

Anhang zu:

Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Aus- stattung von Verkehrs- rechner- und Unter- zentralen (MARZ 1999)

von

Marcus Gerstenberger
Michael Hösch
Gerhard Listl

gevas humberg & partner
Ingenieurgesellschaft für Verkehrs-
planung und Verkehrstechnik mbH
München

Christoph Schwietering

Ingenieurbüro Schwietering
Aachen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 308 – Anhang

bast

Anhang 1 Rollen und Tätigkeitsprofile für den VRZ-/UZ-Betrieb

wird durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) in einer Fortschreibung des MARZ ergänzt.

Anhang 2 Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfungen

A 2.1 Plausibilitätsprüfungen

A 2.1.1 Methoden zur Plausibilitätsprüfung der Kurzzeitdaten

Für alle korrekt erfassten Daten der FG1 muss nach TLS je Datenquelle (z. B. DE) und Datenart (Langzeit- und Kurzzeitdaten) gelten:

Hinweise:

Vor einer durchzuführenden Plausibilisierung müssen die entsprechenden Daten aus der Datenaufbereitung zuvor berechnet werden (siehe Anhang A 3.2.1)

Die Schreibweise $a \Rightarrow b$ bedeutet: Ist der Ausdruck a wahr, so muss auch b erfüllt sein, ansonsten liegt ein Fehler vor.

1. $q_{Kfz} = 0 \Rightarrow (q_{Lkw} = 0 \text{ und } q_{Pkw} = 0)$; ansonsten sind alle Werte als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
2. $q_{Lkw} = 0 \Rightarrow v_{Lkw} = 255$; ansonsten ist q_{Lkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
3. $q_{Pkw} = 0 \Rightarrow v_{Pkw} = 255$; ansonsten sind q_{Pkw} und v_{Pkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
4. $q_{Kfz} \geq q_{Lkw}$; ansonsten ist q_{Lkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
5. $q_{Kfz} - q_{Lkw} > 0 \Rightarrow 0 < v_{Pkw} < 255$; ansonsten sind q_{Lkw} und v_{Pkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
6. $q_{Kfz} > 0 \Rightarrow 0 < v_{Kfz} < 255$, ansonsten sind q_{Kfz} und v_{Kfz} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
7. $q_{Lkw} > 0 \Rightarrow 0 < v_{Lkw} < 255$; ansonsten sind q_{Lkw} und v_{Lkw} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
8. $q_{Kfz} = 0 \Rightarrow v_{Kfz,g}(t) = v_{Kfz,g}(t - T)$, ansonsten ist die geglättete mittlere Geschwindigkeit $v_{Kfz,g}$ als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen
9. $v_{Kfz} > v_{Grenz} \Rightarrow b < b_{Grenz}$ (v_{Grenz} und b_{Grenz} parametrierbar, Erstversorgung $v_{Grenz} = 200$ und $b_{Grenz} = 6$), ansonsten sind v_{Kfz} und die Belegung b als ‚Implausibel‘ zu kennzeichnen
10. $0 < t_{Netto} \leq T$ (Intervalldauer), ansonsten ist t_{Netto} als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen

Weiterhin sind folgende Werte jeder DE auf frei parametrierbare verkehrstechnisch sinnvoll zu wählende Grenzwerte hin zu überprüfen:

11. $q_{Kfz} \leq q_{KfzMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen.
Ist $q_{KfzMax} \geq q_{Lkw}$, ist $q_{Pkw} = q_{KfzMax} - q_{Lkw}$ zu setzen, ansonsten sind alle Werte als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen und die Prüfung abzubrechen.
12. $q_{Pkw} \leq q_{PkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen und $q_{Kfz} = q_{Kfz} - (q_{Pkw} - q_{PkwMax})$ sowie $q_{Lkw} = q_{Kfz} - q_{PkwMax}$ zu setzen.
13. $q_{Lkw} \leq q_{LkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen und $q_{Pkw} = q_{Kfz} - q_{Lkw}$ zu setzen.
Ist $q_{Pkw} > q_{PkwMax}$, so sind alle Werte als ‚Implausibel‘ und ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen und die Prüfung abzubrechen.

14. $0 \leq v_{Kfz} \leq v_{KfzMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
15. $0 \leq v_{Lkw} \leq v_{LkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
16. $0 \leq v_{Pkw} \leq v_{PkwMax}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
17. $0 \leq v_{Kfz,g} \leq v_{KfzMax,g}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen
18. $0 \leq b \leq b_{Max}$, ansonsten ist der Wert entsprechend der Parametrierung zu setzen und zu kennzeichnen.

Ist ein Wert (z. B. v_{Pkw}) über die Zuweisung von 255 von der SSt gemäß TLS als ‚Nicht ermittelbar‘ kenntlich gemacht, so ist dieser Wert über eine gesonderte Statusinformation (Flag) als ‚Fehlerhaft‘ zu kennzeichnen. Dies gilt in den folgenden Fällen nicht:

19. für $q_{Lkw} = 0$ und $v_{Lkw} = 255$ ist $v_{Lkw} = 0$ zu setzen,
20. für $q_{Kfz} = 0$ und $q_{Lkw} = 0$ und $v_{Pkw} = 255$ ist $v_{Pkw} = 0$ zu setzen.

A 2.1.2 Differenzialkontrolle aufeinander folgender Messwerte

Einige der verwendeten Messgrößen weisen kontinuierliche Schwankungen auf. Daher ist zu prüfen, ob innerhalb eines zu definierenden Zeitraums (parametrierbare Anzahl der Erfassungsintervalle, parametrierbar je Fahrstreifen) eine Änderung des Messwertes vorliegt (Differenzialkontrolle). Liegt eine Ergebniskonstanz für eine frei parametrierbare Anzahl von Erfassungsintervallen für einzelne (oder alle Werte) vor, so sind die Werte auf ‚Fehlerhaft‘ zu setzen und als ‚Implausibel‘ zu kennzeichnen und eine entsprechende Betriebsmeldung zu versenden, die die entsprechende Prüfung mit den konkreten Werten enthält. Werden Werte auf ‚Fehlerhaft‘ gesetzt, ist die Güte dieser Werte nicht zu verändern.

Bei der Prüfung ist zu beachten, dass die Verkehrsstärken und die Geschwindigkeiten abhängige Größen sind. Deshalb müssen die Verkehrsstärken q und die Geschwindigkeiten v jeweils gemeinsam auf Konstanz geprüft werden und nur wenn alle zwei konstant sind, ist die Betriebsmeldung auszugeben. Bei den nicht aufgeführten Attributen darf keine Konstanzprüfung durchgeführt werden.

Die Überprüfung auf Ergebniskonstanz darf nur durchgeführt werden, solange auch die entsprechenden Randbedingungen für den zu überprüfenden Messwert erfüllt sind, Statuswerte sind von der Konstanzprüfung ausgenommen.

Folgende Überprüfungen sind durchzuführen:

Messwert	Bedingung	Grenzwert	Maximale Intervallanzahl der Wertekonstanz (Standardeinstellung)
q_{Kfz} q_{Lkw} q_{Pkw}	> 0 Kfz/Intervall > 0 Lkw/Intervall > 0 Pkw/Intervall	maxAnzKonstanzVerkehrsstärke	5
v_{Kfz} v_{Lkw} v_{Pkw}	> 0 km/h	maxAnzKonstanzGeschwindigkeit	5
s	> 0 km/h	maxAnzKonstanzStreuung	10
b	> 5 %	maxAnzKonstanzBelegung	5

Plausibilitätsprüfung durch Differenzialkontrolle

A 2.1.3 Methode zur Behandlung der als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichneten Werte

Bei der Datenaufbereitung werden Berechnungen mit als ‚Nicht ermittelbar‘ gekennzeichneten Werten i. d. R. so durchgeführt, als ob die entsprechenden Größen den Wert Null hätten, wenn keine entsprechende explizite Sonderbehandlung vorgegeben wird. Die Güteindexberechnung erfolgt unabhängig für den Gesamtterm.

Beispiel:

Bei der Gleichung $\frac{a \cdot b + c \cdot d}{a + c}$ sei a ein ‚nicht ermittelbarer‘ Wert. Damit ergibt sich als

Ergebniswert:

$$\frac{0 \cdot b + c \cdot d}{0 + c} = \frac{c \cdot d}{c} = d$$

Ergebnisgüte:

$$\frac{G(a) \cdot G(b) + G(c) \cdot G(d)}{2} - \frac{G(a) \cdot G(c)}{2}$$

mit $G(a)$ = Güteindex von a , $G(b)$ = Güteindex von b , ...

A 2.1.4 Plausibilitätsprüfung durch Vergleich der Fahrstreifendaten

Zur Erkennung falscher Zuordnung von Detektoren einzelner Fahrstreifen sollten folgende querschnittsbezogene Prüfungen mit zeitlich aggregierten Daten (1 h) implementiert werden:

Bei zweistreifiger Richtungsfahrbahn müssen folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- $q_{Lkw\ HFS} > q_{Lkw\ ÜFS}$
- $v_{Pkw\ HFS} < v_{Pkw\ ÜFS}$

Bei dreistreifiger Richtungsfahrbahn müssen folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- $q_{Lkw\ HFS} > q_{Lkw\ ÜFS\ 1}$
- $q_{Lkw\ HFS} > q_{Lkw\ ÜFS\ 2}$
- $q_{Lkw\ ÜFS\ 1} > q_{Lkw\ ÜFS\ 2}$
- $v_{Pkw\ HFS} < v_{Pkw\ ÜFS\ 1}$
- $v_{Pkw\ HFS} < v_{Pkw\ ÜFS\ 2}$
- $v_{Pkw\ ÜFS\ 1} < v_{Pkw\ ÜFS\ 2}$

Ist eine der Bedingungen für einen parametrierbaren Zeitraum nicht erfüllt, kann eine falsche Zuordnung der Fahrstreifen vorliegen. In diesem Fall soll das System die Meldung „Messquerschnitt x auf Zuordnung der Fahrstreifen prüfen“ generiert werden.

A 2.1.5 Differenzbildung zwischen zu- und abfließenden Verkehrsströmen

Zur Erkennung systematischer Messwertabweichungen kann auch ein Vergleich der Verkehrsstärken von mehreren hintereinander liegenden Erfassungsquerschnitten durchgeführt werden. Voraussetzung für das Verfahren ist, dass entweder keine Ein-/Ausfahrten zwischen den Querschnitten liegen oder alle zu- und abfließenden Verkehrsströme zwischen den beiden Querschnitten detektiert werden.

Bezüglich des Messquerschnitts i werden jeweils die Nachbarzählstelle (stromaufwärts und stromabwärts) herangezogen. Je Messquerschnitt und betrachtetem Zeitintervall (z. B. 15 min) wird die Gesamtverkehrsstärke $\sum q_{i,gesamt}(t)$ ermittelt.

Nun werden die Zwischenbilanzen

$$Kfz_{Zwischenbilanz\ 1}(t) = \sum q_{i,gesamt}(t) - \sum q_{i-1,gesamt}(t) - \sum q_{i-1,ON,gesamt}(t) + \sum q_{i-1,OFF,gesamt}(t)$$

und

$$Kfz_{Zwischenbilanz\ 2}(t) = \sum q_{i+1,gesamt}(t) - \sum q_{i,gesamt}(t) - \sum q_{i,ON,gesamt}(t) + \sum q_{i,OFF,gesamt}(t)$$

gebildet. Des Weiteren wird die Gesamtbilanz

$$Kfz_{Gesamtbilanz}(t) = Kfz_{Zwischenbilanz\ 1}(t) - Kfz_{Zwischenbilanz\ 2}(t)$$

gebildet.

Mit Hilfe der Bilanzen können Messfehler erkannt werden. Besitzt der Detektor am Messquerschnitt i einen positiven Messfehler, so werden sich die $Kfz_{Gesamtbilanz}$ und die $Kfz_{Zwischenbilanz\ 1}$ positiv und die $Kfz_{Zwischenbilanz\ 2}$ negativ entwickeln. Umgekehrt verhält es sich bei einem negativen Messfehler.

Auch die Lokalisierung fehlerhafter Detektoren an Ein- bzw. Ausfahrten ist mit der oben beschriebenen Bilanzierungsmethode möglich. Wenn nur einer von zwei aneinander folgenden Abschnitten eine negative oder positive Bilanzentwicklung aufweist und sich in diesem Abschnitt eine Ein- und/oder eine Ausfahrt befindet, ist der Fehler dort begründet.

Entwickelt sich die Bilanz positiv, kann dies folgende Ursachen haben:

- Nur Einfahrt – in der Einfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert.
- Nur Ausfahrt - in der Ausfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert.
- Ein- und Ausfahrt - in der Einfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert oder in der Ausfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert.

Entwickelt sich die Bilanz negativ, kann dies folgende Ursachen haben:

- Nur Einfahrt – in der Einfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert.
- Nur Ausfahrt - in der Ausfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert.

Ein- und Ausfahrt - in der Einfahrt werden zu viele Fahrzeuge detektiert oder in der Ausfahrt werden zu wenige Fahrzeuge detektiert.

A 2.1.6 Plausibilitätsprüfung mit Bewertung des Vertrauensbereichs

Als weitere Plausibilitätsprüfung sollte die Häufigkeit [%] fehlerhafter Daten (Bezugszeitraum $t_{S\ Bezug}$ je DE parametrierbar, Voreinstellung 1 h gleitend) je Detektor und Kenngröße ermittelt werden. Bei einer größeren Häufigkeit als ein parametrierbar einstellbarer Grenzwert $h_{S\ Max}$ (Voreinstellung 30 %) sollten die an diesem Detektor erfassten Daten generell als ‚implausibel‘ gekennzeichnet und ersetzt werden.

Sinkt die Häufigkeit unter einen ebenfalls parametrierbaren Grenzwert $h_{S\ Min}$ (Voreinstellung 10 %), werden die Daten des Detektors wieder normal verwendet.

Diese Plausibilitätsprüfung sollte in regelmäßigen Intervallen (parametrierbar, Voreinstellung 30 min) durchgeführt werden.

A 2.1.7 Methode zur Erkennung systematischer Detektionsfehler

Zur Erkennung systematischer Detektionsfehler sollte ein Vergleich der querschnittsbezogenen täglichen Verkehrsstärken für jeden Messquerschnitt unterschieden in Verkehrsstärken der Pkw und Lkw durchgeführt werden.

Bei der Prüfung muss zwischen Messquerschnitten auf freier Strecke und Messquerschnitten in Bereich von Knotenpunkten unterschieden werden.

Zur Verkehrsstärkeprüfung auf der freien Strecke werden Streckenabschnitte definiert, die jeweils durch Knotenpunkte bzw. durch Anfang oder Ende des Erfassungsbereichs begrenzt sind. Für jeden Messquerschnitt auf der freien Strecke gilt als Soll-Verkehrsstärke die mittlere Verkehrsstärke aller Messquerschnitte des zugehörigen Streckenabschnitts.

An Knotenpunkten mit Vollerfassung wird die Soll-Verkehrsstärke durch Bilanzierung aus der Summe der Verkehrsströme und dem Anteil des gemessenen Verkehrsstroms ermittelt.

Hierbei muss folgendermaßen vorgegangen werden:

- Ermittlung des Anteils am Gesamtverkehr (Zufluss- bzw. Abflusssumme) für jeden Messquerschnitt im Knotenpunkt. Dabei sollen Redundanzen soweit wie möglich ausgenutzt werden, indem bei mehreren Berechnungsmöglichkeiten der Mittelwert des Anteils am Gesamtverkehr verwendet wird. Die Berechnungsmöglichkeiten des Anteils am Gesamtverkehr ergeben sich aus der Lage des zu prüfenden Messquerschnitts im Knotenpunkt.
- Ermittlung des Gesamtverkehrs als Mittelwert aus der Summe der Zuflüsse und der Summe der Abflüsse. Dabei sind bei den Knotenpunktarmen mit Erfassung die Soll-Verkehrsstärken aus der Streckenabschnittsprüfung zu verwenden.
- Ermittlung der Soll-Verkehrsstärke aus den beiden o.g. Schritten.

Weicht an einem Messquerschnitt die tägliche Verkehrsstärke der Pkw stärker als ein parametrierbarer Wert $q_{tol Pkw}$ (Voreinstellung: freie Strecke 5 %; Knotenpunkt: 8 %) bzw. $q_{tol Lkw}$ (Voreinstellung: freie Strecke 8 %; Knotenpunkt: 10 %) von der Soll-Verkehrsstärke ab, soll das System eine Meldung generieren.

Die für den Vergleich erforderlichen Verknüpfungen der MQ müssen durch den Benutzer formelmäßig eingebbar und änderbar sein.

Dazu können Messstellen definiert werden, die aus einem oder mehreren Messquerschnitten bestehen und deren Messdaten arithmetisch (durch Addition oder Subtraktion) miteinander verknüpft werden.

Die Messstellen müssen zu Gruppen zusammengefasst werden können und auf einem Bereich (freie Strecke oder Knotenpunktbereich) zugeordnet werden können. Innerhalb einer Gruppe findet dann der Vergleich der Tageswerte getrennt nach Pkw und Lkw statt.

Diese Prüfung soll einmal täglich mit den Daten des vorangegangenen Tages durchgeführt werden.

A 2.1.8 Einzelwertprüfung von Umfelddaten

Die Plausibilitätsprüfung der Einzelmesswerte ist für alle in das System übertragenen Daten durchzuführen. Die einzelnen Messwerte müssen auf folgende Kriterien überprüft werden:

– **Ausfallüberwachung:**

Ein ‚Fehlerhaft‘ gekennzeichnete oder innerhalb einer parametrierbaren Zeit nach Ablauf des Messintervalls nicht übertragener Messwert gilt als ausgefallen.

– **Grenzwertüberwachung:**

Die Überwachung, ob der Messwert innerhalb eines definierten, parametrierbaren Wertebereichs liegt, soll ausschließlich in der UZ erfolgen. Die Parametrierung dieses Wertebereiches muss für jeden einzelnen Sensor separat möglich sein. Sofern keine anderen Erkenntnisse vorliegen, sind die folgenden plausiblen Wertebereiche vorzusehen:

- $NI_{u Grenz} (0 \text{ mm/h}) \leq NI \leq NI_{o Grenz} (20 \text{ mm/h})$
- $NS_{Wertemenge} = \{0, 40, 41, 42, 50, \dots, 79, 100\}$
- $FBZ_{Wertemenge} = \{0, 1, 32, 64, 65, 66, 67\}$

- $WFD_{u\ Grenz}(0\ mm) \leq WFD \leq WFD_{o\ Grenz}(3\ mm)$
- $LT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq LT \leq LT_{o\ Grenz}(60\ ^\circ C)$
- $RLF_{u\ Grenz}(10\ \%) \leq RLF \leq RLF(100\ \%)$
- $SW_{u\ Grenz}(10\ m) \leq SW \leq SW_{o\ Grenz}(2000\ m)$
- $HK_{u\ Grenz}(0\ lux) \leq HK \leq HK_{o\ Grenz}(60000\ lux)$
- $FBT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq FBT \leq FBT_{o\ Grenz}(80\ ^\circ C)$
- $RS_{u\ Grenz}(0) \leq RS \leq RS_{o\ Grenz}(100)$
- $GT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq GT \leq GT_{o\ Grenz}(0\ ^\circ C)$
- $TPT_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq TPT \leq TPT_{o\ Grenz}(30\ ^\circ C)$
- $TT1_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq TT1 \leq TT1_{o\ Grenz}(80\ ^\circ C)$
- $TT3_{u\ Grenz}(-30\ ^\circ C) \leq TT3 \leq TT3_{o\ Grenz}(80\ ^\circ C)$
- $WGS_{u\ Grenz}(0\ m/s^2) \leq WGS \leq WGS_{o\ Grenz}(60\ m/s^2)$
- $WGM_{u\ Grenz}(0\ m/s^2) \leq WGM \leq WGM_{o\ Grenz}(40\ m/s^2)$
- $WR_{u\ Grenz}(0\ ^\circ) \leq WR \leq WR_{o\ Grenz}(359\ ^\circ)$

Bei festgestellter Unter- oder Überschreitung des Wertebereiches ist der Statusflag des Wertes auf ‚Implausibel‘ zu setzen.

– Differenzialkontrolle:

Einige der verwendeten meteorologischen Messgrößen weisen kontinuierliche Schwankungen auf. Daher ist zu prüfen, ob innerhalb eines zu definierenden Zeitraums (parametrierbar) eine Änderung des Messwertes vorliegt. Die Überprüfung darf aber nur vorgenommen werden, wenn die in der folgenden Tabelle aufgeführten Bedingungen erfüllt sind. Die Grenzwerte für die Bedingungen sind ebenfalls je Sensor parametrierbar.

Wird ein Messwert über die Differenzialkontrolle als nicht plausibel erkannt, so ist der entsprechende Wert auf ‚Fehlerhaft‘ und ‚Implausibel‘ zu setzen.

Folgende Messwerttypen sind mittels Differenzialkontrolle zu überwachen.

Messwert	Bedingung	Maximale Zeitdauer der Ergebniskonstanz (bezogen auf ein Erfassungsintervall von 1 min)
Niederschlagintensität	$> NI_{Grenz}(0\ mm/h)$	$NI_{Max\ Zeit}(5\ min)$
Wasserfilmdicke	$\geq WFD_{Grenz}(0,03\ mm)$	$WFD_{Max\ Zeit}(15\ min)$
Lufttemperatur	Keine	$LT_{Max\ Zeit}(120\ min)$
Relative Luftfeuchte	$< RLF_{Grenz}(100\ \%)$	$RLF_{Max\ Zeit}(130\ min)$
Sichtweite	$< SW_{Grenz}(500\ m)$	$SW_{Max\ Zeit}(10\ min)$
Helligkeit	Keine	$HK_{Max\ Zeit}(16\ h)$
Fahrbahnoberflächentemperatur	NS ≠ Schnee	$FBT_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Temperatur in Tiefe 1	Keine	$TT1_{Max\ Zeit}(120\ min)$
Temperatur in Tiefe 3	Keine	$TT3_{Max\ Zeit}(120\ min)$
Restsalz	$> RS_{Grenz}(0\ \%)$	$RS_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Gefriertemperatur	$\leq GT_{Grenz}(-0,1\ ^\circ C)$	$GT_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Taupunkttemperatur	Keine	$TPT_{Max\ Zeit}(60\ min)$
Windgeschwindigkeit (Spitze)	$> WGS_{Grenz}(0,5\ m/s)$	$WGS_{Max\ Zeit}(15\ min)$
Mittlere Windgeschwindigkeit	$> WGM_{Grenz}(0,5\ m/s)$	$WGM_{Max\ Zeit}(30\ min)$

Messwert	Bedingung	Maximale Zeitdauer der Ergebniskonstanz (bezogen auf ein Erfassungsintervall von 1 min)
Windrichtung	Keine	$WR_{Max\ Zeit}(30\ min)$

durch Differenzialkontrolle zu überprüfende Messwerte

Für die Niederschlagsart und den Fahrbahnzustand ist die Differenzialkontrolle nicht durchzuführen.

– **Anstiegs-Abfalls-Kontrolle:**

Die Differenz zweier zeitlich aufeinanderfolgender Messwerte muss innerhalb eines parametrierbaren Grenzbereiches liegen.

Folgende Überprüfungen werden für ein parametrierbares Zeitintervall (Grundversorgung 1 min) vorgeschlagen unter der Bedingung, dass der Vorgängermesswert gemessen und plausibel war.

Messwert	Maximale Messwertdifferenz
Wasserfilmdicke	$WFD_{Max\ Diff}(2,0\ mm)$
Lufttemperatur	$LT_{Max\ Diff}(2,0\ ^\circ C)$
Relative Luftfeuchte	$RLF_{Max\ Diff}(\pm 10\ \%)$
Helligkeit	$HK_{Max\ Diff}(30000\ Lx)$
Fahrbahnoberflächentemperatur	$FBT_{Max\ Diff}(7\ ^\circ C)$
Temperatur in Tiefe 1	$TT1_{Max\ Diff}(0,5\ ^\circ C)$
Temperatur in Tiefe 3	$TT3_{Max\ Diff}(0,2\ ^\circ C)$
Taupunkttemperatur	$TPT_{Max\ Diff}(1\ ^\circ C)$
Windgeschwindigkeit (Spitze)	$WGS_{Max\ Diff}(30\ m/s)$
Mittlere Windgeschwindigkeit	$WGM_{Max\ Diff}(15\ m/s)$

durch Anstiegs-Abfalls-Kontrolle zu überprüfende Messwerte

- Liegt die Messwertdifferenz außerhalb der vorgegebenen Grenzen, wird der betroffene Messwert für die Steuerung des betrachteten Intervalls verworfen. Für die Anstiegs-Abfalls-Kontrolle im nächsten Zeitintervall wird dieser jedoch herangezogen.
- Für die Niederschlagsart, Gefriertemperatur, Restsalzgehalt, Sichtweite, Niederschlagsintensität, Windrichtung und den Fahrbahnzustand ist die Anstiegs-Abfalls-Kontrolle nicht durchzuführen.
- Liegt der Messwert bei allen Prüfungen im zulässigen Bereich, wird er als gültig angesehen. Fällt mindestens eine dieser Prüfungen negativ aus, muss der Messwert als ‚implausibel‘ gekennzeichnet werden.

A 2.1.9 Plausibilitätsprüfung logisch/physikalisch für Umfelddaten

In dieser Stufe der Plausibilitätsprüfungen werden vergleichbare oder meteorologisch voneinander abhängige Messgrößen zueinander in Beziehung gesetzt. Voraussetzung ist, dass die Werte in der Einzelwertüberprüfung nicht als ‚implausibel‘ gekennzeichnet wurden.

Eine Querverknüpfung und logisch/ physikalische Überprüfung der Messgrößen aus der vorhandenen Sensorik ist wie folgt durchzuführen.

erste Plausibilitätsprüfung	weitere Prüfung	plausibel	implausibel
$NS = "Regen"$	$LT < NS_LT_{Regen\ Grenz}(-5^\circ C)$		NS
$NS = "Niederschlag"$ UND $NI > 0\ mm/h$	kein RLF-Sensor		NS, NI
$FBZ = "trocken"$ UND $WFD > WFD_{trocken\ Grenz}(0,01\ mm)$			FBZ, WFD
$FBZ = "nass"$ UND $WFD = 0\ mm$			FBZ, WFD

erste Plausibilitätsprüfung	weitere Prüfung	plausibel	implausibel
$NS = \text{"Niederschlag"} (\neq 0)$ UND $NI = 0 \text{ mm/h}$	$RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}}(60 \%)$	NI	NS
	$RLF_{\text{trocken Grenz}}(60 \%) \leq RLF \leq RLF_{\text{nass Grenz}}(78 \%)$		NS, NI
$NS = \text{"Niederschlag"}$ UND $NI = 0 \text{ mm/h}$	$RLF > RLF_{\text{nass Grenz}}(78 \%)$		NI
$NS = \text{"kein Niederschlag"}$ UND $NI > NI_{\text{min}}(0, 1 \text{ mm/h})$	$RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}}(60 \%)$	NS	NI
	$RLF_{\text{trocken Grenz}}(60 \%) \leq RLF \leq RLF_{\text{nass Grenz}}(78 \%)$ ODER kein RLF-Sensor		NS, NI
$NS = \text{"kein Niederschlag"}$ UND $NI > NI_{\text{min}}$	$RLF > RLF_{\text{nass Grenz}}(78 \%)$		NS
$NI > 0,5 \text{ mm/h}$ UND $WFD = 0 \text{ mm}$	$\Delta t_{\text{trocken}} > 3 \text{ min}$ UND $RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}}(60 \%)$	WFD	NI
	$\Delta t_{\text{nass}} > 3 \text{ min}$ UND $RLF > RLF_{\text{nass Grenz}}(78 \%)$	NI	WFD
$NS = \text{"Schnee"}$	$LT > NS_{LT_{\text{Schnee Grenz}}}(5^\circ\text{C})$		NS
$SW \leq SW_{\text{Grenz}}(500 \text{ m})$	$NS = \text{"kein Niederschlag"}$ UND $RLF < RLF_{\text{trocken Grenz}}(60 \%)$		SW

Plausibilitätskontrolle logisch/physikalisch

Im Bereich zwischen $RLF_{\text{trocken Grenz}}$ und $RLF_{\text{nass Grenz}}$ ist keine eindeutige Zuordnung und damit auch keine Plausibilitätsprüfung möglich.

A 2.1.10 Langzeit-Plausibilitätsprüfungen für Umfelddaten

Langzeit-Plausibilitätsprüfungen können Hinweise auf systematische Fehler liefern. Die hieraus resultierenden Ergebnisse sind jeweils abhängig von den meteorologischen und topographischen Gegebenheiten zu bewerten.

Für eine Langzeit-Plausibilitätsprüfung werden Ergebnisse der jeweils gleichen Sensortypen einer Messstelle mit denen der beiden Nachbarmessstellen verglichen. Bezüglich der Anwendung müssen Messstellen, Sensortypen und Zeitbereiche (Tag, Stundengruppen) wählbar sein.

Die mittlere Messstelle wird als Prüfling mit den beiden benachbarten Messstellen verglichen. Wird bei diesem Vergleich ein je Sensortyp vorgegebener Schwellenwert überschritten, so ist eine entsprechende Meldung für den Operator zu generieren (Meldung: Problem bei Umfelddatenmessstellen x, y, z bezüglich Langzeitprüfung der Sensoren s).

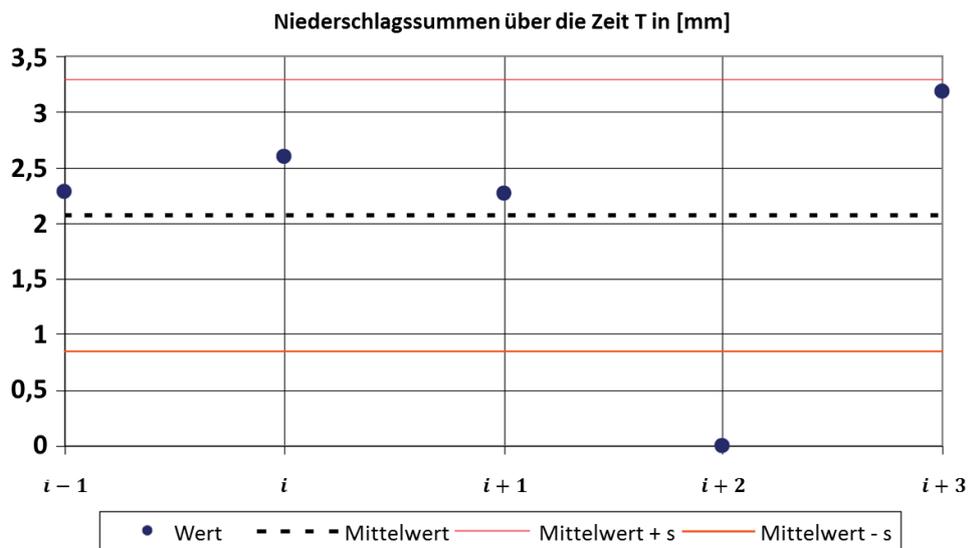
Die folgenden Untersuchungen können hierfür herangezogen werden:

- Niederschlagsintensität NI , Wasserfilmdicke WFD :
Vergleich der Summe der Werte des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit dem Mittelwert aus den Summen der Werte der beiden benachbarten Sensoren über den gleich Zeitbereich
- Sichtweite SW , Lufttemperatur LT :
Vergleich der Mittelwerte des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit dem Mittelwert aus den beiden Mittelwerten der beiden benachbarten Sensoren über den gleichen Zeitbereich.
- Niederschlagsart NS :
Vergleich der Häufigkeit der einzelnen Niederschlagsereignisse: z. B. „kein Niederschlag“ (0), „Regen“ (50-69), „Schnee“ (70-73), „Hagel“ (77-79), „Graupel“ (74-76) sowie „unbestimmter Niederschlag“ (40-42) des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit den mittleren Häufigkeiten der beiden Sensoren der benachbarten Messstellen.
- Fahrbahnzustand FBZ :
Vergleich der Häufigkeit der einzelnen Fahrbahnzustände: z. B. „trocken“ (0), „benetzt mit Wasser“

(32), „bedeckt mit gefrorenem Wasser (64), „bedeckt mit Schnee“ (65), „bedeckt mit Eis (66), „bedeckt mit Raureif“ (67) sowie „unbestimmte Bedeckung“ (1) des mittleren Sensors über jeweils einen der vorgebbaren Zeitbereiche mit den mittleren Häufigkeiten der beiden Sensoren der benachbarten Messstellen.

Für alle Prüfungen gilt: Bei Über- bzw. Unterschreitung eines parametrierbaren Schwellenwertes (je Zeitbereich) ist eine Warnung auszugeben.

In der Darstellung ist die Station $i + 2$ näher zu prüfen. Die Stationen $i - 1$, $i + 1$ und $i + 3$ liegen in einem vorgegebenen Vertrauensbereich s , so dass bei den Schwankungen von natürlichen Einflüssen ausgegangen werden kann.



Beispiel für Langzeit-Plausibilitätsprüfung von Umfelddaten

Gibt es Stationen, die eine systematische Abweichung aufweisen bzw. gewissen Regeln folgen, sind Abschattungseffekte oder sonstige örtliche Faktoren für die Ausreißer zu überprüfen.

A 2.2 Vollständigkeitsprüfungen

A 2.2.1 Vollständigkeitsprüfung und Ersatzwertbildung für Kurzzeitdaten

Fällt die Datenerfassung an einem Fahrstreifen oder an einem ganzen Messquerschnitt aus, sollten die Werte einer zugeordneten Nachbarzählstelle r als Ersatzwert übernommen werden. Der Abstand zwischen dem Messquerschnitt i und der Nachbarzählstelle r sollte, wenn möglich, $r < 1500 \text{ m}$ betragen. Zwischen der Messstelle und der zugeordneten Nachbarzählstelle sollte keine Anschlussstelle liegen. Die Ersatzwerte der Nachbarzählstelle müssen gemessene Werte darstellen und dürfen nicht selbst Ersatzwerte sein.

Voraussetzung für eine netzweite Ersatzwertbildung ist das Vorhandensein einer lückenlosen Zuordnung von Ersatzzählstellen zu Zählstellen. Die Entscheidung, ob die Verkehrsverhältnisse an einer potenziellen Ersatzzählstelle vergleichbar mit der betrachteten Zählstelle sind, obliegt letztendlich dem erfahrenen Anwender. Gegebenenfalls kann deshalb auch in begründeten Fällen von den oben genannten Vorgaben abgewichen werden.

Ist aufgrund der Topologie des Streckennetzes die Zuordnung einer geeigneten Ersatzzählstelle zu einer Zählstelle nicht möglich oder ist der Wert der Ersatzzählstelle selbst ein Ersatzwert, so sollte der letzte korrekt gemessene Wert bis zu einem parametrierbaren Zeitraum, der z. B. zwischen 1 und 5 Minuten liegt, zeitlich fortgeschrieben werden. Wird dieser Zeitraum überschritten, ist kein Ersatzwertverfahren anzuwenden.

A 2.2.2 Ersatzwertbildung für Umfelddaten

Die Ersatzwertberechnung entspricht einer Notlösung für kurze Zeiträume bis zur Sensorreparatur. Wurde ein Ersatzwert entsprechend nachfolgendem Verfahren bestimmt, so ist dieser Wert entsprechend mit ‚Interpoliert‘ zu kennzeichnen.

Ersatzwerte sind wie folgt zu bestimmen:

- Niederschlagsintensität NI :
 - Für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die zugeordneten beiden benachbarten MQ (MQ_{vor} und MQ_{nach}) eine Niederschlagsintensität $NI > 0$ oder beide $NI = 0$ plausibel gemessen haben, ist als Ersatzwert der arithmetische Mittelwert aus beiden benachbarten MQ-Werten zu nutzen,
 - sonst werden die plausiblen Messwerte des Ersatzquerschnittes entsprechend der Zuordnung der Ersatzquerschnitte übernommen.
- Niederschlagsart NS :
 - Für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst werden die plausiblen Messwerte des Ersatzquerschnittes entsprechend der Zuordnung der Ersatzquerschnitte übernommen.
- Fahrbahnzustand FBZ :
 - Für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke WFD und/oder die Niederschlagsintensität NI am betrachteten Querschnitt plausibel sind, ist der Fahrbahnzustand FBZ vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu übernehmen.
- Wasserfilmdicke WFD :
 - wenn am gleichen Querschnitt ein weiterer Bodensensor plausible Werte liefert, so sind diese zu übernehmen,
 - sonst ist für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die zugeordneten beiden benachbarten MQ (MQ_{vor} und MQ_{nach}) eine Wasserfilmdicke $WFD > 0$ oder beide $WFD = 0$ plausibel gemessen haben, ist als Ersatzwert der Mittelwert aus beiden benachbarten MQ-Werten zu verwenden,
 - sonst werden die plausiblen Messwerte des Ersatzquerschnittes entsprechend der Zuordnung der Ersatzquerschnitte übernommen.
- Sichtweite SW :
 - Die Werte des virtuellen Ersatzquerschnittes (i. d. R. der in Fahrtrichtung nachfolgende MQ) sind zu verwenden,
 - wenn kein benachbarter MQ vorhanden ist bzw. die benachbarten MQ für eine Übertragbarkeit zu weit auseinander liegen, ist für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) der letzte plausible Messwert zu verwenden.
- Taupunkttemperatur TPT :
 - für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke WFD und/ oder die Niederschlagsintensität NI am betrachteten Querschnitt plausibel ist, ist die Taupunkttemperatur TPT vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu nutzen.

- Lufttemperatur *LT*:
 - für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke *WFD* und/ oder die Niederschlagsintensität *NI* am betrachteten Querschnitt plausibel ist, ist die Lufttemperatur *LT* vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu nutzen.
- Fahrbahnoberflächentemperatur *FBT*:
 - für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) ist der letzte plausible Messwert maßgebend,
 - sonst, wenn die Wasserfilmdicke *WFD* und/ oder die Niederschlagsintensität *NI* am betrachteten Querschnitt plausibel ist, ist die Fahrbahnoberflächentemperatur *FBT* vom zugeordneten Ersatzquerschnitt zu nutzen.
- Helligkeit *HK*:
 - Die Werte des virtuellen Ersatzquerschnittes (i. d. R. der lokal nächstgelegene MQ) sind zu verwenden wenn kein benachbarter MQ vorhanden ist bzw. die benachbarten MQ für eine Übertragbarkeit zu weit auseinander liegen, ist für eine parametrierbare Zeit (Ersteinstellung: 3 min) der letzte plausible Messwert zu verwenden.

Anhang 3 Vorgehen und Berechnungen zur Datenaufbereitung

A 3.1 Berechnungsverfahren virtuelle Messquerschnitte

A 3.1.1 Berechnungsverfahren Standard

Je nach realer Situation sind die Messquerschnitte mit Erfassung explizit zu versorgen (MQ_{Vor} , MQ_{Mitte} , MQ_{Nach} , MQ_{Aus} , MQ_{Ein}). Die richtungsbezogenen Größen V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw} , $V_{Kfz,g}$, B , B_{Max} , S_{Kfz} werden von einem direkt erfassten Messquerschnitt nach folgendem Algorithmus übernommen:

- MQ_{Vor} nicht direkt erfasst:
Die Werte werden von MQ_{Mitte} übernommen. Wenn an MQ_{Mitte} ein Wert nicht vorhanden¹ ist, wird dieser Wert von MQ_{Nach} übernommen.
- MQ_{Mitte} nicht direkt erfasst:
Die Werte werden von MQ_{Vor} übernommen. Wenn an MQ_{Vor} ein Wert nicht vorhanden¹ ist, wird dieser Wert von MQ_{Nach} übernommen.
- MQ_{Nach} nicht direkt erfasst:
Die Werte werden von MQ_{Mitte} übernommen. Wenn an MQ_{Mitte} ein Wert nicht vorhanden¹ ist, wird dieser Wert von MQ_{Vor} übernommen.

Die Verkehrsstärken Q_{Kfz} , Q_{Lkw} und Q_{Pkw} werden über Bilanzgleichungen berechnet:

- MQ_{Vor} nicht direkt erfasst:
 $Q(MQ_{Vor}) = Q(MQ_{Mitte}) + Q(MQ_{Aus})$
Wenn an MQ_{Mitte} der jeweilige Wert nicht vorhanden¹ ist, gilt:
 $Q(MQ_{Vor}) = Q(MQ_{Nach}) + Q(MQ_{Aus}) - Q(MQ_{Ein})$
- MQ_{Mitte} nicht direkt erfasst:
 $Q(MQ_{Mitte}) = Q(MQ_{Vor}) - Q(MQ_{Aus})$
Wenn an MQ_{Vor} der jeweilige Wert nicht vorhanden¹ ist, gilt:
 $Q(MQ_{Mitte}) = Q(MQ_{Nach}) - Q(MQ_{Ein})$
- MQ_{Nach} nicht direkt erfasst:
 $Q(MQ_{Nach}) = Q(MQ_{Mitte}) + Q(MQ_{Ein})$
Wenn an MQ_{Mitte} der jeweilige Wert nicht vorhanden¹ ist, gilt:
 $Q(MQ_{Nach}) = Q(MQ_{Vor}) + Q(MQ_{Ein}) - Q(MQ_{Aus})$

Die Werte A_{Lkw} , Q_B^2 , K_B werden analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 3.2.2) berechnet.

Die Werte K_{Kfz} , K_{Lkw} , K_{Pkw} werden im Prinzip analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 3.2.2) berechnet. An dieser Stelle wird folgende Berechnungsformel verwendet:

$$K_X(i) = \frac{Q_X(i)}{V_X(i)}$$

¹ Nicht vorhanden heißt in diesem Zusammenhang, dass keine direkte Erfassung vorliegt oder der entsprechende Wert nicht bestimmt werden konnte.

² Bei der Ermittlung von Q_B wird bewusst von dem in Anhang A 3.2 beschriebenen Verfahren abgewichen, da mit dem hier beschriebenen Verfahren die Werte auch dann berechnet werden können, wenn keine Geschwindigkeitserfassung in den Rampen vorliegt.

A 3.1.2 Berechnungsverfahren Bilanz

Es ist eine zu versorgende Liste von Messquerschnitten vorzuhalten, wobei für jeden Messquerschnitt ein positiver oder negativer prozentualer Anteil versorgt werden muss. Ein positiver Anteil bedeutet dabei mit Sicht auf den virtuellen Messquerschnitt einen Zufluss, ein negativer einen Abfluss. Die Verkehrsstärken Q_{Kfz} , Q_{Lkw} und Q_{Pkw} werden dann durch Addition aller Messquerschnitte berechnet, wobei die Werte jedes Messquerschnitts mit dem jeweiligen prozentualen Anteil zu multiplizieren sind.

Die Werte V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw} , $V_{Kfz,g}$, B , B_{Max} , S_{Kfz} , K_{Kfz} , K_{Lkw} , K_{Pkw} , Q_B , K_B , werden auf ‚Nicht ermittelbar‘ gesetzt. Die Güte dieser Größen wird auf 100 % gesetzt.

Der Wert A_{Lkw} wird analog zur entsprechenden Größe direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 3.2.2) berechnet.

A 3.1.3 Berechnungsverfahren Verkehrslage

Es ist eine zu versorgende Liste von Messquerschnitten vorzuhalten, wobei für jeden Messquerschnitt ein positiver oder negativer prozentualer Anteil versorgt werden muss. Ein positiver Anteil bedeutet dabei mit Sicht auf den virtuellen Messquerschnitt einen Zufluss, ein negativer einen Abfluss. Die Verkehrsstärken Q_{Kfz} , Q_{Lkw} und Q_{Pkw} werden dann durch Addition aller Messquerschnitte berechnet, wobei die Werte jedes Messquerschnitts mit dem jeweiligen prozentualen Anteil zu multiplizieren sind.

Die Werte V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw} , $V_{Kfz,g}$, B , B_{Max} , S_{Kfz} werden von einem zu versorgenden Messquerschnitt ohne Änderung übernommen.

Die Werte A_{Lkw} , Q_B , K_B werden analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 3.2.2) berechnet.

