(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 902 403 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.1999 Patentblatt 1999/11

(51) Int. Cl.[6]: **G08G 1/01**

(21) Anmeldenummer: **98117158.0**

(22) Anmeldetag: **10.09.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **11.09.1997 DE 19739914**

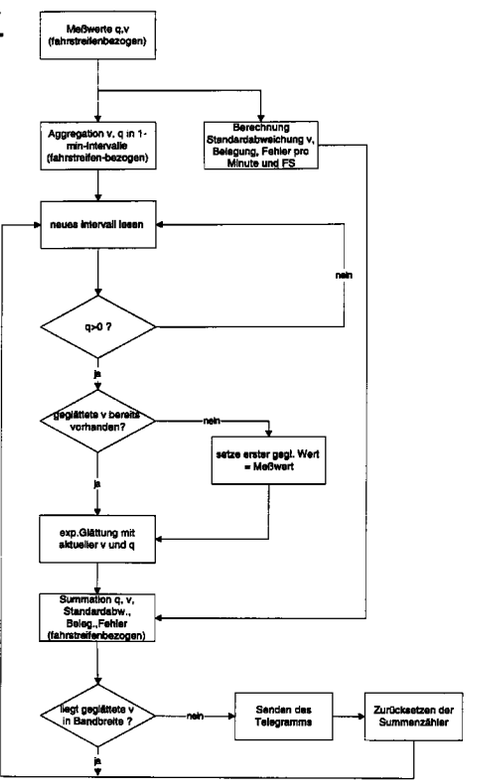
(71) Anmelder:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Busch, Fritz, Dr.**
  86415 Mering (DE)
- **Sachse, Thomas**
  83607 Holzkirchen (DE)

(54) Verfahren zur Ermittlung von Verkehrsinformationen

(57) Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine flächendeckende Verkehrsdatenerfassung bereitzustellen, die mit Einfachsensorik und geringem Datenübertragungsaufwand zuverlässige und hinreichend aussagekräftige Datengrundlagen für unterschiedliche Verkehrsinformationsdienste bereitstellt. Zur technischen Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung vorgeschlagen, ein Verfahren zur Ermittlung von auf Straßenstrecken, insbesondere Autobahnen, bezogene Verkehrsinformationen, wobei mittels ortsfester Detektoren lokale Erfassungsquerschnitte gebildet, verkehrsbezogene Meßwerte erfaßt, mittels lokaler Rechner vorverarbeitet und auf ein vorgegebenes Datenprotokoll normiert, aggregiert und per Funk an eine übergeordnete Datenverarbeitungsanlage übertragen werden, so daß die mittels lokaler Rechner aggregierten Daten statistisch ausgewertet und geglättet, zu einem vorgegebenen Referenzwert in Bezug gesetzt und erst bei über- oder unterschreiten eines um den Referenzwert festgelegten Schwellwertbereiches übertragen werden.

FIG.1



EP 0 902 403 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von auf Straßenstrecken, insbesondere Autobahnen bezogene Verkehrsinformationen, wobei mittels ortsfester Detektoren lokale Erfassungsquerschnitte gebildet, verkehrsbezogene Meßwerte erfaßt, mittels lokaler Rechner vorverarbeitet und auf ein vorgegebenes Datenprotokoll normiert, aggregiert und per Funk an eine übergeordnete Datenverarbeitungsanlage übertragen werden.

[0002] Im Stand der Technik ist es bekannt, an einzelnen Meßstellen Verkehrsflußinformationen zu erfassen, um daraus direkte Störinformationen abzuleiten oder Verkehrsentwicklungsprognosen für benachbarte Streckenabschnitte zu entwickeln. Es sind jeweils nur Einzellösungen bekannt.

[0003] Beispielsweise ist in der EP 0 256 483 A1 ein Verkehrsleit- und Informationssystem offenbart, welches unter Verwendung ortsfester Leitbaken und in Fahrzeugen angeordneten Sende- bzw. Empfangseinheiten Verkehrsflußinformationen ermittelt. Aus diesen Verkehrsflußinformationen werden insbesondere Störinformationen ermittelt, um Leitsignale zu schalten.

