeweils vorab zwischen dem Land und den AT abzustimmen. Dies schließt auch die Vereinbarung von auf den konkreten Anwendungsfall abgestimmten Datenformaten, -inhalten und -granularitäten ein.

Als erster Anwendungsfall ist der Aufbau einer Netzbelastungskarte vereinbart, welche die ÖPNV-Nachfrage an definierten Querschnitten darstellt.

Anwendungsfall „Netzbelastungskarte“

- Die Erstellung und Pflege der Netzbelastungskarte liegt im Verantwortungsbereich des Landes. Die Betreiber der regionalen HGS stellen dafür im Auftrag der AT die erforderlichen Eingangsdaten bereit.
- Hierzu wird vom Land eine Untergliederung nach Gebieten (Ortsteilebene) einschließlich zugehöriger Gebietspolygone bereitgestellt und gepflegt. In den regionalen HGS müssen die Nachfragedaten so aufbereitet werden, dass jeweils alle Fahrten, die die Grenze zweier benachbarter Gebiete überschreiten, zu einem Querschnitt zusammengefasst und hochgerechnet werden.
Hinweis: Auch „ohne Halt“ durchfahrene Gebiete sind zu berücksichtigen. Sofern eine Linie ein Gebiet durchquert, dort aber an keiner Haltestelle hält, so sind in der Regel im Linienverlauf virtuelle „Haltepunkte“ zu ergänzen, um die Belegung bei der Überquerung der Gebietsgrenzen ermitteln zu können.

Die Datenlieferung für die Netzbelastungskarte erfolgt mindestens jährlich in Form von einer aus dem regionalen HGS an das Land zu übermittelnden CSV-Datei.

Quelle	Ziel	VA	TA	ZS	SF	Anzahl Fahrgäste	Anzahl Plätze
1387	1456	3	1	1	750	17250	49285
1387	1456	3	1	2	960	22368	28687
1387	1456	3	1	3	500	8835	30465
...

- Quelle: ID des Quellgebietes
- Ziel: ID des Zielgebietes

- VA: Verkehrsart
 - 1 = SPNV²¹
 - 2 = Tram-Train / Regional-Stadtbahn
 - 3 = U-Bahn / Stadtbahn / Straßenbahn
 - 4 = Bus
 - 5 = Bedarfsverkehr
- TA: Tagesart:
 - 1 = Montag bis Freitag Schule (Summe über alle Zählperioden)
 - 2 = Montag bis Freitag Ferien
 - 3 = Samstag
 - 4 = Sonn- und Feiertage
- ZS: Zeitschicht als Ganzzahl (gemäß Einteilung in A 2-7)
- SF: Für diesen Richtungsquerschnitt (Quelle->Ziel) ermittelte Gesamtanzahl an Sollfahrten (Grundgesamtheit) je VA, TA und ZS als Ganzzahl
- Anzahl Fahrgäste: Für diesen Richtungsquerschnitt (Quelle->Ziel) aus der Hochrechnung ermittelte Gesamtanzahl an beförderten Fahrgästen (Summe Belegung am Querschnitt) je VA, TA und ZS als Ganzzahl.

Anzahl Plätze: Für diesen Richtungsquerschnitt (Quelle->Ziel) aus der Hochrechnung ermittelte Gesamtanzahl an Plätzen (Summe Sitz- und Stehplätze der eingesetzten Fahrzeuge) je VA, TA und ZS als Ganzzahl.

5.5 Weitere Hinweise

5.5.1 Echtzeitfähigkeit

Für die mit diesem Anforderungskatalog verfolgten Einsatzzwecke und Ziele wird keine „Echtzeitfähigkeit“ der benötigten Systeme benötigt. Gleichwohl sollten neu zu beschaffende Systeme auch Echtzeitfähigkeit ausgelegt sein, um Anforderungen, die sich aus der Mobilitätsdatenverordnung des Bundes ergeben, möglichst einfach erfüllen zu können. Da das Land Baden-Württemberg über seine Investitionsförderung im Themenfeld AFZS nur zukunftsfähige Systeme fördern will, kann eine „Echtzeitfähigkeit“ Bestandteil der Förderbedingungen sein.

Um eine Echtzeitfähigkeit herzustellen, bestehen mehrere Möglichkeiten:

²¹ Sofern Datenbereitstellung nicht über NVBW erfolgt

1. Autarke Systeme:

- Datenübertragung
 - Eigenes Kommunikationsmodul für Mobilfunkverbindung,
 - alternativ Anschluss an einen vorhandenen Router im Fahrzeug, damit sich Daten in Echtzeit übertragen lassen.
 - Möglichkeit der Übertragung von Positionsdaten und Zähldaten nach jedem Halt und idealerweise auch unterwegs (Fahrtverlauf) an einen Broker, ein Hintergrundsystem oder eine Datendrehscheibe.
- Datenanreicherung
 - Positionsdaten im Fahrzeug durch Mitschneiden der Information vom IBIS / IBIS-IP (Linie, Fahrt, Haltestelle) [Anforderung an das Zählsystem im Fahrzeug] anreichern oder
 - Ermittlung Linie / Haltestelle durch Zusammenführen mit anderen Echtzeitdaten serverseitig („live-Matching“).
- Mögliches Datenformat / Übertragungsprotokoll
 - VDV-Schrift 435 (3 Personenzählung und 4 Ortung), Broker-Technologie
 - VDV-Schrift 457, Schnittstelle 2 (Zählrohdaten)

2. Zählsystem als Hybridlösung:

- Das an sich autarke Zählsystem sammelt und sendet die Daten gemäß Anforderungskatalog für die Statistik (täglich)
- Das Zählsystem übergibt parallel dazu nach jeder Haltestelle den Zähl Datensatz an den Bordrechner für die live-Übertragung im Rahmen des RBL / itcs. Der Bordrechner übernimmt die Datenanreicherung (Linie, Fahrt, Haltestelle) und Datenübertragung.

3. Integration der Fahrgastzählung in Bordrechner / itcs:

- Die Zählung wird vom Bordrechner / Fahrscheindrucker gesteuert und übertragen. Die Übertragung bzw. Weiterleitung muss nach jedem Halt möglich sein.
- Hier ist im konkreten Fall zu prüfen, ob die im Anforderungskatalog definierten Features wie Wartesaal-Erfassung und Höhenklassifizierung (Objektklassen) damit realisiert werden können.
- Auf veraltete Protokolle zur Anbindung der Zählsensoren (IBIS, VDV 300) sollte dabei nicht gesetzt werden.