Die Werte K_{Kfz} , K_{Lkw} , K_{Pkw} werden im Prinzip analog zu den entsprechenden Größen direkt erfasster Messquerschnitte (siehe Anhang A 3.2.2) berechnet. Hier ändert sich nur die Berechnungsformel zu

$$K_{Art}(i) = \frac{Q_{Art}(i)}{V_{Art}(i)}$$

für Art := {Kfz, Lkw, Pkw}

A 3.2 Kenngrößenberechnung

A 3.2.1 Fahrstreifenbezogene Verkehrskenngrößen

Für jedes frei parametrierbare Mess- und Aufbereitungsintervall T -sind die folgenden fahrstreifenbezogenen Kenngrößen für jeden Messquerschnitt i und Fahrstreifen j zu ermitteln:

Verkehrsstärken [Pkw/Intervall]:

$$q_{Pkw}(i, j) = q_{Kfz}(i, j) - q_{Lkw}(i, j)$$

Mittlere Kfz-Geschwindigkeiten [km/h]:

$$v_{Kfz}(i, j) = \frac{[v_{Pkw}(i, j) \cdot q_{Pkw}(i, j) + v_{Lkw}(i, j) \cdot q_{Lkw}(i, j)]}{q_{Kfz}(i, j)}$$

Lokale Verkehrsdichte [Kfz/km]

$$k_{Kfz}(i, j)(t) = \begin{cases} \frac{q_{Kfz}(i, j)(t)}{v_{Kfz}(i, j)(t)} & , v_{Kfz}(i, j)(t) \neq 0 \\ 0 & , v_{Kfz}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Kfz}(i, j)(t-1) < k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j) \\ \max(k_{Kfz \text{ max}}, k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j)) & , v_{Kfz}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Kfz}(i, j)(t-1) \geq k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j) \end{cases}$$

wobei $k_{Kfz \text{ grenz}}(i, j)$, $k_{Kfz \text{ max}}$ parametrierbar sein müssen

Lokale Pkw-Verkehrsdichte [Pkw/km]

$$k_{Pkw}(i, j)(t) = \begin{cases} \frac{q_{Pkw}(i, j)(t)}{v_{Pkw}(i, j)(t)} & , v_{Pkw}(i, j)(t) \neq 0 \\ 0 & , v_{Pkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Pkw}(i, j)(t-1) < k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j) \\ \max(k_{Pkw \text{ max}}, k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j)) & , v_{Pkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Pkw}(i, j)(t-1) \geq k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j) \end{cases}$$

wobei $k_{Pkw \text{ grenz}}(i, j)$, $k_{Pkw \text{ max}}$ parametrierbar sein müssen

Lokale Lkw-Verkehrsdichte [Lkw/km]

$$k_{Lkw}(i, j)(t) = \begin{cases} \frac{q_{Lkw}(i, j)(t)}{v_{Lkw}(i, j)(t)} & , v_{Lkw}(i, j)(t) \neq 0 \\ 0 & , v_{Lkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Lkw}(i, j)(t-1) < k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j) \\ \max(k_{Lkw \text{ max}}, k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j)) & , v_{Lkw}(i, j)(t) = 0 \text{ und } k_{Lkw}(i, j)(t-1) \geq k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j) \end{cases}$$

wobei $k_{Lkw \text{ grenz}}(i, j)$, $k_{Lkw \text{ max}}$ parametrierbar sein müssen

Standardabweichung der Geschwindigkeit [km/h]

Werden durch die Datenerfassung keine fahstreifenbezogenen Daten zur Standardabweichung der Geschwindigkeit $s_{Kfz}(i, j)$ ermittelt, so lassen sich diese nicht aus den anderen fahstreifenbezogenen Daten berechnen, sondern sind entsprechende Ersatzwerte (z. B. durch Anwendung der Verfahren der Ersatzwertbildung aus Anhang A 2.2.1) zu übernehmen.

Belegung [%]

Werden durch die Datenerfassung keine fahstreifenbezogenen Daten zur Belegung $b(i, j)$ ermittelt, so lassen sich diese nicht aus den anderen fahstreifenbezogenen Daten berechnen, sondern sind entsprechende Ersatzwerte (z. B. durch Anwendung der Verfahren der Ersatzwertbildung aus Anhang A 2.2.1) zu übernehmen.

Lkw-Anteil [%]:

$$a_{Lkw}(i, j) = \frac{q_{Lkw}(i, j)}{q_{Kfz}(i, j)} \cdot 100$$

A 3.2.2 Richtungsbezogene Verkehrskenngrößen

Für jeden Messquerschnitt i erfolgt bei $j = 1 \dots N$ Fahstreifen pro Fahrtrichtung und Intervalldauer T [min] die Ermittlung der folgenden richtungsbezogenen Kenngrößen.

Verkehrsstärken:

$$Q_{Kfz}(i) = \left[\sum q_{Kfz}(i, j) \right] \cdot \frac{60}{T} \quad [Kfz/Intervall]$$

$$Q_{Lkw}(i) = \left[\sum q_{Lkw}(i, j) \right] \cdot \frac{60}{T} \quad [Lkw/Intervall]$$

$$Q_{Pkw}(i) = Q_{Kfz}(i) - Q_{Lkw}(i) \quad [Pkw/Intervall]$$

Mittlere Geschwindigkeiten [km/h]:

$$V_{Kfz}(i) = \frac{\sum [v_{Kfz}(i, j) \cdot q_{Kfz}(i, j)]}{\sum q_{Kfz}(i, j)}$$

$$V_{Pkw}(i) = \frac{\sum [v_{Pkw}(i, j) \cdot q_{Pkw}(i, j)]}{\sum q_{Pkw}(i, j)}$$

$$V_{Lkw}(i) = \frac{\sum [v_{Lkw}(i, j) \cdot q_{Lkw}(i, j)]}{\sum q_{Lkw}(i, j)}$$

Bemessungsverkehrsstärken [Pkw-E/h]:

Als Bemessungsverkehrsstärke wird die Pkw-Einheiten-Verkehrsstärke herangezogen, die sich nach folgender Formel ergibt:

$$Q_B(i) = Q_{Pkw}(i) + [k_1 + k_2 \cdot (V_{Pkw}(i) - V_{Lkw}(i))] \cdot Q_{Lkw}(i)$$

wobei k_1 und k_2 Parameter darstellen, die im laufenden Betrieb für jeden Messquerschnitt getrennt parametrierbar sein müssen.

Für die Grundversorgung der Steuerlogik ist für einheitlich für alle Messquerschnitte einzustellen $k_1 = 2,00$ und für $k_2 = 0,01$.

Ist $V_{Pkw}(i) - V_{Lkw}(i) \leq 0$, so ist

$$Q_B(i) = Q_{Pkw}(i) + k_1 \cdot Q_{Lkw}(i)$$

An den Anschlussstellen sind jeweils 2 Bemessungsverkehrsstärken zu ermitteln:

$$Q_{B,vor} = Q_{B,Hauptfahrbahn} + Q_{B,Ausfahrrampe}$$

$$Q_{B,nach} = Q_{B,Hauptfahrbahn} + Q_{B,Einfahrrampe}$$

An Anschlussstellen ohne Geschwindigkeitserfassung gilt entsprechend:

$$Q_{vor} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Ausfahrrampe}$$

$$Q_{nach} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Einfahrrampe}$$

Lokale Verkehrsdichte [Pkw-E/km]

$$K_{Kfz}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_{Kfz}(i)(t)}{V_{Kfz}(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) < K_{grenz}(i) \\ \max(K_{max}, K_{Kfz}(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) \geq K_{grenz}(i) \end{cases}$$

wobei $K_{grenz}(i)$, K_{max} parametrierbar sind.

An den Anschlussstellen sind jeweils 2 lokale richtungsbezogene Verkehrsdichten zu er rechnen:

Lokale Verkehrsdichte vor der Anschlussstelle:

$$K_{Kfz,vor}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_{Kfz}(i)(t)}{V_{Kfz}(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) < K_{grenz}(i) \\ \max(K_{max}, K_{Kfz}(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) \geq K_{grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_{Kfz} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Ausfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{grenz}(i)$, K_{max} parametrierbar sind.

Lokale Verkehrsdichte nach der Anschlussstelle:

$$K_{Kfz,nach}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_{Kfz}(i)(t)}{V_{Kfz}(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) < K_{grenz}(i) \\ \max(K_{max}, K_{Kfz}(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_{Kfz}(i)(t-1) \geq K_{grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_{Kfz} = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Einfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{grenz}(i)$, K_{max} parametrierbar sind.

Bemessungsverkehrsdichte [Pkw-E/km]

$$K_B(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_B(i)(t)}{V_B(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) < K_{B,grenz}(i) \\ \max(K_{B,max}, K_B(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) \geq K_{B,grenz}(i) \end{cases}$$

wobei $K_{B,grenz}(i)$, $K_{B,max}$ parametrierbar sind.

An den Anschlussstellen sind jeweils 2 lokale richtungsbezogene Verkehrsdichten zu er rechnen:

Bemessungsverkehrsdichte vor der Anschlussstelle:

$$K_{B,vor}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_B(i)(t)}{V_B(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) < K_{B,grenz}(i) \\ \max(K_{B,max}, K_B(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) \geq K_{B,grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_B = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Ausfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{B,grenz}(i)$, $K_{B,max}$ parametrierbar sind.

Bemessungsverkehrsdichte nach der Anschlussstelle:

$$K_{B,nach}(i)(t) = \begin{cases} \frac{Q_B(i)(t)}{V_B(i)(t)} & , V_{Kfz}(i)(t) \neq 0 \\ 0 & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) < K_{B,grenz}(i) \\ \max(K_{B,max}, K_B(i)(t-1)) & , V_{Kfz}(i)(t) = 0 \text{ und } K_B(i)(t-1) \geq K_{B,grenz}(i) \end{cases}$$

mit $Q_B = Q_{Hauptfahrbahn} + Q_{Einfahrrampe}$ und $V_{Kfz} = V_{Hauptfahrbahn}$

wobei $K_{B,grenz}(i)$, $K_{B,max}$ parametrierbar sind.

Standardabweichungen der Geschwindigkeit [km/h]:

$$S_{Kfz}(i) = \begin{cases} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (q_{Kfz}(i,j) - 1) \cdot s_{Kfz}^2(i,j) + q_{Kfz}(i,j) \cdot [v_{Kfz}(i,j) - V_{Kfz}(i)]^2}{\sum_{j=1}^n (q_{Kfz}(i,j) - 1)}} & , \sum_{j=1}^n q_{Kfz}(i,j) > 1 \\ 0 & , \sum_{j=1}^n q_{Kfz}(i,j) \leq 1 \end{cases}$$

Belegungsgrad [%]:

$$B(i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^n b(i,j) \quad , B_{max} = \max\{b(i,j)\}$$

Lkw-Anteil [%]:

$$A_{Lkw}(i) = \frac{Q_{Lkw}(i)}{Q_{Kfz}(i)} \cdot 100$$

A 3.2.3 Glättegefahr

In dem nachfolgenden Modellbeispiel zur Ermittlung einer Glättestufe werden die aktuell gültigen und alle in den letzten 10 min gemessenen Daten der Fahrbahnoberflächen- und Taupunkttemperatur sowie der momentan gemessene gültige Fahrbahnzustand und die aktuelle gültige Lufttemperatur einer Umfelddatenmessstelle zu einer Aussage über eine mögliche Glätte verarbeitet. Fehlen die Messwerte der drei letzten Intervalle, kann das Modell nicht angewendet werden.

Für die zu erwartenden Glätteereignisse werden die Fahrbahnoberflächen- und Taupunkttemperaturen anhand der genannten vorhergehenden und aktuellen Daten mittels linearer Trendextrapolation ($y = a \cdot x + b$) für zukünftige Zeitpunkte (+5, +15, +30, +60 und +90 min, parametrierbar) berechnet. Die entsprechende Berechnungsformel ist im Anhang A 3.3.3 aufgeführt. Zusätzlich gehen die Lufttemperatur, der Fahrbahnzustand und auch die Fahrbahnoberflächentemperatur und die Taupunkttemperatur mit ihren aktuell gemessenen Werten in das Modell ein.

Nachfolgend werden die einzelnen Meldungen aus dem Modell und deren Interpretation sowie die daraufhin empfohlenen Handlungen beschrieben. Die beschriebenen Handlungen sind hier nur als Erläuterung aufgeführt.

„Keine Glättegefahr“

Es besteht keine Glättegefahr gleich welcher Art für die nächsten 90 min, weil die Fahrbahnoberflächentemperatur über 5°C liegt. Eine Abkühlung innerhalb von 90 min bis nahe 0°C stellt in den Wintermonaten eine Situation dar, die nur extrem selten auftritt.

Eine eventuell anstehende Glätteanzeige kann zurückgenommen werden.

„Glättegefahr bei Wetteränderung möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt gegenwärtig zwischen +2°C und +5°C. Die lineare Trendextrapolation ergibt, dass die Fahrbahnoberflächentemperatur bei der gegenwärtigen Wettersituation innerhalb der nächsten 90 min **nicht unter +2°C** sinkt. Eine Wetteränderung kann zu einer kurzfristigen Glättebildung führen.

„Eisglätte möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt zwischen +2°C und +5°C und die Fahrbahnoberfläche ist feucht bis nass. Nach der linearen Trendextrapolation innerhalb der nächsten 90 min bei der gegenwärtigen

Wettersituation mit einer Fahrbahnoberflächentemperatur **unter** +2°C zu rechnen. Es besteht die Gefahr eines Überfrierens der Feuchte bzw. Nässe.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Tendenzberechnung nicht möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur beträgt zwischen +2°C und +5°C. Eine Trendrechnung kann nicht erfolgen, da die vorhergehenden Daten nicht vorliegen. Es kann die Gefahr bestehen, dass Glätte in irgendeiner Form innerhalb der nächsten 90 min auftritt.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung sollte nur dann weiter bestehen bleiben, wenn eine Überprüfung der Situation vor Ort eine Glättesituation bestätigt.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt zwischen +2°C und +5°C und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Nach der Trendrechnung kann die Fahrbahnoberflächentemperatur innerhalb der nächsten 90 min unter +2°C fallen. Bei einsetzendem Niederschlag kann dann Schneeglätte oder Glatteis entstehen.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag sowie Reifglätte möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt zwischen +2°C und +5°C, und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Nach der Trendrechnung kann die Fahrbahnoberflächentemperatur innerhalb der nächsten 90 min unter +2°C fallen. Bei einsetzendem Niederschlag kann dann Schneeglätte oder Glatteis entstehen.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag sofort möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Bei einsetzendem Niederschlag kann sofort Schneeglätte oder Glatteis entstehen.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$ oder $WFD > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Schneeglätte oder Glatteis bei Niederschlag sowie Reifglätte sofort möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und die Fahrbahnoberfläche ist trocken. Bei einsetzendem Niederschlag kann sofort Schneeglätte oder Glatteis entstehen. Die Taupunkttemperatur übersteigt die Fahrbahnoberflächentemperatur. Dadurch besteht gleichzeitig die Gefahr einer vorhandenen oder sich bildenden Reifglätte.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort bei Niederschlag ($NI > 0$ oder $WFD > 0$) bzw. nur nach Überprüfung der Situation vor Ort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Eisglätte sofort möglich“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter +2°C und die Fahrbahnoberfläche ist feucht bzw. nass. Es besteht die unmittelbare Gefahr des Überfrierens dieser Feuchte oder Nässe. Die Gefahr ist beson-

ders groß, wenn weiterer Niederschlag fällt. Das mögliche Vorhandensein von Tausalz auf der Fahrbahnoberfläche wird nicht berücksichtigt.

Das Wettergeschehen ist anhand von Wetterberichten und der Werte benachbarter Messstellen zu beobachten. Eine Schaltung sollte sofort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung kann bestehen bleiben.

„Glätte vorhanden“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter $+2^{\circ}\text{C}$ und der Fahrbahnzustandssensor meldet Glätte. Es besteht eine unmittelbare Glättegefahr.

Eine Glätte-Schaltung sollte sofort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung muss bestehen bleiben.

„Eis oder Schnee auf der Fahrbahn“

Die Fahrbahnoberflächentemperatur liegt unter $+2^{\circ}\text{C}$ und der Fahrbahnzustandssensor meldet „*Fahrbahn ist bedeckt mit Eis oder Schnee*“. Es besteht eine unmittelbare Glättegefahr.

Eine Glätte-Schaltung sollte sofort durchgeführt werden. Eine evtl. vorhandene Schaltung muss bestehen bleiben.

Wenn mindestens 10 min lang keine neuen Daten gemeldet wurden, soll die Meldung „*keine Daten vorhanden*“ ausgegeben werden.

Anmerkung 1:

Maßnahmen des Winterdienstes wie Schneeräumungen oder aufgebracht Tausalz auf der Straße, das zu einer Absenkung der Gefriertemperatur führt, berücksichtigt das Modell nicht.

Anmerkung 2:

Das Modell zeigt schon ab einer Fahrbahnoberflächentemperatur von unter $+2^{\circ}\text{C}$ eine Glättewarnung mit akuter Glättegefahr (Glätte sofort möglich) an. Damit sollen einerseits mögliche Messfehler als Fehleinschätzung ausgeschlossen werden. Andererseits darf der angezeigte Messwert nur für einen Punkt im Fahrbahnnetz angesehen werden, in dessen näherer Umgebung eine andere Temperatur auftreten kann. Das Modell kann Situationen an anderen Punkten des Straßennetzes nicht einschätzen. Hier ist die Kenntnis des Verhaltens der umliegenden Streckenabschnitte bei den verschiedenen Wettersituationen von großer Bedeutung. Deutliche Differenzen bei der Fahrbahnoberflächentemperatur werden bei unterschiedlicher Bewölkung oder Beschattung schon zwischen wenig entfernt liegenden Streckenabschnitten auftreten.

Anmerkung 3:

Die Auswirkungen von unterschiedlichen Fahrbahnbelägen auf eine mögliche Glättebildung müssen noch untersucht werden.

A 3.3 Verfahren zur Glättung von Messwerten

A 3.3.1 Standard-Prognosemodell „Gleitender Mittelwert mit überlagertem gleitendem Trend“ zur Glättung von Verkehrskenngrößen

Zur Vermeidung von kurzfristig auftretenden, zufälligen Schwankungen der Verkehrsdaten werden die fahrstreifen- und richtungsbezogenen Kenngrößen exponentiell geglättet. Dieses Verfahren ist auf die folgenden Kenngrößen anzuwenden:

Fahrstreifenbezogen:

$$q_{Kfz}(i, j), q_{Pkw}(i, j), q_{Lkw}(i, j), q_B(i, j),$$

$$v_{Kfz}(i, j), v_{Pkw}(i, j), v_{Lkw}(i, j),$$

$$k_{Kfz}(i, j), k_{Pkw}(i, j), k_{Lkw}(i, j), k_B(i, j),$$

$$a_{Lkw}$$

Richtungsbezogen:

$$Q_{Kfz}, Q_{Pkw}, Q_{Lkw}, Q_B \text{ (oder aus } Q_{Pkw,P}, Q_{Lkw,P}, v_{Pkw,P}, v_{Lkw,P} \text{ direkt berechenbar),}$$

$$V_{Kfz}, V_{Pkw}, V_{Lkw},$$

$$S_{Kfz}$$

Zur Ermittlung der geglätteten Werte werden folgende Berechnungen durchgeführt:

$$W_{neu} = \alpha(T) \cdot W_{mess} + (1 - \alpha(T)) \cdot W_{alt}$$

$$\Delta W_{neu} = \beta(T) \cdot (W_{mess} - W_{alt}) + (1 - \beta(T)) \cdot \Delta W_{alt}$$

$$W_P = W_{neu} + \Delta W_{neu}$$

mit:

W_{neu}	geglätteter Wert
W_{mess}	Messwert
W_{alt}	alter geglätteter Wert (Startwert = W_{mess} des ersten Intervalls)
W_P	prognostizierter Wert
ΔW_{neu}	prognostizierte Differenz
ΔW_{alt}	alte prognostizierte Differenz (Startwert = 0)
$\alpha(T)$	Glättungsfaktor Mittelwert für Erfassungsintervall der Länge T
$\beta(T)$	Glättungsfaktor Trend für Erfassungsintervall der Länge T

Die Prognoseverkehrsdichte wird wie folgt berechnet:

$$k_P(i, j) = \frac{q_{B,P}(i, j)}{v_{Kfz,P}(i, j)} = 0 \quad , \text{ falls } v_{Kfz,P}(i, j) = 0 \quad \text{bzw.}$$

$$K_P(i) = \frac{Q_{B,P}(i)}{V_{Kfz,P}(i)} = 0 \quad , \text{ falls } V_{Kfz,P}(i) = 0$$

Die Glättungsfaktoren $\alpha(T)$ für den Mittelwert und $\beta(T)$ für den Trend müssen im Bereich von 0 bis 1 in Schritten von 0,01 variabel sein und im laufenden Betrieb betreiberseitig, für die einzelnen Messquerschnitte getrennt, parametrisiert werden können. Zur Grundversorgung der Steuerlogik ist bei einem 1 min-Intervall für α ein Wert zwischen 0,2 und 0,3 und für β ein Wert zwischen 0,1 und 0,2 zunächst einheitlich für alle Messquerschnitte einzustellen. W_{alt} und ΔW_{alt} müssen grundversorgt werden. Für besondere Zielsetzungen, z. B. Pulkerkennung können allerdings höhere α -Werte sinnvoll sein.

Es muss auch die Möglichkeit bestehen, einzelne Datenarten asymmetrisch exponentiell zu glätten. Dies bedeutet, dass die Glättung derart aufgebaut ist, dass sie bei kritischer werdenden Verkehrszuständen (z. B. in Abhängigkeit von den Verkehrsstufen) empfindlicher (α größer und/oder β größer) und bei unkritischer werdenden Zuständen träger (α kleiner und/oder β kleiner) auf die neuen Daten reagiert.

Tritt bei der Kurzzeitprognose ein Wert $W_P \leq 0$ auf, so muss der nächste Messwert direkt als Ergebnis der Glättungsrechnung übernommen und der alte Trend auf Null gesetzt werden. Der Prognosewert ist ebenfalls auf Null zu setzen.

Nach Neustart des Systems oder zur Initialisierung müssen als Mengenwert der Wert 1, als Geschwindigkeiten die Werte 80 km/h für Lkw, 100 km/h für Pkw und 90 km/h für Kfz eingesetzt werden. Als alter

Trend ist dann der Wert 0 einzusetzen. Auch diese Werte müssen wie die α und β -Werte je Messquerschnitt einzeln vom Bediener online parametrierbar sein.

A 3.3.2 Exponentielle Glättung mit wanderndem Abweichungswinkel zur Ermittlung der Niederschlagsintensität, Wasserfilmdicke und Sichtweite

Mit der Korrektur von Messwerten durch exponentielle Glättung mit wanderndem Abweichungswinkel sollen die aktuellen Messwerte bei unterschiedlichen Tendenzen (steigende oder fallende Werte) weniger oder mehr gedämpft werden.

Der geglättete Messwert ergibt sich nach folgender Formel:

$$MW_{\text{geglättet},i} = b_i \cdot MW_i + (1 - b_i) \cdot MW_{\text{geglättet},i-1}$$

$$\text{mit: } b_i = b_0 + \left(1 - f_b \cdot \frac{MW_{\text{geglättet},i-1}}{MW_i}\right)$$

Mit:

$$b_0 \leq b_i \leq 1,0, \text{ sonst } b_i = b_0$$

MW_i Messwert im Intervall i

$MW_{\text{geglättet},i}$ geglätteter Messwert im Intervall i

$MW_{\text{geglättet},i-1}$ geglätteter Messwert im Intervall $i - 1$ ($MW_{\text{geglättet},0} = MW_1$)

Die Glättungsfaktoren b_0 und f_b müssen für jeden Sensor im Bereich von 0 bis 1 frei parametrierbar sein. Als Defaultwerte sind folgenden Werte vorzusehen:

$$b_0 = 0,08$$

$$f_b = 0,25$$

Für $MW_i = 0$ wird $MW_{\text{geglättet},i} = 0$ gesetzt.

A 3.3.3 Lineare Trendextrapolation zur Ermittlung der Fahrbahnoberflächen- und Taupunkttemperatur

Für die Trendextrapolation ist folgende Berechnung zu nutzen:

$$y = a \cdot x + b, \text{ mit}$$

$$a = \frac{\sum_i (x_i \cdot y_i) - n \cdot x_m \cdot y_m}{\sum_i x_i^2 - n \cdot x_m^2}$$

$$b = y_m - a \cdot x_m \text{ mit}$$

$$x_m = \frac{\sum_i x_i}{n} \quad \text{und} \quad y_m = \frac{\sum_i y_i}{n}$$

x Anzahl der Minuten vom aktuellen Zeitpunkt (Minute 0) bis zum Zeitpunkt für den die Trendtemperatur (Fahrbahnoberfläche bzw. Taupunkt) berechnet werden soll (z. B. 5, 15, 30, 45, 60 min). Diese Zeitspanne ist individuell festzulegen und hängt vom Zeitbedarf für die Informationsanforderung und -übermittlung für eine genaue Auskunft über den zu beobachtenden Streckenabschnitt ab.

y zu ermittelnde Trendtemperatur (Fahrbahnoberfläche bzw. Taupunkt) in der Zukunft

x_i Anzahl der Minuten als Abstand von der aktuellen Berechnungszeit zu einem vorherliegenden Messzeitpunkt für einen Parameterwert (Fahrbahnoberflächentemperatur bzw. Taupunkttemperatur)

n Anzahl der Parameter

i	Index für einen Messzeitpunkt
x_m, y_m	Mittelwerte der genutzten Zeitabstände und Fahrbahnoberflächentemperaturen bzw. Taupunkttemperaturen

Anhang 4 Anforderungen zur Datenhaltung

Die in den folgenden Tabellen aufgelisteten Inhalte und Zeiträume für Datenhaltung der unterschiedlichen Daten sind als Minimalvorgaben zu verstehen. Die Zeiträume können ebenfalls zur Orientierung und Abschätzung des minimalen Speicherplatzes herangezogen werden.

A 4.1 Fahrstreifenbezogene Daten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke q_{Kfz}	(Kfz/min)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Pkw \ddot{A}}$	(Pkw/min)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Lkw \ddot{A}}$	(Lkw/min)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit v_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit $v_{Pkw \ddot{A}}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit $v_{Lkw \ddot{A}}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
geglättete mittlere Geschwindigkeit $V_{Kfz,g}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Kfz-Geschwindigkeit S_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Belegungsgrad b	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Lkw-Anteil $a_{Lkw \ddot{A}}$	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrstreifenbezogene Verkehrsdaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke q_{Pkw}	(Pkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Pkw+Anhänger}$	(Pkw+A/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke q_{Lkw}	(Lkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{Lastzüge}$	(Lz/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke q_{Busse}	(Busse/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke $q_{nicht\ klassifizierte\ Fahrzeuge}$	(Kfz/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit v_{Pkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit v_{Lkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Pkw-Geschwindigkeit S_{Pkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Lkw-Geschwindigkeit S_{Lkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
v85-Pkw-Geschwindigkeit $v_{85,Pkw}$	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrstreifenbezogene Statistikdaten

A 4.2 Fahrtrichtungsbezogene Daten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit
Verkehrsdichte K_a	(Kfz/km)	1 Jahr
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr
Intervalllänge		1 Jahr
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrtrichtungsbezogene Analysedaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit
Verkehrsdichte K_g	(Kfz/km)	1 Jahr
geglättete Verkehrsstärken $Q_{B,g}, Q_{Kfz,g}, Q_{Pkw,g}, Q_{Lkw,g}$	(Kfz/h)	1 Jahr
geglättete Geschwindigkeiten $V_{Kfz,g}, V_{Pkw,g}, V_{Lkw,g}$	(km/h)	1 Jahr
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr
Intervalllänge		1 Jahr
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrtrichtungsbezogene Kurzzeit-Prognosedaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke Q_{Kfz}	(Kfz/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke Q_{Lkw}	(Lkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
Verkehrsstärke Q_{Pkw}	(Pkw/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit V_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit V_{Pkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
mittlere Geschwindigkeit V_{Lkw}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Bemessungsverkehrsstärke Q_B	(Pkw-E/h)	1 Jahr	5 Jahre
Standardabweichung Geschwindigkeit S_{Kfz}	(km/h)	1 Jahr	5 Jahre
Belegungsgrad B	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Anteil Lkw	(%)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für fahrtrichtungsbezogene aggregierte Verkehrsdaten

A 4.3 Durchschnittliche Tagesverkehrswerte (DTV Monat und DTV Jahr)

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstärke $DTV_{Kfz,Monat}$	(Kfz/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Verkehrsstärke $DTV_{Kfz,Jahr}$	(Kfz/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Verkehrsstärke $DTV_{Lkw,Monat}$	(Lkw/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Verkehrsstärke $DTV_{Lkw,Jahr}$	(Lkw/Tag)	15 Jahre	15 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		15 Jahre	15 Jahre
Intervalllänge		15 Jahre	15 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		15 Jahre	15 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärken (DTV Monat und DTV Jahr)

A 4.4 Achslastdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Anzahl N_1 Einzelachslastklassen	1 Jahr	5 Jahre
Einzelachslastklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Einzelachslastklasse N_1	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl N_2 Doppelachslastklassen	1 Jahr	5 Jahre
Doppelachslastklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Doppelachslastklasse N_2	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl N_3 Dreifachachslastklassen	1 Jahr	5 Jahre
Dreifachachslastklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Dreifachachslastklasse N_3	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl Überladungen in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl Überladungen in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl Überladungen in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl G_1 Gesamtgewichtsklassen in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse 1 in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse G_1 in der Fahrzeugklasse 1	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl G_2 Gesamtgewichtsklassen in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse 1 in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse G_2 in der Fahrzeugklasse 2	1 Jahr	5 Jahre
Anzahl G_3 Gesamtgewichtsklassen in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse 1 in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
.....	1 Jahr	5 Jahre
Gesamtgewichtsklasse G_3 in der Fahrzeugklasse 3	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge	1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Achslastdaten

Die entsprechenden Klassengrenzen sind gemäß TLS 2012 festgelegt.

Für die Gesamtgewichte wird getrennt nach den Fahrzeugklassen Lkw (3), Lkw mit Anhänger, Sattel-Kfz (4) und Busse (5) in Anlehnung an die Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) die nachfolgende Zuordnung verwendet

	Fahrzeugklasse 3	Fahrzeugklasse 4	Fahrzeugklasse 5
bis 3,5 t	Klasse 1	Klasse 1: bis 7,5t	Klasse 1: bis 7,5t
3,5 t bis 7,5 t	Klasse 2		
7,5 t bis 14 t	Klasse 3	Klasse 2	Klasse 2
14 t bis 20 t	Klasse 4	Klasse 3	Klasse 3
20 t bis 26 t	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 4
26 t bis 32 t	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 5
32 t bis 38 t	Klasse 7	Klasse 6	Klasse 6: 32 t oder schwerer
38 t bis 44 t	Klasse 8: 38 t oder schwerer	Klasse 7	
44 t bis 50 t		Klasse 8	
50 t oder schwerer		Klasse 9	

Gesamtgewichte je Fahrzeugklasse nach StVZO

A 4.5 Umfelddaten

Bezeichnung	Einheit	Kurzzeit	Langzeit
Niederschlagsintensität NI	(mm/h)	1 Jahr	5 Jahre
Niederschlagsart NS	Regen bzw. flüssiger Niederschlag, Schnee bzw. gefrorener Niederschlag	1 Jahr	5 Jahre
Sichtweiten SW	(m)	1 Jahr	5 Jahre
Windrichtung WR	(Grad)	1 Jahr	5 Jahre
Windgeschwindigkeit (Mittel) WGM	(m/s)	1 Jahr	5 Jahre
Windgeschwindigkeit (Spitze) WGS	(m/s)	1 Jahr	5 Jahre
Intervallbeginn (Datum, Uhrzeit)		1 Jahr	5 Jahre
Intervalllänge		1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)		1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Umfelddaten

A 4.6 Verkehrsstörungsdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Verkehrsstufe	1 Jahr	5 Jahre
Differenzgeschwindigkeit vk_{Diff}	1 Jahr	5 Jahre
Kennung Unruhe	1 Jahr	5 Jahre
Status (ok, fehlerhafter Wert)	1 Jahr	5 Jahre
Streckenabschnitt, Messquerschnitt	1 Jahr	5 Jahre
Zeitbeginn (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Zeitdauer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Verkehrsstufen

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Störungskennung	1 Jahr	5 Jahre
Streckenabschnitt, Messquerschnitt	1 Jahr	5 Jahre
Störungsbeginn (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Störungsdauer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Verkehrsstörungsdaten

A 4.7 Betriebsstörungsdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Geräteerkennung	1 Jahr	5 Jahre
Fehlercode	1 Jahr	5 Jahre
Herstellercode	1 Jahr	5 Jahre
Datum/Uhrzeit	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Betriebsstörungsdaten

A 4.8 Schaltdaten

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Helligkeit	1 Jahr	5 Jahre
WVZ-Code (Soll/Ist)	1 Jahr	5 Jahre
Betriebsart	1 Jahr	5 Jahre
Schaltanlass	1 Jahr	5 Jahre
Einschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Ausschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Kennung Veranlasser	1 Jahr	5 Jahre
Folgenummer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Schaltdaten WVZ

Bezeichnung	Kurzzeit	Langzeit
Helligkeit	1 Jahr	5 Jahre
WWW-Stellzustand (Soll/Ist)	1 Jahr	5 Jahre
Betriebsart	1 Jahr	5 Jahre
Schaltanlass	1 Jahr	5 Jahre
Einschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Ausschaltzeit (Datum, Uhrzeit)	1 Jahr	5 Jahre
Kennung Veranlasser	1 Jahr	5 Jahre
Folgenummer	1 Jahr	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Schaltdaten WWW

A 4.9 Daten von Bedieneingriffen

Bezeichnung	Langzeit
Reset von der Zentrale / Bedienstation	5 Jahre
Gerätegeneration	5 Jahre
Statistische Daten (anlagen- und tagesstundenbezogen) <ul style="list-style-type: none"> • Dauer und Häufigkeit von Schaltungen/ Anzeigequerschnitt • Dauer und Häufigkeit von Störungen/ Anzeigequerschnitt oder Messquerschnitt • Dauer und Häufigkeit der einzelnen steuerungsrelevanten Witterungszustände • Dauer und Häufigkeit einer Zwangsneutralschaltung durch Bediener • Dauer und Häufigkeit manueller/ Hand- Schaltungen/ Anlage mit Veranlasser, Bediener, Bedienstation • Start Anlage • Stopp Anlage • Beginn Ausfall gesamte Anlage • Ende Ausfall gesamte Anlage Parameteränderungen (bei jeder Änderung je Anlage, zusätzlich zu den alten, alle neuen Parameter mit Datum und Uhrzeit, Stammdaten, alle Konfigurationsdaten)	5 Jahre

empfohlene Datenhaltungsdauer für Bedieneingriffe

Anhang 5 Prioritäten von Ereignissen

Die Liste der Ereignistypen und deren Eigenschaften (Prioritäten etc.) können parametrisiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vergabe der Prioritäten sorgfältig erfolgt, da bei Tagesereignissen mit gleicher Priorität der Algorithmus eine nicht deterministische Auswahl treffen kann.

Unterschieden wird zwischen Tagesereignissen, die sich auf ganze Tage auswirken und Ereignissen mit eingeschränkter zeitlicher Gültigkeit, wobei hier zwischen vorhersehbaren und unvorhersehbaren Ereignissen zu unterscheiden ist. Folgende Ereignistypen sollten für Tagesereignisse vordefiniert werden (parametrisierbar, Vorschlag für eine Erstversorgung):

Ereignistyp	Priorität
Montag	10
Dienstag	10
Mittwoch	10
Donnerstag	10
Freitag	10
Samstag	15
Sonntag	30
Dienstag nach einem Feiertag	40
Mittwoch nach einem Feiertag	40
Donnerstag nach einem Feiertag	40
Freitag nach einem Feiertag	40
Samstag nach einem Feiertag	40
Sonntag vor einem Feiertag	50
Montag vor einem Feiertag	50
Dienstag vor einem Feiertag	50
Mittwoch vor einem Feiertag	50
Donnerstag vor einem Feiertag	50
Freitag vor einem Feiertag	50
Feiertag	60
Montagsfeiertag	80
Dienstagsfeiertag	80
Mittwochsfeiertag	80
Donnerstagsfeiertag	80
Freitagsfeiertag	80
Samstagsfeiertag	80
Ostern	90
Pfingsten	90
Weihnachten	90
Neujahrstag	100

Ereignistyp	Priorität
Karfreitag	100
Ostersonntag	100
Ostermontag	100
Maifeiertag	100
Christi Himmelfahrt	100
Pfingstsonntag	100
Pfingstmontag	100
Fronleichnam	100
Tag der Einheit	100
Allerheiligen	100
1. Weihnachtstag	100
2. Weihnachtstag	100
Heiligabend	25
Silvester	25
Letzter Schultag vor den Ferien	110
Erster schulfreier Tag am Ferienanfang	110
Letzter schulfreier Tag am Feriende	110
Ferien-Montag	20
Ferien-Dienstag	20
Ferien-Mittwoch	20
Ferien-Donnerstag	20
Ferien-Freitag	20
Ferien-Samstag	20
Ferien-Sonntag	20
Ferien in einem angrenzenden Land oder in einem anderem Bundesland	10

Erstversorgung für Prioritäten von Tagestypen

Die zeitliche Gültigkeit folgender Ereignisse ist nicht auf ganze Tage eingeschränkt, sondern kann mit Angaben der Uhrzeiten des Beginns und/oder des Endes genauer spezifiziert werden:

Ereignistyp	Priorität	Zusätzliche Attribute
Messe	220	Name der Messe, Erwartete Besucherzahl
Sportereignis	220	Name der Veranstaltung, Erwartete Besucherzahl
Großveranstaltung	230	Name der Veranstaltung, Erwartete Besucherzahl
Baustelle	210	Anzahl befahrbarer Fahrstreifen, Restkapazität
Sperrung	250	
Unfall	200	Anzahl befahrbarer Fahrstreifen, Restkapazität
Unzureichende Sichtverhältnisse	180	
Eingeschränkte Sichtverhältnisse	170	
Gefährlicher Fahrbahnzustand (glatt)	150	
Schwieriger Fahrbahnzustand (nass)	160	
Nebel	190	Sichtweite
Ozonalarm	140	Geschwindigkeitsbeschränkung
Sonderereignis mit erhöhtem Verkehrsaufkommen	155	Name des Ereignisses
Sonderereignis mit geringerem Verkehrsaufkommen	155	Name des Ereignisses
Sonderereignis	150	Name des Ereignisses

Erstversorgung für Prioritäten von Ereignissen

Anhang 6 Verfahren zur Situationserkennung

A 6.1 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz bei der SBA-Steuerung

A 6.1.1 Verkehrsstufen zur Verkehrssituationsübersicht

Eingangsgrößen:

Anzahl der Fahrstreifen

geglättete fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdaten ($V_{Kfz,g}$ und $K_{Kfz,g}$)

Ausgangsgröße:

Verkehrsstufen Z_1 bis Z_4

Parameter:

Verkehrsstufe		1 Fahrstreifen		2 Fahrstreifen		3 Fahrstreifen		4 Fahrstreifen	
		$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]	$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]	$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]	$V_{Kfz,g}$ [km/h]	$K_{Kfz,g}$ [Kfz/km]
Z_1	freier Verkehr	≥ 80	$\geq 0, \leq 20$	≥ 80	$\geq 0, \leq 30$	≥ 80	$\geq 0, \leq 40$	≥ 80	$\geq 0, \leq 50$
Z_2	dichter Verkehr	≥ 80	$> 20, \leq 50$	≥ 80	$> 30, \leq 60$	≥ 80	$> 40, \leq 70$	≥ 80	$> 50, \leq 80$
Z_3	zähfließender Verkehr	$\geq 30, < 80$	≤ 50	$\geq 30, < 80$	≤ 60	$\geq 30, < 80$	≤ 70	$\geq 30, < 80$	≤ 80
Z_4	Stau	< 30	> 50	< 30	> 60	< 30	> 70	< 30	> 80

Zuordnung von Verkehrsstufen (Erstversorgung)

Die Bedingungen zur Ermittlung der Verkehrsstufen sind, bis auf Stufe 4, durch „UND“ zu verknüpfen. Die Verkehrsstufe 4 wird in den folgenden Fällen ermittelt, wenn:

1. beide Kriterien für Verkehrsstufe 4 sind erfüllt.
2. nur ein Kriterium (Geschwindigkeit oder Verkehrsdichte) für die Verkehrsstufe 4 ist erfüllt. Dann muss zusätzlich die im vorangegangenen Intervall $t - 1$ ermittelte Verkehrsstufe mit betrachtet werden.
In diesem Fall wird die Verkehrsstufe 4 nur dann angesetzt, wenn vorher eine Verkehrsstufe größer 2 vorlag.
Sonst wird

- Verkehrsstufe Z_2 bei

$$V_{Kfz,g}(t - 1) \geq 80 \text{ km/h UND}$$

$$K_{Kfz,g}(t - 1) > 50 (60, 70, 80) \text{ Kfz/km}$$
- Verkehrsstufe Z_3 bei

$$V_{Kfz,g}(t - 1) < 80 \text{ km/h UND}$$

$$K_{Kfz,g}(t - 1) > 50 (60, 70, 80) \text{ Kfz/km}$$

ODER

$$V_{Kfz,g}(t - 1) < 30 \text{ km/h UND}$$

$$K_{Kfz,g}(t - 1) \leq 50 (60, 70, 80) \text{ Kfz/km}$$

angenommen.

Die Verkehrsstufen Z_1 bis Z_3 müssen zeitgleich für jeden Messquerschnitt voneinander unabhängig ermittelt werden.

Die Stufe höherer Nummer hat die höhere Priorität.

A 6.1.2 Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage

Eingangsgrößen:

fahrtrichtungsbezogene geglättete Verkehrsdaten $Q_{B,g}$, $V_{Pkw,g}$, K_g

Ausgangsgröße:

Zuordnung der Verkehrssituation in 5 Klassen

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Messquerschnitt parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

Schaltkriterium erreicht: $Q_{B,g}$ ODER ($V_{Pkw,g}$ UND K_g)

Ermittelte Verkehrssituation	$Q_{B,g}$	$V_{Pkw,g}$	K_g
Verkehrssituation 1	$< Q_{B,g}(120, aus)$	-	-
Verkehrssituation 2	$\geq Q_{B,g}(120, ein)$	-	-
Verkehrssituation 3	$\geq Q_{B,g}(100, ein)$	$\leq V_{Pkw,g}(100, ein)$	$\geq K_g(100, ein)$
Verkehrssituation 4	$\geq Q_{B,g}(80, ein)$	$\leq V_{Pkw,g}(80, ein)$	$\geq K_g(80, ein)$
Verkehrssituation 5	$\geq Q_{B,g}(60, ein)$	$\leq V_{Pkw,g}(60, ein)$	$\geq K_g(60, ein)$

Auslösebedingungen für Harmonisierung

Schaltkriterium unterschritten: $Q_{B,g}$ UND ($V_{Pkw,g}$ UND K_g)

Ermittelte Verkehrssituation	$Q_{B,g}$	$V_{Pkw,g}$	K_g
Verkehrssituation 1	$\geq Q_{B,g}(120, ein)$	-	-
Verkehrssituation 2	$< Q_{B,g}(120, aus)$	-	-
Verkehrssituation 3	$< Q_{B,g}(100, aus)$	$> V_{Pkw,g}(100, aus)$	$< K_g(100, aus)$
Verkehrssituation 4	$< Q_{B,g}(80, aus)$	$> V_{Pkw,g}(80, aus)$	$< K_g(80, aus)$
Verkehrssituation 5	$< Q_{B,g}(60, aus)$	$> V_{Pkw,g}(60, aus)$	$< K_g(60, aus)$

Rücknahmebedingungen für Harmonisierung

Auslösebedingung:

	Einheit	1 Fahrstreifen	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{B,g}(120, ein)$	[Pkw-E/h]	2000	3200	4000	4400
$Q_{B,g}(100, ein)$	[Pkw-E/h]	2400	3600	4800	5200
$Q_{B,g}(80, ein)$	[Pkw-E/h]	2600	4000	5400	5600
$Q_{B,g}(60, ein)$	[Pkw-E/h]	2800	4400	6000	6200
$V_{Pkw,g}(100, ein)$	[km/h]	90	90	90	90
$V_{Pkw,g}(80, ein)$	[km/h]	70	70	70	70
$V_{Pkw,g}(60, ein)$	[km/h]	50	50	50	50
$K_g(100, ein)$	[Pkw-E/km]	25	35	50	50
$K_g(80, ein)$	[Pkw-E/km]	25	35	50	50
$K_g(60, ein)$	[Pkw-E/km]	25	35	50	50

Grenzwerte für die Auslösebedingungen der Harmonisierung

Rücknahmebedingung:

	Einheit	1 Fahrstreifen	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{B,g}(120, aus)$	[Pkw-E/h]	1800	2900	3600	4000
$Q_{B,g}(100, aus)$	[Pkw-E/h]	2200	3300	4400	4800
$Q_{B,g}(80, aus)$	[Pkw-E/h]	2400	3700	5000	5200
$Q_{B,g}(60, aus)$	[Pkw-E/h]	2600	4100	5600	5800
$V_{Pkw,g}(100, aus)$	[km/h]	95	95	95	95
$V_{Pkw,g}(80, aus)$	[km/h]	75	75	75	75
$V_{Pkw,g}(60, aus)$	[km/h]	55	55	55	55
$K_g(100, aus)$	[Pkw-E/km]	35	45	60	60
$K_g(80, aus)$	[Pkw-E/km]	35	45	60	60
$K_g(60, aus)$	[Pkw-E/km]	35	45	60	60

Grenzwerte für die Rücknahmebedingungen der Harmonisierung

Erweiterung des Verfahrens

Um den Zeitbedarf für Messung und Messwertverarbeitung zu kompensieren, kann es von Vorteil sein, nicht starr den unmittelbar stromaufwärts liegenden MQ als schaltungsrelevant heranzuziehen, sondern eine variable Zuordnung von Mess- zu Anzeigequerschnitten vorzunehmen. Durch den resultierenden messtechnischen Vorlauf (Vorverlagerung der schaltungsrelevanten MQ) wird die Verarbeitungszeit näherungsweise kompensiert, d. h. der Fahrer bekommt tatsächlich selbst noch die Harmonisierungsschaltung zu sehen, die er gegebenenfalls (mit-)ausgelöst hat.