[0004] Aus der DE-P 44 08 547 ist ein Verfahren zur Verkehrserfassung und Verkehrssituationserkennung auf Autostraßen, vorzugsweise Autobahnen, bekannt. Zur Bildung von sogenannten Meßquerschnitten werden spurbezogene Meßstellen eingerichtet, die mit Verkehrssensoren, beispielsweise Induktionsschleifen, zur Kfz.-Detektion und mit einer Verkehrsdaten-Verarbeitungs-Einrichtung versehen sind. Es werden regelmäßig Verkehrsdaten wie Kfz.-Geschwindigkeit, Verkehrsstärke und Verkehrsdichte ermittelt und daraus bestimmte Verkehrskenngrößen in einer Verkehrsdatenaufbereitung gebildet. Dabei bilden jeweils zwei benachbarte Meßstellen einen Meßabschnitt mit einer bestimmten Streckenlänge. Aus den Verkehrsdaten zweier solcher Meßstellen werden Verkehrskenngrößen gebildet. Diese sind eine Geschwindigkeitsdichte-Differenz, berechnet aus lokalen Verkehrsdaten mittlerer Geschwindigkeit und der Verkehrsdichte, ein Trendfaktor, ermittelt über einen bestimmten Zeitraum aus dem Verhältnis der Verkehrsstärken beider Meßstellen sowie ein Verkehrsstärketrend. Aus diesen Daten wird mittels einer Fuzzylogik die Wahrscheinlichkeit für eine kritische Verkehrssituation abgeleitet. Bei Erreichen eines Wahrscheinlichkeitsschwellwertes kann dann ein Steuersignal für ein Wechselverkehrszeichen erzeugt werden.

[0005] Im Stand der Technik sind auch Detektoren bekannt, die das Vorhandensein und die Geschwindigkeit eines bewegten Objektes erfassen können. Beispielsweise arbeiten derartige Detektoren nach einem Passiv-Infrarot-Verfahren, welches ggf. auch mit anderen Verfahren kombiniert werden kann. Im Stand der Technik ist bisher kein Verfahren bekannt, flächendeckend Verkehrsinformationen zu erfassen und auszuwerten. Insbesondere sind keine Verfahren bekannt, die die Verkehrsinformationsermittlung streckenabschnittsbezogen variabel, ggf. ereignisorientiert und mit geringem Datenübertragungsaufwand ermöglichen.

[0006] Ein geringer Datenübertragungsaufwand ist einerseits zur Durchführung eines energiesparenden Verfahrens erforderlich, andererseits um möglichst transparente und leicht pflegbare Datenbestände zu erzeugen.

[0007] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, eine flächendeckende Verkehrsdatenerfassung der gattungsgemäßen Art derart verbessert bereitzustellen, so daß mit Einfachsensorik und geringem Datenübertragungs- sowie Energieaufwand zuverlässige und hinreichend aussagekräftige Datengrundlagen für unterschiedliche Verkehrsinformationsdienste bereitgestellt werden.

[0008] Zur technischen **Lösung** dieser Aufgabe wird mit der Erfindung vorgeschlagen, ein Verfahren zur Ermittlung von auf Straßenstrecken, insbesondere Autobahnen, bezogene Verkehrsinformationen, wobei mittels ortsfester Detektoren lokale Erfassungsquerschnitte gebildet, verkehrsbezogene Meßwerte erfaßt, mittels lokaler Rechner vorverarbeitet und auf ein vorgegebenes Datenprotokoll normiert, aggregiert und per Funk an eine übergeordnete Datenverarbeitungsanlage übertragen werden, dadurch zu verbessern, daß die mittels lokaler Rechner aggregierten Daten statistisch ausgewertet und geglättet, zu einem vorgegebenen Referenzwert in Bezug gesetzt und erst bei über- oder unterschreiten eines um den Referenzwert festgelegten Schwellwertbereiches übertragen werden.

[0009] Die Erfindung ermöglicht die Realisierung eines stufenförmig organisierten Erfassungs- und Verarbeitungssystems, wobei bereits kurzfristig Ergebnisse erzielt werden können, die durch Ausweitung in die einzelnen Stufen konsolidiert und verfeinert werden. Durch die Auflösung in einzelne Teilaufgaben bzw. Stufen ergibt sich ein hohes Maß an Flexibilität und an Ausfallsicherheit durch die Bildung von Rückfallebenen. Durch die lokale Voranalyse des Verkehrs ergeben sich Möglichkeiten zur äußerst energiesparenden, ereignisorientierten Datenübertragung zu den übergeordneten Datenverarbeitungsanlagen bzw. -zentralen.

[0010] Vorzugsweise werden ortsfeste Detektoren an Anschlußstellen, Knotenpunkten und dergleichen positioniert werden. Darüber hinaus wird die Anordnungsdichte der ortsfesten Detektoren in Abhängigkeit von Verkehrserwartungsschätzungen bestimmt. Somit lassen sich durch die Anordnung vieler lokaler Erfassungssysteme flächendekkende Netze aufbauen. Mit der Erfindung ist es auch möglich, einen Gesamtnetzaufbau zu organisieren. An verkehrstechnisch kritischen Positionen werden lokale Detektoren und Vorverarbeitungsrechner angeordnet, die über Funk in vorzugsweise digitaler Technologie die Daten an übergeordnete Datenverarbeitungsanlagen bzw. -zentralen weiterleiten. Dort können dann weitere Verkehrsmodelle auf die Daten angewandt werden.

[0011] Aus der lokalen Auswertung ergibt sich die Möglichkeit der lokalen Zustandserkennung. Durch die Verknüp-

fung der Daten benachbarter lokaler Erfassungsquerschnitte kann ein sogenannter streckenbezogener Level of Service in einer übergeordneten Datenverarbeitungsanlage oder einer dem Gesamtnetz zugeordneten Zentrale ermittelt werden.

[0012] Die Verknüpfung dieser Daten, ggf. in Kombination mit den Daten der lokalen Erfassungsquerschnitte ermöglicht die Errechnung einer erweiterten Situationserkennung. Hier können dynamische Zustandsschätzungen erfolgen, um eine verbesserte Zustandsschätzung in kritischen Streckenabschnitten durch Zuschaltung eines angepaßten Systems zur erweiterten Situationserkennung zu erlangen. Die Ergebnisse sind detaillierte streckenbezogene Daten und feiner untergliederte Situationsklassifizierungen. Darüber hinaus lassen sich Angaben einer etwaigen Sicherheit der jeweiligen Schätzung erzielen. Eine Korrektur hinsichtlich stark verrauschter Daten wegen schlechter Datenübertragung, bei größeren Zeitintervallen oder nur sporadischen Daten ist mit der Erfindung vorgesehen.

[0013] Mit besonderem Vorteil wird vorgeschlagen, daß zur lokalen Vorverarbeitung der Daten deren Plausibilität anhand von Modellvergleichen überprüft wird, Mittelwertberechnungen durchgeführt, aus der Veränderung der Maßwerte Trendfaktoren ermittelt, und daß aus den ermittelten Daten taktweise Zustandscodes ermittelt werden. Als Meßwerte werden zumindest Fahrzeuggeschwindigkeit, Verkehrsstärke und querschnittsbezogene Belegung erfaßt.

[0014] Nachdem von einem Detektor, beispielsweise einem Passiv-Infrarot-Detektor, Meßdaten geliefert werden, werden diese vorverarbeitet, beispielsweise indem Mittelwertberechnungen, Plausibilitätskontrollen und Trendfaktorermittlungen durchgeführt werden. Aus den Veränderungen der Daten oder den Daten selbst werden dann Zustandscodes ermittelt, beispielsweise in der Form eines Zahlenwertes für Zustände wie freier Verkehrsfluß, Staugefahr, Stop and Go, Stau oder Stillstand u.s.w. Auswertungszyklen können beispielsweise alle 1 bis 5 Minuten gewählt werden. Der Auswertungszyklus kann jedoch variabel festgelegt werden, beispielsweise in Abhängigkeit von den Zustandscodes oder den Verkehrszuständen. Das gleiche gilt für die Datenübertragungsrate, die beispielsweise in Abhängigkeit von dem ermittelten Zustandscode angewandt wird, beispielsweise bei freiem Verkehrsfluß alle 30 Minuten eine Übertragung bei Mittelwertbildung alle 5 Minuten. Je nach Störzustand kann die Übertragungsdichte erhöht werden. Dabei werden die Datenübertragungsraten benachbarter Erfassungsquerschnitte aufeinander abgeglichen.

[0015] Die Meßwerte können fahrspurenbezogen erfaßt werden, was aber nicht zwingend erforderlich ist, es können auch andere Erfassungsquerschnitte definiert werden. Auch ist es grundsätzlich möglich, Fahrzeugtypunterscheidungswerte, also beispielsweise Lkw, Pkw und dergleichen zu erfassen.

[0016] Mit der Erfindung werden Verfahren bereitgestellt, um unterschiedliche Arten und Qualitäten von Verkehrsinformationsdaten zur Verfügung zu stellen. Hauptaufgabe ist es, solche Daten für die Kraftfahrzeugführer aufzubereiten und diesen zweckmäßige Informationen bereitzustellen. Dabei kann es sich beispielsweise um Reisezeitanzeigen, Routenanzeigen, Verkehrsschlußprognosen, Stauanzeigen und dergleichen handeln. In den einzelnen Fahrzeugen werden beispielsweise Informationsdisplays angeordnet, auf welchen die Kraftfahrzeugführer ihre geplanten Routen und die Reisezeitinformationen angezeigt bekommen. Sie können dann beispielsweise unter verschiedenen Alternativen die jeweils schnellste Route wählen. Zusätzlich oder alternativ können Hinweise auf Stauentwicklungen, Wahrscheinlichkeiten in Bezug auf die weitere Entwicklung auf dem bevorstehenden Streckenabschnitt und dergleichen angezeigt werden. Die Anwendungsbreite ist umfangreich.