Wenn im konkreten Einzelfall eine AQ/MQ-scharfe schnelle zeitliche Reaktion auf z. B. punktuell hohe Q_B -Werte für die Harmonisierung nicht erforderlich ist, kann bei den Harmonisierungsschaltgründen mit einer geeigneten Mittelung mehrerer dem AQ vorgelagerter Messquerschnitte und Mindesteinschaltzeiten auf einfache Weise eine Verstetigung des räumlich/zeitlichen Schaltbildes erreicht werden.

A 6.1.3 Fahrtrichtungsbezogene Stauerkennung**Staukriterium 1 (Belegung)**Eingangsgröße:

Belegungsgrade b je Fahrstreifen an einem Messquerschnitt

Ausgangsgröße:

Staukriterium Belegung erreicht / unterschritten

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Fahrstreifen separat parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

$$b_{Stau,ein} = 50 \%$$

$$b_{Stau,aus} = 35 \%$$

$$V_{b,Stau,ein} = 45 \text{ km/h}$$

Staukriterium Belegung erreicht:

je Fahrstreifen gilt: $b > b_{Stau,ein}$

Nebenbedingung: $V_{Kfz,g} < V_{b,Stau,ein}$

Staukriterium Belegung unterschritten:

je Fahrstreifen gilt: $b < b_{Stau,aus}$

Staukriterium 2 (geglättete Geschwindigkeit)

Eingangsgrößen:

fahrtrichtungsbezogene geglättete Verkehrsdaten $Q_{Kfz,g}$, $Q_{Pkw,g}$, $Q_{Lkw,g}$, $V_{Kfz,g}$, $V_{Pkw,g}$, $V_{Lkw,g}$

Für die Ermittlung der fahrtrichtungsbezogenen geglätteten Kfz-Geschwindigkeit $V_{Kfz,g}$ können auch die über alle Fahrstreifen der Fahrtrichtung aggregierten geglätteten mittleren fahrstreifenbezogenen Kfz-Geschwindigkeiten $v_{Kfz,g}(i,j)$ der entsprechenden Messstelle verwendet werden.

Ausgangsgröße:

Staukriterium geglättete Geschwindigkeit erreicht / unterschritten

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Messquerschnitt parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

$$V_{Stau,ein} = 35 \text{ km/h}$$

$$V_{diff,Stau} = 25 \text{ km/h}$$

$$V_{Stau,aus} = 50 \text{ km/h}$$

$$Q_{Kfz,Stau} = 1800 \text{ Kfz/h}$$

Auslösebedingung:

Stau ist,

$$\text{WENN} \quad V_{Kfz,g} \leq V_{Stau,ein}$$

$$\text{UND WENN} \quad Q_{Kfz,g} \geq Q_{Kfz,Stau}$$

$$\text{UND WENN} \quad (V_{Pkw,g} - V_{Lkw,g}) \leq V_{diff,Stau} \text{ UND } Q_{Pkw} \neq 0 \text{ UND } Q_{Lkw} \neq 0$$

Rücknahmebedingung:

$$V_{Kfz,g} \geq V_{Stau,aus}$$

Staukriterium 3 (Verkehrsstufe Z4)

Falls an einem Messquerschnitt die Verkehrsstufe Z4 ermittelt wird (siehe Abschnitt 3.8.3.1), wird davon ausgegangen, dass an diesem Messquerschnitt Stau vorherrscht.

A 6.1.4 Fahrstreifenbezogene VerkehrslageEingangsgrößen:

$q(j)$	- fahrstreifenbezogene Bemessungsverkehrsstärke des Fahrstreifens j	[Pkw-E/h]
$k(j)$	- fahrstreifenbezogene Verkehrsdichte des Fahrstreifens j	[Pkw-E/km]
$v(j)$	- fahrstreifenbezogene Geschwindigkeit des Fahrstreifens j	[km/h]
n	- Anzahl der FS	
x	- Anzahl der Überholfahrstreifen	

Variablen:

NA	- Zustand Nass (<i>Nässestufe = Nass 1</i>)
DU	- Zustand Dunkelheit (<i>Helligkeit ≤ 90 lux; Dunkel = 1</i>)

Ausgangsgrößen:

Verkehrszustand Harmonisierung 120 km/h:

$$VZ_{120_{ein}} = 1, \text{ wenn für einen FS gilt: } q(j) > Q_{FS,HE_s}$$

$$\text{Sonst } VZ_{120_{ein}} = 0$$

$$VZ_{120_{aus}} = 1, \text{ wenn auf allen FS gilt: } q(j) < Q_{FS,HA_s}$$

$$\text{Sonst } VZ_{120_{aus}} = 0$$

Verkehrszustand Harmonisierung 100 km/h:

$$VZ_{100_{ein}} = 1, \text{ wenn auf einem FS gilt: } k(j) > K_{1,FS,HE_s}$$

$$\text{Sonst } VZ_{100_{ein}} = 0$$

$$VZ_{100_{aus}} = 1, \text{ wenn auf allen FS gilt: } k(j) > K_{1,FS,HA_s}$$

$$\text{Sonst } VZ_{100_{aus}} = 0$$

Verkehrszustand Harmonisierung 80 km/h:

$$VZ_{80_{ein}} = 1, \text{ wenn auf einem FS gilt: } k(j) > K_{2,FS,HE_s} \text{ UND } v(j) < V_{FS,HE_s}$$

$$\text{Sonst } VZ_{80_{ein}} = 0$$

$$VZ_{80_{aus}} = 1, \text{ wenn auf allen FS gilt: } k(j) > K_{2,FS,HA_s} \text{ UND } v(j) > V_{FS,HA_s}$$

$$\text{Sonst } VZ_{80_{aus}} = 0$$

Parameter:

χ_h	Faktor für Nässe, h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80
ε_h	Faktor für Dunkelheit, h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80
ρ_h	Faktor für Dunkelheit und Nässe (kombiniert), h: Harmonisierungsprogramm 120, 100 oder 80
$Q_{FS,HE}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS) ; Einschaltkriterium
$Q_{FS,HA}$	Parameter zur Berechnung der Grenzkapazität (je FS) ; Ausschaltkriterium
$K_{1,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Einschaltkriterium
$K_{1,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Ausschaltkriterium

$K_{2,FS,HE}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Einschaltkriterium
$K_{2,FS,HA}$	Parameter zur Grenzwertermittlung (je FS) ; Ausschaltkriterium
$V_{FS,HE}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzggeschwindigkeit (je FS) ; Einschaltkriterium
$V_{FS,HA}$	Parameter zur Ermittlung der Grenzggeschwindigkeit (je FS) ; Ausschaltkriterium

Für alle FS und Parameter P (gilt für $Q_{FS,HE}$, $Q_{FS,HA}$, $K_{1,FS,HE}$, $K_{1,FS,HA}$, $K_{2,FS,HE}$, $K_{2,FS,HA}$) sowie für die Harmonisierungsprogramme $h = 120, 100$ und 80 wird eine Situationsbewertung s durchgeführt:

$DU = 0 \wedge NA = 0$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS)$
$DU = 1 \wedge NA = 0$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS) \cdot \varepsilon_h$
$DU = 0 \wedge NA = 1$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS) \cdot \chi_h$
$DU = 0 \wedge NA = 1$	\rightarrow	$P_s(FS) = P(FS) \cdot \rho_h$

$V_{FS,HE}$ und $V_{FS,HA}$ sind unabhängig von Nässe und Dunkelheit, es gilt:

$$V_{FS,HE_s} = V_{FS,HE} \text{ und } V_{FS,HA_s} = V_{FS,HA}$$

A 6.1.5 Fahrstreifenbezogene Stauerkennung

Eingangsgrößen:

$Q_{B,g,FS}$	-	querschnittsbezogene, geglättete Bemessungsverkehrsstärke, gemittelt über alle Fahrstreifen $\left[\frac{P_{kw-E}}{h_{FS}} \right]$
$v_{Kfz,g}(i, j)$		geglättete Kfz-Geschwindigkeit am Querschnitt i auf Fahrstreifen j
$v_a(i, j)$	-	angezeigte Geschwindigkeit am Querschnitt i auf Fahrstreifen j
n	-	Anzahl verfügbarer (d. h. nicht gesperrter) Fahrstreifen

Ausgangsgröße:

Stauerkennung ja / nein

Parameter:

$Q_{frei,5}$, $Q_{grenz,5}$	Verkehrsstärkengrenzen bei $n = 5$
$Q_{frei,4}$, $Q_{grenz,4}$	Verkehrsstärkengrenzen bei $n = 4$
$Q_{frei,3}$, $Q_{grenz,3}$	Verkehrsstärkengrenzen bei $n = 3$
$Q_{frei,2}$,	Verkehrsstärkengrenze bei $n \leq 2$
$v_{Kfz,ein}$	Einschaltgeschwindigkeiten für die Stauwarnung bei der jeweiligen Geschwindigkeitsbeschränkung
$v_{Kfz,aus}$	Ausschaltgeschwindigkeiten für die Stauwarnung bei der Geschwindigkeitsbeschränkung 60 km/h und dunkel im Stau
x	Anzahl zu berücksichtigender Fahrstreifen

Einschaltkriterien:

Bei $n > 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,4} \text{ UND auf allen } n \text{ Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i, j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i, j)))$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{frei,4} \text{ UND auf mindestens 2 von n FS gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,3} \text{ UND auf allen n Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{frei,3} \text{ UND auf mindestens 2 von 3 FS gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 2$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,2} \text{ UND auf allen n Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{frei,2} \text{ UND auf mindestens einem FS gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 1$:

$$(Q_{B,g,FS} > Q_{frei,2} \text{ UND auf dem Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) < v_{Kfz,ein}(v_a(i,j)))$$

Ausschaltkriterien:

Bei $n > 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,4} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 3 \text{ für } n = 4 \text{ und } x = 4 \text{ für } n = 5)$$

ODER

$$(Q_{frei,4} \leq Q_{B,g,FS} \leq Q_{grenz,4} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 3 \text{ für } n = 4 \text{ und } x = 4 \text{ für } n = 5)$$

ODER

$$(Q_{B,g,FS} \geq Q_{grenz,4} \text{ UND auf allen Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)))$$

Bei $n = 3$:

$$(Q_{B,g,FS} < Q_{frei,3} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 2)$$

ODER

$$(Q_{frei,3} \leq Q_{B,g,FS} \leq Q_{grenz,3} \text{ UND auf mindestens } x \text{ Fahrstreifen gilt}$$

$$v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j)), \text{ mit } x = 2)$$

ODER

$$\text{auf allen Fahrstreifen gilt } v_{Kfz,g}(i,j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i,j))$$

Bei $n \leq 2$:

Auf allen Fahrstreifen gilt $v_{Kfz,g}(i, j) > v_{Kfz,aus}(v_a(i, j))$

zeitlicher Nachlauf:

Aktivierung der Stauwarnung,

WENN (Einschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall nicht aktiv

ODER (NICHT Ausschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall aktiv

Deaktivierung der Stauwarnung,

WENN (NICHT Einschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall nicht aktiv

ODER (Ausschaltbedingung erfüllt) UND Staudetektion im letzten Intervall aktiv

A 6.1.6 Unruhe im Verkehr

Auf Unruhe im Verkehrsfluss wird geschlossen, wenn die Standardabweichung der Kfz-Geschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen $s_{Kfz}(i, j_{max})$ einen Schwellenwert $s_{u,max}$ überschreitet, unter der Nebenbedingung, dass ebenfalls die Verkehrsbelastung auf dem linken Fahrstreifen $q_{Kfz}(i, j_{max})$ und die geglättete Verkehrsstärke $Q_{Kfz,g}(i)$ auf der gesamten Richtungsfahrbahn eines Messquerschnitts i bestimmte Grenzwerte überschreiten, d. h. es muss gelten:

$$s_{Kfz}(i, j_{max}) \geq s_{u,max} \text{ und } q_{Kfz}(i, j_{max}) \cdot \frac{60}{T} \geq q_{u,max} \text{ und } Q_{Kfz}(i) \geq Q_{u,max}$$

Bei Unterschreiten eines Ausschaltgrenzwertes von $s_{u,min}$, $q_{u,min}$ und $Q_{u,min}$ ist die Kennung für „Unruhe im Verkehr“ wieder zurückzusetzen.

Eingangsgrößen:

$s_{Kfz}(i, j_{max})$ - Standardabweichung der Kfz-Geschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen

$q_{Kfz}(i, j_{max})$ - Kfz-Verkehrsstärke auf dem linken Fahrstreifen

$Q_{Kfz}(i)$ - Kfz-Verkehrsstärke auf der gesamten Richtungsfahrbahn

Ausgangsgröße:

Unruhe im Verkehr an einem Messquerschnitt i : ja / nein

Parameter:

Die Einschaltgrenzwerte $s_{u,max}$, $q_{u,max}$ und $Q_{u,max}$ und die Ausschaltgrenzwerte $s_{u,min}$, $q_{u,min}$ und $Q_{u,min}$ müssen querschnittsgenau einzeln veränderbar sein. Als Grundversorgung der Steuerlogik gelten die Grenzwerte nach folgender Tabelle:

Einschaltgrenzwerte	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$s_{u,max}$	20 km/h	20 km/h	20 km/h
$q_{u,max}$	20 Fz/min	20 Fz/min	20 Fz/min
$Q_{u,max}$	2.000 Fz/h	3.000 Fz/h	3.500 Fz/h
Ausschaltgrenzwerte	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$s_{u,min}$	15 km/h	15 km/h	15 km/h
$q_{u,min}$	15 Fz/min	15 Fz/min	15 Fz/min

Einschaltgrenzwerte	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{u,min}$	1.500 Fz/h	2.300 Fz/h	2.300 Fz/h

Ein- und Ausschaltgrenzwerte für Unruhe im Verkehr

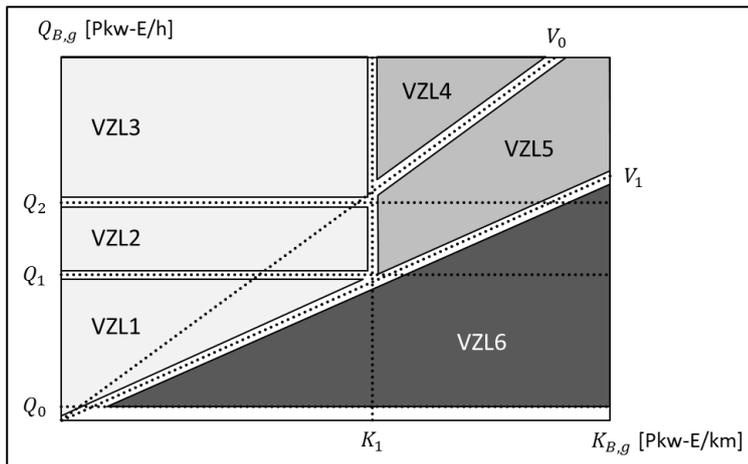
Diese Parameter stellen in der Praxis bewährte Vorschläge dar; sie sind ggf. situationsspezifisch anzupassen.

A 6.1.7 Dynamisches Fundamentaldiagramm

Im dynamischen lokalen Fundamentaldiagramm (DLF) wird der aktuelle Betriebspunkt über die aktuellen geglätteten lokalen Verkehrsdaten $Q_{B,g}$ und $V_{Kfz,g}$ mit der Verkehrsdichte $K_{B,g}$ ermittelt:

$$K_{B,g} = \frac{Q_{B,g}}{V_{Kfz,g}}$$

Der Betriebspunkt befindet sich dabei in einem der sechs möglichen lokalen Verkehrszustandsbereiche VZL1 - VZL6. Das folgende Bild zeigt die Zustandsbereiche des DLF mit den parametrierbaren Grenzwerten.



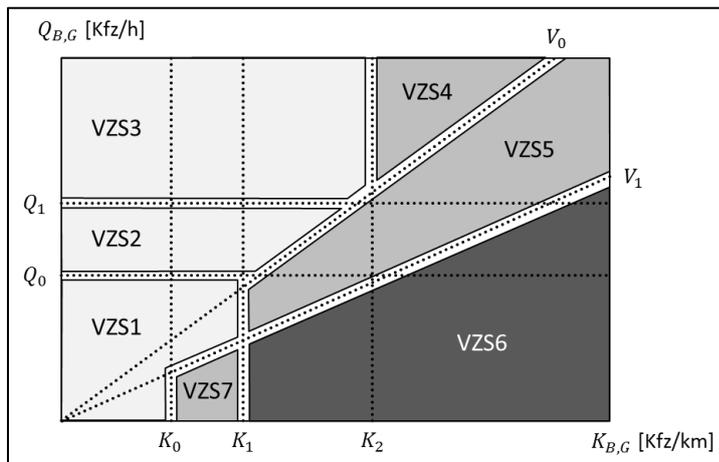
Dynamisches Lokales Fundamentaldiagramm (DLF)

Im dynamischen streckenbezogenen Fundamentaldiagramm (DSF) wird der aktuelle Betriebspunkt über die aktuellen streckenbezogenen Verkehrsdaten

$$Q_{Kfz,G} = \frac{K_{B,G}}{V_{Kfz,G}}$$

und mit der Verkehrsdichte $K_{B,G}$ ermittelt.

Der Betriebspunkt befindet sich dabei in einem der sieben möglichen streckenbezogenen Verkehrszustandsbereiche VZS1 - VZS7. Das folgende Bild zeigt die Zustandsbereiche des DSF mit den parametrierbaren Grenzwerten.



Dynamisches Streckenbezogenes Fundamentaldiagramm (DSF)

Eingangsgrößen:

Lokal:

- $Q_{B,g}$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke
- $V_{Kfz,g}$ - fahrtrichtungsbezogene geglättete Geschwindigkeit

Streckenbezogen:

- $V_{Kfz,G}$ - Geschwindigkeit auf dem Streckenabschnitt, ermittelt aus der Fahrtzeit
- $K_{Kfz,G}$ - Verkehrsdichte auf Streckenabschnitt ermittelt aus Bilanzierung der Fahrzeuge im Streckenabschnitt.

Ausgangsgröße:

Verkehrszustandsbereich mit folgender verkehrlichen Bedeutung (S: streckenbezogen; L: lokal):

- VZL1/ VZS1 - freier Verkehr
- VZL2/ VZS2 - teilgebundener Verkehr a
- VZL3/ VZS3 - teilgebundener Verkehr b
- VZL4/ VZS4 - gebundener Verkehr
- VZL5/ VZS5 - stockender Verkehr
- VZL6/ VZS6 - Stau
- VZS7 - Behinderung bei wenig Verkehr

Parameter:

Die Grenzwerte sind je Messquerschnitt frei parametrierbar.

Falls keine besonderen Randbedingungen vorliegen, sollten für zweistreifige Querschnitte als Standard folgende Parameterwerte verwendet werden. (*HW* = Hysteresewert)

lokal		streckenbezogen	
Grenzwert	Hysteresewert	Grenzwert	Hysteresewert
$V_0 = 58 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$	$V_0 = 58 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$
$V_1 = 45 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$	$V_1 = 45 \text{ km/h}$	$HW \pm 5 \text{ km/h}$
$Q_0 = 3000 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 0 \text{ Kfz/h}$	$Q_0 = 3000 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 200 \text{ Kfz/h}$
$Q_1 = 3100 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 100 \text{ Kfz/h}$	$Q_1 = 3500 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 200 \text{ Kfz/h}$
$Q_2 = 3450 \text{ Kfz/h}$	$HW \pm 150 \text{ Kfz/h}$		
$K_0 = 54 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$	$K_0 = 10 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$
		$K_1 = 20 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$
		$K_2 = 54 \text{ Kfz/km}$	$HW \pm 2 \text{ Kfz/km}$

A 6.1.8 Warnung vor Stau bei schwachem Verkehr

Die Stauwarnung basiert auf der Erkennung, dass im Streckenabschnitt stromabwärts des Unfalls kein Verkehr (Verkehrsstärke = 0) detektiert wird.

Eingangsgröße:

$q_{Kfz}(i)$ fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke am Messquerschnitt i

Ausgangsgröße:

Staukriterium Stau bei schwachem Verkehr ja / nein

Parameter:

q_{Null} Verkehrsstärke zur Auslösung einer Stauwarnung

n Anzahl der Querschnitte

t Anzahl der Zeitintervalle, für die das Staukriterium erfüllt sein muss, um einen Stau eindeutig zu erkennen

q_{Null} , n und t sind je MQ parametrierbar

Auslösekriterium:

Sind die Bedingungen $q_{Kfz}(i) > q_{Null}$ UND $q_{Kfz}(i + 1, \dots, i + n) = 0$ für mindestens t Intervalle erfüllt, so wird am MQ_{i+1} ein Stau erkannt und eine Stauwarnung (siehe auch Abschnitt 3.10.3.4) kann ausgelöst werden.

Rücknahmekriterium:

Sobald die Bedingungen des Auslösekriteriums nicht (mehr) erfüllt sind, endet die erkannte Stauesituation (und die Stauwarnung kann entsprechend zurückgenommen werden).

Zwischen den n Messquerschnitten darf es keine Zu- oder Abfahrtsmöglichkeit geben.

A 6.1.9 LOGIT-Modell basierte Situationserkennung

Zur Stauererkennung kommen mehrere Verfahren zum Einsatz. So werden neben den in Abschnitt 3.8.3.3 und Anhang A 6.1.3 beschriebenen Verfahren zur Stauererkennung auch das Vk_{diff} -Verfahren und neue, abschnittbezogene Indikatoren zur Erkennung von Staus zwischen Messquerschnitten eingesetzt.

Vk_{diff} -Verfahren

Beim Vk_{diff} -Verfahren handelt es sich um eine abschnittsbezogene Störfallerkennung bei der streckenbezogen eine Differenzanalyse der Verkehrsbelastungen am Abschnittsbeginn und am Abschnittsende durchgeführt wird. Durch dieses Verfahren kann, falls in einem Zeitintervall deutlich mehr Fahrzeuge in einen Abschnitt einfahren als diesen verlassen, auf eine Störung geschlossen werden.

Eingangsgrößen:

alle Eingangsgrößen der Algorithmen:

Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Belegung

Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Geschwindigkeit

Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Verkehrsstufe

Unruhe im Verkehr

Hoher Lkw-Anteil

Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)

$V_{Kfz,g}(x)$ - fahrtrichtungsbezogene Fahrzeuggeschwindigkeit im Abschnitt x

$K_{Kfz}(x)$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte im Abschnitt x

$V_{Kfz,g}(x+1)$ - fahrtrichtungsbezogene Fahrzeuggeschwindigkeit im Abschnitt $x+1$

$K_{Kfz}(x+1)$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdichte im Abschnitt $x+1$

$Q_{Kfz,g}$ - fahrtrichtungsbezogene Verkehrsstärke

Ist $V_{Kfz,g} > v_{frei}$ so wird $V_{Kfz,g} = v_{frei}$

Ausgangsgrößen:

- alle Ausgangsgrößen der Algorithmen
- Staukriterium erreicht / unterschritten
- Harmonisierungskriterium erreicht / unterschritten

Auslösebedingungen:

alle Auslösebedingungen der Algorithmen:

X(1) Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Belegung

X(2) Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Geschwindigkeit

X(3) Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Verkehrsstufe

X(4) Unruhe im Verkehr

X(5) Hoher Lkw-Anteil

X(6) Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage (Harmonisierung)

X(7) Vk_{diff} -Verfahren:

$Vk_{diff} \geq Vk_{grenz,ein}$ mit

$$Vk_{diff} = \left(\sqrt{\left(\frac{v_{frei} - V_{Kfz,g}(x, t)}{v_{frei}(x)} \right)^2 + \left(\frac{K_{Kfz}(x, t)}{k_{max}(x+1)} \right)^2} \right. \\ \left. - \sqrt{\left(\frac{v_{frei} - V_{Kfz,g}(x+1, t)}{v_{frei}(x+1)} \right)^2 + \left(\frac{K_{Kfz}(x+1, t)}{k_{max}(x+1)} \right)^2} \right)$$

UND $Q_{Kfz,g} \geq q_{Kfz,Diff,ein}$

zusätzlich zu den oben beschriebenen Algorithmen kann das Steuerungsverfahren jede weitere vorhandene Information wie Rohdaten, geglättete Werte oder Indikatoren kombinieren. Solche Indikatoren sind zum Beispiel:

$$X(8) = \frac{V_{Kfz,g}}{v_{StauV,ein}}$$

WENN $|V_{Pkw,g} - V_{Lkw,g}| \leq v_{diff,StauV}$

SONST $X(8) = 0$

mit $v_{StauV,ein}$ und $v_{diff,StauV}$ als Schwellwerte aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Geschwindigkeit“ (Abschnitt 3.8.3.3 und Anhang A 6.1.3)

$$X(9) = \frac{Q_{Kfz}}{q_{Kfz,Diff,ein}}$$

mit $q_{Kfz,Diff,ein}$ als Schwellwert aus dem Vk_{diff} -Verfahren (s.o.)

$$X(10) = \frac{Q_{B,g}}{q_{80,ein}}$$

mit $q_{80,ein}$ als Schwellwert aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage“ (Abschnitt 3.8.3.4 und Anhang A 6.1.2) für die Harmonisierung auf 80 km/h

$$X(11) = \frac{K_{Kfz}}{k_{80,ein}} \cdot \frac{V_{Pkw,g}}{v_{80,ein}}$$

mit $v_{80,ein}$ und $k_{80,ein}$ als Schwellwerte aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Verkehrslage“ (Abschnitt 3.8.3.4 und Anhang A 6.1.2) für die Harmonisierung auf 80 km/h

$$X(12) = \frac{v_{norm}}{V_{Kfz}}$$

mit $v_{norm} = 80 \text{ km/h}$

$$X(13) = Vk_{diff}$$

aus dem Vk_{diff} -Verfahren (s.o.)

$$X(14) = V_{Kfz,g}$$

aus dem Verfahren „Fahrtrichtungsbezogene Stauererkennung - Kriterium Verkehrsstufe“ (Abschnitt 3.8.3.3 und Anhang A 6.1.3)

Rücknahmebedingungen:

Im Steuerungsverfahren kommen sowohl für die Stauwarnung als auch für die Harmonisierung keine Rücknahmebedingungen zum Einsatz

Hysterese:

Die „sanfte“ Rücknahme der Schaltempfehlungen wird durch eine zeitliche Hysterese realisiert. Hierbei wird nach einer vorbestimmten Zeit, wenn keine Reaktivierung der Schaltempfehlung eingegangen ist, die Schaltempfehlung um eine Stufe zurückgenommen.

Für die Stauwarnung wird mittels der unterschiedlichen Kennwerte aus den Algorithmen (hier 7 Algorithmen) und den weiteren Indikatoren (hier 7 Indikatoren) als Eingang in ein Fusionsmodell der Vektor X gebildet. Unter der Annahme, dass jede Information eine bestimmte Wichtigkeit hat, kann für jede Minute t die kontinuierlich fusionierte und zeitabhängige Variable Z_t (Störungsfaktor) aus der Summe aller Algorithmus-Ergebnisse multipliziert mit dem jeweiligen Parameter β_r gebildet werden. Z_t stellt den Einheitswert für das Steuerungsverfahren dar und spielt beim Optimierungsprozess eine wesentliche Rolle.

$$Z_t = \sum_{r=1}^R \beta_r \cdot X_{r t}$$

Die R Parameter β_r mit $r = 1, \dots, R$ können somit als Gewichte für die entsprechenden Algorithmen interpretiert werden. Somit bedeutet ein großer Betrag von β_r , dass der Kennwert X_r einen entsprechend wichtigen positiven oder negativen Einfluss auf die Steuerung ausübt.

Mit der Bewertung des Störungsindikators Z_t wird die Schaltempfehlung w für jeden Anzeigenquerschnitt bestimmt. Dafür werden Entscheidungspunkte mit Hilfe von Schwellenwerten α_w eingeführt, mit $w = 0, 1, 2, \dots, W, W + 1$ und $\alpha_w < \alpha_{w+1}$. Hierbei werden die Werte von w den Schaltempfehlungen gemäß der folgenden Tabelle zugeordnet.

m	Bedingung	Schaltempfehlung
0	$Z < \alpha_1$	keine Begrenzung
1	$\alpha_1 < Z < \alpha_2$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 120 km/h
2	$\alpha_2 < Z < \alpha_3$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100 km/h
3	$\alpha_3 < Z < \alpha_4$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h
4	$\alpha_4 < Z < \alpha_5$	Geschwindigkeitsbegrenzung auf 60 km/h
5	$\alpha_5 < Z < \alpha_6$	Stauwarnung

Schwellenwerte der Schaltbedingungen

A 6.1.10 Hoher Lkw-Anteil

Eingangsgroößen:

$Q_{B,g}(i)$ - geglättete Bemessungsverkehrsstärke [Pkw-E/h]

A_{Lkw} - Lkw-Anteil [%]

$Q_{Lkw,g}(i)$ - geglättete Lkw-Verkehrsstärke [Lkw/h]

Ausgangsgroöße:

hoher Lkw-Anteil an einem Messquerschnitt (i): ja / nein

Auslöse- und Rücknahmebedingungen:

Übergang von – nach	Bedingungen
aus – ein	$(Q_{B,g}(i) \geq Q_{ÜV,ein}) \wedge (A_{Lkw}(i) \geq A_{ÜV,ein})$
ein – aus	$(Q_{B,g}(i) \leq Q_{ÜV,aus}) \vee (A_{Lkw}(i) < A_{ÜV,aus})$

Ein-/Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot

Für die Grundversorgung können die folgenden Grenzwerte zu verwendet werden:

	2 Fahrstreifen	3 Fahrstreifen	4 Fahrstreifen
$Q_{ÜV, ein}$	3200 Pkw-E/h	4000 Pkw-E/h	4400 Pkw-E/h
$A_{ÜV, ein}$	25 %	20 %	20 %
$Q_{ÜV, aus}$	2900 Pkw-E/h	3600 Pkw-E/h	3900 Pkw-E/h
$A_{ÜV, aus}$	15 %	10 %	10 %

Grundversorgung der Parameter für die Ein-/Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot

Bei nassen Fahrbahnverhältnissen wird bei Überschreitung von bestimmten Grenzwerten für die geglättete Bemessungsverkehrsstärke $Q_{B,g}(i)$ und für die geglättete richtungsbezogene Lkw-Verkehrsstärke $Q_{Lkw,g}(i)$ die Situation „hoher Lkw-Anteil bei Nässe“ detektiert. Analog dazu kann auch eine Situation bei gleichzeitiger Sichtbehinderung erkannt werden.

Als Grundversorgung für hohen Lkw-Anteil bei Nässe oder Sichtbehinderung sind die folgenden Grenzwerte (UND-Verknüpfung) für die Auslösung festzulegen:

Anzahl der Fahrstreifen	$Q_{B,ÜV,N, ein}$	$Q_{Lkw,g, ein}$
vierstreifig	> 4000 Pkw-E/h	> 700 Lkw/h
dreistreifig	> 3600 Pkw-E/h	> 600 Lkw/h
zweistreifig	> 2800 Pkw-E/h	> 400 Lkw/h

Grundversorgung der Parameter für die Einschaltbedingungen Lkw-Überholverbot bei Nässe oder Sichtbehinderung

Die Unterschreitung der folgenden Grenzwerte (ODER-Verknüpfung) charakterisieren die Rücknahmebedingungen:

Anzahl der Fahrstreifen	$Q_{B,ÜV,N, aus}$	$Q_{Lkw,g, aus}$
vierstreifig	≤ 3800 Pkw-E/h	≤ 600 Lkw/h
dreistreifig	≤ 3400 Pkw-E/h	≤ 500 Lkw/h
zweistreifig	≤ 2600 Pkw-E/h	≤ 300 Lkw/h

Grundversorgung der Parameter für die Ausschaltbedingungen Lkw-Überholverbot bei Nässe oder Sichtbehinderung

A 6.2 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz bei der NBA-Steuerung

A 6.2.1 Fahrtzeitmodell auf Basis lokaler Geschwindigkeit

Das Verfahren beschreibt die Möglichkeit der Bestimmung der Fahrtzeit aus den mittleren lokalen Geschwindigkeiten:

$$t_T = \frac{1}{V_{\text{lokal}}} \cdot l_{\text{Strecke}}$$

Eine weitere Möglichkeit ist die Strecke zwischen zwei Messquerschnitten zu verwenden:

$$t_T = \frac{1}{\frac{1}{2} \cdot (V_{Kfz}(i) + V_{Kfz}(i+1))} \cdot l_{\text{Strecke}}$$

Liegen mehrere Messquerschnitte innerhalb eines betrachteten Segments, kann die Mittelwertbildung der Fahrtzeit unterschiedlich vorgenommen werden (z. B. als arithmetisches, harmonisches Mittel sowie Minimum oder Maximum). Die Wahl der Mittelwertbildung ist abhängig vom vorhandenen Netz und den Rahmenbedingungen.

Fahrtzeiten, die auf lokalen Geschwindigkeiten > 110 km/h beruhen, werden auf Fahrtzeiten angepasst, denen ein über einen längeren Zeitraum ermittelter Geschwindigkeitsreferenzwert zugrunde liegt. Nächst-

liche Fahrzeiteinbrüche bei hohen Lkw-Anteilen und geringer Verkehrsdichte werden auf eine Fahrzeit angehoben, der der entsprechende Geschwindigkeitsreferenzwert zugrunde liegt.

Bei Fahrzeitgleichheit oder zeitlichen bzw. prozentualen Abweichungen nach Maschen und Fahrtrichtungen getrennt werden Umschaltempfehlungen ermittelt (Halbautomatik).

Eingangsgößen:

$V_{Kfz}(i)$ - mittlere fahrtrichtungsbezogene Kfz-Geschwindigkeit am Messquerschnitt i

zugeordnete Streckenlänge

ermittelte Verkehrsstufen (LOS) (siehe Abschnitt 3.8.3)

Ausgangsgröße:

Gesamtfahrzeit (pro Masche und Fahrtrichtung)

A 6.2.2 Verkehrslageermittlung auf Basis der Drei-Phasen-Verkehrstheorie

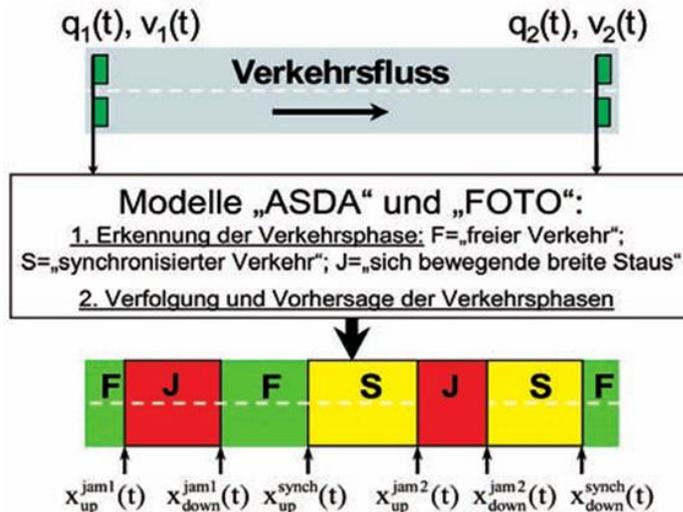
Zur Erkennung und Verfolgung von zeitlich-räumlichen Verkehrsmustern wurden auf Basis der Drei-Phasen-Verkehrstheorie die Modelle ASDA (Automatische Staudynamikanalyse) und FOTO (Forecasting Of Traffic Objects) entwickelt.

In der Phase F ist es Fahrzeugen möglich, frei zu fahren, sie können die Fahrstreifen wechseln und überholen. Im Gegensatz dazu ist in der Phase S der Verkehr bereits so zähflüssig, dass die Bewegungen der Fahrzeuge aneinander gebunden sind. Das Überholen und das Wechseln der Fahrstreifen sind nur eingeschränkt oder gar nicht mehr möglich.

In der Verkehrsphase J ist der Verkehr so dicht, dass die Fahrzeuge oftmals komplett zum Stillstand kommen oder sich nur mit langsamer Geschwindigkeit vorwärts bewegen können. Charakteristisch für die einzelnen Verkehrsphasen sind die Kenngrößen Geschwindigkeit, Verkehrsdichte und Verkehrsfluss. Anhand dieser Messwerte wird in einer zeitlich-räumlichen Auswertung auf Basis der jeweils unterschiedlichen Eigenschaften zwischen den drei Verkehrsphasen unterschieden.

Charakteristisch für die Verkehrsphase S ist basierend auf empirischen Kriterien, dass in den meisten Fällen die stromabwärts gerichtete Front eines Gebietes S ortsfest an der Engstelle verbleibt. Dem gegenüber ist die stromaufwärts gelegene Front der Phase S nicht ortsfest. Sie kann sich abhängig vom stromaufwärtigen Zufluss stromaufwärts oder stromabwärts bewegen. In Gebieten der Phase J sind weder die stromaufwärtige noch die stromabwärtige Front ortsfest. Beide bewegen sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit stromaufwärts. Beide Fronten werden nicht durch weitere Engstellen in ihrer Bewegung aufgehalten oder verlangsamt, wobei die Geschwindigkeit der stromabwärtigen Front beibehalten wird. Die stromaufwärtige Front wird durch den Zufluss der Fahrzeuge in die Phase J beeinflusst.

Das Modell FOTO erlaubt die Erkennung der aktuellen Verkehrsphase an einer bestimmten Position in Raum und Zeit sowie die Verfolgung der Grenzen und der Ausdehnung von Gebieten der Verkehrsphase S. Im Modell ASDA werden die Grenzen der Gebiete des gestauten Verkehrs J erkannt und in ihrer Bewegung in Raum und Zeit verfolgt. Beide Modelle arbeiten dabei auf Basis von Verkehrsdaten (Verkehrsfluss, Geschwindigkeit der Fahrzeuge und Lkw-Anteil).



Prinzip der Modelle ASDA und FOTO

Eingangsgrößen:

Pkw- und Lkw-Verkehrsstärken für jeden einzelnen Fahrstreifen oder für den gesamten Messquerschnitt

Pkw- und Lkw-Geschwindigkeiten für jeden einzelnen Fahrstreifen oder mit den Verkehrsstärken gewichteten Geschwindigkeiten für den gesamten Messquerschnitt

Je aktueller die Daten, d. h. je geringer die Zykluszeit, desto qualitativ hochwertiger sind die Ergebnisse, die von den Modellen ASDA und FOTO berechnet werden können. In den meisten Fällen ist die Zykluszeit 1 min

Falls keine Messwerte existieren, kann auch mit anderen Quellen gearbeitet werden (z. B. Floating-Car-Daten), wenn diese Orte und Zeiten von Phasenübergängen erkennen

Zusätzlich ist eine Beschreibung der Streckeninfrastruktur notwendig:

- Position der Messquerschnitte
- Fahrstreifenanzahl sowie die Positionen, an denen sich die Fahrstreifenanzahl ändert
- Position der Anschlussstellen (bzw. TMC-Locations)

Für eine Prognose des Verkehrszustandes werden zusätzlich benötigt:

- Ganglinien für Verkehrsflüsse,
- Geschwindigkeiten und
- Verkehrsmuster

Ausgangsgrößen:

Verkehrsphasen (Typ „Synchronized Flow“ oder „Wide Moving Jam“)

Position der jeweiligen Objekte des gestauten Verkehrs.

Dies beinhaltet charakteristische Parameter wie z. B.:

- Fortbewegungsgeschwindigkeit der Staufrenten bei „Wide Moving Jams“
- durchschnittliche Geschwindigkeit innerhalb eines „Synchronized Flow“-Gebietes
- Fahrtzeit und Fahrtzeitverlust der durch den gestauten Verkehr zwischen Anschlussstellen (bzw. TMC-Locations) verursacht wird.

A 6.2.3 Ganglinienprognose

Gangliniendarstellung

Zur Darstellung von zeitlich funktionalen Zusammenhängen werden Ganglinien benutzt. Im Gegensatz zu einer Zeitreihe, d. h. einer diskreten zeitlichen Folge von Einzelpunkten, kann eine Ganglinie für jeden beliebigen Zeitpunkt (kontinuierlich) ausgewertet werden. Ganglinien werden mittels mathematischer Approximations- bzw. Interpolations-Verfahren dargestellt. Ganglinien sind somit durch eine Menge von Stützstellen ($[x, y]$ Koordinatenpunkte) und einem mathematischen Verfahren definiert.

Historische Ganglinien

Die zeitliche Entwicklung von verkehrlichen Kenngrößen hängt von verschiedenen Einflüssen ab. Zu gleichen Tagesereignissen (Wochentage, Feiertage) kann eine ähnliche Verkehrsentwicklung festgestellt werden. Für wiederkehrende und vorhersehbare Ereignisse, wie z. B. Messen oder Fußballspiele, kann jeweils eine ähnliche Veränderung der normalen Verkehrsentwicklung beobachtet werden. Die historischen Ganglinien beschreiben die zeitlichen Abläufe von verkehrlichen Kenngrößen abhängig von Tagesereignissen und Ereignissen. Sie werden manuell vorgegeben oder durch Verschmelzung von gemessenen Werten mehrerer Tage mit ähnlicher Verkehrsentwicklung von der Funktion „Automatisches Lernen“ erzeugt. Für Richtungsquerschnitte werden historische Ganglinien der Geschwindigkeiten und Verkehrsstärken und für Knoten werden historische Ganglinien der Abbiegeraten verwaltet und gespeichert. Dabei sind die historischen Ganglinien den Richtungsquerschnitten bzw. Knoten ereignisorientiert zugeordnet, d. h. es existiert eine Relation zwischen Richtungsquerschnitten bzw. Knoten, Ereignissen und historischen Ganglinien. Aufgrund der unterschiedlichen Ausprägungen der Ereignisse (Fachmesse, Publikumsmesse) ergeben sich unterschiedliche verkehrliche Auswirkungen. Daher können zu einem Prognoseobjekt (Richtungsquerschnitt bzw. Knoten) mehrere Ganglinien bzgl. eines Ereignisses verwaltet werden. Zur Unterstützung der Ganglinienauswahl kann eine dieser Ganglinien als Referenzganglinie gekennzeichnet werden. Zusätzlich wird für jede historische Ganglinie verwaltet, wie oft sie bei Auftreten des Ereignisses gepasst hat, d. h. wie oft sie den Verkehrsablauf am zugehörigen Richtungsquerschnitt bzw. Knoten richtig beschrieben hat.

Für alle Richtungsquerschnitte werden absolute und relative historische Ganglinien der Verkehrswerte Q_{Lkw} , Q_{Kfz} , V_{Pkw} und V_{Lkw} verwaltet. Aus den absoluten Ganglinien kann der entsprechende Verkehrswert direkt bestimmt werden. Alle historischen Ganglinien zu den Tagesereignissen sind absolute Ganglinien. Bei den relativen Ganglinien handelt es sich um Modifikationsganglinien, die zeitabhängige Veränderungen einer absoluten Ganglinie beschreiben. Die Veränderung kann sowohl in Prozent (multiplikativ) als auch in Mengen (additiv) ausgedrückt werden.

Ganglinien-Prognose als Integration verschiedener Verfahren

Das Ergebnis der Ganglinien-Prognose ist eine Gruppe von korrespondierenden Prognoseganglinien, die sich, je nach gewünschtem Zeitbereich, aus den Ergebnissen verschiedener Verfahren zusammensetzen (Messwertaufbereitung, Analysewerte, mittelfristige Prognose durch Ganglinienauswahl, priorisierte Auswahl von Tagesganglinie, ereignisabhängige Auswahl von Ganglinien, etc.)

Der zu prognostizierende Zeitbereich wird in mehrere Bereiche zerlegt. Im Zeitbereich bis zum aktuellen Zeitpunkt werden die tatsächlich gemessenen Werte (Analysewerte) als Prognoseergebnis benutzt. Im Bereich vom aktuellen Zeitpunkt bis zum mittelfristigen Prognosehorizont wird die mittelfristige Ganglinienauswahl zur Prognose verwendet. Im Bereich ab dem mittelfristigen Prognosehorizont wird die langfristige Ganglinienauswahl benutzt.

Für jeden sich so ergebenden Teilbereich des gesamten zu prognostizierenden Zeitbereich werden durch die Ganglinienauswahl Gruppen von korrespondierenden Prognoseganglinien der einzelnen Prognosegrößen erzeugt. Die Zeitbereiche werden mit Hilfe einer Funktion verkettet.