[0017] Um das intervallunabhängige und schwellwertorientierte Senden der einzelnen Detektoren realisieren zu können ist ein neues Aggregationsmodul erforderlich welches das bestehende Aggregationsmodul der 1. Periode ersetzt, bei dem die Übertragung auf festen Zeitintervallen basiert. Zusätzlich sind hier auch noch Anpassungen in der Zentralensoftware erforderlich, da das Telegramm einen neuen Aufbau besitzt und die Telegramme in variablen Zeitintervallen verarbeitet werden müssen. Hierbei wurde darauf geachtet, daß diese Anpassungen einfach und damit leicht zu realisieren sind. Von der Anpassung sind alle Module (Detektorquerschnitte) betroffen.

[0018] Grundsätzlich ist sicherzustellen, daß die Verkehrsmodelle in der Zentrale mit Daten eines Aggregationstyps (schwellwertorientiert oder fest) versorgt werden. Die Aktualität der verkehrstechnischen Aussagen ist allerdings von dem Aggregationsintervall abhängig. Umso größer das Intervall, umso weniger aktuell sind die Aussagen.

[0019] Für die folgenden Beschreibungen werden die folgenden Definitionen festgelegt.

Definitionen

[0020]

q	fahrstreifenbezogene Verkehrsstärke
v	fahrstreifenbezogene mittlere Geschwindigkeit
b	fahrstreifenbezogener Belegungsgrad
σ_v	fahrstreifenbezogene Standardabweichung der Geschwindigkeit
t	Aggregationsintervall

Indizes

[0021]

li, mi, re	Bezeichnung der Spur
lok	lokale Größe
mom	momentane, streckenbezogene Größe
Fz	Fahrzeuge Kfz
Pkw	Fahrzeuge mit Länge < L_Pkw_lkw
Lkw	Fahrzeuge mit Länge > L_Pkw_lkw

[0022] Im Aggregationsmodul muß eine Voranalyse der Meßdaten pro Fahrstreifen erfolgen und damit die Entscheidung gefällt werden, ob Daten eines Meßquerschnittes gesendet werden sollen. Die Kommunikation wird dann durchgeführt, wenn auf einem der Fahrstreifen die veränderte Verkehrssituation eine Übertragung erforderlich macht. Die Entscheidung über die Kommunikation wird hierbei von der geglätteten Geschwindigkeit der Pkw bzw. Lkw beeinflußt.

[0023] Die Detektormeßwerte, die im 10 Sekunden Raster vorliegen, werden spurbezogen zu 1-min-Intervallen aggregiert. Berechnet werden pro Fahrstreifen die Verkehrsstärke für Pkw, Lkw und Fz, die mittlere Geschwindigkeit für Pkw, Lkw, die maximale Einzelgeschwindigkeit, die Standardabweichung der Geschwindigkeit, der Belegungsgrad und die Fehler für Länge und Belegung.

$$q_{Pkw} = \Sigma Pkw,\ q_{Lkw} = \Sigma Lkw,\ q_{Fz} = \Sigma Fz,$$

$$\bar{v}_{Pkw,Lkw}(t) = \frac{\sum_{i=1}^{q} v_i(t)}{q_{Pkw,Lkw}}$$

[0024] Standardabweichung des arithmetischen Mittels

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (v_i(t) - \bar{v}(t))^2}{n-1}}$$

[0025] Bestimmung des Belegungsgrads pro Spur:

$$b_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i}{t_{Aggreg}} \cdot 100\ [\%]$$

[0026] Berechnung eines Fehlerindikators für die Längen- und die Belegungsmessung

$$f = \frac{\text{Anzahl verworfene Messungen}}{\text{Anzahl Messungen}} \cdot 100\ [\%]$$

[0027] In einem zweiten Schritt wird pro Fahrstreifen und Fahrzeugart die Geschwindigkeit und die Verkehrsstärke exponentiell geglättet.

$$\bar{v}_{Pkw,Lkw}(t) = \beta_v \cdot v_{Pkw,Lkw}(t) + (1-\beta_v) \cdot \bar{v}_{Pkw,Lkw}(t-1)\ 0 \le \beta_v \le 1$$

$$\bar{q}_{Pkw,Lkw}(t) = \beta_q \cdot q_{Pkw,Lkw}(t) + (1-\beta_v) \cdot \bar{q}_{Pkw,Lkw}(t-1)\ 0 \le \beta_q \le 1$$

[0028] Da zu Beginn einer Messung noch kein geglätteter Wert für das vorhergehende Intervall vorliegt wird dann der aktuelle Meßwert verwendet. Für die Geschwindigkeit wird der erste Meßwert bei Beginn der Glättung bzw. der erste geglättete Wert bei Überschreitung der Bandbreite als Referenzwert gespeichert. Jede Minute wird entschieden ob der neu berechnete, geglättete Wert innerhalb einer definierten Bandbreite um den Referenzwert liegt. Falls die Bandbreite überschritten wird, wird der letzte geglättete Wert übertragen. Dieser repräsentiert das neue Geschwindigkeitsniveau.

[0029] Die folgende Tabelle zeigt, anhand einer Meßreihe einer BAB, die Auswirkung des Glättungsparameters b und der Bandbreite D für die Verkehrsstärke und die mittlere Geschwindigkeit auf die Kommunikation zwischen dem Aggregationsmodul und der Zentrale.

Übertragungs-intervall	Aggregations-intervall [min]	Verkehrspara-meter	Glättungspara-meter β	Bandbreite Δ [+/- %]	Kommunika-tion / Tag	Fehler
konstant 5 min	1	v,q			288	
variabel	1	q	0,1	10	116	
variabel	1	q	0,1	20	46	
variabel	1	q	0,1	30	22	
variabel	1	q	0,2	10	285	
variabel	1	q	0,2	20	77	
variabel	1	q	0,2	30	37	
variabel	1	q	0,3	10	465	
variabel	1	q	0,3	20	130	
variabel	1	q	0,3	30	57	
variabel	1	v	0,1	10	108	
variabel	1	v	0,1	20	45	
variabel	1	v	0,1	30	25	
variabel	1	v	0,2	10	129	
variabel	1	v	0,2	20	69	
variabel	1	v	0,2	30	31	
variabel	1	v	0,3	10	145	
variabel	1	v	0,3	20	79	
variabel	1	v	0,3	30	48	

[0030] Vorgeschlagen werden bei einer Entscheidung über die Geschwindigkeitsabweichung ein b von 0,4 und eine Bandbreite D von +/- 10 % oder über die Verkehrsstärkeabweichung ein ein b von 0,2 und eine Bandbreite D von +/- 15 %.

[0031] Um unterschiedliche Strecken mit unterschiedlichen Verkehrssituationen berücksichtigen zu können müssen die Parameter für b und die Bandbreite für jeden MQ (pro Fahrtrichtung) getrennt definiert werden könmnen. Daher sind für jeden MQ die folgenden Werte in einem neuen Runtime File zu versorgen. Die Parameter gelten für alle Fahrstreifen einer Fahrtrichtung.

$$v: \beta_{Pkw}, \Delta_{Pkw}, \beta_{Lkw}, \Delta_{Lkw}$$

$$q: \beta_{Pkw}, \Delta_{Pkw}, \beta_{Lkw}, \Delta_{Lkw}$$

[0032] Da durch die schwellwertorientierte Übertragung ein Zeitraum von bis zu 30 Minuten erfaßt werden muß, können dann keine einzelnen Minutenintervalle gespeichert und übertragen werden. In diesen Fällen muß jeweils ein n-min-Intervall gebildet werden.

[0033] Für statistische Zwecke sollten die genauen Zahlen für die klassenbezogene Verkehrsstärke und die mittlere Geschwindigkeit für jeden Fahrstreifen berechnet werden. Hierfür wird jede Minute die aktuelle Zahl der Fahrzeuge pro Fahrzeugklasse (Pkw, Lkw) und pro Fahrstreifen aufsummiert und die zugehörige mittlere Geschwindigkeit berechnet. Diese Summation erfolgt so lange bis ein neues Telegramm gesendet wird. Danach werden die Zähler auf Null gesetzt und mit einer neuen Aggregation begonnen. Verkehrsstärke pro Fahrstreifen

$$q^{t}_{Pkw,\,Lkw,\,Fz} = q^{t-1}_{Pkw,\,Lkw,\,Fz} + q^{aktuell}_{Pkw,\,Lkw,\,Fz} \quad [Fz / Intervall]$$

[0034] Mittlere lokale Geschwindigkeit pro Fahrstreifen:

$$\bar{v}^{t}_{Pkw,\,Lkw,\,lok} = \frac{\sum_{i=li,mi,re} (q^{t-1}_{Pkw,\,Lkw} \cdot \bar{v}^{t-1}_{Pkw,\,Lkw} + q^{aktuell}_{Pkw,\,Lkw} \cdot \bar{v}^{aktuell}_{Pkw,\,Lkw})}{q^{t}_{Pkw,\,Lkw}} \quad [km / h]$$

[0035] Zusätzlich muß noch die Dauer des Aggregationsintervalls übertragen werden, für das diese Werte gelten.