Eingangsgrößen:

Analysedaten Q_{Kfz} , Q_{Lkw} , Q_{Pkw} , Q_B , V_{Kfz} , V_{Lkw} , V_{Pkw}

Tagesereignisse,

aktuelle Situationen

historische Ganglinien

Ausgangsgröße:

Ganglinie mit Prognosewerten der Verkehrswerte für Q_{Kfz} , Q_{Lkw} , Q_{Pkw} , Q_B , V_{Kfz} , V_{Lkw} und V_{Pkw} im gewünschten Zeitbereich

Parameter:

zu berücksichtigende Prognoseobjekte,

zu prognostizierende Größen,

Prognosezeitbereich

Schwellenwerte, über die Aktualisierungen oder Verschmelzungen von Ganglinien festgelegt werden können

A 6.2.4 Stauverlaufsanalyse

Die Stauverlaufsanalyse besteht dabei aus den Teilfunktionen Stauobjektbestimmung und Stauverlaufprognose.

Bestimmung der zufließenden Verkehrsstärke

Für die Stauverlaufprognose wird die zufließende Verkehrsstärke für den gesamten Prognosezeitraum mit Hilfe der Ganglinienprognose bestimmt. Dazu wird vom Stau aus stromaufwärts der nächstgelegene Messquerschnitt vor dem Stau bestimmt. Wenn bis zum nächsten Autobahnkreuz, Autobahndreieck oder Autobahnende kein Messquerschnitt gefunden werden kann, wird stattdessen stromabwärts der erste Messquerschnitt im Stau betrachtet. Für den gefundenen Messquerschnitt wird für den gesamten Prognosezeitraum eine Ganglinienprognose für die Bemessungsverkehrsstärke durchgeführt.

Aktuelle Messwerte dürfen nur dann in die Ganglinienprognose eingehen, wenn diese nicht im Stau gemessen worden sind. Wenn der gewählte Messquerschnitt nicht im Stau liegt und im Bereich zwischen Messquerschnitt und Stau eine Anschlussstelle mit Erfassung der zu- und abfahrenden Verkehrsstärken liegt, dann muss der hier zu erwartende Verkehr entsprechend berücksichtigt werden. Dazu wird eine Ganglinienprognose für die Zu- und Abfahrten durchgeführt. Die Ganglinie des Verkehrs hinter der Anschlussstelle ergibt sich aus der Addition der Ganglinie vor der Anschlussstelle mit der Differenz der Ganglinien von Einfahrt und Abfahrt. Um den an Anschlussstellen im Stau zu- und abfließenden Verkehr nicht unberücksichtigt zu lassen, wird die an den Zu- und Abfahrten zu erwartende Verkehrsstärke ermittelt und zur bisher berechneten Ganglinie der zufließenden Verkehrsstärke addiert bzw. subtrahiert.

Zur Bestimmung der an den Zu- und Abfahrten im Stau zu erwartenden Verkehrsstärke wird eine Ganglinienprognose für die jeweilige Einfahrt bzw. Abfahrt durchgeführt und der aktuell gemessene Wert der Verkehrsstärke wird über eine lineare Dämpfung über einen parametrierbaren Zeitraum an die prognostizierte Ganglinie angepasst. Dadurch entsteht eine Ganglinie, die am aktuellen Zeitpunkt den aktuell gemessenen Wert enthält und nach der parametrierbaren Dämpfungsdauer der Prognoseganglinie entspricht.

Bestimmung der Engpasskapazität

Neben der Bestimmung der zufließenden Verkehrsstärken für den Prognosezeitraum ist eine Festlegung der Engpasskapazität (d. h. die maximale Anzahl der stromabwärts abfließenden Fahrzeuge) des jeweiligen Staus notwendig. Diese Engpasskapazität wird folgendermaßen ermittelt:

1. Es wird ein stromabwärts gelegener Messquerschnitt hinter dem Stau und vor dem nächsten Autobahnkreuz, Autobahndreieck oder Autobahndecke gesucht, der plausible Verkehrsstärken liefert.
2. Wenn die Engpasskapazität auf diese Weise nicht ermittelt werden kann, wird sie aus den aktuellen Fundamentaldiagrammen bestimmt. Weiter wird davon ausgegangen, dass die Engpasskapazität im gesamten Prognosezeitraum konstant ist.

Berechnung der Stauentwicklung

Das Kernstück der Prognose ist eine Funktion zur Bilanzierung der zufließenden Verkehrsstärken und der Engpasskapazität der Straße. Über den gesamten Prognosezeitraum wird mit einer festen Schrittweite iteriert. Die Schrittweite ergibt sich aus der Zykluszeit der Stauobjektbestimmung geteilt durch die Anzahl Iterationen je Zyklus. Für jeden Iterationsschritt werden Prognosewerte der Staulängen und der Verlustzeiten berechnet. Für jeden Iterationsschritt k ergibt sich die jeweils angestaute Fahrzeugmenge als Differenz der zufließenden Verkehrsstärke und der Engpasskapazität umgerechnet auf die Prognoseschrittweite. Daraus ergibt sich die Zunahme der Staulänge durch Multiplikation mit der Fahrzeuglänge und der Division durch die Anzahl der Fahrstreifen. Wenn sich die Anzahl der Fahrstreifen im Stau ändert, wird dies bei der Berechnung der Längendifferenz entsprechend berücksichtigt.

Für den gesamten Prognosezeitraum wird die sich anstauende Fahrzeugmenge summiert und daraus eine Prognoseganglinie der Staulängen sowie die Prognoseganglinie der Verlustzeiten ermittelt. Weiterhin wird der Zeitpunkt der Stauauflösung prognostiziert. Die Bestimmung der maximalen Staulänge, des zugehörigen Zeitpunkts sowie die maximale Verlustzeit geschehen mit den Prognoseganglinien der Staulängen und Verlustzeiten und berücksichtigt somit nur den Prognosezeitraum.

Eingangsgrößen:

Liste der Stauobjekte aus der Stauobjektbestimmung mit den dazugehörigen Attributen (Lage des Staus im Straßennetz und Länge des Stauobjekts)

Zykluszeit der Stauobjektbestimmung,

geographische Zusammenhänge von Straßen, Straßensubsegmenten und Messquerschnitten,

Ergebnisse der Ganglinienprognose für

Bemessungsverkehrsstärke Q_B ,

maximale Verkehrsstärke Q_0 aus dem Fundamentaldiagramm der Straßensubsegmente,

Anzahl der Fahrstreifen der Straßensubsegmente im Stau

aktuelle Analysewerte der Bemessungsverkehrsstärke an einzelnen Messquerschnitten

Ausgangsgrößen:

Staulage und Stauausdehnung,

maximale Verlustzeit,

Zeitpunkt der maximalen Staulänge

Zeitpunkt der Stauauflösung

Parameter:

- Prognosehorizont,
- Anzahl der Iterationen je Zyklus,
- Engpasskapazität im Stau
- Länge, die je Pkw im Stau beansprucht wird

A 6.2.5 Köln-Koblenz-Algorithmus

Das Steuerungsmodell besteht aus den Modulen

- Prüfung externer Baustellenmeldungen auf Konsistenz mit den im System vorhandenen Messdaten,
- Ermittlung der Verkehrszustände,
- Zusammenfassung der Stauindikatoren,
- Stauanalyse,
- Kapazitätsermittlung,
- Fundamentaldiagrammauswahl,
- Ganglinienauswahl und
- Ermittlung der Fahrtzeiten über die verschiedenen Routen mittels Zeit-Weg-Linien.

Eingangsgrößen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
a_b	Abminderungsfaktor für die Fahrstreifenbreite	-
a_{Lkw}	fahrstreifenbezogener Lkw-Anteil	%
A_{Lkw}	Lkw-Anteil	%
a_{ps}	Abminderungsfaktor für Lkw-Anteil und Gradiente	
a_w	Abminderungsfaktor für wetterbedingten Fahrbahnzustand und Sichtweite	
Abw	prozentuale Abweichung des Mittelwertes der neuen Ganglinie zum Mittelwert der bestehenden Standardganglinie	%
b	Fahrstreifenbreite	m
B	Belegungsgrad	%
K	lokale Verkehrsdichte	Pkw-E/km
k_{Kfz}	fahrstreifenbezogene lokale Verkehrsdichte	Kfz/km
K_{opt}	lokale Verkehrsdichte bei maximaler Verkehrsstärke	Pkw-E/km
K_{Stau}	Verkehrsdichte im Stau	Kfz/km
G_{ns}	Güte des Stauindikators („kein Stau“)	-
G_s	Güte des Stauindikators („Stau“)	-
L_{Kfz}	durchschnittliche Fahrzeuglänge	m
L_{Stau}	Staulänge	km
L_{Str}	Länge des Streckenabschnitts	km

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
n_{FS}	Anzahl der Fahrstreifen	-
P_{ns}	Produkt der Stauindikatorqualität („kein Stau“)	-
P_s	Produkt der Stauindikatorqualität („Stau“)	-
P_{nsn}	Normierte Stauindikatorqualität („kein Stau“)	-
P_{sn}	Normierte Stauindikatorqualität („Stau“)	-
Q_A	abfließende Fahrzeugmenge	Kfz
Q_B	Bemessungsverkehrsstärke	Pkw-E/h
Q_{Diff}	Verkehrsstärke der Differenzganglinie	Pkw-E/h
$Q_{Diff-alt}$	bisheriger Wert der Differenzganglinie	Pkw-E/h
$Q_{Diff-neu}$	neuer Wert der Differenzganglinie	Pkw-E/h
q_{eng}	Engpasskapazität eines Abschnittes, aufgeteilt auf die verfügbaren Fahrstreifen im Staubereich	Pkw-E/h
q_{Kfz}	Verkehrsstärke	Kfz/h
Q_{Kfz}	Gesamtverkehrsstärke	Kfz/h
$Q_{q-v-alt}$	bisheriger Wert der Standard-q-v-Beziehung	Pkw-E/h
$Q_{q-v-neu}$	neuer Wert der Standard-q-v-Beziehung	Pkw-E/h
q_{Lkw}	fahrstreifenbezogene Lkw-Verkehrsstärke	Lkw/h

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
Q_{Lkw}	Lkw-Verkehrsstärke	Lkw/h
q_{max}	fahstreifenbezogene maximale Verkehrsstärke (Kapazität)	Pkw-E/h
Q_{max}	maximale Verkehrsstärke (Kapazität)	Pkw-E/h
Q_{Prog}	Verkehrsstärke der Prognoseganglinie	Pkw-E/h
q_{Pkw}	fahstreifenbezogene Pkw-Verkehrsstärke	Pkw/h
Q_{Pkw}	Pkw-Verkehrsstärke	Pkw/h
Q_S	Saldo der zu- und abfließende Fahrzeugmengen an Anschlussstellen	Kfz
$q_{sätt}$	fahstreifenbezogene Sättigungsverkehrsstärke	Pkw/h
Q_{St}	Verkehrsstärke der Standardganglinie	Pkw-E/h
Q_{St-alt}	bisheriger Wert der Standardganglinie	Pkw-E/h
Q_{St-neu}	neuer Wert der Standardganglinie	Pkw-E/h
Q_Z	zufließende Fahrzeugmenge	Kfz
S	Längsneigung	%
S_{Kfz}	Standardabweichung der Geschwindigkeit	km/h
t_{netto}	Nettozeitlücke	s
t_F	Fahrtzeit	min
t_V	Verlustzeit im Stau	s
V_{frei}	Geschwindigkeit bei freiem Verkehr	km/h
v_{Kfz}	fahstreifenbezogene durchschnittliche Kfz-Geschwindigkeit	km/h
V_{Kfz}	durchschnittliche Kfz-Geschwindigkeit	km/h
V_{Kl}	Geschwindigkeitsklasse	-
$V_{Kl-Breite}$	Geschwindigkeitsklassenbreite	km/h
v_{Lkw}	fahstreifenbezogene durchschnittliche Lkw-Geschwindigkeit	km/h
V_{Lkw}	durchschnittliche Lkw-	km/h

Abkürzung	Verwendete Eingangsdaten	Einheit
	Geschwindigkeit	
$V_{maxstau}$	die sich im Stau maximal einstellende Geschwindigkeit	km/h
V_{opt}	Geschwindigkeit bei maximaler Verkehrsstärke	km/h
v_{Pkw}	fahstreifenbezogene durchschnittliche Pkw-Geschwindigkeit	km/h
V_{Pkw}	durchschnittliche Pkw-Geschwindigkeit	km/h
V_{Stau}	Geschwindigkeit im Stau	km/h
V_{ns}	Vertrauenswürdigkeit des Stauindikators („kein Stau“)	-
V_s	Vertrauenswürdigkeit des Stauindikators („Stau“)	-
Z_{ns}	Zugehörigkeit des Stauindikators („kein Stau“)	-
Z_s	Zugehörigkeit des Stauindikators („Stau“)	-
α_{diff}	Glättungsfaktor für das Zuschlagen von neuen Differenzganglinien bei der Selbstjustierung	-
α_{Gang}	Glättungsfaktor für das Zuschlagen von neuen Ganglinien bei der Selbstjustierung	-
α_{prog}	Dämpfungsfaktor für die Ermittlung der Prognoseganglinie	-
α_{q-v}	Glättungsfaktor für das Zuschlagen von neuen q-v-Beziehungswerten bei der Selbstjustierung	-
ΔL_{Stau}	Änderung der Staulänge	km
ΔN	Änderung der Fahrzeugmengen bei der Bilanzierung	Kfz
ΔQ	Verkehrsstärkedifferenz bei der Ermittlung der Prognoseganglinie	Pkw-E/h
Δt	Zeitdifferenz (Prognosehorizont - aktuelle Zeit)	h

Ausgangsgrößen:

Verkehrssituationen zur Steuerung von NBA

Fahrtzeiten zur Steuerung von NBA

A 6.2.6 Vereinfachtes Netzsteuerungsmodell

Das vereinfachte Netzsteuerungsmodell dient der Alternativroutensteuerung in kleinen Netzmaschen. Es verwendet für die Beurteilung der Verkehrssituation die aktuelle Verkehrssituation auf den einzelnen Normal- und Alternativrouten. Die Steuerung erfolgt auf der Grundlage mehrere logischer Grenzwertabfragen.

Eingangsgrößen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsgrößen	Einheit
b_{FS1}	Belegungsgrad des rechten Fahrstreifens	%
nA_k	Anzahl der Stauobjekte auf der Alternativroute k	-
nN	Anzahl der Stauobjekte auf der Normalroute	-
$Q_{B,g}$	Geglättete Bemessungsverkehrsstärke	Pkw-E/h
$Q_{Kfz,g}$	Geglättete Kfz-Verkehrsstärke	Kfz/h
$SI(i)$	Stauindikator von Streckenabschnitt i	-
$SL(i, N)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der Normalroute N	km
$SL(i, A_k)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der k -ten Alternativroute	km
$t_f(i)$	Fahrtzeit auf dem Streckenabschnitt i	min
v_{FS1}	durchschnittliche Geschwindigkeit auf dem rechten Fahrstreifen	km/h
$V_{Kfz,g}$	durchschnittliche geglättete Kfz-Geschwindigkeit	km/h
$V_{Pkw,g}$	durchschnittliche geglättete Pkw-Geschwindigkeit	km/h
$V_{Lkw,g}$	durchschnittliche geglättete Lkw-Geschwindigkeit	km/h

Ausgangsgröße:

netzbezogener Verkehrszustand

Parameter:

Die Grenzwerte müssen variabel für jeden Messquerschnitt parametrierbar sein. Folgende Parameter gelten als Empfehlung für die Erstversorgung:

Einschaltsschwellen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsgrößen	Einheit
d_{ein}	Schwellenwert für Algorithmus 5	%
$b_{Stufe\ 1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	%
$L_{k1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die Route k in Stufe 1	-
$Q_{G,Stufe\ 1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	Kfz/h
$Q_{B,Stufe\ 1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 3	Pkw-E/h
$Q_{Kfz,Stufe\ 1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 4	Pkw-E/h
$SL_{max_{k1,ein}}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1	km
$V_{B,Stufe\ 1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	km/h
$V_{Diff,Stufe\ 1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	km/h
$V_{Kfz,Stufe\ 1,ein}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	km/h

Ausschaltsschwellen:

Abkürzung	Verwendete Eingangsgrößen	Einheit
d_{aus}	Schwellenwert für Algorithmus 5	%
$b_{Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	%
$L_{k1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die Route k in Stufe 1	-
$Q_{B,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 3	Pkw-E/h
$Q_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 4	Pkw-E/h
$SL_{maxk1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 6 für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1	km
$V_{B,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 2	km/h
$V_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$	Schwellenwert für Algorithmus 1	km/h

Algorithmus 1 (Geschwindigkeit)

Wenn $V_{Kfz,g} < V_{Kfz}$ UND

$V_{Kfz,g} < V_{Kfz,Stufe\ 1,ein}$ UND

$(V_{Pkw,g} - V_{Lkw,g}) < V_{Diff,Stufe\ 1,ein}$ UND

$Q_{Kfz,g} < Q_{G,Stufe\ 1,ein}$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $V_{Kfz,g} > V_{Kfz}$ UND

$V_{Kfz,g} > V_{Kfz,Stufe\ 1,aus}$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 2 (Belegung)

Wenn $b_{FS1} > b_{Stufe\ 1,ein}$ UND

$v_{FS1,Kfz} < V_{B,Stufe\ 1,ein}$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $b_{FS1} < b_{Stufe\ 1,aus}$ UND

$V_{Kfz,g} > V_{B,Stufe\ 1,aus}$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 3 (Bemessungsverkehrsstärke)

Wenn $Q_{B,g} > Q_{B,Stufe\ 1,ein}$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $Q_{B,g} < Q_{B,Stufe\ 1,aus}$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 4 (Kfz-Verkehrsstärke)

Wenn $Q_{Kfz,g} > Q_{Kfz,Stufe\ 1, ein}$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $Q_{Kfz,g} < Q_{Kfz,Stufe\ 1, aus}$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern, wobei die n Schaltstufen (mindestens 4) parametrierbar sein müssen.)

Algorithmus 5 (aktuelle Fahrtzeit)

Dieser Algorithmus basiert auf einem Vergleich der aktuellen Fahrtzeit (ohne Prognose) auf einer Normalroute (bestehend aus den Streckenabschnitten $i = 1$ bis N) mit der Fahrtzeit auf einer Alternativroute (bestehend aus den Streckenabschnitten $j = 1$ bis A):

$$t_f = \frac{l_A}{V_A}$$

mit:

l_A Streckenlänge des Abschnitts A

V_A Geschwindigkeit im Abschnitt A, wobei wahlweise (vom Benutzer parametrierbar) die aktuell gemessene lokale Geschwindigkeit V_{Kfz} oder die streckenbezogene Geschwindigkeit V_p heranzuziehen ist.

Wenn $\sum_{i=1}^{i=N} t_f(i) > d_{ein} \cdot \sum_{j=1}^{j=A} t_f(j)$

dann wird Stufe 1 aktiviert.

Wenn $\sum_{i=1}^{i=N} t_f(i) < d_{aus} \cdot \sum_{j=1}^{j=A} t_f(j)$

dann wird Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen Parametern.)

Algorithmus 6 (Stausituation, längenbezogen)

Dieser Algorithmus geht nicht von einem Messquerschnitt aus, sondern von der Situation auf einer Normalroute N und den dazugehörigen Alternativrouten A_k :

Wenn $\sum_{i=1}^{i=nN} SL(i, N) > \left(\sum_{j=1}^{j=nA_k} SL(j, A_k) + L_{k1, ein} \right)$ UND

$$\sum_{i=1}^{i=nA_k} SL(i, A_k) > SL_{max_{k1, ein}},$$

dann wird Stufe k1 aktiviert.

Wenn $\sum_{i=1}^{i=nN} SL(i, N) < \left(\sum_{j=1}^{j=nA_k} SL(j, A_k) + L_{k1, aus} \right)$ ODER

$$\sum_{i=1}^{i=nA_k} SL(i, A_k) < SL_{max_{k1, aus}},$$

dann wird Stufe k1 deaktiviert.

Bedeutung der Kenngrößen:

$SL(i, N)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der Route N
$SL(i, A_k)$	Staulänge des i -ten Stauobjekts auf der Route A_k
k	Nummer der Alternativroute
nA_k	Anzahl der Stauobjekte auf der Alternativroute k
$SL_{max_{k1, ein}}$	Parameter für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1
$SL_{max_{k1, aus}}$	Parameter für die maximale Staulänge für die Route k in Stufe 1
$L_{k1, ein}$	Parameter für die Route k in Stufe 1
$L_{k1, aus}$	Parameter für die Route k in Stufe 1

(Stufen k_2 bis k_n analog mit anderen Parametern.)

Algorithmus 7 (Stausituation, abschnittsbezogen)

Dieser Algorithmus basiert auf einem Vergleich der Stausituationen (Stauindikator $SI = \text{„Stau“}$) für bestimmte Kombinationen von Streckenabschnitten (A_1 bis A_n bzw. B_1 bis B_m)

geht nicht von einem Messquerschnitt aus, sondern von der Situation auf einer Normalroute N und den dazugehörigen Alternativrouten A_k :

Wenn [$SI(A_1) = \text{„Stau“}$ UND/ODER $SI(A_2) = \text{„Stau“}$ UND/ODER ... UND/ODER $SI(A_n) = \text{„Stau“}$]

UND/ODER

[$SI(B_1) = \text{„Stau“}$ UND/ODER $SI(B_2) = \text{„Stau“}$ UND/ODER ... UND/ODER $SI(B_m) = \text{„Stau“}$]

dann wird Stufe 1 aktiviert. Wenn die Bedingung nicht mehr erfüllt ist, dann wird die Stufe 1 deaktiviert.

(Stufen 2 bis n analog mit anderen logischen Verknüpfungen.)

Die einzelnen Verknüpfungen müssen jeweils zwischen „UND“ und „ODER“ ausgewählt werden können (parametrierbar). Hierbei ist zu beachten, dass „UND“ vor „ODER“ ausgeführt wird. Ist der Stauzustand für einen Abschnitt ‚nicht ermittelbar‘, so wird dieses Element aus der Abfrage ausgeschlossen.

Alle Algorithmen müssen in beliebig vielen Instanzen mit jeweils unterschiedlichen Parametersätzen betrieben werden können. Die Erzeugung einer neuen Instanz (das heißt ein durch einen Parametersatz definiertes Objekt) muss vom Benutzer im laufenden Betrieb durchgeführt werden können (Parametrierung).

A 6.3 Verfahren mit vorwiegendem Einsatz bei der KBA-Steuerung

A 6.3.1 Verkehrslage an Knotenpunkten

Eingangsgrößen:

fahrtrichtungsbezogene Verkehrsdaten Q_B und K_B des stromabwärtigen MQ der Hauptfahrbahn

fahrstreifenbezogene Verkehrsdaten q_B und k_B des rechten FS des stromabwärtigen MQ der Hauptfahrbahn

Belegungsgrad b des stromabwärtigen MQ der Hauptfahrbahn

fahrstreifenbezogene Verkehrsstärke q_{Kfz} des Zuflusses

Umlaufzeit t_U der LSA (siehe Abschnitt 3.7.2.2 und 3.7.2.3)

Ausgangsgröße:

Verkehrszustand am Knotenpunkt

Verkehrsablauf stabil → kein Eingriff notwendig;

Verkehrsablauf kritisch → Eingriff notwendig;

Stau auf Hauptfahrbahn → kein Eingriff

Parameter:

Hystereseparameter für Q_B , K_B und t („ein“ und „aus“)

Anhang 7 Auswahl geeigneter Verfahren zur Situationserkennung

Variante A

Die Ermittlung und Auswahl der Situationen erfolgt anhand folgender Kriterien:

1. Es werden nur Situationen berücksichtigt, deren *Ergebnisgüte* \geq einem parametrierbaren Gütegrenzwert *Ergebnisgüte_{grenz}* ist.
2. Es werden nur Verfahren verwendet, deren *Verfahrensgüte* \geq einem parametrierbaren Gütegrenzwert *Verfahrensgüte_{grenz}* ist.
3. Es wird die Situation ausgewählt, bei der das Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte am Größten ist.
4. Bei Gleichheit mehrerer Ergebnisse setzt sich die Situation mit der höheren Zustandspriorität durch, bei gleichen Zustandsprioritäten die Situation mit der höheren Verfahrensgüte.

Variante B

Zur Ermittlung und Auswahl der Situationen werden folgende Kriterien genutzt:

1. Wie Variante A, Punkt 1.
2. Wie Variante A, Punkt 2.
3. Es wird die Situation mit der höchsten Zustandspriorität ausgewählt.
4. Bei Gleichheit mehrerer Ergebnisse wird die Situation ausgewählt, bei der das Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte am Größten ist, bei gleicher Güte die Situation mit der höheren Verfahrensgüte.

Das nachfolgende Beispiel beschreibt die Ermittlung der resultierenden Situation jeweils für die Situationsbewertung nach Variante A und B:

Hinweis:

Die Beispieldaten wurden bewusst so gewählt, dass die Algorithmen der beschriebenen Verfahren deutlich werden. In der Realität sollten derart widersprüchliche Ergebnisdaten nicht auftreten. In einem solchen Fall sind die Messdaten und die Verfahren zu prüfen. Es sollte nicht versucht werden, die offensichtlich fehlerhaften Eingangsgrößen über komplizierte Algorithmen bei der Situationsbewertung „zu korrigieren“.

Beispiel

Ermittelte Situationen eines Typs mit gleicher räumlicher Zuordnung:

- **S1** (Nässe, nass1, Ort1, Ergebnisgüte 1,0, Verfahren A (Verfahrensgüte 1,0))
- **S2** (Nässe, nass2, Ort1, Ergebnisgüte 1,0, Verfahren A (Verfahrensgüte 1,0))
- **S3** (Nässe, nass3, Ort1, Ergebnisgüte 0,8, Verfahren B (Verfahrensgüte 0,5))
- **S4** (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,4, Verfahren C (Verfahrensgüte 1,0))
- **S5** (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,5, Verfahren D (Verfahrensgüte 0,8))
- **S6** (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,8, Verfahren B (Verfahrensgüte 0,5))
- *Ergebnisgüte_{grenz}* = 0,5

Berechnung Variante A:

1. S4 wird nicht berücksichtigt, da $Ergebnisgüte_{S4} < Ergebnisgüte_{grenz}$
 2. Güteprodukte:
 - a. S1 = 1,0
 - b. S2 = 1,0
 - c. S3 = 0,4
 - d. S4 = wird nicht berücksichtigt
 - e. S5 = 0,4
 - f. S6 = 0,4
 3. Das Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte ist bei S1 und S2 am größten.
 4. S2 hat die höhere Zustandspriorität der beiden Ergebnisse S1 und S2.
- Ergebnis der Situationsbewertung ist S2 (Nässe, nass2, Ort1, Ergebnisgüte 1,0, Verfahren A (Verfahrensgüte 1,0))

Berechnung Variante B:

1. S4 wird nicht berücksichtigt, da $Ergebnisgüte_{S4} < Ergebnisgüte_{grenz}$.
 2. Güteprodukte:
 - a. S1 = 1,0
 - b. S2 = 1,0
 - c. S3 = 0,4
 - d. S4 = wird nicht berücksichtigt
 - e. S5 = 0,4
 - f. S6 = 0,4
 3. S5 und S6 haben die höchsten Zustandsprioritäten.
 4. S5 und S6 haben zudem das gleiche Produkt aus Ergebniswertgüte und Verfahrensgüte. S5 hat aber die höhere Verfahrensgüte.
- Ergebnis der Situationsbewertung ist S5 (Nässe, nass4, Ort1, Ergebnisgüte 0,5, Verfahren D (Verfahrensgüte 0,8))

Anhang 8 Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung

A 8.1 Maßnahmen der Streckenbeeinflussung

A 8.1.1 Temporäre Seitenstreifenfreigabe

Für die Erzeugung der Anforderungsmeldung werden abhängig von der Länge eines freigegebenen Abschnittes zwei bzw. drei Messquerschnitte als Auslöser benutzt.

Für dreistreifige Querschnitte gelten folgende Werte:

Einschaltbedingungen:

$$Q_B \geq 5500 \text{ PkwE/h ODER}$$

$$V_{Pkw} \leq 95 \text{ km/h UND } K_{Kfz} \geq 70 \text{ Kfz/km ODER}$$

$$V_{Kfz} \leq 90 \text{ km/h ODER}$$

$$B > 15\% \text{ UND } V_{Kfz} \leq 70 \text{ km/h}$$

Ausschaltbedingungen:

$$Q_B \leq 4000 \text{ PkwE/h ODER}$$

$$V_{Pkw} \geq 120 \text{ km/h UND } K_{Kfz} \leq 40 \text{ Kfz/km ODER}$$

$$V_{Kfz} \geq 115 \text{ km/h ODER}$$

$$B \leq 10\% \text{ UND } V_{Kfz} \geq 80 \text{ km/h}$$

Für zweistreifige Abschnitte haben sich folgende Schwellenwerte bewährt:

Steuerungskriterium: Dichte je Messbereich

Verwendung einer Halbautomatik:

„ein“ bei $K_{Kfz} > 40 \text{ Kfz/km}$

„aus“ bei $K_{Kfz} < 30 \text{ Kfz/km}$

A 8.2 Maßnahmen der Netzbeeinflussung

A 8.2.1 Steuerungsmaßnahme für große Netzmaschen

Routenauswahl

Zur Auswahl der relevanten Routen werden im gesamten zu beeinflussenden Netz alle Entscheidungspunkte (Einfahrknotenpunkte, die mit Wechselwegweisern ausgestattet sind) und Zielpunkte (Autobahnknotenpunkte, an denen das Fahrzeug die betrachtete Netzmasche verlässt) definiert.

Die Bearbeitung der einzelnen Maschen erfolgt in festen (parametrierbaren) Intervallen (z. B. 5- oder 10 min-Intervalle) bis zum Ende des (parametrierbaren) Prognosezeitraums (z. B. 6 oder 8 h), da sich die Fahrtzeiten auf den Routen nachfragebedingt über die Zeit ändern.

Die Routenauswahl und die darauf aufbauende Entscheidungsfindung über die Schaltung der Wechselwegweiser an den einzelnen Entscheidungspunkten im betrachteten Netz erfolgen rekursiv nach folgendem Vorgehen:

- Basis für das Verfahren sind die geglätteten Fahrtgeschwindigkeiten auf allen Streckenabschnitten des betrachteten Netzes für alle Intervalle des Prognosezeitraums unter den gegebenen Randbedingungen.
- Zuerst werden die Fahrtzeiten auf allen Routen (ausgehend von den Entscheidungspunkten am Maschenanfang) ermittelt, welche keine weiteren Entscheidungspunkte beinhalten, an denen die Verkehrsströme zum betrachteten Zielpunkt nochmals umgeleitet werden können.
- Danach werden die Fahrtzeiten aller Routen ermittelt, welche die bereits bearbeiteten Entscheidungspunkte (oder solche Entscheidungspunkte, an denen die Verkehrsströme zum betrachteten Zielpunkt nicht nochmals umgeleitet werden) beinhalten.

Diese Vorgehensweise wird so oft wiederholt bis alle Zielpunkte bearbeitet sind. Somit existiert von jedem Entscheidungspunkt zu jedem Zielpunkt für jedes Zeitintervall innerhalb des Prognosezeitraums je eine optimale Route.

Entscheidungsfindung für die betrachtete Masche

Bei der Bearbeitung der einzelnen Maschen wird jeweils die Route mit der kürzesten Fahrtzeit zur Schaltung vorgeschlagen. Wenn die zeitkürzeste Teilroute nicht die Normalroute ist, muss die Fahrtzeitdifferenz zwischen Normal- und Alternativroute zusätzlich einen gewissen (je Masche parametrierbaren) Grenzwert übersteigen.

Bei der rekursiven Bearbeitung einer „äußeren“ Masche, die eine „innere“ Masche enthält, wird die gewählte Teilroute der inneren Masche zu Grunde gelegt, die sich zu dem Zeitpunkt ergibt, zu welchem die ermittelte Zeit-Weg-Linie den Entscheidungspunkt der inneren Masche erreicht.

Wird der Entscheidungspunkt erst nach Ende des Prognosezeitraums erreicht, wird die Normalroute zu Grunde gelegt.

Routenführungen, die sich aus der Entscheidungslogik anderer Netzsteuerungsmaschen, aus Handschaltungen oder aus Schaltungen vor Ort (an den Streckenstationen) ergeben, werden als gegeben angesehen.

An Entscheidungspunkten, die nur über eine statische Beschilderung verfügen, erfolgt die Routenführung entsprechend dieser Beschilderung.

Nachbereitung

Die Fahrtzeitunterschiede zwischen der ausgewählten Route und der Normalroute wird für alle (konfigurierten) Routen nach Abschluss der Routenauswahl jeweils berechnet und gespeichert.

A 8.2.2 Fahrtzeit- und Zielinformation in Netzbeeinflussungsanlagen

Die automatische Steuerung einer dWiSta-Kette kann z. B. nach den folgenden Regeln erfolgen:

Wenn: $VZ_{HR} < VZ_{Grenz\ 1,HR}$ (Empfehlung: 5 min)

Dann: keine Anzeige

Wenn: $VZ_{HR} \geq VZ_{Grenz\ 1,HR}$

Dann: Anzeige der Störung mit Ortsangabe und Ausmaß der Störung (als Verlustzeit oder als Staulänge) ohne Umleitungsempfehlung

Wenn: $VZ_{HR} \geq VZ_{Grenz\ 2,HR}$ und $FZ_{AR} < FZ_{HR}$ (ggf. unter Berücksichtigung eines Zeitpuffers) und $FZ_{AR} < FZ_{Grenz,AR}$

Dann: Anzeige der Störung mit Ortsangabe und Ausmaß der Störung (als Verlustzeit oder als Staulänge) mit Umleitungsempfehlung

Sonst: Anzeige der Störung mit Ortsangabe und Ausmaß der Störung (als Verlustzeit oder als Staulänge) ohne Umleitungsempfehlung auf Haupt- und Alternativroute

mit:

FZ - Fahrtzeit = Grundfahrtzeit + Verlustzeit

VZ - Verlustzeit

HR - Hauptroute

AR - Alternativroute

$Grenz$ - parametrierbare Grenzwerte meist Abhängig von der Größe der betrachteten Netzmaße aus Haupt und Alternativroute

A 8.3 Maßnahmen der Knotenpunktbeeinflussung

A 8.3.1 Zuflussregelung mit ALINEA

ALINEA [Papageorgiou, 1991] ist ein verkehrsabhängiges Verfahren zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage. Dem Algorithmus liegt als verkehrsabhängiger Leitparameter der stromabwärts der Einfahrt gemessene Belegungsgrad zugrunde. Somit ist ALINEA ein Steuerungsverfahren mit Rückkopplung (closed-loop). ALINEA strebt die Einhaltung eines als optimal ermittelten Belegungsgrades unterhalb der Einfahrt an.

Die zulässige Einfahrverkehrsstärke $q_{E,zul}$ für das nächste Schaltintervall n errechnet sich für den ALINEA-Algorithmus wie folgt:

$$q_{E,zul} = q_{E,n-1} + p \cdot (b_{opt} - b_{ist,n-1}) \quad [\text{Kfz/h}]$$

mit: p Korrekturfaktor bzw. Sensitivität des Algorithmus [Kfz/h]

$q_{E,n-1}$ Gemessene Einfahrverkehrsstärke hinter der Haltelinie im vorausgegangenen Intervall $n - 1$ [Kfz/h]

b_{opt} Optimaler Belegungsgrad [%]

$b_{ist,n-1}$ Gemessener Belegungsgrad stromabwärts der Einfahrt im vorausgegangenen Intervall $n - 1$ [%]

Aus $q_{E,zul}$ wird die rechnerische zulässige Umlaufzeit T_U [s/Kfz] ermittelt:

$$T_U = \frac{3600 \frac{s}{h}}{q_{E,zul}} \cdot m$$

mit: m Anzahl Fahrzeuge pro GRÜN

Eine Zuflussregelungsanlage (ZRA) kann mehrere Programme (Strategien) hinterlegt haben. Durch weitere Algorithmen kann eine Mindestschaltzeit der Programme hinterlegt sowie die maximale Dauer der ersten Rotzeit nach dem Aktivieren der ZRA algorithmisch gesetzt werden.

Beim Mehrfahrzeugbetrieb ist sowohl für eine Verschärfung als auch für die Lockerung einer Schaltung festzulegen, welche Schaltungsanforderungen durch ein Fahrzeug eine Verschärfung und welche eine Lockerung darstellen. Diese Festlegungen enthalten die Vorgaben zur Anzahl der zulässigen Fahrzeuge und die Rotschaltzeit.

Beim Vergleich auf Lockerung wird zunächst die Anzahl zulässiger Fahrzeuge verglichen: Je mehr Fahrzeuge zulässig sind, desto lockerer ist die Schaltanforderung. Im zweiten Vergleich werden alle Schaltungsanforderungen mit dieser Anzahl Fahrzeuge verglichen und die Anforderung mit der kleinsten Rotschaltzeit ermittelt.

Beim Vergleich auf Verschärfung wird zunächst die Anzahl zulässiger Fahrzeuge verglichen: Je weniger Fahrzeuge zulässig sind, desto schärfer ist die Schaltanforderung. Im zweiten Vergleich werden alle Schaltungsanforderungen mit dieser Anzahl Fahrzeuge verglichen und die Anforderung mit der größten Rotschaltzeit ermittelt.

Wenn an der Stauschleife Stau erkannt wird, soll der ermittelte automatische Schaltvorschlag abgeschwächt werden (Rotzeitabschwächung).

In den Fällen, in denen ein Zufluss aufgrund eines Staus auf der Hauptfahrbahn nicht mehr möglich ist, soll die ZRA abgeschaltet werden.

Bei Anschlussstellen mit mehreren Zuflüssen sollten diese als unabhängige Teilanlagen betrachtet und gesteuert werden. Allerdings dürfen sie alle nur gleichzeitig aktiv oder inaktiv sein. Das bedeutet, dass die Ein- bzw. Ausschaltung der Teilanlagen untereinander koordiniert verlaufen muss.

Zur Absicherung sollten Ausfallstrategien entwickelt und im Steuerungsmodell der Zuflussregelung implementiert werden.

A 8.3.2 Zuflussregelung mit PRO

PRO ist ein verkehrsabhängiges Verfahren zur Steuerung einer Zuflussregelungsanlage (ZRA). Der Algorithmus ermittelt aufgrund von Messungen auf der Rampe und der Hauptfahrbahn (stromaufwärts der Einfahrt) den kurzfristig optimalen Kompromiss zwischen Verkehrsnachfrage der Rampe und dem zu erwartenden Verkehrszustand der Hauptfahrbahn.

Die zulässige Verkehrsstärke $q_{E,zul}$ errechnet sich wie folgt:

$$q_{E,zul} = q_{Rampe} \cdot \left(\frac{q_{HFB,mak}}{q_{HFB,mik}} \cdot f_q \right)^\lambda$$

mit:	$q_{E,zul}$	zulässige Verkehrsstärke im nächsten LSA-Umlauf [Kfz/h]
	q_{Rampe}	Sekündlich gleitende in die Rampe zufließende Verkehrsstärke [Kfz/h]
	$q_{HFB,mak}$	sekündlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 1500 bis 1900 m), Intervall = 45 - 75 s [Kfz/h]
	$q_{HFB,mik}$	sekündlich gleitende Verkehrsstärke stromaufwärts (rd. 600 bis 900 m), Intervall = 15 - 25 s [Kfz/h]
	f_q	Korrekturfaktor [-]
	λ	Streuungsparameter [-]

Aufgrund der für PRO notwendigen sekundlich aggregierten Messwerte und der Umsetzung geänderter Zuflussraten mit jedem ZRA-Umlauf, kommt nur eine autarke Schaltung der ZRA vor Ort, d. h. innerhalb der Streckenstation in Frage.

Da beide Verkehrsstärken $q_{HFB,mik}$ und $q_{HFB,mak}$ den gleichen Strom von Fahrzeugen beschreiben, lediglich auf ein anderes Intervall bezogen, schwankt dieser Quotient um 1 – abgesehen von systematischen Abweichungen (z. B. Ausfahrten), die durch den Korrekturfaktor f_q ausgeglichen werden.

Der Exponent λ verändert die Streuung des Quotienten bzw. die Sensibilität des Algorithmus. Ein Wert kleiner 1 bedeutet eine weniger starke Reaktion auf das aktuelle Verkehrsgeschehen, Werte für $\lambda > 1$ bewirken größere Schwankungen der resultierenden Zuflussrate. [Trapp 2006]

Aus $q_{E,zul}$ wird die rechnerische zulässige Umlaufzeit T_U [s/Kfz] ermittelt:

$$T_U = \frac{3600 \frac{s}{h}}{q_{E,zul}} \cdot m$$

mit: m Anzahl Fahrzeuge pro GRÜN

Anhang 9 Mögliches Vorgehen zum Maßnahmenabgleich im NBA-Kontext

Die Umleitungsempfehlungen an den einzelnen Entscheidungspunkten innerhalb einer NBA ergeben sich direkt aus der Routenauswahl durch den Steuerungsalgorithmus. Folgende Regeln können zur Definition von Betriebszuständen und zur Generierung von Zustandsmeldungen (Hinweise auf Stau, Unfall, Baustelle mit oder ohne Ortsangaben) verwendet werden:

– Betriebszustand 0:

- Die Störungen sind erkannt.
- Es soll keine Umleitung geschaltet werden.

Für alle betroffenen Routen werden Hinweise auf dort vorhandene Staus, Unfälle oder Baustellen angefordert.

– Betriebszustand 1:

- weder für die geschaltete noch für eine der alternativen Routen (die sich entsprechend den Schaltungen an den nachfolgenden Entscheidungspunkten ergeben) zeigt sich in der Prognose eine Überschreitung der Streckenkapazität (für die Behandlung möglicher Staus in der Zukunft).
- Zum aktuellen Zeitpunkt wurde (aus der Stauanalyse) auf diesen Routen kein Stau ermittelt.

Die Umleitungsempfehlung wird angefordert.

Zusätzlich werden Hinweise auf Unfälle und Baustellen auf den nicht geschalteten Routen angefordert.

– Betriebszustand 2:

- Für eine der alternativen (nicht geschalteten) Routen (die sich entsprechend den Schaltungen an den nachfolgenden Entscheidungspunkten ergeben) zeigt sich in der Prognose eine Überschreitung der Streckenkapazität für die Behandlung möglicher Staus in der Zukunft.
- Zum aktuellen Zeitpunkt wurde (aus der Stauanalyse) auf diesen Routen kein Stau ermittelt.

Die Umleitungsempfehlung und ein Hinweis auf Staugefahr ab dem ersten Knoten, an dem die Überlastung erwartet wird, werden angefordert.

Zusätzlich werden Hinweise auf Unfälle und Baustellen auf den nicht geschalteten Routen angefordert.

– Betriebszustand 3

- Auf einer der alternativen (nicht geschalteten) Routen wurde (aus der Stauanalyse) ein Stau ermittelt.

Die Umleitungsempfehlung und ein Hinweis auf den Stau ab dem ersten Knoten, an dem der Störfall erkannt wird, werden angefordert.

Zusätzlich werden Hinweise auf Unfälle und Baustellen auf den nicht geschalteten Routen angefordert.

– Betriebszustand 4

- Aus den TMC-Meldungen, aus den eingegebenen Unfällen oder den Baustellenmeldungen ergibt sich, dass auf einer der alternativen (nicht geschalteten) Routen kein Fahrstreifen mehr für den Verkehr zur Verfügung steht.

Die Umleitungsempfehlung und ein Hinweis auf die Ursache samt Auswirkung („Vollsperrung“) werden bei dem nächsten Knoten vor dem ersten betroffenen Punkt angefordert.

Zusätzliche Hinweise auf andere Störfälle auf dieser Route werden unterdrückt, z. B. durch Anforderung von Leerzeilen auf dem noch verfügbaren Anzeigefeld.

Hinweise auf Staus, Unfälle und Prioritäten auf anderen, nicht geschalteten Routen werden dagegen angefordert.

Die so entstandene Schaltbildanforderung wird mit einer (parametrierbaren) Priorität versehen.

Falls für einen Anzeigequerschnitt, der in einem Schaltbild nur einen Delestagepfeil anzeigen kann (z. B. Ankündigungszeichen), ein Schaltbild mit zwei Delestagepfeilen (für zwei unterschiedliche Umleitungsrouten für verschiedene Ziele) angefordert wird, wird das angeforderte Schaltbild unterdrückt und stattdessen ein konfigurierbares alternatives Schaltbild generiert (Erstversorgung „aus“).

Die Listen mit den Richtungsangaben und den Zustandsmeldungen, die Grundlage für die Schaltbildermittlung sind, werden gemäß der Priorität der gesamten Schaltbildanforderung ausgewählt. Ist die Priorität identisch, werden die Listen zusammengeführt.

Die übergebene Liste von Richtungsangaben wird dabei nach der dort festgelegten Reihenfolge dargestellt (in Schaltbefehle umgesetzt). Nicht (mehr) darstellbare Richtungsangaben werden weggelassen.

Anhang 10 Beispielhafte Übersicht der „Protokolle und Auswertungen“ einer VRZ

Unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „Protokolle/ Auswertungen“ wurden Protokolle, Auswertungen und Diagramme nach Funktionsgruppen der TLS umgesetzt:

- FG 1: Verkehrsdaten
- FG 3: Umfelddaten
- FG 4: Wechselverkehrszeichen
- FG 6: Betriebsmeldungen
- FG 254: Streckenstationen

Weitere Protokolle unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „Protokolle/ Auswertungen“ sind:

- Aktuelle Störungen (Verkehrserfassung, Anzeigen)
- Streckenprofil (Überblick über den aktuellen Verkehrsfluss, minütlich aktualisiert)
- Verkehrsmeldungen (zur Landesmeldestelle)
- Verkehrsmeldungen (von Landesmeldestelle)
- Benutzerwechsel
- Handeingriffe NBA
- Engstellen

Unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „Parametrieren“ werden:

- Parameter

protokolliert.

Unter dem VRZ-Hauptmenüpunkt „System“ werden:

- Systemmeldungen

protokolliert.

Bei den Protokollen, Auswertungen und Diagrammen, die nach Funktionsgruppen der TLS abgelegt sind, sind die Objekte aller an die VRZ angeschlossenen VBA, wie Erfassungsquerschnitte (EQ) (siehe Beispiel), AQ, UQ, SSt im Browser wählbar nach:

- *Unterzentralen* (nur bei FG 1)
 - UZ 73 SBA A12
 - EQ 73901_37,529_A12 O
 - EQ 73902_40,055_A12 O
 - ...
 - ...

- *Straßen*
 - A 12
 - A 12 Ost
 - EQ 73901_37,529
 - EQ 73902_40,055
 - ...
 - A 12 West
 - ...
 - ...
- *alle Querschnitte*
 - EQ 73901_37,529_A12 O
 - EQ 73902_40,055_A12 O
 -

Der Zeitbereich kann „von...(Tag, Datum, Uhrzeit) bis...(Tag, Datum, Uhrzeit)“ - angepasst an die Art des Protokolls/ der Auswertung (z. B. bei Tagesverkehrswerten lässt die Software nur tageweise die Auswahl des Zeitbereichs zu) - gewählt werden. Alternativ zum Zeitbereich kann das Feld „nur aktueller Zustand“ angeklickt werden.

Im Folgenden sind alle Protokolle, Auswertungen und Diagramme der VRZ, die nach Funktionsgruppen der TLS 2012 umgesetzt wurden, aufgelistet.

FG 1: Verkehrsdaten

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Unterzentralen (Querschnitte) • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 1 • Negative Quittungen • Verkehrswerte Rohdaten • Verkehrswerte Kurzzeitdaten • Verkehrswerte Langzeitdaten 5+1 • Verkehrswerte Langzeitdaten 8+1 • Verkehrsanalysewerte • geglättete Verkehrswerte • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Querschnitt) • Geschwindigkeitsklassen Version 24 	
Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> • Tagesverkehrswerte Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Langzeitdaten 5+1 • Tagesverkehrswerte Langzeitdaten 8+1 • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Langzeitdaten 5+1 • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Langzeitdaten 8+1 	

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Unterzentralen (Querschnitte) • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
<ul style="list-style-type: none"> • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Langzeitdaten 5+1 • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Langzeitdaten 8+1 • Auswertung Verkehrsstörungen (Tag) • Auswertung Verkehrsstörungen (Monat) • Auswertung Fehler (Stunde) • Auswertung Fehler (Tag) • Auswertung Fehler (Monat) 	
Planung <ul style="list-style-type: none"> • Baubetriebsplanung Kurzzeitdaten (Monat) • Baubetriebsplanung Kurzzeitdaten (Jahr) • Baubetriebsplanung Langzeitdaten 8+1 (Monat) • Baubetriebsplanung Langzeitdaten 8+1 (Jahr) • DSV Tagesmittel Kurzzeitdaten • DSV Monatsmittel Kurzzeitdaten • DSV Jahresmittel Kurzzeitdaten • DSV Tagesmittel Langzeitdaten 8+1 • DSV Monatsmittel Langzeitdaten 8+1 • DSV Jahresmittel Langzeitdaten 8+1 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrswerte Kurzzeitdaten • Verkehrswerte Langzeitdaten 5+1 • Verkehrswerte Langzeitdaten 8+1 • Verkehrsanalysewerte • geglättete Verkehrswerte • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Fahrstreifen) • Aggregierung der Verkehrsstärke 5 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 15 min (Querschnitt) • Aggregierung der Verkehrsstärke 60 min (Querschnitt) • Tagesübersicht Kurzzeitdaten • Monatsübersicht Kurzzeitdaten • Tagesübersicht Langzeitdaten • Monatsübersicht Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte Monatsmittel Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte Jahresmittel Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Monatsmittel Kurzzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Langzeitdaten • Tagesverkehrswerte DSV Monatsmittel Langzeitdaten • Auswertung Verkehrsstörungen (Tag) • Auswertung Verkehrsstörungen (Monat) • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

FG 3: Umfelddaten

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 3 • Negative Quittungen • Fehlermeldungen FG 3 (Helligkeit) • Negative Quittungen (Helligkeit) • Fahrbahnoberflächentemperatur • Fahrbahnfeuchte • Restsalz • Niederschlagsintensität • Relative Luftfeuchte • Windrichtung • Windgeschwindigkeit • Sichtweite • Gefriertemperatur • Taupunkttemperatur • Wasserfilmdicke • Lufttemperatur • Fahrbahnzustand • Niederschlagsart • Helligkeit 	
Sammelprotokolle <ul style="list-style-type: none"> • Luftwerte • Fahrbahnwerte 	
Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler Helligkeit (Stunde/Tag/Monat) 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Sichtweite • Helligkeit • Luftwerte • Fahrbahnwerte • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler Helligkeit (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

FG 4: Wechselverkehrszeichen

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 4 • Fehlermeldungen SBA • Fehlermeldungen NBA 1 • Fehlermeldungen WWW • Fehlermeldungen dWiSta 1 • Fehlermeldungen dWiSta 2 • Negative Quittungen • Negative Quittungen WWW 	

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Querschnitte) • alle Querschnitte
<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsart • Betriebsart WWW • Schaltzustände SBA • Schaltzustände SBA (graphisch) • Betriebszustände SBA • Schaltzustände NBA 1 • Schaltzustände WWW • Schaltzustände dWiSta 1 • Sollschtaltungen dWiSta 1 • Schaltzustände dWiSta 2 • Sollschtaltungen dWiSta 2 • Befolungsgrad SBA • Befolungsgrad SBA (graphisch) • Befolungsgrad NBA 1 • Befolungsgrad dWiSta 1 • Lampenbrenndauer 	
Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Schaltzustände SBA (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler SBA (Stunde/Tag/Monat) 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Schaltzustände SBA (Stunde/Tag/Monat) • Auswertung Fehler SBA (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

FG 6: Betriebsmeldungen

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Stationen) • alle Stationen
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Fehlermeldungen FG 6 • Negative Quittungen • Türkontakte • Türkontakt Alarme • Stromversorgung • Stromversorgung Alarme • Lüftung • Heizung • Überspannung • Temperatur • Höhenkontrolleinrichtung • Staumeldungen • Tunnelreflex • Diebstahl/ Vandalismus 	
Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) 	
Diagramme <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Fehler (Stunde/Tag/Monat) 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder	

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • Straßen (Stationen) • alle Stationen
nur aktueller Stand:	

FG 254: Streckenstationen

	Auswahl ist möglich nach: <ul style="list-style-type: none"> • alle Stationen
Protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Störungen der Datenübertragung 	
Zeitliche Auswahl: Von: Bis: oder nur aktueller Stand:	

Anhang 11 Einsatzbeispiele für den Daten- und Dienstvermittler

Das erste Beispiel zeigt einen Fall auf, bei dem keine Indirektion über den Daten- und Dienstvermittler (DDV) notwendig bzw. sinnvoll ist. Das zweite und dritte Beispiel erläutern Situationen, bei denen die Nutzung eines über den DDV bereitgestellten Dienstes sinnvoll bzw. notwendig ist.

(1) Parameteränderung (FB 12) an Situationserkennungsverfahren (FB 7)

Eine Parameteränderung zur Laufzeit erfolgt durch den Bediener über die Bedienung und Visualisierung (BuV). Die Parameteränderung, also die Parameterdaten, werden über den DDV verteilt (d. h. Kommunikationsmuster A). Allerdings ist vor der Verteilung eine Eingabeprüfung der Parameter notwendig. Diese Eingabeprüfung erfordert logische Prüfungen, welche nicht direkt in der BuV implementiert, sondern im FB 12 (Parametrierung) angesiedelt sein sollten, da dort der fachlich-logische Teil der Parametrierung zusammengefasst sein soll. Ein Zur-Verfügung-Stellen der Eingabeprüfung für Parameter als Dienst über den DDV (Kommunikationsmuster B) macht in diesem Fall wenig Sinn, da nur die BuV auf diese Funktionalität zugreifen muss. Eine Implementierung der Eingabeprüfung für Parameter als Dienst wäre somit unwirtschaftlich und könnte sich zudem nachteilig auf die Usability (Performance) auswirken.

(2) Überprüfen der Schaltberechtigung (Systemprozess) einer Maßnahme (FB 9)

Bevor ein Bediener eine Maßnahme, z. B. auf einer SBA, aktiv schalten kann, muss durch Eingabe des Benutzernamens und eines Passwortes geprüft werden, ob er zu dieser Handlung berechtigt ist. Die Eingabedaten (Benutzername, Passwort) werden in diesem Fall von der BuV anhand eines vom DDV vermittelten Dienst geprüft. Die Bereitstellung als Dienst ist in diesem Fall sinnvoll, da auch andere Funktionsbereiche diese Funktionalität benötigen (siehe Beispiel (1): auch bei einer Parameteränderung sollte geprüft werden, ob der Benutzer dazu berechtigt ist).

(3) Zugriff der übergeordneten BuV (auf VRZ-Ebene) auf die UZ

Für die SBA-Steuerung sollte eine systemweit einheitliche Dienst-Spezifikation existieren (z. B. WSDL). In der UZ realisiert ein dedizierter FB einen Dienst entsprechend dieser Spezifikation und publiziert diesen über den UZ-DDV (z. B. mit der Kennung „SBA A4711“). Der UZ-DDV wird synchronisiert mit dem VRZ-DDV. Daher ist der Dienst auch auf VRZ-Ebene verfügbar. Die VRZ-BuV fragt den VRZ-DDV nach dem Dienst „SBA Steuerung“ mit der Kennung „SBA A4711“, verbindet sich mit diesem und kann somit einen direkten Eingriff in die UZ vornehmen. Der Zugriff der VRZ-BuV auf die UZ wird somit über den DDV vermittelt.

Zusammengefasst ist das Kommunikationsmuster B, die Publikation und Vermittlung eines Dienstes über den DDV, dann sinnvoll, wenn wie in den Beispielen (2) und (3) die Funktionalität eines FB von mehreren anderen FB (z. B. der BuV) benötigt wird. Das Kommunikationsmuster C ist als ein Spezialfall zu betrachten, der nur dann eintritt, wenn eine eindeutige 1:1 Abhängigkeit zwischen zwei FB besteht (z. B. BuV \longleftrightarrow Eingabeprüfung Parameter) und eine Publikation einer Funktionalität über den DDV somit nicht zielführend ist. Das Kommunikationsmuster A sollte zumeist bei der Persistierung und Verteilung von Daten, die über die BuV eingegeben werden, eingesetzt werden, wobei auch hier zu prüfen ist, ob nicht doch das Kommunikationsmuster B besser geeignet ist.

Der interne Daten- und Dienstvermittler stellt auch Funktionalitäten zur beiderseitigen Synchronisierung der Funktionsebenen VRZ/UZ im Sinne des Fernbusses zur Verfügung.

Anhang 12 Anforderungen an die „Bedienung und Visualisierung“

A 12.1 Funktionalitäten der „Bedienung und Visualisierung“

A 12.1.1 Objektauswahl

Um für konkrete Objekte Befehle auszuführen, müssen diese selektiert werden können. Dies entspricht der Zusammenstellung einer Menge von (Infrastruktur-)Objekten, für die bzw. mit denen anschließend eine spezielle Aktion ausgeführt wird. Eine solche Aktion ist z. B. das Öffnen eines vom Objekttyp abhängigen Fensters oder das Anzeigen von Detailinformationen zu diesen Objekten.

Graphische Selektion im Darstellungsfenster

Einzelelektion

Die Einzelelektion geschieht entsprechend den üblichen Konventionen durch einfaches Anklicken mit der linken Maustaste. Werden bei der Einzelelektion mehrere sich in der aktuellen Darstellung überlagernde Objekte getroffen, erfolgt die tatsächliche Selektion über ein sich öffnendes Kontextmenü, in dem alle getroffenen Objekte angezeigt werden.

Gruppenselektion

Zieht man einen Rahmen auf, ohne vorher einen Objekttyp markiert zu haben, so werden alle in diesem Rahmen liegenden Objekte markiert.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, in einen speziellen Gruppenselektionsmodus umzuschalten. In diesem Fall kann man mit der linken Maustaste einen oder mehrere Objekttypen (Einzelelektion mit Selektionsmodifikation) anwählen. Zieht man anschließend einen Rahmen für einen Bereich auf, so sollen alle Objekte, die zu den vorher markierten Objekttypen gehören und in diesem Rahmen liegen, für weitere Aktionen markiert sein.

Selektionsoptionen

Durch Auswahl entsprechender Selektionskriterien (z. B. über die Symbolleiste) kann die Form des Auswahlbereiches zwischen

- Rechteck,
- Ellipse und
- freier Form

umgestellt werden.

Des Weiteren muss unterschieden werden, ob nur Objekte bei der Gruppenselektion selektiert werden sollen, die

- vollständig
- oder teilweise

im Auswahlbereich enthalten sind. Die Option „teilweise“ wird durch gleichzeitiges Drücken der <Strg> Taste (oder alternativ über eine ein- bzw. ausschaltbare Option) beim Aufziehen des Auswahlbereiches erreicht.

Für Linienobjekte in der geographischen (natürlichen) Kartendarstellung, für die innerhalb der Konfiguration Informationen zur Reihenfolge (Nachfolger-Vorgänger-Relationen) vorhanden sind, muss zusätzlich ein Streckenselektionsverfahren implementiert werden. Dieses wird ebenfalls über die Symbolleiste ausgewählt. Die Selektion der Strecke erfolgt dabei durch Drücken der Maus auf dem ersten und Loslassen der Maus beim letzten zu selektierenden Objekt.

Bei den verschiedenen Selektionsoptionen sind die jeweils durchzuführenden Aktivitäten dem Benutzer durch geeignete Anpassung des Maus-Cursors anzuzeigen.

Selektionsmodifikation

Bereits durchgeführte Selektionen lassen sich beliebig verändern. Dabei ist der Standardselektionsmechanismus der entsprechenden Plattform umzusetzen. Bei gedrückter <Umschalt>-Taste wird die bestehende Auswahl um die neu selektierten Objekte erweitert. Bei gedrückter <Strg>-Taste werden die Objekte im Bereich des aufgezogenen Rahmens invertiert. D. h. bereits ausgewählte Objekte werden abgewählt und nicht ausgewählte Objekte werden markiert.

Selektionsverhalten

Bewegt man sich beim Aufziehen des Auswahlbereichs mit der Maus aus dem Fenster heraus, so muss dies automatisch zum Rollen des dargestellten Ausschnitts in die entsprechende Richtung führen, so dass auch Bereiche selektiert werden können, die größer als der momentan sichtbare Bereich sind.

Jedes selektierte Objekt ist unmittelbar mit einer entsprechenden Markierung (Rahmen oder angepasste Darstellung) zu versehen.

Des Weiteren sind die selektierten Objekte auch bei Deaktivierung des Fensters beizubehalten und geeignet hervorzuheben (z. B. kontrastärmere Darstellung). Bei erneuter Aktivierung des Fensters sind die entsprechenden Markierungen wieder normal darzustellen.

Objektauswahl über Listen und Baumdarstellungen

Bei der Objektauswahl in Listen- und Baumdarstellungen ist der Standardselektionsmechanismus der entsprechenden Plattform des Betriebssystems zu implementieren.

Zusätzlich zur Selektion mit der Maus ist die Objektauswahl über die Tastatur zu implementieren. Die Navigation geschieht dabei über die Auf-/Ab-Pfeiltasten. Die Rechts-/Links-Pfeiltasten dienen in Baumdarstellungen dazu, Unterstrukturen aufzuklappen bzw. zu schließen. Durch gleichzeitiges Festhalten der Umschalttaste wird die Selektion erweitert. Durch die Eingabe der ersten Buchstaben eines Listeneintrags wechselt die Selektion zum ersten passenden Eintrag.

In den Baumdarstellungen werden die Objekte des Systems nach verschiedenen Sichten hierarchisch strukturiert dargestellt. Diese Baumdarstellungen werden in Browserfenstern neben der Objektauswahl zur Veranschaulichung von Objektzusammenhängen verwendet.

Die graphische Selektion im Darstellungsfenster und die Selektion in der Liste/ Baumdarstellung muss gegenseitig synchronisiert werden.

Befehlsmengenanpassung an Objektauswahl

Die Methoden zur Befehlsauswahl (Menüleiste, Kontextmenüs, Symbolleisten etc.) müssen sich abhängig von den gewählten Objekten so verändern, dass nur noch für die selektierte Objektmenge sinnvolle Befehle ausgewählt werden können. Sind keine Objekte selektiert, steht der gesamte Befehlsvorrat zur Verfügung. Die notwendige Objektselektion erfolgt dann nach Aufruf des Befehls durch eine Objektauswahl über Listen bzw. Baumdarstellungen. Optional (Einstellung über entsprechendes Optionsmenü der Applikation) kann der Benutzer festlegen, dass auch noch nach bereits erfolgter Objektauswahl bei Auswahl eines Befehls eine nachgeschaltete Objektauswahl über Listen- bzw. Baumdarstellungen stattfindet, wobei die bereits ausgewählten Objekte in dieser Ansicht vorselektiert sind. Über diesen Mechanismus lassen sich dann einfach in graphischen Darstellungen Objektmengen vorselektieren und über die Listen- bzw. Baumauswahl modifizieren.

A 12.1.2 Aufbau der Hauptanwendung (Zentrale Menüleiste)

Das Hauptfenster der Applikation „Bedienung und Visualisierung“ sollte über ein zentrales, für alle weiteren Fenster zuständiges Hauptmenü verfügen.

Die untergeordneten Fenster (die Dialoge und eigentlichen Darstellungsfenster) können eigene Menüs und/ oder Symbolleisten enthalten. Damit kann der Funktionsumfang, der durch das entsprechende Fens-

ter zur Verfügung gestellt wird, über ein kompaktes Menü oder entsprechende Symbole einfach und direkt angesprochen werden.

Unter dem Gesichtspunkt, dass in den VRZ i. d. R. mehrere Monitore an einem Bedienrechner angeschlossen sind, ist das Hauptfenster der Applikation so zu gestalten, dass für die Clientfenster der gesamte Bildschirmbereich zur Verfügung steht. Das Hauptfenster ist nur für die Menüleiste, die Statuszeile und die Symbolleisten zuständig.

Zudem muss es möglich sein mehrere Instanzen des Hauptfensters öffnen zu können, um logische zusammenhängende Arbeitsbereiche gruppieren zu können. Beispielsweise muss es möglich sein mehrere SBA parallel bedienen zu können. Jede SBA muss dabei in einer eigenen Instanz des Hauptfensters bedient werden können, um so die jeweilige SBA im Fenstertitel und/oder der Taskleiste des Betriebssystems eindeutig identifizieren zu können.

A 12.1.3 Aufbau von Darstellungsfenstern

Die Hauptaufgabe der „Bedienung und Visualisierung“ (BuV) ist die dynamische Darstellung der im System verfügbaren Daten, die Analyse von archivierten Daten sowie die Einstellung von Parametern und das aktive Absetzen von Befehlen an die angeschlossenen Komponenten. Die Visualisierung geschieht dabei i. d. R. in Darstellungsbereichen. Die Bedienung erfolgt über entsprechende Dialog- oder Formularbereiche. In der Regel sind innerhalb eines Fensters beide Bereiche vorhanden.

Unter dem Begriff Darstellungsfenster werden deshalb im Folgenden immer Fenster zusammengefasst, die über automatisch aktualisierende Darstellungsbereiche (Darstellung als maßstäbliche Karte, stilisierte Karte, Diagrammdarstellungen etc.) verfügen. In Darstellungsfenstern werden die Infrastruktur und die statischen und dynamischen Attribute der (Infrastruktur-)Objekte des Systems visualisiert.

Darstellungsfenster können dabei über folgende Elemente verfügen:

- Menüleiste
- Symbolleisten
- Legende
- Statuszeile (unabhängig vom Hauptfenster zur Statusanzeige für dieses Fenster)

- Dialogbereich(e).

Der prinzipielle Aufbau ist in allen Fenstern einheitlich zu gestalten. Der fensterspezifische Inhalt der notwendigen Dialogelemente ist bei der Darstellung der einzelnen Fenster weiter unten genau erläutert. Wichtige Elemente in Dialogbereichen sind

- Baumdarstellungen (TreeView)
- Karteikartendarstellung (TabView)

- Darstellungsbereich(e).

Dieser Teil nimmt die Hauptfläche des jeweiligen Fensters ein.

Dynamisch sich ändernde Darstellungsbereiche sind:

- maßstäbliche Kartendarstellungen
- stilisierte Kartendarstellungen
- Diagrammdarstellungen
- Tabellen- und Listendarstellungen

Die ersten beiden Darstellungsformen (maßstäbliche und stilisierte Kartendarstellungen) müssen folgende allgemeine Anforderungen erfüllen:

- Darstellung von Objekten in Layern

- Ein-/ Ausblenden von Darstellungsobjekten
- Automatische (kollisionsfreie) oder manuell korrigierte Objektdarstellung mit absoluten bzw. relativen Koordinaten
- Bereitstellung von Ansichten

Layer

Die Darstellung der statischen und dynamischen Objekte erfolgt in Layern. Über die Objektzugehörigkeit zu einem Layer wird insbesondere die Zeichenreihenfolge geregelt. Die Zuordnung der Objekte zu den einzelnen Layern ist dabei zur Laufzeit online frei einstellbar zu realisieren.

Beliebige Layer müssen zur Laufzeit online ein- bzw. ausblendbar sein.

Ein-/ Ausblenden von Darstellungsobjekttypen

Einzelne Darstellungsobjekte oder komplette Darstellungsobjekttypen müssen sich zur Laufzeit ein- und ausblenden lassen. Der entsprechende Status ist je Bediener zu speichern und bei der nächsten Darstellung zu berücksichtigen.

Automatische (kollisionsfreie) oder manuell korrigierte Objektdarstellung mit absoluten bzw. relativen Koordinaten

Es sollten folgende Möglichkeiten unterstützt werden:

- Darstellung von Objekten entsprechend ihrer geographischen Koordinaten auf Basis des „Hotspot“. Diese Darstellung wird üblicherweise in der maßstäblichen Kartendarstellung verwendet. Um der Überlappung von Objekten bei der Darstellung vorzubeugen, ist wahlweise ein automatischer Antikollisionsalgorithmus zu implementieren.
- Die gegenüber ihrer natürlichen geographischen Lage verschobenen Objekte werden (online ein-/ ausschaltbar) über eine dünne Linie mit ihrem originalen Referenzpunkt verbunden, um die Zuordnung zu erleichtern.
- Darstellung von Objekten relativ zu anderen Objekten auf Basis des „Hotspot“. Diese Darstellung wird üblicherweise in der stilisierten Darstellung verwendet. Dabei werden die Koordinaten relativ zu einem anderen Objekt angegeben. Aktuelle Verkehrswerte eines Detektors will man z. B. in der stilisierten Darstellung auf Höhe des Detektorsymbols seitlich versetzt darstellen. In diesem Fall würde man für die entsprechenden Darstellungsobjekte „Messwertdarstellung“ die relative Darstellung zum Darstellungsobjekt „Detektor“ mit entsprechendem x-Offset einstellen. Um die zuvor beschriebene Problematik bei der Verwendung relativer Objektreferenzen in Darstellungen mit Darstellungsspalten zu vermeiden, muss in schematischen Anzeigen zudem eine Referenzierung auf Basis des für das jeweilige Darstellungsfenster gültigen x-y-Koordinatensystems möglich sein. Liegen dann z. B. die beiden Darstellungsobjekte „Messwertdarstellung“ und „Detektor“ in verschiedenen Darstellungsspalten, erfolgt ihre vertikale Kopplung (Anzeige auf gleicher y-Koordinate) über die Referenzierung ihrer vertikalen Lage über die y-Achse des Darstellungsfensters.
- Des Weiteren muss es online möglich sein, beliebige Objekte per Maus manuell zu verschieben, um die Darstellung übersichtlicher zu gestalten. Diese Modifikationen sind je Objekt und Fenster automatisch zu speichern und für zukünftige Anzeigen zu verwenden. Auch hierbei sind die verschobenen Objekte über eine dünne Linie (online ein-/ ausschaltbar) mit ihrem originalen Referenzpunkt zu verbinden.

Ansichten

Ansichten dienen dazu, zur Laufzeit sowohl den Ausschnitt (Raum), die dargestellten Objekte als auch das dynamische Verhalten der Objekte frei zusammenzustellen und unter einem eigenen Namen für den späteren Zugriff je Bediener abzuspeichern. Über die Definition von Ansichten wird dem Benutzer damit eine sehr komfortable Art und Weise zur in weiten Grenzen freien Konfiguration und Parametrierung „seiner“ Oberfläche zur Verfügung gestellt.

Legende

In allen Darstellungsfenstern kann eine zur Laufzeit ein- und ausblendbare Legende realisiert werden.

Die Legende sollte unabhängig von den zugehörigen Darstellungen realisiert werden. Die Legende kann anwendungsorientiert frei gestaltet werden. Es wird dem Anwender oder einem Administrator überlassen, ob nachfolgender formaler Aufbau (von oben nach unten) zur Anwendung kommt:

- Wappen des jeweiligen Betreibers
- Zeit- und Datumsanzeige
Hier wird i. d. R. nicht die aktuelle Uhrzeit angezeigt, sondern der Zeitpunkt der letzten Aktualisierung der Daten des jeweiligen Darstellungsfensters.
- Freier Legendenbereich
In diesem Bereich werden alle relevanten darstellungsabhängigen Bestandteile der Legende eingeblendet. Dabei werden nur die Objekttypen in der Legende dargestellt, die in der jeweils eingestellten Zoomstufe eingeblendet sind.

Zoomen von Darstellungen

In allen graphischen Darstellungen ist eine Zoom- und Pan-Funktion zu unterstützen. Dazu sollten bekannte Standard-Bedienelemente aus frei über das Internet zugänglichen Kartenanwendungen genutzt bzw. adaptiert werden. Ebenso sollte das Durchführen des Zooms über die gängigen Bedienelemente wie Maus und/ oder Tastatur entsprechend dieser bekannten Standard-Anwendungen erfolgen.

Optional ist ein Zoompanel vorzusehen, welches nur in Darstellungsfenstern eingeblendet wird, die über einen zoombaren Darstellungsbereich verfügen.

In diesem Zoompanel wird in stark verkleinerter Form das Gesamtbild des zoombaren Darstellungsbereiches mit Markierung des momentan angezeigten Ausschnitts dargestellt. Über die Verschiebung des markierten Bereichs bzw. über die Größenveränderung der Markierung mit der Maus lässt sich der sichtbare Bereich verändern. Das Zoompanel sollte relevante Informationen (z. B. die Verkehrslagedarstellung) trotz des stark verkleinerten Maßstabs trotzdem deutlich erkennbar darstellen, damit das Zoompanel auch als Überblick über die aktuelle Verkehrssituation für den gesamten Streckenbereich genutzt werden kann.

Maßstäbliche Darstellungen (Kartendarstellung)

Für maßstäbliche Kartendarstellungen sind die Infrastrukturobjekte wie Straßen, Ortschaften, Wälder, Gewässer etc. in unterschiedlichen Layern darzustellen.

Die natürliche, maßstäbliche Darstellung muss auf Basis einer digitalen Karte für das Gebiet des jeweiligen Betreibers im GDF-Format erfolgen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Informationen der digitalen Karte über einen zu liefernden Karteneditor sowohl korrigiert als auch um fehlende Informationen und Attribute ergänzt werden können müssen. Des Weiteren ist der zusätzliche Aufwand für eine graphisch ansprechende Visualisierung des Kartenmaterials zu berücksichtigen.

Die Visualisierung von (verkehrstechnischen) Attributen von Infrastrukturobjekten, die über eine entsprechende Kartengrundlage dargestellt werden, muss über zwei Methoden möglich sein:

- Änderung der graphischen Attribute der Darstellung wie Farbe, Linienstärke, Schraffur, Rasterung etc.
- Zuordnung von Punktobjekten zu konfigurierten Darstellungen (Icons)

Ansonsten gelten die zuvor beschriebenen allgemeinen Anforderungen.

Stilisierte Darstellungen

Stilisierte Darstellungen werden überwiegend zur Darstellung und Steuerung von kompletten Streckenbeeinflussungsanlagen und Netzbeeinflussungsanlagen verwendet. Stilisierte Darstellungen ermöglichen

eine bessere Nutzung der Darstellungsfläche, eine z. T. bessere Erkennbarkeit durch Weglassen nicht relevanter (geographischer) Informationen und ermöglichen durch unterschiedliche Maßstäbe innerhalb einer Darstellung die detailreiche Darstellung in Knotenpunkten bei gleichzeitiger Verdichtung in weniger komplexen Bereichen.

Für stilisierte Darstellungen gelten die zuvor beschriebenen Anforderungen sinngemäß. Insbesondere sind bei stilisierten Darstellungen die Darstellungsspalten zu unterstützen.

Diagramme

Diagramme müssen mindestens folgende Anforderungen abdecken:

- Es muss möglich sein, Diagramme mit beliebiger Belegung der Werte der x- und y-Achse zu konfigurieren
- Es muss die Darstellungsmöglichkeit eines Diagramms implementiert werden, in dem der Anwender ein Diagramm mit einer x-Achse und einer bzw. (durch Bedieneingabe) zwei y-Achse(n) (ausgenommen: Achse mit Ortsbezug) zur Laufzeit mit beliebigen, konfigurierten zeitabhängigen Größen (also zyklisch erfasste Werte aus der Datenhaltung) belegen kann
- Bei der Darstellung mit Ortsbezug (z. B. Streckenprofile) werden zusammenhängend angeordnete (Infrastruktur-) Objekte zu einem festen Zeitpunkt angezeigt. Die Darstellung muss auch automatisch aktualisierend erfolgen können.
- Die Darstellung (z. B. Streckenprofile) muss bei der Abfrage historischer Daten als „Film“ abgerufen werden können.
- Bei der Darstellung mit Zeitbezug werden die Attribute für den durch den Anwender wählbaren festen (vorkonfigurierten) oder frei wählbaren (durch Angabe eines Start- und Endzeitpunkts) Zeitbereich dargestellt.
Für Online-Daten ist der früheste mögliche Startzeitpunkt auf 24 h vor dem aktuellen Zeitpunkt zu begrenzen.
Für historische Daten aus dem Archiv sind Start- und Endzeitpunkt auf den Vorhaltezeitraum der Daten zu beschränken.
Eine sich automatisch aktualisierende Darstellung mit Fortschreibung der Daten (Anfügen neuer Datensätze/Zeitpunkte am rechten Ende der Zeitachse mit entsprechender Verschiebung) muss ebenfalls realisiert werden.
- Die Achsen müssen durch den Benutzer frei skalierbar sein (sowohl Größe als auch Typ wie z. B. linear, x-y-Verteilung, logarithmisch etc.).
Ebenso muss der darzustellende Wertebereichsausschnitt frei definierbar sein.
Es muss auch möglich sein, eine automatische Skalierung einzustellen. Bei nicht vollständiger Darstellung muss das Diagramm entsprechend rollbar sein.
- Die Bedeutung der dargestellten Werte (Zuordnung von Werten zu Graphen) ist in der Legende darzustellen. Über diese Legendendarstellung sind die einzelnen Graphen online ein- und ausblendbar zu gestalten.
- Die graphischen Attribute der Darstellung (Farbe, Linienbreite, Abstände, Raster etc.) sind durch den Benutzer parametrierbar zu gestalten.
- Es sind unterschiedliche Diagrammdarstellungen (Balken, Linien, Marker, Kuchen, etc.) auch gemischt innerhalb einer Diagrammdarstellung zu realisieren. Spezielle Diagrammtypen sind im Rahmen des Projekts gemeinsam zu entwickeln und festzulegen.

Tabellen und Listen

Tabellen und Listen dienen zur Darstellung größerer Mengen gleichartiger Datensätze in (normalerweise) textueller Form. Die textuelle Ausgabe stellt dabei die Regel dar. Es muss jedoch auch die Ausgabe von Teildaten in Form von Graphiken (kleine Piktogramme, z. B. bei der Darstellung der WVZ-Inhalte bei Schaltprotokollen etc.) möglich sein.

In solchen Tabellen und Listen werden für die ausgewählten Objekte die Attribute für einen Zeitpunkt dargestellt. Sie sind auch als aktualisierende Tabellen/ Listen zu realisieren, so dass immer der aktuelle Stand der Daten angezeigt wird.

Weiterhin sind auch mehrere Objekte innerhalb eines beliebigen Zeitbereichs darzustellen. Liegt das Ende des gewählten Zeitbereichs in der Zukunft, so ist die Tabelle/ Liste automatisch mit den sich aktualisierenden Werten fortzuschreiben.

In Tabellen und Listen sind zudem grundsätzlich folgende Funktionalitäten zu unterstützen:

- Änderung der angezeigten Spaltenreihenfolge durch Verschieben mit der Maus
- Sortierung der Tabelle/ Liste nach einer oder mehreren Spalten (wahlweise auf- oder absteigend)
Die Zeilenreihenfolge muss ebenfalls mit der Maus geändert werden können (manuelles Sortieren).
- Ein- und Ausblenden von Spalten
- Ändern der Breite von Spalten
- Filterfunktion
Über die Filterfunktion können nur Zeilen eingeblendet werden, die bestimmte Einträge in einer Spalte enthalten. Bedingte Ausdrücke bei der Formulierung des Filterkriteriums sind zu unterstützen.
- Vordefinierte Filterfunktionen sind über ein entsprechendes Pop-Up-Menü auswählbar

Es ist auf die knappe und effiziente Textmenge und -größe innerhalb einer Zeile zu achten. Sind im Ausnahmefall Zelleneinträge länger, als dass sie vollständig in der Zelle dargestellt werden können, ist ein Zeilenumbruch zu realisieren und die Zeilenhöhe automatisch so zu vergrößern, dass der gesamte Inhalt dargestellt wird. Ändert der Benutzer die Spaltenbreite, ist die Zeilenhöhe automatisch anzupassen. Zudem muss die Möglichkeit der Einstellung der individuellen Darstellungsgröße von Zeilen und Spalten bestehen.

Werden in einer Tabelle/ Liste Datensätze für einen zusammenhängenden Zeit- oder Strecken-bereich dargestellt, muss eine Umschaltung der Darstellung zwischen Zustands- und Änderungs-darstellung möglich sein.

Zustandsdarstellung

Bei der Zustandsdarstellung werden zu jedem Zeitpunkt alle Attribute aller Objekte vollständig ausgegeben, d. h. zu jedem dargestellten Zeitpunkt ist der Zustand aller Objekte direkt ablesbar.

Änderungsdarstellung

Bei der Änderungsdarstellung hingegen wird zu einem bestimmten Zeitpunkt nur dann eine Ausgabe für ein Objekt dargestellt, wenn sich gegenüber der letzten Darstellung für dieses Objekt bei einem der darzustellenden Attribute eine Änderung ergeben hat.

A 12.1.4 Sonstige Auswahl- und Darstellungselemente

Innerhalb der Dialogbereiche werden die üblichen Elemente, wie Button, Pop-Up-Menüs, Radiobutton, Checkboxes, Schieberegler, Listboxen etc., verwendet.

Zur Auswahl oder Änderung müssen in diesen Dialogbereichen normalerweise eine große Anzahl von Objekten mit einer hohen Anzahl von Attributen übersichtlich gehandhabt werden. Dazu dienen insbesondere die beiden folgenden von der BuV zu unterstützenden Elemente:

- Baumansichten (TreeView) und
- Karteikarten (TabView).

Baumansichten (TreeView)

Baumdarstellungen sind besonders zur Darstellung bzw. Auswahl einer großen, in einer Baumstruktur organisierbaren Menge von Objekten geeignet. Durch die Möglichkeit, ähnlich wie im Dateibrowser, Teil-

hierarchien beliebig auf- und zuzuklappen, lässt sich so sehr einfach innerhalb einer für den Benutzer relevanten Teilhierarchie die benötigte Detailinformation finden und auswählen.

Bei den für eine Baumdarstellung geeigneten Objektmengen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- alle Blätter des Baumes sind vom gleichen Typ. (vgl. dazu Darstellung wie bei gängigen Dateimanagern)
- die Blätter des Baumes sind von unterschiedlichem Typ. Die (eventuell benötigte) Darstellung der Attribute erfolgt dann unterhalb des aufgeklappten Blattknotens.

In dem Fall, dass alle Blätter vom gleichen Typ sind, ist eine geeignete Multiselektion zu implementieren.

Karteikartendarstellungen (TabViews)

Ist eine Gruppierung von Attributen oder Parametern für ein Objekt sinnvoll, sind Karteikarten innerhalb des Darstellungsfensters einzusetzen.

A 12.1.5 Ansichten

Unter einer Ansicht können zur Laufzeit der BuV online für jeden Darstellungsbereich einzeln je Benutzer ein zuvor eingestellter Ausschnitt mit einer ebenfalls frei parametrierbaren Darstellung zusammengefasst, gespeichert und bei Bedarf abgerufen werden.

Unter einem Ausschnitt wird ein rechteckiger Bereich des Grundbildes, definiert durch die Koordinaten der linken, oberen Ecke, seiner Breite und Höhe, verstanden, der durch die Anwendung der Zoomfunktionalität und/oder Anpassung der Fenstergröße erstellt wurde.

Unter einer Darstellung wird die freie Kombination von anzuzeigenden bzw. auszublendenden Darstellungsobjekttypen, Darstellungsobjekten, der freien Festlegung des Anzeige- und Zoomverhaltens dieser Objekte, der Anordnung der Objekte in ihren Layern etc. verstanden. Über eine Darstellung wird das gesamte Visualisierungsverhalten eines Darstellungsbereiches festgelegt.

Über die Funktionalität der Ansicht wird dem Benutzer ermöglicht, häufig benötigte Teilansichten eines Darstellungsfensters (nur AB-Kreuz x der Anlage y, Verengungsstelle der SBA z etc.) vorzudefinieren und bei Bedarf schnell abzurufen. Neben der Vorauswahl des anzuzeigenden Ausschnitts können aber auch die anzuzeigenden Darstellungsobjekttypen und ihr komplettes Zoomverhalten online parametrierbar, gespeichert und bei Bedarf abgerufen werden. Damit lassen sich, abhängig von der konkreten Aufgabe, bestimmte Ausschnitte unter wechselnden Kriterien analysieren (z. B. mit eingeblendeten Umfelddaten, ohne Umfelddaten, mit Messwerten etc.). Über die Ansichten lassen sich damit zur Laufzeit durch den Bediener nicht nur alle Darstellungsfenster online parametrieren, sondern auch Unteransichten zu einem konkreten Darstellungsfenster aufrufen.

Die Speicherung bzw. Verwaltung von Ansichten erfolgt jeweils über entsprechende Elemente in der Statusleiste bzw. Symbolleiste des zugehörigen Darstellungsfensters.

Folgende Funktionen sind für Ansichten zu realisieren:

- Neueingabe von Ansichten
- Ändern von Ansichten
- Löschen von Ansichten

A 12.1.6 Auflistung von Darstellungsobjekttypen

Für jedes Objekt ist ein Infofenster zu erstellen (eventuell generisch), in welchem alle (relevanten) Informationen zu diesem Objekt in textueller Form eingeblendet werden. Dieses Infofenster kann zu einem oder mehreren Objekten eingeblendet werden.

Sind durch einen komplexen Darstellungsobjekttyp mehrere Datenquellen unter einem Objekt zusammengefasst (z. B. mehrere WVZ zu einem AQ), so sind abhängig vom darzustellenden Detaillierungsgrad Summen-/ Sammelanzeigen vorzusehen.

Beispiel:

Darstellung eines Fehlers bei einem AQ, wenn dieser aufgrund der aktuellen Darstellung keine einzelnen WVZ anzeigt. In diesem Fall ist an dem AQ-Symbol eine Fehlerkennung darzustellen, solange einer der WVZ mindestens noch eine Störung meldet. Der Operator erhält damit auch in einer Übersichtsdarstellung Hinweise auf Bereiche, die über detailliertere Darstellungen überprüft werden müssen.

Verkehrslage/ Meldungslage

Die Darstellung der unterschiedlichen Verkehrslagen/ Meldungslagen erfolgt durch Einfärbung des zugeordneten bzw. berechneten Straßenabschnitts (fahrtrichtungsgetrennt, fahstreifen- und querschnittsweise).

Für die Verkehrslagevisualisierung besteht zum einen die Möglichkeit das Infrastrukturobjekt, für das eine Verkehrslage berechnet wurde, einzufärben. Zum anderen kann eine Zuordnung von punktuellen Infrastrukturobjekten zu Straßensubsegmenten oder anderen Straßenabschnitten hergestellt werden und damit eine Einfärbung der entsprechenden Abschnitte durchgeführt werden.

Hierzu ist jedem Streckenabschnitt mindestens eine geeignete Messstelle zuzuordnen. In Abhängigkeit von der Darstellungsgröße sind ggf. Streckenabschnitte zusammenzufassen und jeweils die schwerwiegendere Verkehrslage anzuzeigen.

Die streckenbezogene Darstellung und die Segmentierung sind im Einzelfall im Detail zu besprechen und nach verkehrstechnischen Gesichtspunkten festzulegen. Sinnvoll sind Segmentierungen zwischen Messquerschnitten oder die Segmentierung in die Messquerschnitte umgebene Bereiche (z. B. durch sinnvolle topographische Segmentierung oder durch Halbierung der Strecken zwischen zwei Messquerschnitten und Zuordnung der Teilsegmente zum nächstgelegenen Messquerschnitt).

Streckenabschnitte, die nicht klassifiziert werden können (z. B. aufgrund von Datenausfall), sind weiß einzufärben. Verkehrsabschnitte ohne Verkehrsdatenerfassung werden grau dargestellt.

Verkehrsstufe	Beschreibung	Bereich	Darstellungsfarbe
Z ₀	Störung der Erfassung bzw. keine Daten		weiß
Z ₁	freier Verkehr	stabil	grün
Z ₂	dichter Verkehr	stabil	gelb
Z ₃	zähfließender Verkehr	instabil	orange
Z ₄	Stau, Stop and Go	instabil	rot

Darstellung der Verkehrsstufen

Location

Die Location (AS, AK, AD, etc.) sind in der TMC-Verkehrslage sowie der TMC-Meldelage durch geeignete weiße Symbole (Punkte) darzustellen. In der TMC-Verkehrslage muss die Einfärbung der Location zur Visualisierung von Meldungen nach folgender Vorgabe möglich sein:

Beschreibung	Darstellungsfarbe
keine Meldung	weiß
dichter Verkehr	gelb
zähfließender Verkehr	orange
Stau, Stop und Go	rot
manuelle Meldung	blau
externe Meldung	violett

Objektdarstellung TMC-Meldungslage an Location

Alternativ oder zusätzlich können auch entsprechende Symbole zur Anzeige der TMC-Verkehrslage verwendet werden.

Umfelddaten

Alle Messquerschnitte müssen in der Bedienoberfläche symbolisch dargestellt werden. Die Bezeichnung und Zuordnung muss eindeutig sein. Auf Anforderung sollen folgende Umfelddaten in tabellarischer Form in einem Kontextfenster dargestellt werden:

- Eindeutige Bezeichnung der Station
- Zeitstempel
- Niederschlagsintensität *NI* [mm/h] und daraus resultierende Niederschlagsintensitätsstufe
- Wasserfilmdicke *WFD* [mm] und daraus resultierende Wasserfilmdickestufe
- Resultierende Nässestufe
- Sichtweite *SW* [m] und daraus resultierende Sichtweitenstufe
- Lufttemperatur *LT* [°C]
- Niederschlagsart *NS*
- Fahrbahnzustand *FBZ*
- Glättstufe(-warnung)
- Bodentemperatur in Tiefe 1 *TT1* [°C]
- Bodentemperatur in Tiefe 3 *TT3* [°C]
- Gefriertemperatur *GT* [°C]
- Fahrbahnoberflächentemperatur *FBT* [°C]
- Taupunkttemperatur *TPT* [°C]
- Relative Luftfeuchte *RLF* [%]
- Restsalz [%]
- Mittlere Windgeschwindigkeit *WGM* [m/s]
- Spitzenwindgeschwindigkeit *WGS* [m/s]
- Windrichtung *WR* [°]
- Zugeordnete AQ
- Fehlerstatus zu jedem Sensor

Die Wasserfilmdickenstufe (Fahrbahnzustand), die Niederschlagsintensitätsstufe und die Nässestufe sowie die Sichtweitenstufen und die Art der Glätte (-warnung) müssen in unterschiedlichen Farben symbolisch am entsprechenden Abschnitt dargestellt werden. Das Vorliegen von DWD-Wetterberichten muss erkennbar sein und auf Anforderung ausgegeben werden.