[0036] Die Standardabweichung pro Fahrstreifen wird jede Minute aus der aktuellen Standardabweichung der letzten Minute s und der aggregierten Standardabweichung S des laufenden Aggregationsintervalls

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^{2} q^{i}_{Fz} - 1} \cdot \sum_{i=1,n}^{2} (\sigma_i^2 (q^{i}_{Fz} - 1) + (\bar{v}^{i}_{Fz} - \bar{V}_{Fz.lok}) \cdot q^{i}_{Fz})} \quad [km / h]$$

[0037] Der Belegungsgrad pro Fahrstreifenmuß mit der Anzahl n der bereits aggregierten Belegungen gewichtet werden:

$$b^{t} = \frac{b^{t-1} \cdot n + b^{aktuell}}{n + 1} \quad [\%]$$

[0038] Die Fehler-Länge und Fehler-Belegung werden im Aggregationsintervall summiert.

[0039] Um festzustellen ob der Detektor bzw. das Modul noch funktionsfähig ist und um zu die Werte für die Verkehrsstärke nicht zu groß werden zu lassen, muß gewährleistet sein, daß in festen Intervallen Telegramme abgesetzt werden und zwar unabhängig von der verkehrlichen Situation. Diese Intervalllänge sollte bei 30 Minuten ab der letzten Übertragung liegen. Um die Übertragung auch von der Zentrale aus anregen zu können, muß die Kommunikation alle 5 Minuten aufgebaut werden. Dann können bei Bedarf von der Zentrale, z.B. bei einem Neustart der Zentralensoftware, neue Daten abgefragt werden.

Datenpaket von Aggregationsmodul pro Übertragung

[0040]

Zeit	[wt:hh:mm]	Endzeitpunkt Erfassungsintervall
MQ	[-]	Meßquerschnitts-Nr.
spurbezogene Werte, geglättet:		
Q_Pkw_exp	[Fz/min]	Verkehrsstärke, Pkw, geglättet
Q_Lkw_exp	[Fz/min]	Verkehrsstärke, Lkw, geglättet
Q_ges_exp	[Fz/min]	Verkehrsstärke, Kfz, geglättet
V_Pkw_exp	[km/h]	lokale Geschw., Pkw, geglättet
V_Lkw_exp	[km/h]	lokale Geschw., Lkw, geglättet
spurbezogene Werte, pro Aggregationsintervall		
Intervall	[min]	Aggregationsintervall
Q_Pkw	[Fz/Intervall]	Verkehrsstärke, Pkw
Q_Lkw	[Fz/Intervall]	Verkehrsstärke, Lkw
Q_ges	[Fz/Intervall]	Verkehrsstärke, Kfz
V_Pkw	[km/h]	lokale Geschwindigkeit, Pkw
V_Lkw	[km/h]	lokale Geschwindigkeit, Lkw
SV	[km/h]	Standardabweichung V_Kfz
B	[%]	Belegungsgrad
Fehler-Länge	[-]	verschlüsselter Fehlercode
Fehler-B	[-]	verschlüsselter Fehlercode

[0041] In der Zentrale werden die übertragenen Werte fur die geglättete Verkehrsstärke und Geschwindigkeit sowie für Standardabweichung und Belegung so lange für die einzelnen zukünftigen Minutenintervalle angenommen, bis ein neuer Wert übertragen wird. Im Archiv müssen die geglätteten Werte mit einer Markierung versehen werden die bestimmt, ob der archiviert Wert ein echter geglätteter Meßwert oder ein fortgeschriebener (angenommener) Wert für den Zeitpunkt ist.

Für die neuen Summenwerte ist für statistische Auswertungen ein eigenes Archiv zu erstellen.