Die Symbole und die Tabellenwerte müssen bei Änderung der Werte automatisch aktualisiert werden. Nicht plausible Messdaten müssen eindeutig dargestellt werden (z. B. rote Schrift bei Messwerten, roter Hintergrund bei den Symbolen).

Mit einem Klick auf das Kontextfenster eines Messquerschnittes soll der Bereich des Messquerschnittes im Anlagenbild sichtbar werden. Die einzelnen Messquerschnittsbereiche müssen sich farblich voneinander absetzen.

Je nach Detaillierung der Darstellung ist an den Messstellen für Umfelddaten der erfasste Zustand mittels Symbolen entsprechend nachfolgender Tabellen darzustellen.

Witterung	Symbol
Störung	rot durchkreuzte Regenwolke
Trockenes Wetter	kein Symbol
Nass 1, 2 oder 3	3 Tropfen, 1, 2 oder 3 blau eingefärbt
Sichtweite	Auge und Zahl

Darstellung der Umfelddaten

Für die Darstellung von Sichtweiten im Bereich einer Nebelwarnanlage sind entsprechend der ermittelten Sichtweite eingefärbte Symbole auszugeben. Dabei kann z. B. die folgende Zuordnung gelten:

Sichtweite	Farbe
Störung	rot durchkreuztes Auge
Sichtweite über 400 m	weiß hinterlegt
Sichtweite unter 400 m	grün hinterlegt
Sichtweite unter 250 m	gelb hinterlegt
Sichtweite unter 120 m	orange hinterlegt
Sichtweite unter 80 m	rot hinterlegt
Sichtweite unter 50 m	violett hinterlegt

Darstellung der Sichtweiten

Eine Glättewarnung sollte visualisiert werden, die gewählten Farben bedeuten im Einzelnen:

grün	Keine Glättegefahr
gelb	Geringe Glättegefahr nach vorliegenden Messwerten bzw. Messwertverläufen, die sich bei ändernden Verhältnissen schnell erhöhen kann.
orange	Nach dem gemessenen Trend erhöht sich die Glättegefahr, bei gleichbleibendem Trend ist demnächst mit einer tatsächlichen Glättegefahr zu rechnen.
rot	Nach den Messdaten an der Messstelle muss mit einer kurz bevorstehenden Glättebildung oder einer bereits eingetretenen Glättebildung gerechnet werden, wenn keine Winterdienstmaßnahmen vorgenommen werden bzw. worden sind.

Darstellung der Glättewarnung

Zur symbolhaften Visualisierung der Niederschlagsart können Regentropfen oder Schneekristalle angezeigt werden, entsprechend dazu die Niederschlagsintensität durch die Anzahl von Regentropfen bzw. Schneeflocken. Die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit kann über einen farblich gestalteten Pfeil angezeigt werden.

Darstellung von Anzeigequerschnitten

Der Anzeigezustand von Anzeigequerschnitten ist auf geographischen Karten nur in Zoomstufen sinnvoll, die nur einen sehr kleinen Kartenausschnitt anzeigen und somit Platz für detaillierte Informationen lassen. Ansonsten sind Anzeigequerschnitte entsprechend ihres Typs (z. B. SBA, dWiSta, LSA) symbolisch darzustellen. Der genaue Anzeigezustand muss bei einem Mouse-Over-Event in einem Pop-Up-Fenster dargestellt werden.

Ereignismeldungen

Die vom Bediener eingegebenen oder die eingehenden Meldungen der Autobahnmeistereien (z. B. Einrichtung und Aufhebung von Arbeitsstellen, Unfall, Glätte usw.) sowie Meldungen der Landesmeldestelle sind durch geeignete Symbole an der dem Ereignisort entsprechenden Stelle im Übersichtsbild graphisch darzustellen. Hierzu sind soweit möglich die Symbole der StVO-Zeichen zu verwenden.

Meldungen der Betriebsüberwachung

Das Wartungsbuch (siehe Abschnitt 4.3) ist auf Anforderung durch den autorisierten Bediener in einem eigenen Fenster auszugeben. Der autorisierte Bediener muss hier die Möglichkeit haben, Änderungen und Ergänzungen in einzelnen Feldern des Wartungsbuches vorzunehmen und dieses nach verschiedenen Kriterien sortiert, mit allen oder ausgewählten Feldern und für ausgewählte Zeitbereiche zu drucken bzw. in Dateien (editierbarer Text) auszugeben.

Gerätestörungsmeldungen und wichtige Betriebsmeldungen wie z. B. das Erreichen der Kapazitätsgrenze der Datenhaltung und der Archivierung sind dem entsprechend autorisiertem Bediener in einem Fenster oder einer Meldungszeile auszugeben.

Die Meldung ist solange darzustellen, bis sie durch einen Bediener an einem Arbeitsplatz quittiert wird. Nach der Quittierung muss auf Wunsch eine nähere Spezifikation der eingegangenen Meldung in einem Fenster eingeblendet werden können.

Nach einer weiteren Quittierung der spezifizierten Meldung ist das Fenster wieder auszublenden.

Ein Fenster mit dem ausführlichen Katalog aller aktuell anstehenden Störungsmeldungen muss sich zu jeder Zeit ein- und wieder ausblenden lassen.

Gerätestörungen müssen über die Meldungszeile hinaus auch durch eine blinkende Darstellung (abschaltbar) des entsprechenden Symbols für dieses Gerät im Übersichtsbild (evtl. spezielles Übersichtsbild) angezeigt werden. Das Blinken des Symbols darf erst nach Quittierung der Störungsmeldung durch einen Bediener beendet werden. Die Störungsanzeige im Übersichtsbild bleibt in jedem Fall bestehen, bis die Störung behoben ist.

A 12.2 Mögliche Menüstruktur zur „Bedienung und Visualisierung“

A 12.2.1 Start

Unter diesem Menüpunkt gelangt man auf den Startbildschirm des Systems, der Operator View.

A 12.2.2 Datei

Unter diesem Menüpunkt sind die unter Windows üblichen Menüpunkte Informationen, Drucken, Beenden etc. enthalten.

Informationen

Mit diesem Menüpunkt werden aktuelle Informationen zum eingeloggten Benutzer (Name, Rolle(n), Zeitpunkt des Einloggens, Zeitpunkt der letzten Passwortänderung) angezeigt.

Drucken

Es erscheint die abhängig vom zu druckenden Fensterinhalt modifizierte Druckdialogbox. Die Modifikation ist abhängig vom Typ der zu druckenden Daten. So ist z. B. bei Fensterinhalten, die nicht nur als Graphik gedruckt werden können (z. B. Protokolle, Parameter etc.) eine entsprechende Wahlmöglichkeit vorzusehen. Die Option „An Seite anpassen“ ist vorzusehen.

Als Standardtastaturkürzel ist <Strg>+P vorzuversorgen.

Beenden

Dieser Menüpunkt beendet das Programm. Alle geänderten Einstellungen (globale und benutzerdefinierte) sind nach einer entsprechenden Sicherheitsabfrage zu sichern.

Als Standardtastaturkürzel ist <ALT>+F4 vorzuversorgen.

A 12.2.3 Verkehrsbeeinflussung

Unter dem Menüpunkt sind sämtliche Darstellungen zur Verkehrsbeeinflussung (Anlagenbilder) zusammengefasst. Zu jeder UZ existiert ein Menüpunkt. Dieser enthält ein Untermenü mit den dort versorgten Fahrtrichtungen. Jede Fahrtrichtung kann ein weiteres Untermenü mit der Aktivierung der Zustandsdarstellung sowie des Sonderprogrammdialogs der jeweiligen Fahrtrichtung enthalten.

Falls eine größere Menge von UZ an die VRZ angebunden ist, sollte das Hauptmenü sinnvoll gruppiert werden, z. B. regional oder nach Beeinflussungsart (SBA, NBA, KBA).

Ebenso ist bei einer größeren Auswahlmenge zu diskutieren, ob eine sog. Favoritenfunktion implementiert werden soll, die es dem individuellen Benutzer erlaubt, Favoriten festzulegen, die stets zu Beginn des Menüpunktes angezeigt werden, abgesetzt vom normalen, fest konfigurierten Menü durch einen horizontalen Strich. Diese Favoriten müssen in der Anzahl und Reihenfolge vom individuellen Benutzer frei vorgegeben werden können. Die Anordnung der Favoriten muss vom System automatisch gespeichert werden um beim nächsten Einloggen des Benutzer wieder so angezeigt werden.

Zustandsdarstellung

Die Bildausschnitte zu einer Verkehrsbeeinflussungsanlage müssen wie folgt gestaltet sein:

- schematische Darstellung der Streckenabschnitte, Anschlussstellen und Knotenpunkte.
- Anzustreben ist eine hohe Anzahl dargestellter Anzeigequerschnitte je Bildschirmseite, um einen möglichst großen Überblick zu geben.
- Fahrstreifenweise Einfärbung der Streckenabschnitte (einschließlich Rampen) gemäß aktuellem Verkehrszustand
- Darstellung (mit Angabe der Kilometrierung und der Betriebsart) der aktuellen Helligkeitsstufe und Anzeigezustände an den einzelnen Anzeigequerschnitten (mit Schaltzeit) durch StVO-konforme Symbole sowie der Veranlasser und Ausführender der Schaltung (in einem Objektinfofenster).
- Anzeigequerschnitte, die durch Handschaltungen, Sonderprogramme, Grundversorgung oder Vor-Ort-Schaltung beeinflusst sind, müssen durch entsprechende Symbole kenntlich gemacht werden.
- Die Messwerte der Verkehrsdatenerfassung sowie die Umfelddaten sind (z. B. tabellarisch) darzustellen und im Falle von Verkehrsdaten auch für den gesamten Querschnitt zu aggregieren.
- Darstellung der aktuellen Wetter- und Umfeldsituation durch vorgegebene Symbole bzw. Text.
- Die Messquerschnitte sind als Rechtecke in die Fahrstreifen einzublenden.
- Darstellung von Fehlerzuständen und Soll-/Ist-Abweichungen der Anzeigen, sofern das jeweilige UZ-System diese Information liefert.

Sonderprogramme

Für eine Anlage (z. B. SBA) müssen beliebig viele Sonderprogramme eingegeben werden können. Ein Sonderprogramm besitzt eine eindeutige ID, einen Programmnamen, eine konfigurierbare Programmart (z. B. Baustelle, Unfall, Grundversorgung etc.), den Programmmodus (Sonderprogramm oder manuelle Schaltung) den aktuellen Zustand (aktiv/nicht aktiv), ob die Schaltung „simuliert“ werden soll oder nicht ggf. eine Zeitspezifikation und eine Beschreibung. Simuliert heißt hier, dass sie in einer speziellen Sicht (s.u.) unter die tatsächlichen Schaltungen gemischt werden soll oder nicht.

Die BuV muss Funktionen bieten, um neue Sonderprogramme anzulegen, die oben genannten Eigenschaften zu definieren, vorhandene Sonderprogramme zu ändern oder zu löschen, Änderungen zu speichern und Sonderprogramme zu aktivieren bzw. zu deaktivieren.

Die Löschen, Speichern, Aktivierung und Deaktivierung von Sonderprogrammen ist durch Passworteingabe vor unberechtigtem Zugriff zu schützen.

Sonderprogramme sind in einer Baumstruktur mit ihrem Namen anzuzeigen. Dafür müssen die Benutzer beliebig viele Gruppen und Untergruppen innerhalb der Baumstruktur einrichten können. Per Drag&Drop können Benutzer Sonderprogramme innerhalb dieses Baums frei verschieben. Die Änderungen gelten für alle Benutzer.

Aktiv geschaltete Sonderprogramme müssen besonders hervorgehoben werden.

Bei Aktivierung von Trichtern für Sonderprogramme vervollständigt das Programm den Hauptbereich selbstständig um einen Vortrichter.

Mittels Aufhebung kann der Anwender für das Sonderprogramm auswählen, ob die Schaltung am nächsten AQ mit Z 282 aufgehoben werden soll oder nicht.

Die Streckenführung mit der momentanen Verkehrssituation und den für die Sonderprogrammsteuerung notwendigen Betriebsmittel sind darzustellen.

Unter der Streckenführung sind alle darstellbaren WVZ-Inhalte getrennt nach A/B/C-Schildern graphisch anzuzeigen, mit denen die Aqs belegt werden können.

Der Sonderprogrammdialog muss die Darstellung des gerade zu bearbeitenden Sonderprogramms sowie die „Simulation“ aller aktiven sowie auf „Simulation“ geschalteten Sonderprogramme in geeigneter Weise unterstützen. Denkbar ist eine Umschaltung dieser beiden Modi oder eine parallele Darstellung.

Die sofortige Rückmeldung einer erfolgten Schaltung und eine Darstellung des aktuellen Anzeigezustandes im Zustandsbild sind sicherzustellen.

Die Eingaben von Hand- und Sonderprogrammen sind vom Bediener zu bestätigen und mit Bedienername, Datum, Uhrzeit und Art der Schaltung (Neueingabe, Änderung, Löschung) zu protokollieren. Alle Schaltungen sind durch ein Passwort zu sichern.

Generierung eines neuen Sonderprogramms

Die Eingabe und Änderung der Eigenschaften eines Sonderprogramms ist komfortabel zu unterstützen.

Neben den grundsätzlichen Eigenschaften muss der eigentliche Inhalt der Schaltung des Sonderprogramms durch den Benutzer definiert werden. Dazu muss graphisch ein Geltungsbereich durch einen Start- und einen Endpunkt definiert werden können. Dies kann entweder durch die Definition eines Start- und End-Kilometers (Texteingabe) oder über direktes Setzen der Punkte mit der Maus erfolgen. Diese Punkte werden graphisch hervorgehoben und müssen durch den Anwender frei verschoben werden können. Die Punkte sind mit der aktuellen Kilometrierung zu beschriften.

Weiterhin muss eingegeben werden können, welche Geschwindigkeitsbeschränkung in diesem Bereich gelten soll, welche(r) Fahrstreifen gesperrt werden soll(en) und ob die Schaltung hinter dem Geltungsbereich durch entsprechende StVO-Schilder wieder aufgehoben werden soll. Standardeinstellungen bei Neueingabe sind zu unterstützen.

Durch die Angabe der Art der Schaltung (z. B. Baustelle) kann das System nun automatisch einen RWVZ-konformen Schaltvorschlag ermitteln, der dem Anwender dargestellt wird.

Eine ggf. notwendige Trichterung vor dem Geltungsbereich gemäß RWVZ wird ebenfalls automatisch ermittelt, wird allerdings nicht Teil des Sonderprogramms, sondern wird lediglich im „Simulationsmodus“ mit eingemischt. Dies gilt auch für die Regeln des Längs- und Querabgleichs.

Die vom System vorgeschlagenen Schaltungen für ein Sonderprogramm können anschließend manuell durch den Anwender modifiziert werden. Durch Klick auf ein WVZ werden die möglichen Anzeigezustände angezeigt, und das entsprechende Zeichen kann ausgewählt werden.

Die durch den Benutzer zuletzt ausgewählte Schaltung (z. B. Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h) muss solange auf beliebig viele WVZ gleichen Typs mit einem Mausklick übertragen werden können, bis eine andere Auswahl getroffen wird (Pinsel-Funktion).

Schaltungen eines gesamten Anzeigequerschnitts müssen über einen Kopieren/ Einfügen-Mechanismus auf andere (auch nicht identisch konfigurierte) Anzeigequerschnitte übertragen werden können.

Schaltungen eines gesamten Anzeigequerschnitts müssen über einen Mausklick neutral geschaltet werden können.

Schnellschaltdialog für Sonderprogramme

Neben dem Bediendialog, in dem ein Sonderprogramm neu erstellt oder editiert werden kann, ist ein Dialog vorzusehen, der nur die zur Zeit definierten Sonderprogramme in einer Liste vorhält. Über diesen Schnellschaltdialog kann ein bereits definiertes Sonderprogramm durch Auswahl in der Liste direkt geschaltet oder zurückgenommen werden. Weiter ist in diesem Dialog die Spezifikation des zeitlichen Gültigkeitsbereichs möglich.

Außerdem muss mit einer Freitextsuche ein Programm gesucht werden. Entsprechend der Eingabe wird dynamisch die gruppierte Liste (s.o.) entsprechend des Strings der Freitextsuche gefiltert.

Schaltungen für NBA

Bei einer manuellen Schaltung muss der Bediener zunächst in einer Übersichtsdarstellung eine Wechselwegweiserkette auswählen. In einer hierfür repräsentativen Anzeigedarstellung (Wechselwegweiser) muss der Bediener mögliche Ziele und ggf. zugehörige Pfeile Warnhinweise (Stau, Staugefahr ggf. mit Ortsangabe) auswählen können. Ziele und Warnhinweise müssen zusammen oder auch einzeln vorgegeben werden können.

Editierbare Texte für Wechseltextanzeigen sind über ein Auswahlmenü einzugeben.

Manuelle Schaltungen dürfen nur durch Bediener festzulegender Bedienerklassen eingegeben werden.

Für Wechselwegweiser müssen folgende Bedienhandlungen möglich sein:

- Schaltung einer gesamten, vorkonfigurierten Wegweiserkette
- Schaltung von vorkonfigurierten Programmnummern eines Wechselwegweisers
- Schaltung einzelner Komponenten eines Wechselwegweisers

Durch eine Plausibilitätskontrolle sind bei Einzelauswahl von Zielen und Hinweisen unzulässige Kombinationen zu verhindern.

Manuelle Schaltungen

Eine manuelle Schaltung ermöglicht dem Benutzer Schaltvorgaben zu machen, die später genau wie vorgegeben geschaltet werden. Der gravierende Unterschied zu Sonderprogrammen ist, dass hier keine Überlagerung mit automatischen Schaltungen möglich ist.

Eine Erklärung der manuellen Schaltung der Anlage kann in einem Textfeld eingegeben werden.

Das System muss die Handschaltung einer beliebigen Zeichenkombination an einem Anzeigequerschnitt ermöglichen. Hierbei wird eine Verträglichkeitsprüfung mit Hilfe von Verriegelungsmatrizen durchgeführt. Handschaltungen haben gegenüber Automatik- und Sonderprogrammen die höchste Priorität. Die Ausführung einer solchen Schaltkombination liegt in der vollen Verantwortung des Bedieners.

Die Handhabung einer manuellen Schaltung verläuft identisch der der Sonderprogramme.

Helligkeit

Im Normalfall wird die Helligkeit der Wechselverkehrszeichen automatisch vom Verkehrsrechner aufgrund der von den an jedem AQ installierten Helligkeitssensoren gelieferten Werte eingestellt. Dieser am WVZ eingestellte Helligkeitswert wird dem Benutzer in der Zustandsdarstellung angezeigt.

Beim Auswählen des Menüpunktes "Helligkeit" hat der Benutzer die Möglichkeit, die Helligkeitssteuerung vom Automatikbetrieb auf den manuellen Betrieb umzuschalten. Bei Wahl der manuellen Helligkeitssteuerung kann (muss) zudem die Helligkeitsstufe in Prozent eingegeben werden.

Die Helligkeitssteuerung für eine Anlage muss bei manueller Schaltung für jeden AQ einzeln steuerbar sein. Dafür müssen die entsprechenden Anzeigequerschnitte mit der Maus angewählt werden. Anzeigequerschnitte, deren Helligkeit nicht manuell vorgegeben wird, werden weiterhin durch die Helligkeitsautomatik gesteuert.

Betriebsart

Nach Aufruf dieses Menüpunktes kann der Bediener (mit Sicherheitsabfrage) einzelne Anzeigequerschnitte einer SBA oder NBA je nach aktuellem Status vom Blind- in den Normalbetrieb bzw. umgekehrt schalten.

A 12.2.4 Verkehrsmanagement

Unter dem Menüpunkt „Verkehrsmanagement“ sind alle Funktionen zusammengefasst, die das aktive Verkehrsmanagement außerhalb der direkten Verkehrsbeeinflussung betreffen. Dies sind insbesondere die Verkehrslagedarstellung, Verkehrsmeldungen sowie die optionalen externen Applikationen wie Straßenzustands- und Wetterinformationssystem, Baustellenmanagement, Strategiemangement etc.

Netzansicht

In einem gemeinsamen Übersichtsbild ist das Autobahnnetz im Zuständigkeitsbereich des Betreibers mit Darstellungen der angrenzenden Bereiche in Form einer elektronischen Straßenkarte darzustellen (maßstäbliche Darstellung auf Kartengrundlage). Im Bildhintergrund sind die wichtigsten topographischen Merkmale (Städte, Gemeinden, Flüsse, Straßen, Gewässer, Regierungsbezirke, etc.) einzublenden und zu beschriften.

Folgende Objekte müssen im Grundbild enthalten sein, wobei alle Objekttypen einzeln separat ein- und ausblendbar sein müssen (siehe Objektauswahl weiter oben).

- Statische Objekte
 - Autobahnmeistereien, AM-Grenzen
 - BAB-Nummern,
 - BAB-Knotenpunkte,
 - Anschlussstellen,
 - Statische Geschwindigkeitsbeschränkungen (Blechschilder) - falls versorgt,
 - Bereiche der Verkehrsbeeinflussungsanlagen,
 - Lage der Anzeigequerschnitte,
 - Landesmeldestelle (LMSt) - falls versorgt,
 - Landesgrenzen,
 - Umrisse der Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern,
 - Bundesstraßen,
 - Waldgebiete,
 - größere Flussläufe,
 - markante Objekte,
 - etc. (alle darstellbaren Objekttypen des Systems).

- dynamische Objekte
 - VRZ,
 - UZ,
 - Streckenstation,
 - Verkehrslage (querschnittsbezogen),
 - SBA mit Streckenbelastung und Umfeldmeldungen,
 - NBA mit Umleitungsangaben,
 - Glättemeldeanlagen (GMA),
 - Unfall- und Baustellenangaben,
 - TMC-Meldungen
(Das Vorhandensein von TMC-Meldungen wird durch entsprechende Symbole angezeigt. Nach Selektion und Aufruf eines entsprechenden Befehls wird der Meldungstext angezeigt.)
 - etc. (alle darstellbaren Objekttypen des Systems).

Ereigniskalender

Der Bediener muss einen Ereigniskalender auf dem Bildschirm erhalten, in dem Feiertage, Ferienzeiten oder verkehrsrelevante Großveranstaltungen (z. B. Messen) eingesehen, markiert und gepflegt (Eingabe, Änderung, Löschung) werden können. Diese Daten werden in die Datenhaltung übernommen. Beim Öffnen des Ereigniskalenders muss das aktuelle Datum angezeigt werden und ggf. gültige Ereignisse farblich hervorgehoben sein. Zu berücksichtigende Ereignisse sind beispielhaft in Anhang 5 aufgelistet.

A 12.2.5 Analyse

Unter dem Menüpunkt „Analyse“ sind alle Funktionen zusammengefasst, die sich mit der Analyse von Verkehrsdaten und Verkehrssituationen beschäftigen. Dazu zählen das Streckenprofil, die Darstellung des Anlagenstatus, Zugriff auf Protokolle und Auswertungen sowie die optionalen, ggf. externen Funktionen wie Simulation oder Ganglinienarbeitsplatz.

Streckenprofil

Die Auswahl der Streckenzüge erfolgt entweder entsprechend der im Anhang A 12.1.1 beschriebenen Methoden oder über zuvor frei zusammengestellte und gespeicherte Streckenzüge.

Das Streckenprofil stellt zeitbezogene, zyklisch erhobene Verkehrs- und Umfelddaten für einzelne Fahrstreifen bzw. Querschnitte dar.

Die Darstellung wird automatisch entsprechend der aktuellen Werte ständig aktualisiert. Zur Laufzeit muss der Benutzer die visualisierende Kenngröße auswählen können. Die Streckenprofil-Darstellung lässt sich mehrfach aufrufen, so dass verschiedene Darstellungen gleichzeitig beobachtet werden können.

Die Auswahl des anzuzeigenden Fahrstreifens erfolgt über eine Pop-Up-Liste im Dialogbereich der Darstellung.

Die angezeigten Kenngrößen werden zeitlich und räumlich interpoliert werden, damit ein vollflächiges Bild entsteht. Die dazu notwendigen Interpolationsregeln werden im Projekt festgelegt. Grundsätzlich bietet sich die Anwendung der ASM (Adaptive Smoothing Method) oder die Festlegung eines konfigurierbaren, statischen zeitlich-räumlichen Gültigkeitsbereichs pro Messquerschnitt an.

Falls Geschwindigkeitswerte angezeigt werden sollen, müssen die auf dem dargestellten Streckenzug gültigen Anzeigehalte und statischen Beschilderungen als eine zur Zeitachse horizontal verlaufende Linie in ausreichender Linienstärke dargestellt werden.

Die Messwerte sowie ggf. die Anzeigehalte werden über Farbabstufungen visualisiert.

Anlagenstatus

Im Anlagenstatus sind sämtliche Inselbusse mit angeschlossenen Streckenstationen sowie die Unterzentralen und die VRZ darzustellen. Das Piktogramm für eine Streckenstation muss die Inhalte Kilometrierung bzw. Nomenklatur sowie die angebundenen Funktionsgruppen beinhalten.

Störungen werden je nach Auswirkung durch eine parametrierbare farbliche Markierung dargestellt (Beispielsweise durch roten Hintergrund oder rote Umrandung von Objekten).

Über einen Befehl können die Versorgungsinformationen (statische Gerätekenndaten, Konfigurationstabelle, OSI3-Routingfeld, geographische Kenndaten, Knotennummer) von Streckenstationen direkt abgefragt und entsprechend dargestellt werden.

Protokolle und Auswertungen

Über den Menüpunkt „Protokolle und Auswertungen“ lassen sich sowohl beliebige Protokolle und Auswertungen definieren und abrufen als auch vordefinierte Protokolle und Auswertungen auswählen.

Ein Protokoll ist die Ausgabe von zustandsbeschreibenden Attributen (aus dem Archivsystem) zu einem oder mehreren Objekttypen und einem oder mehreren Objekten für einen beliebigen Zeitbereich.

Zu allen Attributen, allen Objekttypen und allen Objekten der Konfiguration müssen entsprechende Protokollanforderungen zusammengestellt, als wiederaufrufbare Protokolltypen gespeichert, und durch die Festlegung konkreter Zeitbereiche und konkreter Objekte abgerufen werden können.

Die entsprechenden Funktionen, die auf Anforderung die geforderten Daten zusammenstellen und der „Bedienung und Visualisierung“ über den Daten- und Dienstvermittler zur Verfügung stellen, sind auf dem Verkehrsrechner zu implementieren. Über eine spezielle Spezifikationsprache sind die Protokolle entsprechend den Anforderungen zusammenzustellen und zu verwalten.

Eine genaue Beschreibung der von der „Bedienung und Visualisierung“ zu unterstützenden Schnittstelle für Protokolle zum Verkehrsrechner enthält der Abschnitt 3.14.

Grundsätzlich müssen alle Protokolle in Dateiform gespeichert und gedruckt werden können

Alle Protokolldialoge sind formal identisch aufzubauen. Sie bestehen aus:

- Auswahlliste bzw. Baumansicht zur Spezifikation der Objekte, für die das Protokoll erstellt werden soll. Die zur Auswahl angebotene Menge von Objekten ist dabei abhängig vom Protokolltyp. Wurde beim Aufruf des Dialogs bereits eine Objektauswahl getroffen (siehe Anhang A 12.1.1), dann werden die ausgewählten Objekte in der Auswahlliste selektiert. Wurde keine Objektauswahl beim Aufruf des Dialogs getroffen, dann werden die zuletzt im Dialog verwendeten Objekte selektiert.
- Zeitspezifikationselemente
Der Zeitbereich ist dabei ein Gesamtzeitintervall, welches zusätzlich nach Stunden-, Wochentags, Monats- und Jahresgruppen sowie nach Feiertagen, Ferien und sonstigen Zeitbereichen aus dem Systemkalender (z. B. Hauptreisezeiten etc.) aufgeschlüsselt wird. Dadurch ergeben sich gegebenenfalls (Teil-) Zeitintervalle, die in der Darstellung zu kennzeichnen sind. Ebenfalls kann der Zeitpunkt in der Zukunft liegen (nicht bei allen Protokollen sinnvoll und möglich). In diesem Fall ist das Protokoll automatisch fortzuschreiben.
Beim Öffnen des Dialogs wird der zuletzt im Dialog verwendete Zeitbereich übernommen.
Die Zeitspezifikationselemente müssen sich komfortabel sowohl über die Tastatur als auch über die Maus einstellen lassen. Dabei sind entsprechende Plausibilitätschecks durchzuführen:

- Angabe von Zeiten in der Zukunft nur bei Protokollen, bei denen die zuvor beschriebene Funktionalität der Fortschreibung unterstützt wird.
- Wird die „bis“-Zeit kleiner eingestellt als die „von“-Zeit, so muss die „von“-Zeit automatisch dahingehend abgeändert werden, dass sie vor der „bis“-Zeit liegt.
- Bei einigen Protokollen bzw. bei den meisten Statistiken gibt es eingeschränkte Zeitelemente (z. B. nur Auswahl des Monats). Grundsätzlich werden nur Zeitelemente vorgegeben, die beim jeweiligen Protokoll auch sinnvoll sind. Bei einer Monatsstatistik können z. B. nur Monat und Jahr ausgewählt werden. Zudem ist nur ein Zeitfeld vorhanden, da die Spezifikation eines Zeitbereichs nicht sinnvoll ist.
- Umstellung der Darstellungsart als Änderungs- oder Zustandsprotokoll (beliebig schaltbar). Dies ist nur bei der Protokoll Darstellung über Listen oder Tabellen sinnvoll. Dabei werden die Daten maximal zweimal angefordert, einmal für das entsprechende Zustandsprotokoll und einmal für das entsprechende Änderungsprotokoll.
- Button zum „Anfordern“ des Protokolls
- Button zum „Abbrechen“

Bei der Abwicklung des Dialogs sind grundsätzlich folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Der Anfordern-Button darf erst angewählt werden können, wenn mindestens ein Listenelement ausgewählt wurde und eine Zeitspezifikation erfolgte.
- Der Fenstertitel muss nach dem Anfordern des Protokolls dahingehend geändert werden, dass im Fenstertitel neben dem Protokolltyp die ausgewählten Objekte und Zeitbereiche erkennbar werden.
- Das Eintreffen der angeforderten Daten ist ebenfalls anzuzeigen.
- Sollten zu einer Anforderung keine Daten vorliegen, ist der Text „keine Daten verfügbar“ einzutragen.
- Protokolle, die noch nicht vollständig an die Bedienstation übertragen wurden, müssen (z. B. durch Ausgrauen der Überschrift) gekennzeichnet werden. Sofern ein Druckauftrag oder sonstige weitere Bearbeitung einer unvollständig übertragenen Datei abgesandt wird, muss eine Warnung an den Benutzer erfolgen.
- Bei den Protokollen ist der Zeitpunkt der Anforderung des entsprechenden Protokolls einzutragen.
- Die Anforderung mehrerer Auswertungen muss parallel möglich sein.
- Grundsätzlich muss der aktuelle Systemzustand für den Benutzer erkennbar sein.
- Protokolle müssen grundsätzlich als über die im Anhang A 12.1.3 beschriebenen Tabellen und Listen mit dem dort beschriebenen Funktionsumfang darstellbar sein (Ein-/ Ausblenden von Spalten, Änderung der Spaltenreihenfolge, Sortierung nach Spalten etc.). Ein Großteil der vorab zu definierenden Protokolle ist zudem zusätzlich als graphische Darstellung (Linien-/ Balkendiagramm etc.) oder kombiniert darzustellen.

Auswertungen und Protokolle werden standardmäßig in ein geeignetes Standarddateiformat (z. B. .pdf, .csv, .xml, .html, .png) gespeichert und dem Anwender als Download angeboten. Außerdem muss der Versand per Email an einen frei definierbaren Verteiler angefordert werden können. Alternativ muss eine Auswertung/ ein Protokoll auch direkt an den Drucker gesendet werden können.

Die Ausgabe auf Drucker erfolgt entweder sofort, was bei einigen Störungsmeldungen evtl. notwendig ist, oder auf Anforderung. Im letzteren Fall muss es möglich sein, den Ausdruck vorher in einer Druckbildvorschau am Bildschirm zu sehen. Hierbei ist ein Zoomen, Blättern (Scrollen) und seitenweiser Druck vorzusehen. Ein Abbruch des Druckauftrags muss jederzeit mit gleichzeitigem Löschen des Druckerpuffers des entsprechenden Rechners möglich sein.

Der Bediener muss die Möglichkeit haben, den aktuellen Status einer Anforderung zu erfragen. Es muss mindestens drei unterschiedliche Zustände geben, nämlich „angefordert“, „in Arbeit“ und „aufbereitet“. Auswertungen müssen auch dann (weiter-) aufbereitet werden, wenn der Bediener sich abgemeldet hat. Bei der Durchführung von Auswertungen sind Konfigurationsänderungen / Parameteränderungen zu be-

rücksichtigen. Hierbei muss der Zeitpunkt einer für die Auswertung relevanten Änderung ausgegeben werden. Dem Bediener ist automatisch die Auswertung über alle Teilzeiträume anzubieten, die zwischen den jeweils vorliegenden Änderungen des angeforderten Auswertungszeitraums lagen.

Protokolldefinition

Entsprechend der im Abschnitt 3.14 festgelegten Anforderungen ist unter diesem Menüpunkt ein Dialog zu Spezifikation, Modifikation, Speicherung und Verwaltung von Protokolldefinitionen zu implementieren.

Protokolle müssen wahlweise für den einzelnen Benutzer oder für bestimmte Benutzergruppen bereitgestellt werden können.

Protokoll allgemein

Unter diesem Menüpunkt ist ein Protokolldialog für beliebige Protokolltypen zu realisieren. Zusätzlich zu den oben festgelegten grundsätzlichen Anforderungen an Protokolldialoge ist in diesem Dialog ein zusätzliches Auswahlelement zur Spezifikation des Protokolltyps vorzusehen. Durch generische Auswertung der diesem Protokolltyp zugrunde liegenden Protokollbeschreibung ist dann der Dialog automatisch mit seinen sonstigen Auswahl- und Darstellungselementen zu generieren. Als Darstellungselement ist für diesen allgemeinen Protokolltyp die Tabellen-/ Listendarstellung zu implementieren.

Durch diese Funktion lassen sich somit auch alle aktuell im System definierten Protokolle anfordern, ohne dass dazu die Bedienssoftware oder deren Konfiguration geändert werden muss.

Sonstige Protokolle

Neben dem Menüpunkt „Protokoll allgemein...“, über den sich alle über „Protokolldefinition...“ erstellten Protokolle abrufen lassen, sind für häufig verwendete Protokolle eigene Protokolldialoge zu erstellen, bei denen i. d. R. auch eine spezielle graphische Darstellung des Auswertungsergebnisses zu implementieren ist.

Die genaue Festlegung dieser Protokolle, ihrer graphischen Darstellung und die entsprechende Gestaltung des Menüs sind im Rahmen der Feinabstimmung mit dem Besteller detailliert festzulegen.

Eigene Auswertungen

Der Bediener muss die Möglichkeit haben, eigene Auswertungen über das Archivsystem durchzuführen. Der Bediener soll dazu keinen Zugang zum Online-System erhalten. Das Datenmodell auf dem Archivsystem soll auf Auswertungen optimiert sein und nicht auf den Online-Betrieb.

Zur Bedienung der eigenen Auswertungen sind komfortable Standard-Werkzeuge mit graphischer Benutzeroberfläche einzusetzen. Es muss möglich sein, Datenarten und deren Attribute zur Auswertung auszuwerten, diese mit anderen Datenarten zu verschneiden (z. B. Auswertung über Verkehrs-, Umfeld- und Schaltdaten) und zeitliche und räumliche Filter zu definieren. Auswertungsdefinitionen müssen für die spätere Wiederverwendung gespeichert werden können. Das Ergebnis muss in eine Datei in Standardformaten (mindestens pdf und csv) gespeichert werden können.

Beispiel Protokoll

Es sind mindestens die nachfolgenden Protokolle und Statistiken umzusetzen. Alle benötigten Protokolle, Auswertungen und Ganglinien müssen getrennt nach Anzeige- bzw. Messquerschnitten abgerufen werden können. Die Auswahl von Anfangs- und Endzeitpunkt (Datum und Uhrzeit) muss über eine Kalenderfunktion erfolgen. Weiterhin muss eine Datenexportmöglichkeit in ein gängiges Format (ASCII, .xls oder .csv) vorhanden sein.

Die Daten sind für mindestens ein Jahr online vorzuhalten.

Die Protokolle können in Absprache mit dem Besteller alternativ aufgebaut werden, müssen jedoch mindestens die hier aufgeführten Informationen enthalten.

10. Stufen FG 3 je Umfelddatenerfassung:

UDE Zeitpunkt	Sichtweitenstufe	Niederschlagsstufe	Wasserfilmdickenstufe	Nässestufe
08:19:00	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2

11. Rückmeldungen und Schaltgründe FG 4:

Hier müssen alle zum Zeitpunkt des Vorliegens eines weiteren Schaltgrundes anliegenden Schaltgründe je Schaltbild aufgeführt werden:

AQ Zeitpunkt	Schaltgrund:	Betriebsart	A	B	C	A	Folge-nr.
08:08:00	Harmonisierung (60)	N	60	Z 277	-	60	8556
08:09:23	Harmonisierung (60) Fahrstreifensperrung links (betriebstechnische Programme)	S	↘	Z 123	-	60	8557
08:13:55	Harmonisierung (60) Fahrstreifensperrung links (betriebstechnische Programme) Stau (Belegung) Stau (Z4)	S	↘	Z 123	-	dunkel	8558

12. Schaltungen:

Welche anfordernde Stelle hat wann welches betriebstechnische Programm angefordert?

Anforderung	Zeitstempel	Programm
Betriebstechnik	13.06.03 10:18:30	Fahrstreifensperrung rechts
Polizeibedienfeld		
GUI Tunnel-Unterzentrale		
ÜVR		

13. Störungen, Betriebs- und Systemmeldungen:

In diesem Protokoll sind auch Ausfälle der Schnittstelle zwischen Verkehrs- und Betriebstechnik sowie Sammelstörmeldungen der Schranken und Auslösungen der Höhenkontrollen zu dokumentieren.

AQ/MQ	Datum/Uhrzeit Beginn	Datum/Uhrzeit Ende	FG/Typ	DE-Fehler	ergänzende DE-Fehlermeldung
AQ 1223_Nt	23.08.04 23:01:34	23.08.04 23:55:01	FG4/Typ1	Störung Steuermodul	-

- Schnittstelle Betriebstechnik: alle über die lokale Schnittstelle zur Betriebstechnik gesendeten und empfangenen Informationen mit entsprechendem Zeitstempel
- Langzeitdaten (Stundenwerte) in 8+1 Fahrzeug- und Geschwindigkeitsklassen, Darstellung aller Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten nach LVE-Ergebnismeldung Version 24 der TLS 2012.
- DTV-Werte in 8+1 Fahrzeug- und Geschwindigkeitsklassen, Darstellung aller Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten nach LVE-Ergebnismeldung Version 24 der TLS 2012.

Um auch die Auswirkungen der Kurzzeitprognose auf die Ermittlung der Schaltgründe für die Automatikprogramme beurteilen zu können, ist auch die Speicherung und Ausgabe der Prognosezwischenwerte erforderlich.

Simulation

Die Simulation dient ausschließlich zur Parametrierung der Anlage in der Einfahrphase bzw. zur nachträglichen Optimierung des Steuerungsablaufs durch verkehrstechnisch geschultes Personal.

Die Simulation arbeitet mit eigenen Parametersätzen, die als aktuelle Parameter für die Simulationsstrecke übernommen werden können.

Es wird unterschieden nach Online- und Offline-Simulation. Bei der Online-Simulation werden aktuelle Werte verarbeitet. Mittels der Offline-Simulation ist es möglich, mit bereits erfassten Verkehrsdaten eine

bestimmte (Verkehrs-)Situation nochmals nachzustellen und so eine Feinparametrierung des Systems zu ermöglichen.

Die Bedienung und Visualisierung stellt unter diesem Menüpunkt die notwendigen Verwaltungsdialoge zur Initialisierung, Ablaufsteuerung, Auswertung und Verwaltung von Online- und Offline-Simulationen bereit.

Zur Unterstützung der Anforderungen aus der Simulation muss die Bedienung und Visualisierung zudem prinzipiell die nachfolgend aufgeführten Anforderungen erfüllen:

- Alle Darstellungsfenster bzw. Schaltdialoge müssen sich prinzipiell für alle aktuell gültigen „Simulationsvarianten“ öffnen lassen. Die Anmeldung erfolgt entsprechend auf die darzustellenden bzw. zu ändernden Daten der jeweiligen Simulationsvariante.
- Alle Protokolle müssen sich prinzipiell für alle aktuell gültigen „Simulationsvarianten“ abrufen lassen.
- Bei den Parameterdialogen müssen sich prinzipiell alle aktuell gültigen „Simulationsvarianten“ der Parameter bearbeiten lassen, wobei die entsprechenden Kopier- und Tausch-Funktionen auch zwischen aktuell gültigen Varianten möglich sein müssen.
- Für alle Fenster und Dialoge etc., die nicht die aktuellen Daten sondern Daten einer Simulationsvariante anzeigen, ist dieser Umstand durch eine deutlich sichtbare Kennzeichnung (andersfarbiger Hintergrund o.ä.) darzustellen.

A 12.2.6 Betrieb

Unter diesem Menüpunkt befinden sich alle Befehle zu betrieblichen Funktionen, über die sich alle betrieblich relevanten Ereignisse in der VRZ abwickeln lassen müssen.

Dazu zählen

- Betriebsmeldungsmanagement
- automatische und manuelle Erstellung/ Zusammenstellung von Meldungen und automatische Weiterleitung per E-Mail, Fax und SMS an die zuständigen Stellen
- Überwachung und Steuerung der Archivfunktionen
- Darstellung Glättmeldeanlage (inkl. Glättewarnungen)
- Darstellung Wettermeldungen

Archivsystem

Dieser Menüpunkt muss den Bediener bei der Durchführung von Aktionen bezüglich des Archivsystems (Abschnitt 3.5) graphisch unterstützen. Die Bedienung nutzt dazu die vom Archivsystem bereitgestellten Informationen und Dienste.

Die Festlegung, welche Daten durch das Archivsystem wie zu behandeln sind, muss parametrierbar sein (siehe Abschnitt 3.5).

Zur Parametrierung des Archivsystems ist ein Dialog vorzusehen, in dem alle Datenarten aufgelistet werden.

Pro Datenart kann angegeben werden, ob die Datenart archiviert werden soll und wie lange der Vorhaltezeitraum auf dem Online-System sein soll.

Wenn sich z. B. für die Simulation benötigte Daten nicht mehr im direkten Zugriff befinden, sie aber gesichert wurden, müssen diese Daten wiederhergestellt werden können (siehe Abschnitt 3.5). Der Vorgang der Wiederherstellung ist durch die Bedienung und Visualisierung zu unterstützen.

Dabei muss die Möglichkeit bestehen, über Kontrollelemente die wiederherzustellenden Daten durch die Angabe des gewünschten Zeitbereichs, der Konfigurationsobjekte, des Vorhaltezeitraums und der Datenarten zu spezifizieren.

Nach dem Start der Wiederherstellung ist der Bediener über den Fortschritt der Aktion zu informieren.

A 12.2.7 Einstellungen

Unter dem Menüpunkt „Einstellungen“ sind alle Funktionen zusammengefasst, die sich mit der Einstellung des Systems beschäftigen. Dazu zählen die Parametrierung, Benutzermanagement, Zeitspezifikationen und die Definition von Objektgruppen.

Parametrierung

Über den Menüpunkt „Parameter“ müssen sich alle Parameter auswählen lassen, deren Änderung online möglich ist. Dabei bedeutet online, dass sich eine Änderung während des laufenden Betriebes in den betroffenen Teilen sofort auswirkt.

Die Änderung von Parametern darf nur Benutzern mit den entsprechenden Zugriffsrechten nach Bestätigung und Angabe eines Passwortes ermöglicht werden.

Grundsätzlich müssen alle Parameterwerte auch in Dateiform gespeichert, eingelesen und gedruckt werden können.

Alle Parameterdialoge sind formal identisch aufzubauen. Sie bestehen aus:

- Auswahlliste bzw. Baumansicht zur Spezifikation der Objekte, für die der Parametersatz zu ändern ist (siehe Anhang A 12.1.1)
- Auswahlelemente zur Wahl des Parametersatzes (Original, eine Simulation oder historischer Parametersatz)
- Über dieses Menü ist einzustellen, ob die Original-Parametersätze (also diejenigen, mit denen das Steuerungsmodell arbeitet), die Parametersätze einer Simulationsumgebung oder historische Parametersätze ausgewählt werden sollen.
- Steuerelemente zum Tauschen, Kopieren und zum Speichern (Ändern) der ausgewählten Parametersätze
 - Die Ändern-Funktion überträgt die vorgenommenen Änderungen nach Prüfung der Zugriffsrechte (Passwortabfrage) in die Datenhaltung.
 - Die Kopier-Funktion kopiert den ausgewählten Parametersatz auf den Original-Parametersatz (sofern ein Simulationssatz oder ein historischer Satz ausgewählt war) oder den Original-Parametersatz auf einen auszuwählenden Simulations-Parametersatz.
 - Die Tausch-Funktion arbeitet analog zur Kopier-Funktion, nur werden hier die beiden korrespondierenden Datensätze miteinander vertauscht.
- Parameterfelder, in denen die zu ändernden Parameter einzutragen sind. Dabei wird jeweils der aktuelle Parametersatz angezeigt. Entsprechend der voreingestellten (bei Standarddialogen) bzw. der generisch über das Metamodell ermittelten Eigenschaften des Parameterattributs sind entsprechende Dialogelemente (Textfelder, Pop-Up-Menüs etc.) mit entsprechender Wertebereichs- und Plausibilitätsprüfung zu verwenden.