[0042] Mit der Erfindung wird ein äußerst flexibles Verfahren angegeben, mit welchem unter Verknüpfung unterschiedlichster Verkehrsmodelle ein nahezu netzumfassendes, flächendeckendes Verkehrsinformationssystem aufbaubar ist, welches Daten für unterschiedlichste Informationszwecke liefert. Es können herkömmliche und bereits bekannte Modelle und Verfahren eingesetzt und kombiniert werden. Prognosen können ganglinienbasierte Prognosen an Meßstellen, modellgestützte Prognosen für Abschnitte und Maschen und Ergänzungen nicht meßbarer Effekte unter Verwendung künstlicher Intelligenz sein. Für die Berechnung von Mittelwerten werden übliche Formeln eingesetzt.

[0043] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

Figur 1 ein Flußdiagramm als Beispiel für ein Realisationsbeispiel für den ereignisorientierten Sendevorgang;

Figur 2 Diagramme, die die Darstellung der Verkehrsstärke über die Zeit zeigen, und

Figur 3 Diagramme, welche ebenfalls die Darstellung der Verkehrsstärke über die Zeit in weiteren Zeitintervallen zeigen.

[0044] An einem gegebenen Meßquerschnitt werden in der beschriebenen Weise die verschiedenen verkehrsbezogenen Werte ermittelt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 werden die Werte v,q fahrstreifenbezogen aggregiert. Parallel wird die Standardabweichung berechnet. In Abhängigkeit davon, ob bereits ein geglättetes v vorhanden ist oder nicht, erfolgt die exponentielle Glättung und die Bandbreitenprüfung für die Werte. Daraufhin erfolgt die Senden-/Nicht-senden-Entscheidung.

[0045] Die Figuren 2 und 3 zeigen insgesamt vier Diagramme von jeweils Sechs-Stunden-Intervallen, also die Verkehrsstärkewerte für einen ganzen Tag, und zwar jeweils in ungeglätteter, geglätteter sowie gesendeter Darstellung. Es lassen sich die verfahrensgemäßen Ergebnisse in Bezug auf wirtschaftliche Sendeentscheidungen erkennen.

[0046] Die Darstellungen zeigen, wie mit dem erfindungsgemäßen Verfahren konkrete meßstellenbezogene Werte erfaßt beziehungsweise errechnet und gesendet werden. Alle erfaßten, errechneten und weiterverarbeiteten Daten und Ergebnisse stehen nunmehr zur Verfügung, um den Verkehrsteilnehmern entsprechende Verkehrsinformationen anzugeben. So lassen sich beispielsweise Reisezeiten für geplante Strecken oder unterschiedliche alternative Routen errechnen und darstellen. Auch lassen sich entsprechende Warnungen und Prognosen einschließlich der Prognosewahrscheinlichkeiten angeben.

[0047] Die beschriebenen Bespiele dienen der Erläuterung und sind nicht beschränkend.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von auf Straßenstrecken, insbesondere Autobahnen, bezogene Verkehrsinformationen, wobei mittels ortsfester Detektoren lokale Erfassungsquerschnitte gebildet, verkehrsbezogene Meßwerte erfaßt, mittels lokaler Rechner vorverarbeitet und auf ein vorgegebenes Datenprotokoll normiert, aggregiert und per drahtloser Übermittlung an eine übergeordnete Datenverarbeitungsanlage übertragen werden, **dadurch gekennzeichnet,** daß die mittels lokaler Rechner aggregierten Daten statistisch ausgewertet und geglättet, zu einem vorgegebenen Referenzwert in Bezug gesetzt und erst bei über- oder unterschreiten eines um den Referenzwert festgelegten Schwellwertbereiches übertragen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Referenzwert aus den Daten eines vorhergehenden Zeitintervalls bestimmt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Schwellwertbereich variabel einstellbar ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß zur lokalen Vorverarbeitung der Daten deren Plausibilität anhand von Modellvergleichen überprüft wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden, **dadurch gekennzeichnet,** daß zur lokalen Vorverarbeitung der Meßwerte Mittelwertberechnungen durchgeführt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß bei jeder Übertragung ein Zeitintervall vorgegebener Länge gestartet wird, bei dessen Ende eine Übertragung stattfindet, wenn es nicht durch eine situationsbedingte Übertragung neu gestartet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß als Meßwerte Fahrzeuggeschwindigkeit, Verkehrsstärke und Belegung erfaßt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Meßwerte fahrspurenbezogen erfaßt werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß als Meßwerte Fahrzeugtypunterscheidungswerte erfaßt werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Datenübertragungsrate zusätzlich in Abhängigkeit von Zustandscodes festgelegt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Datenübertragungsraten benachbarter Erfassungsquerschnitte abgeglichen werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß als übergeordnete Daten-