Parameter allgemein

Der Aufbau und die Struktur der Parameterdatensätze sind über das Metamodell dynamisch zu ermitteln. Aufgrund der so ermittelten Informationen ist ein entsprechend generisch aufgebauter Dialog zu implementieren, über den alle aktuell verfügbaren Parameterarten parametrierbar sind. Dieser Dialog muss zusätzlich zum allgemein geforderten Aufbau eine Auswahlmöglichkeit zur Parameterdatenart enthalten und den Dialog generisch aus den Metainformationen entsprechend der ausgewählten Parameterdatenart dynamisch aufbauen.

Durch diese Funktion lassen sich somit auch alle später in das System integrierten Parameter editieren, ohne dass dazu die Bediensoftware geändert oder umkonfiguriert werden muss.

Sonstige Parametersätze

Neben dem Menüpunkt „Parameter allgemein...“, über den sich alle vorhandenen Parametersätze parametrieren lassen, sind für häufig verwendete Parameter eigene, dem speziellen Problem besser angepasste Dialoge zu implementieren.

Die genaue Festlegung dieser Parameterdialoge und entsprechende Gestaltung des Menüs sind im Rahmen der Feinabstimmung mit dem Besteller detailliert festzulegen.

Konfiguration

Messquerschnitte

Hier muss der Bediener neue Messquerschnitte definieren oder vorhandene ändern können. Die folgenden Eingaben sollten u.a. möglich sein:

- Name des Messquerschnitts,
- Straßenbezeichnung,
- Kilometrierung des Standortes,
- zugeordnete Unterzentralen, Streckenstationen, FG, EAK, ...,
- Anzahl der Fahrstreifen, Zufahrten und Abfahrten in Richtung Norden/ Osten und Süden/ Westen,
- Abstand zum nächsten Richtungsquerschnitt,
- Name des Vorgänger- und Nachfolgerquerschnitts,
- zu erfassende Datenarten,
- Regeln für die Plausibilitätskontrolle und Datenaggregation,
- Platzierung der Darstellung des Messquerschnitts auf den jeweiligen Oberflächen,
- Zeitpunkt der Änderung,
- Name des Bedieners, der die Definition oder Änderung durchführte.

Die Möglichkeiten, die sich aus der objektorientierten Modellierung ergeben, sind hier geeignet zu nutzen.

Abschnitte

Hier muss der Bediener die relevanten Parameter von Streckenabschnitten einsehen und ändern können. Diese Parameter sind Nummer und Name des Abschnitts, zugeordnete Messquerschnitte, normales und alternatives Fundamentaldiagramm, sein Ersatzabschnitt sowie der Faktor für die Ersatzdichte. Der Bediener muss in einer Liste einen Abschnitt anwählen können, die zu diesem Abschnitt gehörenden Werte müssen in Texteingabefelder automatisch eingeblendet werden und geändert werden können.

Anlagen zur Netzbeeinflussung

Der Bediener muss hier wesentliche Parameter der Anzeigen einer Netzbeeinflussungsanlage verändern und neue Anlagen definieren können. Die Parameter sind z. B.:

- Name der Wechselwegweiserkette,
- Name des Wechselwegweisers mit Kilometrierung des Standortes,
- Zugehöriger Dirigent,
- Parameter Anzeigesystem.

Anlagen zur Strecken-, Knotenpunkt- und punktuellen Beeinflussung

Der Bediener muss hier neue Anzeigequerschnitte einer Streckenbeeinflussungsanlage definieren und deren wesentliche Parameter verändern können (nur wenn absehbar ist, dass es hier zu Änderungen kommt). Dies sind z. B.:

- Name des Richtungsquerschnitts,
- Kilometrierung des Standortes,
- Name des Vorgänger- und Nachfolgerquerschnitts,
- Name des zugehörigen Abschnitts oder Messquerschnitts,
- mögliche WVZ-Inhalte

Benutzerverwaltung/ Zugriffsrechte

Zugangskontrolle

Um Zugang zum System zu erlangen, müssen über einen Dialog die Nutzerkennung und ein Passwort eingegeben werden. Nach der erfolgreichen Anmeldung entsprechend der Benutzerberechtigungen des Benutzers werden Funktionalitäten und Informationen des Systems frei geschaltet.

Bediener müssen sich vom System abmelden können. Solange sich kein neuer Bediener anmeldet, dürfen keine Funktionalitäten des Systems erreichbar sein. In diesem Fall ist nur ein Startbildschirm anzuzeigen, der die Anmeldung eines autorisierten Bedieners erlaubt.

Der aktuell angemeldete Bediener muss auch sein Passwort ändern können. Hierbei ist das aktuelle, das neue und eine Wiederholung des neuen Passwortes einzugeben.

Benutzerverwaltung

Ein autorisierter Bediener muss neue Benutzer für das System anlegen, ändern und löschen können. Benutzer müssen auch aktiviert bzw. deaktiviert werden können. Das Passwort für einen Benutzer muss zurückgesetzt werden können. Einem Benutzer müssen Rollen zugewiesen werden können.

Ein autorisierter Bediener muss neue Rollen definieren können.

Zugangsberechtigungen zuweisen

Ein autorisierter Bediener muss den definierten Rollen Funktionen zuordnen können, die Benutzer mit dieser Rolle durchführen können. Es sind mindestens die Dialoge den Rollen zuzuordnen. Für komplexe Dialoge kann es zur Umsetzung des Rollenmodells sinnvoll sein, einzelne Controls zuzuordnen.

Zeitspezifikationen

Über den Systemkalender werden durch den Benutzer frei definierbare Zeitbereiche verwaltet und mit frei definierbaren Attributen versehen sowie unter einem beliebigen Namen abgespeichert. Über diesen Systemkalender sind z. B. Feiertage, Tage mit hoher Staugefahr, Urlaubs- und Ferienzeiten etc. zu verwalten, die nicht über normale Zeitfunktionen ermittelbar sind. Der Systemkalender wird u.a. dazu verwendet, bei der Festlegung von Zeitspezifikationen, z. B. bei der Abfrage von Protokollen, diese auf bestimmte Zeitbereiche einzuschränken. Dadurch lassen sich auch Zeitbereiche einfach in z. B. Protokollabfragen einsetzen, die durch die normalen Zeitspezifikationselemente nicht oder nur sehr schwierig definierbar wären (z. B. alle Ferientage eines Jahres).

Die Verwaltung der Daten erfolgt auf dem Verkehrsrechner. Unter diesem Menüpunkt ist in der „Bedienung und Visualisierung“ das entsprechende Interface zur Interaktion mit der entsprechenden Funktion auf dem Verkehrsrechner zu implementieren.

Objektgruppen

Unter diesem Menüpunkt sind Dialoge zur Definition, Modifikation, Speicherung und Verwaltung benutzerspezifisch zusammengestellter Objektgruppen zu integrieren. Die hier zusammengestellten Objektgruppen erscheinen in anderen Auswahldialogen (sofern vom Typ her sinnvoll) und können genauso verwendet werden wie fest konfigurierte bzw. dynamisch erstellte Objektgruppen.

Diese Funktion ist vor allem zur Definition von Streckenzügen (Verwendung bei Befehl Streckenprofile...), Zusammenstellung von Teilmengen eines Objekttyps einer Anlage (z. B. zur gezielten Überwachung oder Protokollierung) etc. gedacht.

Diese Funktion stellt damit für den Benutzer eine einfache Möglichkeit dar, spezielle Zusammenstellungen von Objekten (MQ, Detektoren etc.) unter einem Namen anzulegen und in Auswertungen direkt auf „seine“ Objekte zuzugreifen.

A 12.3 Bedienung und Visualisierung in der AM

Die einzelnen Autobahnmeistereien (AM) sind, soweit sie in die Verkehrsbeeinflussung einbezogen sind, ebenfalls mit Bedienstationen ausgestattet. Über diese Bedienstationen müssen mindestens die folgenden Informationen abgerufen oder eingegeben werden können:

- aktuelle Verkehrssituation auf den Autobahnen im Bereich (inkl. eines Übergangsbereichs) der AM (ggf. auch auf Bundesstraßen),
- Darstellung des Verkehrs- und Anzeigezustandes aller Verkehrsbeeinflussungsanlagen im Bereich der AM,
- Darstellung der Umfelddaten,
- Darstellung und Protokolle der Betriebsstörungen aller Anlagen und Geräte,
- Eingabe von Baustellen und sonstige Behinderungen (Unfälle, Vollsperrungen),
- Bedienung der Verkehrsbeeinflussungsanlagen,
- Abruf und Darstellung der Verkehrsdaten einzelner Messstellen,

Prinzipiell muss die Bedienung einer AM die Aufgaben der Bedienung einer anderen AM z. B. als Vertreter übernehmen können. Ebenso muss eine AM Daten angrenzender Randgebiete einer Nachbar-AM visualisieren können.

Um zu verhindern, dass für jede Beeinflussungsanlage im Bereich einer AM unterschiedliche hersteller-spezifische Bedienstationen in einer AM installiert werden, sind alle diese Aufgaben in einer einheitlichen Bedienung zu integrieren. In den einzelnen AM sind daher VRZ-Bedienstationen aufzustellen. Anpassungen und Erweiterungen der VRZ-Bedienung und Visualisierung sind so auch auf die Stationen in den AM übertragbar.

A 12.4 Beispiel für eine Schnittstelle zwischen Betriebs- und Verkehrstechnik

A 12.4.1 Allgemeine Protokolldefinitionen

Die Kopplung von Betriebs- und Verkehrstechnik soll mit einem einfachen, leicht verständlichen und leicht überprüfbareren Protokoll erfolgen.

Die Systeme sind über eine Schnittstelle gemäß DIN EN IEC-60870-5-1 zu verbinden. Dabei werden jeweils der erste bzw. zweite UZ-Rechner mit der jeweils ersten bzw. zweiten SPS verbunden, weiterhin muss eine Kopplung „über Kreuz“ erfolgen.

Da die serielle Verbindung im Gegensatz zu einer TCP/IP-Verbindung keinen Verbindungsstatus kennt, sind zyklisch von beiden Seiten Keepalive-Telegramme zu verschicken. An diesen Keepalive-Telegrammen erkennen die Partner, welche Verbindung aktiv ist. Dabei gibt die Verkehrsunterzentrale vor, welche Verbindung zu verwenden ist. Auf Seite der Betriebstechnik muss dies erkannt und die entsprechende Verbindung in Gegenrichtung aktiviert werden. Werden keine Keepalives empfangen, müssen nach vier Intervallen entsprechende Fehlermeldungen in der Alarmliste (Betriebstechnik) bzw. Fehlerliste (Verkehrstechnik, mit Weiterleitung an den Zentralen Verkehrsrechner) erscheinen.

Über die aufgebaute serielle Verbindung sind die Daten in Form von ASCII-Text zu übertragen, bei dem pro Datensatz eine Textzeile übertragen wird. Die einzelnen Teile des Datensatzes (Datentyp, Zeitstempel, Objekt-Bezeichnung und Daten) sind von einem festgelegten Trennzeichen zu trennen. Als Trennzeichen wird zunächst das Komma festgelegt, aber es muss konfigurierbar sein, damit spätere Änderungen möglich sind. Das Trennzeichen muss so gewählt werden, dass es nicht in den Datensätzen vorkommen kann.

Die Schnittstellenprotokolle sind direkt durch Schreiben der empfangenen oder gesendeten Daten in eine Datei zu erzeugen. Diese Protokolle liegen dann im Klartext vor und bedürfen keiner weiteren Decodierung. Zur Kennzeichnung der Schnittstelle des zugehörigen Protokolls ist ein entsprechender Dateiname zu verwenden.

Der konkrete Aufbau eines als Textzeile übertragenen Datensatzes ist wie folgt:

DATENTYP, ZEITSTEMPEL, OBJEKTIDENTIFIKATION, OBJEKTDATEN [, OBJEKTDATEN] ...

DATENTYP

bezeichnet den Type der übertragenen Daten und enthält ein vereinbartes Schlüsselwort, z. B. VLAGE für Verkehrslage oder BETRPRG für Betriebsprogramm.

ZEITSTEMPEL

enthält den Zeitstempel des Ursprungs der übertragenen Daten. Er wird als lokale Zeit in der Form tt:mm:jj:hh:mm:ss:[SW] übertragen. [SW] bezeichnet hier entweder S für Sommerzeit oder W für Winterzeit. Führende Nullen sind mit zu übertragen, so dass alle Angaben zwischen den Doppelpunkten zweistellig sind. Z. B. bezeichnet 01:08:02:13:45:00:S den 1.8.2002, 13 Uhr 45 und 0 Sekunden in lokaler Sommerzeit.

OBJEKTIDENTIFIKATION

bezeichnet eine konstante Zeichenfolge, die das Objekt identifiziert, zu dem die folgenden Daten gehören, z. B. Name des Tunnels inkl. Fahrtrichtung bei Betriebsprogrammen.

OBJEKTDATEN

können mehrfach vorkommen und sind untereinander mit Trennzeichen zu trennen. Die Reihenfolge und Bedeutung der OBJEKTDATEN sind vereinbart. Bei Betriebsprogrammen ist hier z. B. eine Liste aller aktiven Programm-Nummern als Dezimalwerte vorzusehen.

Allgemein gelten noch folgende Regeln:

1. Groß und Kleinschreibung wird unterschieden.
2. Zeilen werden mit CR/LF abgeschlossen, wie unter Windows üblich.
3. Innerhalb einer Zeile sind keine weiteren Zeichen (z. B. Leerzeichen oder Tabs) erlaubt. Die Zeilen bestehen nur aus den Einträgen und den Trennzeichen, gefolgt vom Zeilenende.
4. Die Datenübertragung überträgt nach Kommunikationsaufbau alle Daten komplett. Danach ist zyklische Übertragung für die Verkehrs- und Umfelddaten vorgesehen. Die Schaltanforderungen werden ereignisorientiert bei Änderung übertragen.

Für die Festlegung der OBJEKTIDENTIFIKATIONEN ist der jeweilige Sender der Daten zuständig.

Die Verbindung ist durch KEEPALIVE-Telegramme auf Ausfall zu überwachen.

A 12.4.2 Keepalive-Telegramme

In beiden Richtungen werden Keepalive-Telegramme verschickt. Dazu wird folgendes Format verwendet:

KEEPALIVE,<Zeit>,,

Die Objektidentifikation und der Parameter sind leer. Die Trennzeichen müssen vorhanden sein.

A 12.4.3 Betriebsprogramme

Der Tunnelleitrechner schickt der Tunnelunterzentrale Anforderungen, welche Betriebsprogramme aktuell zu Schalten sind. Dazu wird folgendes Format verwendet:

MBETRPRG,<Zeit der Anforderung>,<Tunnelfahrtrichtung>,<Programmnummer>
[,<Programmnummer>, ...]

Tunnelfahrtrichtung ist entweder Tu-PO-O oder Tu-PO-W.

Die Programmnummern sind die konstanten Werte 1 2 3 4 5 6 7 8 oder 9 (=Programme A - H2).

Beispiel: MBETRPRG,01:08:08:13:45:00:S,Tu-PO-W,2,3
fordert für den Tunnel Pörzberg Fahrtrichtung West die Betriebsprogramme 2 und 3 an. Die Anforderung gilt seit dem 1.8.2008 13:45:00 Uhr Sommerzeit.

Die Tunnelunterzentrale schickt dem Tunnelleitrechner die tatsächlich geschalteten Betriebsprogramme in der gleichen Weise. Dabei müssen bereits aktive Programme mit in die Anforderung eines weiteren Betriebsprogramms integriert werden!

A 12.4.4 Verkehrszustandsdaten

Sie werden nur von der Tunnelunterzentrale zum Tunnelleitrechner übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

VSTUFE,<Zeitstempel>,<MQ-Bezeichnung>,<Verkehrsstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Verkehrsdaten, die der berechneten Verkehrsstufe zugrunde liegen.

MQ-Bezeichnung, z. B. wie in der Ausschreibung verwendet. Es werden jedoch generell keine Leerzeichen verwendet.

Die Verkehrsstufe ist eine der folgenden konstanten Zeichenketten:

STAU
STOCKEND
FLUESSIG

Beispiel: VSTUFE,01:08:08:13:45:00:S,MQ 1234 S,STAU

A 12.4.5 Sichtweitendaten

Sie werden nur von der Tunnelunterzentrale zum Tunnelleitrechner übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

SSTUFE,<Zeitstempel>,<MQ-Bezeichnung>,<Sichtweitenstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Sichtweitendaten, die der berechneten Sichtweitenstufe zugrunde liegen.

MQ-Bezeichnung, z. B. wie in der Ausschreibung verwendet. Es werden jedoch generell keine Leerzeichen verwendet.

Sichtweitenstufe ist eine der folgenden konstanten Werte: 1 2 3 4 oder 5

Beispiel: SSTUFE,01:08:08:13:45:00:S,MQ UDE 1119 E,2

A 12.4.6 Adaptionstufen

Sie werden nur vom Tunnelleitrechner zur Tunnelunterzentrale übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

ADAPTIONSSTUFE,<Zeitstempel>,<TunnelFahrtrichtung>,<Adaptionsstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Sichtweitendaten, die der berechneten Sichtweitenstufe zugrunde liegen.

Tunnelfahrtrichtung ist entweder Tu-PO-O oder Tu-PO-W.

Adaptionsstufe ist eine der folgenden konstanten Werte: 1 2 3 4 5 oder 6

Beispiel: ADAPTIONSSTUFE,01:08:08:13:45:00:S, Tu-PO-W,2

A 12.4.7 Schaltstufe der Durchfahrtsbeleuchtung

Sie werden nur vom Tunnelleitrechner zur Tunnelunterzentrale übertragen. Das Format wird wie folgt festgelegt:

SCHALTSTUFE,<Zeitstempel>,<TunnelFahrtrichtung>,<Adaptionsstufe>

Der Zeitstempel enthält den Intervallbeginn der Sichtweitendaten, die der berechneten Sichtweitenstufe zugrunde liegen.

Tunnelfahrtrichtung ist entweder Tu-PO-O oder Tu-PO-W.

Schaltstufe ist eine der folgenden konstanten Werte: 1 oder 2

Beispiel: SCHALTSTUFE,01:08:08:13:45:00:S, Tu-PO-W,2

Anhang 13 Anforderungen an das Verkehrsinformationsmanagement

A 13.1 Engstellenverwaltung

Über die Funktionen der Engstellenverwaltung lassen sich notwendige Parameter zur Beschreibung von Baustellen und Unfällen eingeben.

Die mindestens einzugebenden Parameter zur Beschreibung einer Engstelle sind:

- Zeitraum der verkehrlichen Gültigkeit der Engstelle
Bei Baustellen: Dauer von...bis
bei Unfällen: geschätzte Zeit bis zur Räumung der Unfallstelle (Übermittlung erfolgt durch die zuständige Polizeidienststelle)
- Lage der Engstelle (betroffene BAB, Anfangskilometer, Endkilometer)
- Verkehrliche Eigenschaften der Engstelle (z. B. Engpasskapazität)

Nach einer vorgegebenen Zeit werden für noch nicht zurückgenommene Unfälle Meldungen generiert, die den Benutzer zu einer Überprüfung der eingegebenen Engstelle veranlassen sollen.

Während des Zeitraums der verkehrlichen Gültigkeit einer Baustelle sind folgende Plausibilitätsprüfungen zyklisch durchzuführen:

- Gesperrt gemeldete Fahrstreifen dürfen eine parametrierbare Verkehrsstärke (z. B. 3 Fz/min) nicht überschreiten.
- Die angegebene Engpasskapazität wird mit dem Verkehrsfluss stromabwärts hinter der Baustelle verglichen. Die dort gemessene Verkehrsstärke darf die Engpasskapazität maximal um einen parametrierbaren Faktor überschreiten.
- Erkannte Staus dürfen stromabwärts nicht über eine parametrierbare Länge über das Baustellenende hinausgehen.

Wenn eine dieser Prüfungen verletzt wurde, dann muss eine entsprechende Meldung generiert werden.

Auf Basis dieser Werte wird für die gesamte verkehrliche Gültigkeit der Engstelle eine Prognose über die die Staulänge und die Reisezeitverluste erstellt.

A 13.2 Verwaltung von Verkehrsinformationen

Der Bediener erhält die Möglichkeit, sowohl automatisch erzeugte Meldungen zu quittieren, zu ergänzen oder auch die Weitergabe zu unterdrücken, als auch eigene Meldungen zusammenzustellen und an die LMSt weiterzuleiten.

Hierzu werden in einer Tabelle alle automatisch erzeugten Meldungen dargestellt. Für eine parametrierbare Dauer ist auf das Quittieren, Löschen bzw. Editieren jeder Meldung zu warten. Falls innerhalb dieser parametrierbaren Zeit keine Aktion durch den Operator stattfindet, wird die jeweilige für diese Meldung durch den Operator parametrierte Aktion durchgeführt. Mögliche Aktionen sind:

- automatische Weiterleitung an die LMSt,
- Löschen der Meldung in der Meldungstabelle und speichern im Archivsystem mit der Zustandskennung „gelöscht“ oder
- Übergabe der Meldung an den Meldungseditor.

Wird für eine der anstehenden Meldungen automatisch eine Aufhebungsmeldung erzeugt, ist die Weiterleitung beider Meldungen zu unterdrücken. Das Timeout muss für beide Meldungen auf die Timeoutzeit der Aufhebungsmeldung gesetzt werden. Nach dem Timeout sind beide Meldungen in der Tabelle zu löschen und im Archivsystem mit der Zustandskennung „nicht versendet“ zu speichern.

In einem geführten Dialog kann der Operator zusätzliche Meldungen aus dem Meldungskatalog aufbauen bzw. automatisch erzeugte Meldungen editieren, Datum und Uhrzeit für die Gültigkeit der Meldung eingeben sowie den Ort und den Bereich identifizieren oder aus einem Katalog auswählen.

Dieser Dialog muss zu jedem Meldungselement alle möglichen Inhalte über Auswahllisten zur Verfügung stellen. Aufgrund der großen Anzahl von Meldungen sind gemäß Alert-C Meldungskategorien und sinnvolle Unterkategorien zur Auswahl anzubieten.

Manuell eingegebene Meldungen werden ständig wiederholt und müssen daher, wenn kein Gültigkeitszeitbereich (Dauerhafte Gültigkeit) eingegeben wurde, vom Bediener explizit zurückgenommen werden. Die Gültigkeit dieser Art von Meldungen muss regelmäßig bestätigt werden.

Jede automatisch oder manuell erstellte Meldung muss zusammen mit einer Zustandskennung (*„quittiert“ / „nicht quittiert“ / „nicht versendet“ / „gelöscht“ / „editiert“*) im Archivsystem gespeichert werden.

A 13.3 Automatische Erstellung von Verkehrsinformationen

Kriterien für die Erstellung von Verkehrsinformationen bei hoher Verkehrsbelastung sind die ermittelten Verkehrsstufen nach Abschnitt 3.8.3.1.

Verkehrsstufe Z_i	Ereignis-Meldung
Z_2	dichter Verkehr
Z_3	zähfließender Verkehr
Z_4 oder $b > b_{Stau}$ oder $v_{Kfz,g} \leq v_{Stau,ein}$	Stau

Zuordnung von Verkehrsstufen zu Ereignismeldungen

Die Staudetektion erfolgt aufgrund der ermittelten Verkehrsstufe oder aufgrund der Belegung im Messintervall:

1. An einem Messquerschnitt wird Stau detektiert, wenn die Verkehrsstufe Z_4 ermittelt wurde,
2. Aufgrund des Belegungsgrades wird an einem Messquerschnitt Stau detektiert, wenn entsprechend Staukriterium 1 (Belegungsgrad) in Abschnitt 3.8.3.3 gilt: $b > b_{Stau}$,
3. Aufgrund des in Abschnitt 3.8.3.3 beschriebenen Staukriterium 2 (geglättete Geschwindigkeit) wird ebenfalls an einem Messquerschnitt Stau ermittelt, wenn die ge glättete Geschwindigkeit $v_{Kfz,g}$ unter einem vorgegebenen Grenzwert $v_{Stau,ein}$ liegt.

Eine Verkehrsinformation wird erst dann erstellt, wenn die Ursache mindestens eine parametrierbare Zeit (Grundversorgung: 3 min) besteht. Zu einer Information wird die jeweils höchste Verkehrsstufe der Abschnitte zwischen zwei Knoten verarbeitet.

A 13.4 Umleitungsempfehlungen

Werden im Rahmen einer Netzbeeinflussungsanlage Umleitungsempfehlungen geschaltet (siehe Abschnitt 3.10.4), so sind diese an die LMSt als Verkehrsinformation zu übergeben.

A 13.5 Aufhebung von Verkehrsmeldungen

Eine an die LMSt abgesetzte Meldung wird erst dann aufgehoben, wenn sie länger als eine parametrierbare Zeit (Grundversorgung: 6 min) nicht mehr ansteht, um ein ständigen Wechsel zwischen Meldungserzeugung und Aufhebung der Meldungen zu vermeiden.

A 13.6 Infrastrukturschnittstelle LMSt-VRZ

Die Implementierung der Schnittstelle ist zwischen den Beteiligten bilateral festzulegen.

A 13.7 Meldungstelegramm LMSt-VRZ

Die Meldungen sind gemäß entsprechend standardisierter Protokolle (Alert-C, TRAVIN, DATEX II) zu kodieren. Sie sind sowohl für die Speicherung im Archivsystem als auch zur Übertragung an die LMSt weiterzuleiten. (siehe Schnittstelle zur LMSt) Dem Archivsystem werden hierzu die generierten Meldungen zu den einzelnen betroffenen TMC-Abschnitten in folgender Struktur übergeben:

TMC-Information	Inhalt	
Informationstyp	A	parametrierbar
Meldungsart	0 für neue Meldung, 9 für Aufhebung der Meldung (weitere Arten sind offen zu halten, da z. B. im Rahmen des Fehlermanagements die Art „4“ (Löschung einer fehlerhaften Meldung) bei Ausfall von MQ gemeldet werden könnte)	dynamisch
Geographische Bedeutung	Bisher ist „D“ vereinbart. Zukünftig sollte die geographische Bedeutung von der Strecke abhängig gemacht werden, d. h. dynamisch vergeben werden.	parametrierbar/ dynamisch
Zeitliche Dringlichkeit	B	parametrierbar
Quelle der Meldung Staat	D	parametrierbar
Quelle der Meldung Land	z. B. NW, BY etc.	parametrierbar
Quelle der Meldung Teilnehmer	VRZ (genaue Bezeichnung)	parametrierbar
Laufende Nummer	jede Meldung erhält eine eindeutige Nummer	dynamisch
UTC-Time Datum	Datum	dynamisch
UTC-Time Uhrzeit	Stunde, Minute, Sekunde	dynamisch
UTC-Time lokaler Zeit-Offset	+1 (MEZ) +2 (MESZ)	dynamisch
Senke der Meldung Staat	D	parametrierbar
Senke der Meldung Land	z. B. NW	parametrierbar
Senke der Meldung Teilnehmer	z. B. LMS-NW	parametrierbar
Datenbankidentifikation	1	parametrierbar
Gültigkeitszeitraum	2	parametrierbar
Reserve	leer	parametrierbar
Länge des Inhalts	5 (Einsequenzmeldung) bis 25 (Fünfsequenzmeldung)	dynamisch
Inhalt	Alert-C-Meldung	dynamisch

Codierung von TMC-Informationen

Bemerkungen:

- Die laufende Nummer wird vom Entstehen eines Ereignisses (außer keine Meldung) für einen Abschnitt über alle Veränderungen dieses Ereignisses bis hin zur Aufhebung der letzten Meldung für diesen Abschnitt beibehalten.
- Für die Aufhebung einer Meldung wird eine Meldung generiert, die als Ereignis das aufzuhebende Ereignis (und nicht das keine Meldung Ereignis) enthält. Da es sich bei dieser Meldung um eine Aufhebungsmeldung handelt, wird im Header bei der Meldungsart ("9" = Löschen) angezeigt.
- In den Fällen, in denen ein Stau in Fahrtrichtung wächst, d. h. der zuletzt überstaute Bereich immer noch überstaut ist und zusätzlich ein Stau in dem flussabwärts liegenden Abschnitt erkannt wird, wird
 - keine Aufhebungsmeldung für die LMS generiert
 - die Meldungsnummer beibehalten.
- Analog wird verfahren, wenn die Primärlocation entgegen der Fahrtrichtung verschoben wird. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass der Abschnitt, in dem nach dieser Verschiebung der Staubeginn liegt, auch vorher schon zu dem gemeldeten Stau gehörte.

- Die Uhrzeit wird in UTC + lokalem Zeitoffset (+ 0100 Winterzeit, + 0200 Sommerzeit) eingetragen.

A 13.8 Ausfallstrategie

Beim Neustart der Funktion ‚RDS-TMC Meldungserstellung‘ werden die zuletzt ermittelten Meldungen eingelesen. Hieraus muss für jeden Abschnitt ermittelt werden, ob eine Meldung gelöscht oder geändert werden muss und welches die nächste freie Nummer für das Meldungsmanagement ist.

Anhang 14 Anforderungen an den Umgang mit Meldungen des Betriebsüberwachungssystems

Folgende Funktionen sollten für jede Meldung möglich sein:

- Quittierung von Meldungen
- Wiedervorlage von Meldungen
- Zuordnung von Meldungen zu Meldungsgruppen
- Strukturierung, Filterung und Sortierung der Meldungen nach unterschiedlichen Schlüsseln (BAB, Zeit, Zuständigkeit, Fehlerart, Meldungsgruppen etc.).
- Zuordnung von Detaildatensätzen zu Meldungen für Kommentare etc.
- Quittierung unerledigter Datensätze bei Schichtwechsel der Operatoren
- Versand von Daten über E-Mail und SMS
- Parametrierung des Meldungsverhaltens

Zu einer Fehlermeldung (z. B. automatisch generierte Meldung) können über einen längeren Zeitraum immer wieder zusätzliche Meldungen automatisch oder manuell hinzukommen (z. B. Reparaturaufträge, durchgeführte Maßnahmen zur Behebung, Gutmeldung etc.). Um diesen Meldungszusammenhang zu verwalten, sollte ein Meldungsmanagement implementiert werden, das Meldungen zu einem Ereignis zusammenführt, so dass die Historie zu diesem Ereignis dokumentiert und nachvollziehbar ist.

In Absprache mit dem Besteller ist jede Fehlermeldung einer Klasse zuzuordnen und klassenspezifisch unterschiedliche Reaktionen festzulegen. Fehlermeldungen sollten nachträglich verändert werden können. Die Eingabe von Zusatzinformationen sowie die Erstellung von Auswertungen und Statistiken sind zu unterstützen. Fehler und Wartungsinformationen sollten automatisch erfasst werden.

Um eine effiziente, benutzerspezifische Verwaltung und Darstellung der erzeugten Meldungen zu gewährleisten, sollte folgende Parametrierbarkeit des Meldungsmanagements unterstützt werden:

- Wichtigkeit der erzeugten Meldung, die bei der Darstellung in der Bedienung und Visualisierung (BuV) (siehe Abschnitt 3.20) benutzerabhängig verschiedenen Verhaltensweisen zugeordnet werden kann
- Zuordnung von Meldungen zu Meldungsgruppen:
 - Meldungen lassen sich frei definierbaren Meldungsgruppen zuordnen.
 - Diese Meldungsgruppen können als Sortier- und Filterkriterium bei der Darstellung im Meldungsfenster verwendet werden.
 - Auf Meldungsgruppen können die zuvor beschriebenen Darstellungsoptionen angewandt werden (Darstellung aller Meldungen, die dieser Gruppe zugeordnet sind). Da die entsprechenden Einstellungen für Einzelmeldungen und Meldungsgruppen widersprüchlich sein können, wird in solchen Fällen die Einstellung der Einzelmeldung wirksam.

Die entsprechenden Parameter müssen mit globaler (systemweiter) Gültigkeit speicherbar sein.

Störungsmeldungen sollten entsprechend ihrer Bedeutung in unterschiedliche Klassen unterteilbar sein die unterschiedlich gehandhabt werden können Dabei können z. B. folgende Stufen angewendet werden:

- nur Protokoll
- Blinken und Quittierung
- Alarmfenster und Quittierung

Der Zeitpunkt der Quittierung und der Name des Quittierenden sind jeweils zu protokollieren.

Die Auswahl der anzuzeigenden Störungen und Meldungen sowie die Art ihrer Darstellung und Behandlung (Ausgabe graphisch und/oder akustisch; Ausgabe auf Drucker und/oder Bildschirm und/oder Ablage im Archiv) muss frei parametrierbar sein.

Auswertungen müssen die Analyse von Fehlern unterstützen (siehe Abschnitt 3.14.5), z. B. Dauer und Häufigkeit des Ausfalls eines Gerätes insgesamt und unterschieden nach den einzelnen Herstellern.

Anhang 15 Hinweise zur Anforderungsdefinition an eine rechnergestützte Strategieumsetzung

A 15.1 Typische Anwendungsfälle, Datengrundlagen und Schnittstellen

Typische Anwendungsfälle zuständigkeitsübergreifender Verkehrsmanagementmaßnahmen sind Netzbeeinflussungsmaßnahmen, die sich gemäß FGSV 2008a folgendermaßen kategorisieren lassen:

1. Übergreifende Netzsteuerungen in Ballungsräumen unter Einbeziehung des nachgeordneten Netzes
Hierzu zählen u. a. folgende Anwendungsfälle:
 - Nutzung von Hauptverkehrsstraßen in Ballungsräumen als Alternativrouten bei Störungen auf dem Autobahnnetz
 - Gezielte Verteilung von innerörtlichen Zielverkehren von der Autobahn über mehrere alternative Zufahrtsrouten (z. B. bei Großveranstaltungen in bestimmten Bereichen oder Korridoren wie z. B. Messen, Sportveranstaltungen, Kulturveranstaltungen).
 - Gezielte Verteilung von innerörtlichen Quellverkehren über mehrere alternative Routen auf verschiedene Autobahnanschlussstellen
 - Multimodale Verkehrsmanagement-Systeme für einen Ballungsraum, oft unter Berücksichtigung des IV und ÖV
2. Übergreifende Netzsteuerungen zwischen Bundesländern
Hierzu zählt die länderübergreifende Steuerung von Verkehrsströmen in Autobahnkorridoren
3. International übergreifende Netzsteuerungen
Hierzu zählen Netzsteuerungen wie unter 2, die grenzüberschreitend gesteuert werden.

Derzeit existieren für derartige zuständigkeitsübergreifende Kooperationen keine einheitlichen Prozessdefinitionen und Systemarchitekturen. Kennzeichnend für alle Anwendungsfälle sind vielmehr unterschiedliche Organisationsformen und technische Unterschiede, insbesondere bezüglich der Georeferenzierung und der Schnittstellen zum Datenaustausch (TLS, MARZ, DATEX, DATEX II, OCIT, OTS, ALERT-C, proprietäre Schnittstellenformate).

Einen weiteren Anwendungsfall stellt die betreiberübergreifende Steuerung von Streckenbeeinflussungsanlagen dar, die in der Unterzentrale umgesetzt wird und insbesondere den Längsabgleich an der Landesgrenze als übergreifende Aufgabe hat.

Folgende Datenarten sind prinzipiell für den Datenaustausch im Rahmen des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrs- und Strategiemanagements im praktischen Einsatz [FGSV 2008a]:

Datenarten	Grundlage/ Format	Regelintervall	Daten-Quellen/- Senken
aktuelle, lokale und streckenbezogene Kurzzeit-Verkehrsdaten	TLS bzw. nach MARZ	1 min Einzelfahrzeug spontan	Automatische VDE (Autobahnen)
historische, lokale und streckenbezogene Verkehrsdaten	TLS bzw. nach MARZ	1 - 60 min	Datenarchivierung VRZ
Umfeldaten (Sichtweite, Nässe, Fahrbahnzustand, Wetter)	TLS bzw. nach MARZ	1 - 3 min	Automatische UDE, SWIS (Autobahnen)
aktuelle Verkehrsdaten innerorts	CIT	1 s - 5 min	VSR, VSM (kommunal, regional)
Auslastungsdaten Parken	ASCII,XML	5 - 15 min	PLS,PSA
Floating Car Data	Hersteller spezifisch	spontan, Ereignis orientiert	FCD-Zentrale, z. T auch VRZ
Verkehrsstörungsmeldungen	RDS-TMC ALERT-C/DATEX II	spontan, Ereignis orientiert	Landesmeldestellen (LMSt), Staumelder
Verkehrsstörungsmeldungen, LOS-Daten, Reisezeiten	DATEX II, TICinfo-XML	Daten 1 - 15 min, spontan, Ereignis orientiert	Traffic Information Centers (TICs)
Baustelleninformationen	RDS-TMC, DATEX II	Ereignis orientiert	BMS (VIZ)
Schaltdaten/ Stellzustände (Anzeigeinhalte)	TLS bzw. nach MARZ	programmabhängig	WVZ, dWISta (Autobahnen)
Schaltdaten/ Stellzustände (Anzeigeinhalte, Signalprogramme)	[OCIT]	programmabhängig	PLS-Wegweiser, Infotafeln, LSA
Veranstaltungsmeldungen	RDS-TMC ALERT-C/DATEX II	Ereignis orientiert	VIZ (Veranstaltungs-Kalender)
Versorgungsdaten (Konfigurationsdaten, z. B. Netze, Parameter, Signalprogramme)	TLS, OCIT, ASCII, XML etc.	sporadisch	VRZ, VSR, VSM
Referenzierungsdaten	Abhängig vom Referenzsystem	sporadisch	VRZ, VSR, VSM
Strategiedaten	XML	Ereignis orientiert	VIZ, VSM
Bilder aus Videokameras	JPEG, MPEG-4	10 s - 1 min Streams kontinuierlich	VIZ, VSM

Datenarten bei betreiberübergreifenden Steuerungen [FGSV 2008a]

A 15.2 Rechnergestützte Strategieumsetzung

Das rechnergestützte Strategiemanagement soll den Operator (ggf. mit Unterstützung und in Abstimmung mit dem Verkehrsingenieur) bei der Auswahl, Abstimmung, Aktivierung, Überwachung und Aufhebung vorab geplanter Verkehrsmanagementstrategien unterstützen und umfasst folgende Prozessschritte [FGSV 2011d]:

1. Auswahl einer Verkehrsmanagementstrategie für das erkannte Problem/Ereignis aus einer Strategiebibliothek
2. Überprüfung der Bedingungen zur Strategieaktivierung anhand der aktuellen Verkehrslage, der Betriebszustände, der erforderlichen Aktorik und der Verträglichkeit mit ggf. weiteren aktivierten Strategien und Abstimmung mit anderen beteiligten Institutionen
3. Auslösen der in der Strategie festgelegten Maßnahmen (z. B. Umsetzung von Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen, Ausgabe von Verkehrsinformationen)
4. (Online-)Überwachung und ggf. Wirkungskontrolle (Erfolgskontrolle der eingeleiteten Maßnahmen)
5. Aufhebung der Strategie (ggf. auch durch andere beteiligte Institutionen), wenn die auslösenden Bedingungen nicht mehr gegeben sind bzw. die aktuelle Verkehrslage die Durchführung der Strategie nicht mehr zulässt

Die unter 1. benannte Strategiebibliothek sollte in Form einer Datenbank für jede entwickelte Strategie die folgenden Stammdaten beinhalten:

- eindeutige und intuitive Strategiebezeichnungen
- über mehrere Versionen hinweg eindeutige Nummern der Strategie
- Routeninformationen (Verlauf der Haupt- und Alternativroute, textuell und georeferenziert)
- Auslösekriterien
- Verantwortlichkeiten
- Prioritäten
- Umleitungspotenziale
- Änderungsverfolgung
- Aktivitätsstatus
- mit den Straßenverkehrsbehörden der Länder abgestimmte und genehmigte Schildertexte

Der Strategieumsetzungsprozess kann voll- und teilautomatisch unterstützt werden. Bei vollautomatisierter Unterstützung besteht die Anforderung, dass für alle Prozessschritte, die durchlaufen werden, eine durchgängige Softwareunterstützung vorhanden ist und auch die Datenübernahme und -weitergabe durchgängig automatisiert sind. Werden Daten aus externen Softwarekomponenten (z. B. aus der Störfallerkennung) übernommen oder an externe Softwarekomponenten übergeben (z. B. an das Informationsmanagement) sind bei einer voll automatischen Unterstützung entsprechende Import- und Export-Schnittstellen zu schaffen. Bei einer teilautomatisierten Prozessunterstützung sind in mehr oder weniger großem Umfang manuelle Tätigkeiten im Zuge der Auswahl, Abstimmung, Aktivierung, Überwachung und Aufhebung von Verkehrsmanagementstrategien notwendig.

A 15.3 Strategiehandbuch

Der Strategieumsetzungsprozess sollte in einem Strategiehandbuch dokumentiert sein. Grundlage hierfür ist der Abschluss einer Verwaltungsvereinbarung, die die notwendigen Fragen der Zuständigkeiten, der Projektkommunikation, der Zusammenarbeit, insbesondere im Störfall, und der Kostenträgerschaft klären soll.

Mindestanforderungen an die Struktur und die Inhalte eines Strategiehandbuchs sind gemäß FGSV 2011d:

- Beschreibung der Ausgangssituation, z. B. Schwellwerte für Verkehrsbelastungen, Daten für Großveranstaltungen (Zuschauerzahlen, Öffnungszeit des Veranstaltungsortes) und geplanter Beginn von zusätzlichen Verkehrsmaßnahmen
- Übersichtsplan mit Bezeichnung und Lage der wichtigen Orte (z. B. Kontrollpunkte, Sperren etc.). So wird eine fehlerfreie Verständigung unter den beteiligten Partnern gewährleistet.
- Auflistung aller beteiligten Institutionen und Partner mit detaillierten Informationen wie Ansprechpartner, Telefonnummer und einer Auflistung für welche Aufgaben sie verantwortlich sind,
- Lagepläne mit Verkehrsführungen
- Auflistung von flankierenden Maßnahmen, die ggf. vor Beginn der eigentlichen Strategieumsetzung durchgeführt sein müssen und gleichzeitig die Aktivierungsbedingungen für den Start einer Strategie beinhalten (z. B. Besetzung von Kontrollposten, Aktivierung der temporären, statischen Beschilderung etc.)
- Ablaufdiagramm der Strategie inklusive möglicher Zustandsübergänge von einem Zustand zum nächsten

- Detailbeschreibung der einzelnen Zustände innerhalb des Ablaufdiagramms mit den Aufgaben der beteiligten Partner

Hinsichtlich der Verantwortlichkeiten werden folgende Festlegungen empfohlen:

1. Die Auslösung einer Strategie liegt in der Verantwortung derjenigen Leitstelle, auf deren Streckenabschnitt eine Störung auftritt.
2. Die Deaktivierung einer Strategie kann von jeder an dieser Strategie aktiv beteiligten Leitstelle erfolgen. Als aktiv beteiligt gelten die Verkehrsrechnerzentralen und sonstigen Leitstellen, auf deren Streckenabschnitten die Strategie umgesetzt wird sowie die Leitstellen, die für die Schaltung der relevanten Schilder verantwortlich sind.
3. Entscheidungen von Operatoren werden nicht in Frage gestellt

Auf der Grundlage des Strategiehandbuchs muss eine manuelle Umsetzung von Strategien möglich sein, wenn kein rechnergestütztes Strategiemangement vorhanden ist oder dieses ausfällt oder gestört ist bzw. wenn einzelne Prozessschritte nicht automatisiert unterstützt werden (teilautomatisierte Prozessunterstützung).

A 15.4 Systemtechnische Anforderungen

Folgende technischen Voraussetzungen und Randbedingungen sind frühzeitig, idealerweise im Zuge der Strategieplanung, zu beachten und die entsprechenden Fragestellungen zu beantworten [FGSV 2008a]:

- Erfassung von vorhandenen Systemkomponenten (Datenerfassung, Zentralentechnik, Informationsausgabe), welche sind nutzbar, welche Restkapazitäten bestehen, welche sind gegebenenfalls anzupassen bzw. zu erweitern?
- Welche vorhandenen Kommunikationswege sind nutzbar, welche Bandbreiten sind erforderlich, können diese ausgebaut werden, gegebenenfalls durch Anmietung von Kommunikationsleitungen?
- Welche Datenschnittstellen sind bei den Beteiligten vorhanden oder können eingerichtet werden?
- Leistungsfähigkeit vorhandener Hardwarekomponenten analysieren, welche sind gegebenenfalls auszutauschen bzw. zu ergänzen?
- Welche Firewalls und deren Restriktionen sind vorhanden? Welche sind notwendig?
- Welche Referenzierungsgrundlagen sind vorhanden und zur Strategieumsetzung erforderlich?
- Wie kann die Qualität vorhandener oder verfügbarer Systeme (Ausfallsicherheit, Verfügbarkeit, Datenqualität) berücksichtigt werden?
- Sollen und können bereits vorhandene Systeme der Verkehrsbeeinflussung unter Berücksichtigung ihrer Qualität (Ausfallsicherheit, Verfügbarkeit, Datenqualität) integriert werden?
- Sind objektive Bewertungsmodelle zur Strategieentscheidung vorhanden und in die Zentralentechnik integriert?

A 15.5 Systemfunktionen

Zum Strategieumsetzungsprozess gehören eine Reihe von Funktionalitäten, die notwendig sind, Strategien situationsabhängig oder vorausschauend zeitnah umzusetzen:

- Workflow-System
- Betriebsführung
- Informationsmanagement
- Aktivitätenmanagement
- Akteurenverwaltung

- Simulation von Strategien
- Strategieversorgung

Workflow-System

Das Workflow-System muss das freie Bilden von Abläufen (Workflows) durch den Anwender und ihre maschinelle Abarbeitung (bei voller Benutzerinteraktion) unterstützen. Es hält formalisierte und vorab definierte Workflows vor, führt ausgewählte Workflows sowohl zeitlich als auch inhaltlich aus und speichert sämtliche ausgeführte Verkehrsmanagementstrategien einschließlich deren Entscheidungs- und Arbeitsläufen.

Workflows bestehen aus zeitlich und räumlich gestaffelten Entscheidungspunkten, die Maßnahmen und Meldungen auslösen können. Sie können in freier Abstufung vollständig automatisch ablaufen oder vom Bedienpersonal gesteuert sein.

Ein Workflow-System soll auch sicherstellen, dass die Operatoren im Rahmen der Baulastträger-übergreifenden Strategievereinbarung handeln. Auf der anderen Seite muss es ausreichend Raum für manuelle Eingriffe gewähren, wie sie in den nicht immer vorauszusehenden Situationen des realen Verkehrsgeschehens oft notwendig werden (Entscheidungshilfe-System).

Die Workflows sollten in der VRZ selbstständig gepflegt werden können.

Im Betriebskonzept sind für das Workflow-System die Zuständigkeiten, die Zugriffsrechte und die Handlungsvoraussetzungen zwischen den beteiligten Akteuren festgelegt. Zudem wird im Workflow-System festgelegt, welche Aktorik im abgestimmten Strategiemangement zur Umsetzung der Maßnahmen herangezogen wird.

Das Workflow-System ersetzt nicht weiterhin notwendige Abstimmungen per Telefon, per E-Mail oder per Fax, insbesondere bei Situationen oder Ereignissen, die nicht in der Strategiebibliothek abgelegt sind.

Betriebsführung

Für ein wirksames und konfliktfreies Strategiemangement bedarf es einer aktuellen Betriebsführung über alle angeschlossenen internen und externen Teilsysteme, die über ein Meldungssystem jederzeit den Überblick über alle Betriebszustände besitzt. Die Betriebsführung muss von sich aus den verantwortlichen Stellen auf verschiedenen Kommunikationskanälen Mitteilungen verschicken können, wenn Betriebszustände nicht dem Soll-Zustand entsprechen.

Betriebsmeldungen sind z. B. geschaltete Signalprogramme, Signalisierungszustände und Schaltungen von Wechselwegweisungen etc., aber auch Störungsmeldungen wie ‚Detektor defekt‘, ‚Kommunikation gestört‘ etc.

Informationsmanagement

Eine wichtige Funktionalität im Rahmen des Strategiemagements stellt das Informationsmanagement dar.

So können z. B. über die Homepage des Betreibers Informationen über die aktuelle oder zukünftige Verkehrslage auf der im Informationsmanagement berücksichtigten Infrastruktur oder über Baustellen und Behinderungen bereitgestellt werden.

Darüber hinaus kann das Strategiemangement ggf. auch direkt dynamische Anzeigen ansteuern, um eine einzuleitende Strategie anzukündigen oder Empfehlungen an Verkehrsteilnehmer zu kommunizieren. Ein Beispiel hierfür ist die Alternativrouten-Empfehlung, die aufgrund einer Störfall-Situation vom Workflow-System ausgelöst worden ist.

Aus dem zuständigkeitsübergreifenden Strategiemangement können sich demnach erweiterte Anforderungen an das Informationsmanagement ergeben (siehe Abschnitt 3.14) und sind ggf. dort mit berücksichtigen.

Aktivitätenmanagement

Da in einem Verkehrsmanagementsystem oft nicht nur eine singuläre Strategie aktuell geschaltet wird/ werden soll, sondern vielmehr verschiedene Strategien gleichzeitig aktiviert sind/ werden sollen, ist eine Funktionalität notwendig, die entscheiden kann, welche Maßnahmen tatsächlich ergriffen werden, wenn sich widersprechende Aktionen stattfinden sollen.

Die Maßnahmen werden vom Aktivitäten-Manager in Aktionen zerlegt, auf Konflikte geprüft, ausgeführt, überwacht und bei Problemen abgeschaltet. Der Status jeder Maßnahme wird laufend zum schaltenden Workflow zurückgemeldet; dort kann entsprechend reagiert werden (z. B. mit einer Rückfallebene).

Aktorenverwaltung

Das oben beschriebene Aktivitätenmanagement basiert auf der Aktorenverwaltung, die den tatsächlichen Zustand aller Aktoren abbildet und Veränderungen in deren Zuständen sicher und den Regeln entsprechend durchführt.

Simulation von Strategien

Es besteht oftmals der Wunsch, die Auswirkungen von strategischen Eingriffen auf das Verkehrsgeschehen ex ante zu prüfen. Hierzu ist es notwendig, neben dem online betriebenen Strategiemangement parallel eine Simulationsumgebung vorzuhalten, der die aktuelle Verkehrslage und die Prognosewerte bekannt sind und die auf der Grundlage dieser Werte die Auswirkungen der Strategien dahingehend prüft, ob der gewünschte Zweck bei der aktuellen Verkehrssituation auch erreicht werden kann/wird.

Strategieversorgung

Die Strategieversorgung unterstützt die Strategieimplementierung mit Softwarewerkzeugen. Damit werden die Ergebnisse der Strategieausführungsplanung für die (teil-)automatisierte Umsetzung in das Verkehrsmanagement-System überführt. Die Strategieversorgung ist unmittelbare Grundlage des Strategiemagements und erfordert zumindest die folgenden Funktionen:

- Editieren und Verwalten von Workflows
- Festlegung der Zugriffe auf die Verkehrsdaten bzw. Verkehrslage, z. B. aus dem Ganglinienarbeitsplatz
- Definition der Regeln für die Auslösung, Änderung und Beendigung von Workflows und Schaltungen einschließlich der zeitlichen Abfolge bzw. Abhängigkeiten
- Festlegung der Zugriffe auf die Aktoren
- Versorgung des Umgangs mit Konflikten zwischen den Strategien

Die Strategien müssen bei den jeweiligen Betreibern konsistent versorgt und entsprechend gepflegt werden.

Da es sich bei der Strategieversorgung bereits aus verkehrlicher Sicht um eine sehr komplexe Aufgabe handeln kann, sollte die Software für die Strategieversorgung besonders benutzerfreundlich gestaltet werden. Graphische Benutzeroberflächen haben hierfür eine wesentliche Bedeutung, um die Zusammenhänge klar und nachvollziehbar darstellen zu können (siehe Abschnitt 3.20). Systemseitig sollten Testmöglichkeiten und Plausibilitätsprüfungen angeboten werden, die den Planer durch klare Fehlermeldungen unterstützen.

A 15.6 Beispiele für eine technische Realisierung

Hinweise zu einer technischen Realisierung einer zuständigkeitsübergreifenden rechnergestützten Strategieumsetzung zu den im Anhang A 15.1 dargestellten Anwendungsfällen liefern folgende Praxisbeispiele, die aber teilweise noch prototypischen Charakter haben:

1. Übergreifende Netzsteuerungen in Ballungsräumen unter Einbeziehung des nachgeordneten Netzes
 - Strategiemanager VRZ/Dmotion für den Ballungsraum Düsseldorf
 - Intermodaler Strategiemanager für den Ballungsraum Frankfurt RheinMain
2. Übergreifende Netzsteuerungen zwischen Bundesländern
 - Länderübergreifendes Informations- und Strategiemangement auf Autobahnen LISA in den Korridoren Ost, Süd, West und Nord
3. International übergreifende Netzsteuerungen
 - Automatisierte oder teilautomatisierte rechnergestützte Strategieumsetzungsprozesse sind bislang nicht im praktischen Betrieb und werden als kritisch angesehen, insbesondere aufgrund von Sprachbarrieren, da einem solchen Prozess eine einheitliche Geschäftssprache zu Grunde liegen müsste. Die bekannten grenzüberschreitenden Netzsteuerungen Bayern - Österreich - Italien zur Alpenquerung über die Brenner-Route oder die Tauernroute und Nordrhein-Westfalen-Niederlande (Korridore Aachen - Brüssel, Köln - Eindhoven, Oberhausen - Arnheim) basieren im Wesentlichen auf einer abgestimmten Strategiebibliothek und Abstimmungen per Telefon, E-Mail und Fax.

Anhang 16 Anforderungen an das Videomanagement

Neben den hier aufgelisteten generellen Informationen wird auf das FGSV-Papier „Hinweise zur Videodetektion für Verkehrsbeeinflussungsanlagen – H VVBA“ [FGSV 2015a] verwiesen.

A 16.1 Hardwareanforderungen von Videosystemen

Unabhängig davon sollten die HW-Komponenten folgende Anforderungen erfüllen:

- dauerbetriebsfest (24 h/ 7 Tage)
- ausreichend hohe Verfügbarkeit, mit geringen Ausfallzeiten durch Instandhaltung, zu gewährleisten z. B. durch redundante Netzteile, Lüfter und Massenspeicher

A 16.2 Softwareanforderungen von Videosystemen

Die eingesetzte Systemsoftware des Videomanagementsystems sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Systemfunktionen
 - Schnittstelle zur Datenübergabe an die Leitsysteme (z. B. gemäß TLS)
 - Systemeinstellung mittels einfacher Konfiguration und Parametrierung
 - hohe Parametrierbarkeit zur Systemanpassung (Qualitätsverbesserung) im Betrieb
 - Benutzerverwaltung/ Zugriffssicherung mit der Möglichkeit, verschiedene Zugriffe auf Konfigurations-, Parametrierungs- und Nutzerdaten (mindestens ähnlich denen eines üblichen Dateisystems)
 - Verknüpfbarkeit unterschiedlicher Alarm- und Sensordaten zur Optimierung der Informationsweitergabe an die Operatoren (z. B. Unterscheidung der primären Alarmursachen und der Folgealarme bei Rauch oder Stillständen)
- Bedienoberfläche
 - graphische Darstellung in Fenstertechnik nach üblicher Bedienmethodik (siehe Abschnitt 3.20)
 - Anzeigemöglichkeit und Verwaltungsfunktion für ggf. gespeicherte Bilder und zugehörige Detektionsdaten
 - Bedienung der Konfigurations- und Parametrierungsfunktionen
 - Hilfefunktion (online)

A 16.3 Anforderungen an die Übertragungstechnik

Datenübertragungen von Videodaten sind seriell und parallel möglich. Für den Datenaustausch (i. d. R. mittels proprietärer Protokolle) sind nach Möglichkeit die Schnittstellen RS485/RS422 oder RS323 zu nutzen. Bei Übertragungen über längere Strecken ist auf eine hinreichend synchrone Übertragung zum Videobild zu achten. Bei der Nutzung von Netzwerkstrukturen sind bestehende Netzwerkstandards (insbesondere TCP/IP) als gemeinsame Grundlage für verschiedene Übertragungsmethoden zu verwenden.

Für Videoübertragung und -speicherung sind verschiedene Schnittstellen für die Übergabe von Kamerasteuerbefehlen, Netzwerkmanagementdaten sowie für die Übertragung von Videodaten und Ereignisdaten der Detektion erforderlich. Diese Schnittstellen sollten möglichst offengelegt und standardisiert sein.

A 16.4 Anforderungen an die Videosystemsteuerung

Die Übertragung von Kamerasteuerbefehlen ist derzeit nicht umfassend standardisiert und herstellerübergreifend nur begrenzt bzw. mit begrenztem Funktionsumfang verfügbar. Durch die Nutzung einer

Metasprache sowie der Implementierung proprietärer Protokolle ist eine Hersteller Mischung im Videosystem möglich. Offene, einheitliche und herstellerübergreifende Protokolle werden durch das Open Network Video Forum (ONVIF) entwickelt und sollten entsprechend unterstützt werden.

A 16.5 Anforderungen an das Netzwerkmanagement

Da die Videoübertragung i. d. R. auf IP-basierten Netzen erfolgt, ist vor allem auf eine hohe Übertragungsqualität, d. h. eine verzögerungsfreie und ununterbrochene Übertragung zu achten.

Eine gemeinsame Nutzung von Netzwerken durch unterschiedliche Anwendungen (Video, Büroapplikationen, Fileserver) sollte dringend vermieden werden. Bei komplexen und gemischten Netzen ist es zu empfehlen ein Bandbreitenmanagement zu verwenden und/ oder Quality of Service (QoS)-Prioritätsdienste für die Videoübertragung zu nutzen.

Zur Verringerung der erforderlichen Bandbreite ist die Nutzung der multicast-Technologie zu empfehlen. Hierfür müssen jedoch alle Hardwaregeräte der Empfänger durchgängig multicast-fähig sein, was insbesondere das *Internet Control Message Protocol* (ICMP) und das *Internet Group Management Protocol* (IGMP) erforderlich macht.

Ein Netzwerk mit Videoübertragung sollte durch die verfügbaren und standardisierten Mechanismen wie QoS u. Ä. für den jeweiligen Anwendungsfall konfiguriert werden. Zur Sicherstellung der Verfügbarkeit sollte das Netzwerk entsprechend überwacht werden. Die dafür notwendigen Mittel sind durch das *Simple Network Management Protocol* (SNMP) standardisiert.

A 16.6 Anforderungen an die Videodigitalisierung und -komprimierung

Für die Übertragung von digitalen Videobildern in Netzwerken sind folgende offene Standards zu verwenden:

- JPEG - überträgt Serien vollständiger Einzelbilder, welche per JPG-Kompression auf verschiedene Bandbreiten/ Qualitäten umgerechnet werden
- MPEG (MPEG-2 und MPEG-4) - ein vollumfängliches Kompressionsverfahren für Videostreaming. MPEG-4 umfasst eine breite Basis an Werkzeugen zur Bildkompression.

Für neue Systeme der Videoübertragung ist es angebracht Encoder mit der Ausprägung H.264 (MPEG-4 Part 10) einzusetzen, um die verschiedenen Auflösungen (SD - Standard Definition und HD - High Definition) beherrschen zu können. Vorhandene Videomanagementsysteme sollten diese verschiedenen Auflösungen unterstützen und idealerweise für den Einsatz mehrerer verschiedener Codecs geeignet oder nachrüstbar sein.

Die Übertragung des Videomaterials im Netzwerk sollte sparsam gestaltet werden. Mehrfach im Netz befindliche gleiche Videos sollten vermieden werden.

A 16.7 Anforderungen an Bandbreiten von Videostreams

Die erforderlichen Bandbreiten richten sich nach den Anforderungen für die visuell-sensitive Aus- und Verwertung der Bilder. Um keine Qualitätseinbußen gegenüber analog übertragenen Signalen zu erhalten sind erfahrungsgemäß folgende Bandbreiten notwendig:

- MPEG-2 mit 6 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)
- MPEG-4/H.264 mit 2 bis 4 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)

Ist die Bandbreite beschränkt, so bieten sich folgende Einsparmöglichkeiten an:

- Reduzierung der Qualität des Bildes auf MPEG-2 mit 2 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)
- MPEG-4/H.264 mit 1 MBit/s und 25 fps (Vollbilder)

Weiterhin ist eine Reduzierung der Bildrate von 25 fps auf 12 fps möglich ohne das sich wesentliche Unterschiede für die Wahrnehmung durch die Operatoren verzeichnen lassen.

Insbesondere für die Realisierung von Bandbreitenoptimierungen ist wichtig, dass die Systeme mit unterschiedlichen Bandbreiten flexibel umgehen können. Bei unterschiedlichen Systemzugängen und der Nutzung verschiedener Übertragungskapazitäten ist der Einsatz eines Bandbreitenmanagements vorzusehen, welches die benutzerbezogene Zuteilung von Videoströmen verschiedener Bandbreiten und das zugehörige Management im Netzwerk übernimmt.

A 16.8 Anforderungen an die Videospeicherung

Sämtliche Videodaten müssen in Form eines Ringspeichers permanent für einen den Datenschutzbedingungen entsprechenden Zeitraum festgehalten werden können, um zu jedem Zeitpunkt die Rekonstruktion von Ereignissen für den Operator und im Fall eines Ereignisses für die Einsatzkräfte zu ermöglichen.

Die Videospeicherung erfolgt i. d. R. durch eigens dafür entwickelte Systeme, welche durch die Videodetektion und/ oder eine übergreifende Leitebene gesteuert werden.

Zu speichern sind vor allem Auswertungen bzw. Ergebnisse der Videodetektion. Es ist sinnvoll das Detektionssystem mit einer Speicherung zu verbinden, im Detektionssystem entsprechende Leistungsmerkmale vorzuhalten bzw. zumindest die Voraussetzungen für eine Anbindung zu schaffen.

Für die Speicherung von Massendaten (Videostreams) werden in der Regel Festplattenrecorder eingesetzt, welche sowohl die Speicherung analoger Eingangssignale als auch digitaler Streams aus dem Netzwerk ermöglichen.

Wenn häufig gespeichert werden soll, ist eine Annotierung der Streams/ Szenen sinnvoll, um zwischen den Ergebnisdaten und dem Videobild zu referenzieren. Die Verwaltung dieser Annotierungsdaten in einer eigenen Datenbank hat den Vorteil, dass bei Suchvorgängen nicht alle Videodaten durchsucht werden müssen.

Anhang 17 Beispiel für ein Migrationskonzept

Das nachfolgende Migrationskonzept beschreibt den Übergang von herstellerspezifischen Softwarekomponenten in Softwarekomponenten der einheitlichen Rechnerzentralensoftware (ERZ) und die Integration in ein ERZ-System.

Die Migration erfolgt in einem 3-Ebenen-Modell:

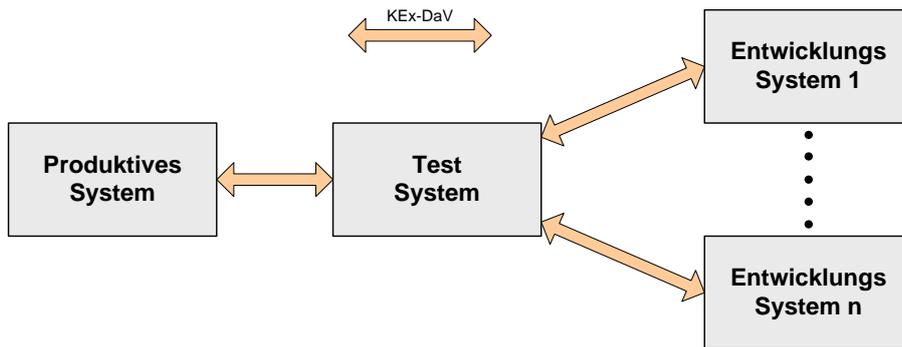
- Ausgangsebene/ Bestandssystem:
In dieser Ebene sind alle Komponenten integriert, die entweder herstellerspezifisch aufgebaut sind, oder aus anderen Gründen nicht in den Kernbereich der VRZ-Software integriert werden können oder sollen.
- Übergangsebene/ Testsystem:
In dieser Integrationsebene werden die Softwareentwicklungen einzelner Komponenten durchgeführt. Die neuen Komponenten werden um die Module ergänzt, die zum Test und zeitweiligen Betrieb der neuen Software als Teilsystem notwendig sind. Die neuen Komponenten werden also zu separaten, eigenständig funktionierenden VRZ-(Teil-)Systemen ergänzt. Während der Entwicklung hat der Hersteller somit die Möglichkeit, seine Komponenten in einem System aufzubauen, eigenverantwortlich zu testen und zu erproben. Die Abhängigkeiten zu anderen Herstellern im VRZ-System (Ausgangsebene) werden dadurch minimiert.
- Zielebene/ Zielsystem:
Darin werden Softwarekomponenten betrieben, die vollständig ERZ-konform sind und gemeinsam als ein System wirken.

Die Kommunikation zwischen den (Teil-)Systemen der Übergangsebene und der (Teil-)Systeme der Zielebene erfolgt über das ERZ-konforme Modul „KEx-DaV“. Dieses koppelt die (Teil-)Systeme bzgl. der Datenübertragung und entkoppelt die (Teil-)Systeme in Bezug auf Konfigurationen und Datendopplungen. Mit diesem Modul sind unterschiedliche Konfigurationsstände innerhalb des Zielsystems möglich. Dadurch können spezielle, neue oder veränderte Daten in den (Teil-)Systemen unabhängig vom Zielsystem bereitgestellt werden.

Sofern Betreuung, Betrieb und Überwachung nicht vom Besteller geleistet werden können, sollte zur Steuerung und Überwachung der Migration sowie zur Betreuung des Gesamtsystems ein Auftragnehmer (Betreuer-Integration) beauftragt werden. Der Betreuer-Integration übernimmt die Verantwortung für die Pflege der gesamten, herstellerheterogenen VRZ und damit die Verantwortung für einen störungsfreien Betrieb der VRZ. Dieser betreut somit die Zielebene der VRZ, die Konfiguration des inneren Kerns, die Gesamtkonfiguration sowie das Datenmodell. Zusätzlich stellt der Betreuer-Integration den „First Level Support“ sicher. Er überwacht das Gesamtsystem der Verkehrsrechner und die Schnittstellen zu den Teilsystemen. Er weist evtl. Fehler einzelnen Herstellern zu.

Der Systemaufbau für die Migration sollte aus folgenden Systemen bestehen:

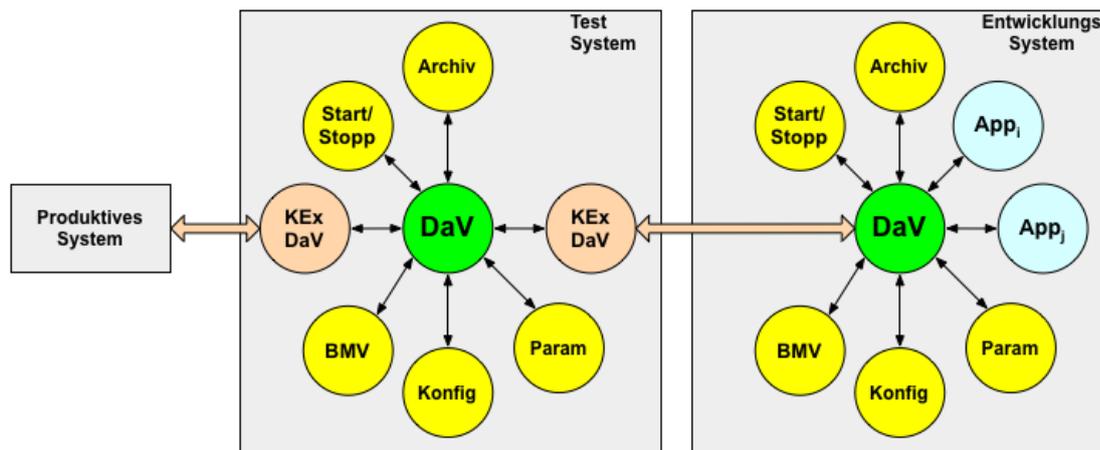
- das produktive System
- das Testsystem
- n Entwicklungssysteme, auf denen neue und geänderte SWE durch die beauftragten Hersteller installiert, konfiguriert, parametrisiert und getestet werden, bevor sie auf dem Testsystem integriert werden.



Prinzipieller Systemaufbau

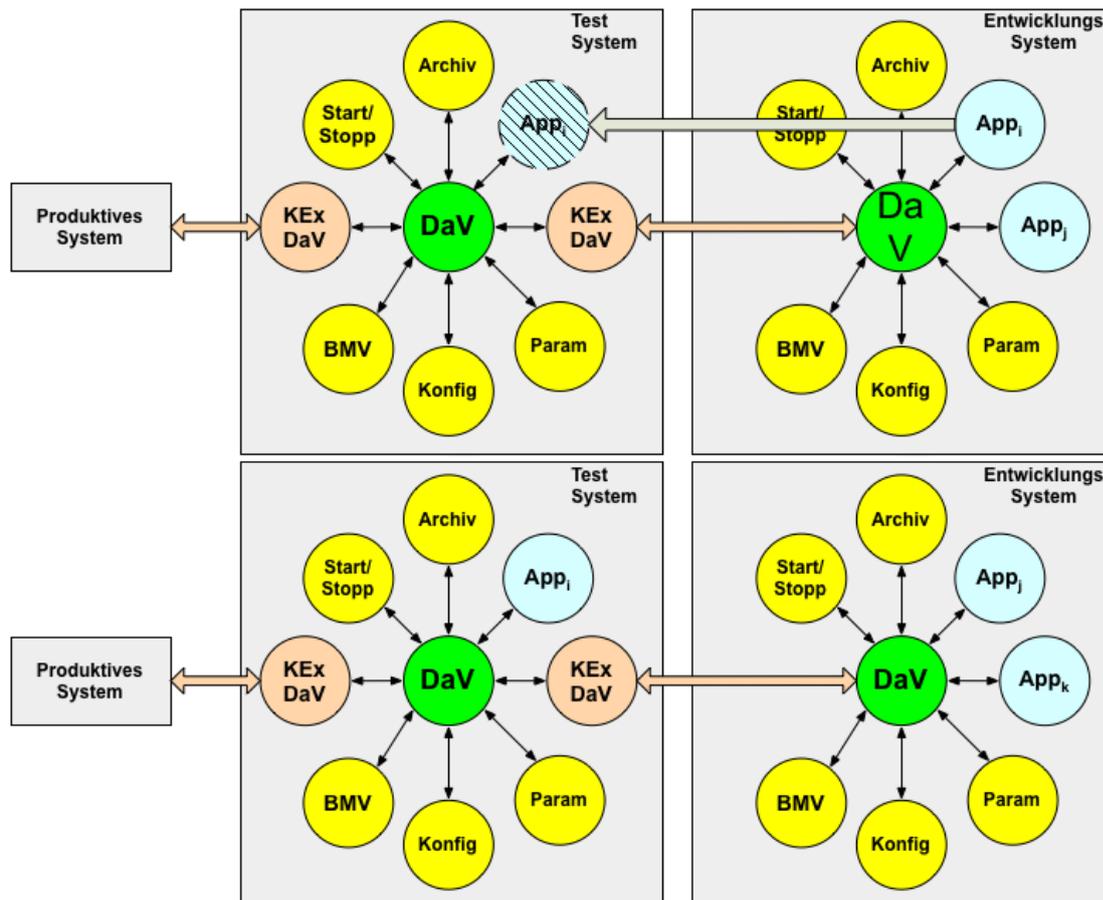
Neben dem produktiven System wird parallel ein Testsystem mit einer möglichst ähnlichen Struktur und Funktionsweise aufgebaut. Auf dem Testsystem werden vorab alle neuen oder geänderten SWE integriert und als Gesamtsystem getestet, bevor sie auf dem produktiven System installiert werden. Das Testsystem ist mit dem produktiven System über KEx-DaV gekoppelt. Die Verantwortlichkeit sowohl für das Produktiv- als für das Testsystem hat ausschließlich der Betreuer-Integration.

Auf den Entwicklungssystemen werden jeweils neue und geänderte SWE durch den jeweils beauftragten Hersteller installiert, konfiguriert, parametrierung und getestet, bevor sie auf dem Testsystem integriert werden (siehe folgende Abbildung).



Integrationsphase 1. Schritt

Für Installation und Test sowie Konfiguration und Parametrierung der zu ergänzenden BSVRZ-SWE wird vom Besteller ein Entwicklungssystem bauseits bereitgestellt. Verantwortlich für das Entwicklungssystem ist der Hersteller der neu zu integrierenden Komponente. Nach der Installation der Betriebssoftware und eines ERZ-Kernsystems (ähnlich dem des Testsystems) auf dem Entwicklungssystem sind die einzelnen SWE entsprechend einer mit dem Besteller abzustimmenden Reihenfolge zu installieren. Für die SWE-Einzeltests sind die vorhandenen Prüfpezifikationen und -prozeduren, nach ggf. erforderlichen Anpassungen, zu verwenden. Alle für den Test benötigten Zustandsdaten können vom aktuellen Produktivsystem bzw. Testsystem über KEX-DaV übernommen werden.



Integrationsphase 2. Schritt

Nach den nachgewiesenen, erfolgreichen Einzeltests werden dann in einer mit dem Besteller abgestimmter Reihenfolge und Gruppierung die SWE sukzessive auf dem Testsystem integriert. Der AN hat bei diesem Schritt den Betreuer-Integration zu unterstützen. Die für den Nachweis der erfolgreichen Integration zu erstellenden speziellen Prüfspezifikationen und Prüfprozeduren sind vom AN in Abstimmung mit dem Besteller zu realisieren.

Im letzten Schritt werden alle auf dem Testsystem geprüften SWE auf dem Produktivsystem der VRZ installiert.

Nach erfolgreicher Durchführung der oben beschriebenen Einzelschritte kann das System abgenommen werden.

Für die Integration einer neuen Komponente sind damit 5 Phasen zu durchlaufen:

1. Phase „Aufsetzen des Testsystems“:

In dieser Phase wird ein eigenständiges Testsystem aufgesetzt, das neben der neu zu entwickelnden Komponente alle für einen vollständigen Betrieb und Test dieser Komponente notwendigen Module des Zielsystems enthält. Dieses Testsystem ist in Zuständigkeit des Herstellers der neu zu entwickelnden Komponente.

2. Phase „Test der neuen Komponente“:

In dieser Phase wird das Testsystem um die Komponente KEx-DaV erweitert. Zur Kommunikation von notwendigen Daten aus dem Zielsystem für einen ersten Integrationstest wird das Testsystem über die Schnittstelle KEx-DaV mit dem Zielsystem gekoppelt.

3. Phase „Test mit dem Gesamtsystem“:

In dieser Phase wird die neue Komponente funktional vollständig mit dem Zielsystem über KEx-DaV angebunden, produziert allerdings noch keine (aus Sicht des Zielsystems) nach außen sichtbare bzw.

wirksame Aktionen. Über einen Systemtest wird die Funktionalität geprüft. Dazu kann es notwendig sein, weitere Daten bzw. Konfigurationen über KEx-DaV zu übertragen.

4. Phase: Blind-/ Probetrieb:

Die neue Komponente produziert nun auch (aus Sicht des Zielsystems) nach außen sichtbare bzw. wirksame Aktionen (Definition von Blind- bzw. Probetrieb siehe Abschnitt 9.3). Nach erfolgreichem Probetrieb erfolgt die Abnahme durch den AG. Für eine Übergangszeit wird der (Probe-)Betrieb des Gesamtsystems weiterhin durch den Betreuer-Integration überwacht. Anschließend erfolgt die Übergabe des Betriebs an den AG.

5. Phase „Regelbetrieb“:

Im Zuge dieser Phase wird die neu zu entwickelnde Komponente in das Zielsystem vollständig integriert. Dazu werden zunächst alle redundant aufgebauten Bestandskomponenten aus dem Testsystem entfernt, sodass lediglich die im Testsystem verbliebene neue Komponente über KEx-DaV mit dem Zielsystem kommuniziert. Anschließend wird die neue Komponente in das Zielsystem übernommen und die Kommunikation über KEx-DaV abgebaut

Weiterhin müssen der Betrieb, die Pflege und die Weiterentwicklung des Gesamtsystems und der Teilsysteme organisiert werden. Komponenten oder Systeme in der Ausgangsebene werden in der Regel von den Herstellern der jeweiligen Komponente betreut. Die Komponenten in der Übergangsebene werden nach Abnahme noch für ca. 1 Jahr in der Übergangsebene betrieben. Während dieser Zeit ist der Hersteller des Moduls für das Teilsystem voll verantwortlich (erweiterter Probetrieb). Der erweiterte Probetrieb erfolgt unter Mitwirkung des Betreuer-Integration. Der AG stellt nach erfolgreichem erweitertem Probetrieb unter Mitwirkung des Betreuer-Integration die Betriebsfähigkeit der neuen Komponenten fest. Anschließend werden die neuen Komponenten in die Zielebene überführt. Dies geschieht durch den Betreuer-Integration. Dieser ist ab diesem Zeitpunkt für die Funktionalität des Zielsystems mit den neuen Komponenten verantwortlich. Treten Fehler auf, sind diese einem Hersteller zuzuweisen. Dieser übernimmt die Behebung der Fehler. Die betroffene Komponente ist in die Übergangsebene zurückzuführen und neu zu testen. Es wird daher empfohlen, mit den wesentlichen Herstellern von Komponenten bzw. Teilsystemen entsprechende Pflegeverträge zu schließen.

Für die Betreuung des Zielsystems durch den Betreuer-Integration wird ein Zeitraum von 5 Jahren als angemessen angesehen, um Kontinuität während der Migrationsphase von Komponenten bzw. (Teil-) Systemen sicherzustellen.

Anhang 18 Prüfungen, Tests und Inbetriebnahmen von VBA

A 18.1 Allgemeines

Eine genaue Überprüfung der Funktionssicherheit von Verkehrsbeeinflussungsanlagen ist ein wichtiger Bestandteil der Inbetriebnahme von Verkehrsbeeinflussungsanlagen.

Im folgenden Abschnitt sind aufgrund der Erfahrungen der Länder Maßnahmen zur Qualitätssicherung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen während der Inbetriebnahme beispielhaft zusammengestellt.

A 18.2 Maßnahmen zur Qualitätssicherung von VBA

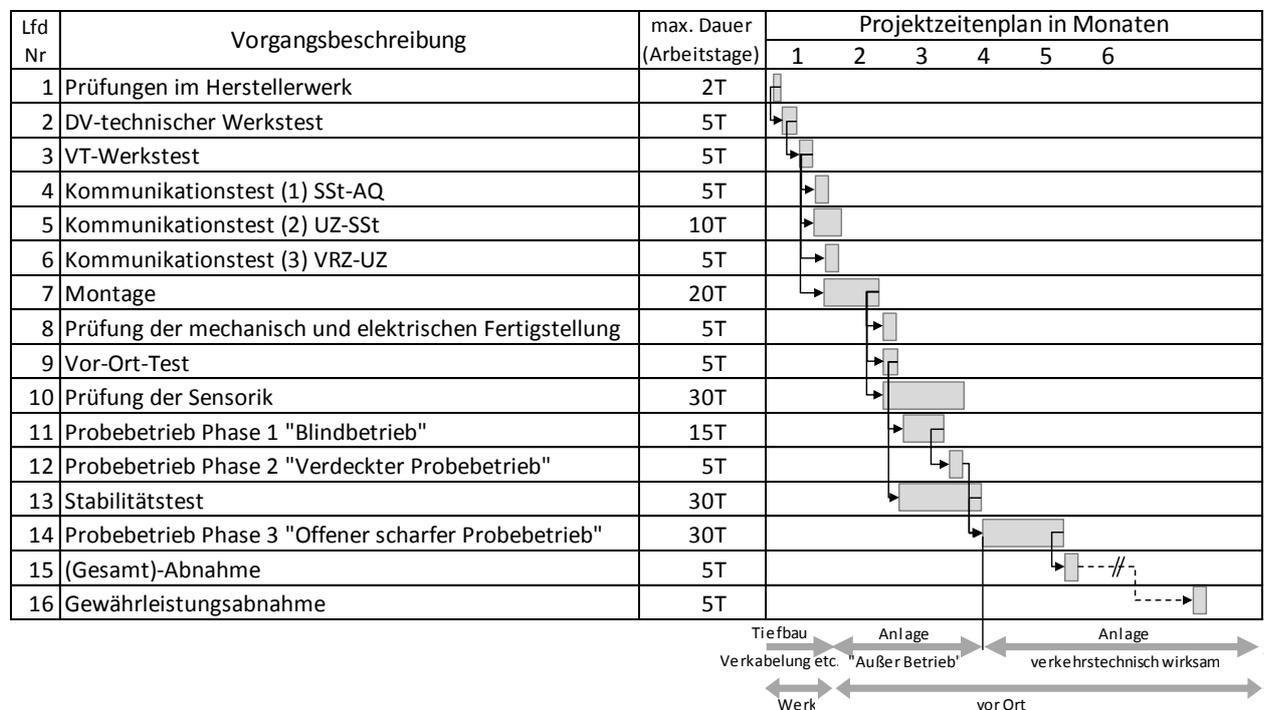
Nr.	Name	Inhalt	Ebene							Voraussetzung	Dauer	Bemerkung
			DE	Lokalbus	SSt	Inselbus	UZ AM	Fernbus	VRZ			
1	Prüfung im Herstellerwerk	Vorstellung von Einzelstücken zur Bemusterung und Freigabe. Nachweis des Erstellers gegenüber dem Besteller über die Erfüllung des Leistungsumfangs.	X	X	X ¹⁾						1-2 AT	Zeitlich vor der Ausführung der Teilleistungen und nach Freigabe der Ausführungsunterlagen. ¹⁾ Auch WZG inkl. Lichttechnik und Trägersysteme
2	DV-technischer Werkstest	Prüfung wesentlicher Anforderungen der Ausschreibung bzw. des Auftrags anhand der gemäß V-Modell zu erstellenden Prüfspezifikationen und -prozeduren Erkennen und Bereinigen grundsätzlicher Verständigungsprobleme (Kommunikation) zwischen Systemkomponenten			X	X	X	X	X		5 AT	Diese Tests erfordern in der Regel eine unterstützende Prüfsoftware (Datengeneratoren, Protokollsoftware etc.)
3	VT-Werkstest	Test von Steuerungsmodellen und der zugehörigen Parameter Test der Anlagenaktions- und Reaktionsgeschwindigkeit. Test des Steuerungsmodells (Algorithmus) mit seinen zugehörigen Parametern in Zusammenarbeit mit dem Besteller mit Bereitstellung geeigneter simulierter Insel- und Fernbusse durch den Ersteller.	(X)	(X)	(X)	X	X	(X)	X	#2	2-5 AT	Erforderliche Hilfsmittel zur Prüfung und das nötige Fachpersonal sind vom Ersteller zu stellen (ggf. auch externe Dritte). Bei getrennter UZ-Vergabe: Beistellung der UZ durch Besteller bzw. anderen Ersteller
4	Kommunikationstest SSt-AQ (Realbedingung)	Überprüfung des Datenaustauschs (Adressierung, Zeitverhalten, Reaktion auf Befehle/ Anforderungen usw.)	X	X	X					#2,3	2-5 AT	Kann zusammen mit #6 erledigt werden, wenn SSt und UZ vom gleichen Ersteller geliefert werden, nach einer Teilmontage
5	Kommunikationstest UZ-SSt (Realbedingung)	Überprüfung des Datenaustauschs (Adressierung, Zeitverhalten, Reaktion auf Befehle/ Anforderungen usw.)	X	X	X	X	X			#2,3	1-2 Wo	Kann zusammen mit #6 erledigt werden, wenn SSt und UZ vom gleichen Ersteller geliefert werden, nach einer Teilmontage
6	Kommunikationstest VRZ-UZ	Überprüfung des Datenaustausches zwischen allen DV-Segmenten des Gesamtsystems unter Einsatz von Empfangs- und Sendeprotokollen. Nachweis über die Verfügbarkeit der Anwendungsprozesse. Überprüfung der Verarbeitungszeit der ankommenden bzw. abgehenden Nachrichtenpakete und					X	X	X	#3	2-5 AT	Reduzierter Aufwand, wenn UZ und VRZ von einem Ersteller

Nr.	Name	Inhalt	Ebene							Voraussetzung	Dauer	Bemerkung
			DE	Lokalbus	SSt	Inselbus	UZ AM	Fernbus	VRZ			
		Aufgabenübernahme des Restsystems bei Ausfall einzelner Komponenten.										
7	Montage	Komplette Fertigstellung sämtlicher Anlagenteile und deren Zusammenspiel im Gesamtsystem. Herstellung der Kommunikationsverbindung (VRZ-UZ-SSt) Integration der DV-Segmente in das Gesamtsystem.	X	X	X	X	X	X	X	#3		Sämtliche Leistungen durch den Ersteller ohne Mitwirkung des Bestellers Bei mehreren Erstellern: Koordination durch den Besteller
8	Prüfung der mechanischen und elektrischen Fertigstellung	Überprüfung auf Vollständigkeit der Anlagenteile und der sachgerechten Ausführung. Prüfung nach DIN VDE 0100-600 für alle nach DIN VDE 0100 errichteten Anlagenteile und Vorlage aller zugehörigen Messprotokolle.	X	X	X					#7	2-5 AT bei größeren Anlagen auch länger	Nach Abschluss sämtlicher Montagearbeiten
9	Vor-Ort-Test	Sichtprüfung aller Anlagenteile. Vollständigkeit der Zeichnungen/ Lichtpunkte der WVZ. Nachweis über das fehlerfreie Zusammenspiel zwischen den zu erstellenden und evtl. existierenden Komponenten.	X	X	X ²⁾					#7	2-5 AT	²⁾ auch WVZ
10	Prüfung der Sensorik (Verkehrs- und Umfeld- datenerfassung)	Langzeitbeobachtung der von den Sensoren gemeldeten Werte auf Korrektheit und Plausibilität	X	X	X	X	X	X	X	#7	3-6 Wo parallel zu #8, 9, 11	
11	Probetrieb Phase 1 "Blindbetrieb"	Test der Anlage mit dunkel geschalteten WVZ (Helligkeit 0 %). Grobjustierungen der Steuerungsparameter und SW-Anpassungen. Zusammenspiel aller Anlagenkomponenten. Test der Inselbusbelastung, Leitungslängen, Zusammenspiel aller Anlagenkomponenten und Störungen unter Realbedingungen.	X	X	X	X	X	X	X	#3-8	3 Wo parallel zu #13 (bei größeren Anlagen auch länger)	Unter Verantwortung des Erstellers. Verantwortung des Erstellers nur möglich, wenn SSt und UZ von gleichem Ersteller. Abschließende Prüfung durch Ersteller erforderlich Gegen Ende dieser Phase: Zeitweise „Hell“-Schaltung aller WZG (Vollast)
12	Probetrieb Phase 2 "Verdeckter Probetrieb"	Test des Gesamtsystems mit deutlich sichtbar rot durchgestrichenen WVZ. Grobjustierungen der Steuerungsparameter und SW-Anpassungen.	X	X	X	X	X	X	X	#11	2-5 AT parallel zu #13	Unter Verantwortung des Erstellers. Kann entfallen ggf. unter #10 bzw. #12 enthalten.
13	Stabilitätstest	Test der DV-mäßigen Stabilität der Gesamtanlage durch Langzeitbeobachtung (künstliche Belastung der Inselbusse, Fehler-simulationen, usw.)	X	X	X	X	X	X	X	#8	4-6 Wo parallel zu #11-12	Abschließender Kommunikationstest parallel zum Probetrieb Phase 1 und 2
14	Probetrieb Phase 3 "Offener, scharfer Probe-	Verkehrsrechtliche Anordnung der Verkehrsbeeinflussungsanlage. Feinjustierung der Steuerungsparameter	X	X	X	X	X	X	X	#12 #13	4-6 Wo	Unter Verantwortung des Erstellers. Verkehrsrechtliche Wirksamkeit der Anlage gegeben. Begleitung des Probebetriebs durch

Nr.	Name	Inhalt	Ebene							Voraussetzung	Dauer	Bemerkung
			DE	Lokalbus	SSt	Inselbus	UZ AM	Fernbus	VRZ			
	betrieb"											Fachpersonal des Erstellers und Bestellers nach Anforderung.
15	(Gesamt-) Abnahme	Zustandsfeststellung bzw. Teilabnahme der getesteten Anlagenkomponenten nach den jeweiligen Probebetriebsphasen. Gesamtanabnahme nach Beendigung aller Arbeiten inkl. des erfolgreich abgeschlossenen Probebetriebs. Übergabe der Anlage nach restloser Beseitigung aller Mängel.	X	X	X	X	X	X	X	#14	1-5 AT	
16	Gewährleistungsabnahme	Zustandsfeststellung von Anlagenteilen vor Ablauf der Gewährleistungsfrist	X	X	X	X	X	X	X	#15	1-5 AT	
Abkürzungen: AT - Arbeitstag Wo - Woche												

Beispielhafte Maßnahmenabfolge

A 18.3 Projektzeitenplan für Prüfungen, Tests und zur Inbetriebnahme von VBA



Beispielhafter Projektzeitenplan