verarbeitungsanlage eine Zentrale für alle Erfassungsquerschnitte eines Netzes oder für mehrere übergeordnete Datenverarbeitungsanlagen zugeordnet wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß in wenigstens einer übergeordneten Datenverarbeitungsanlage streckenbezogene Verkehrsinformationen durch Verknüpfung der übertragenen Daten benachbarter Erfassungsquerschnitte errechnet werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Daten zur Routensuche ausgewertet werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Daten zur Ausgabe von Verkehrsleitungsinformationen ausgewertet werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Daten zur Abgabe von Verkehrsentwicklungsprognosen ausgewertet werden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Daten zur Ausgabe von Reisezeitinformationen ausgewertet werden.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Daten zur Ausgabe von Stauinformationen ausgewertet werden.

FIG.1

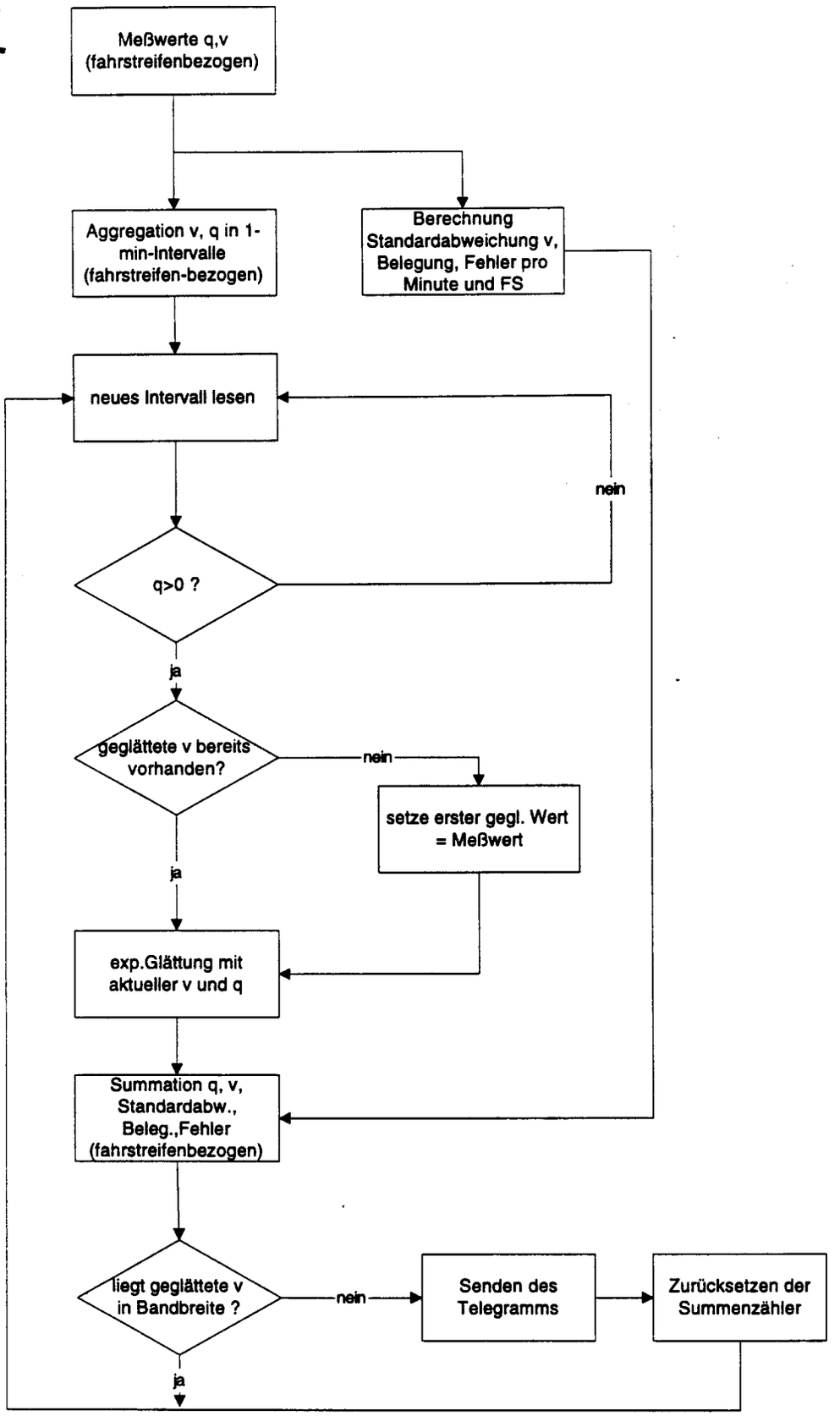
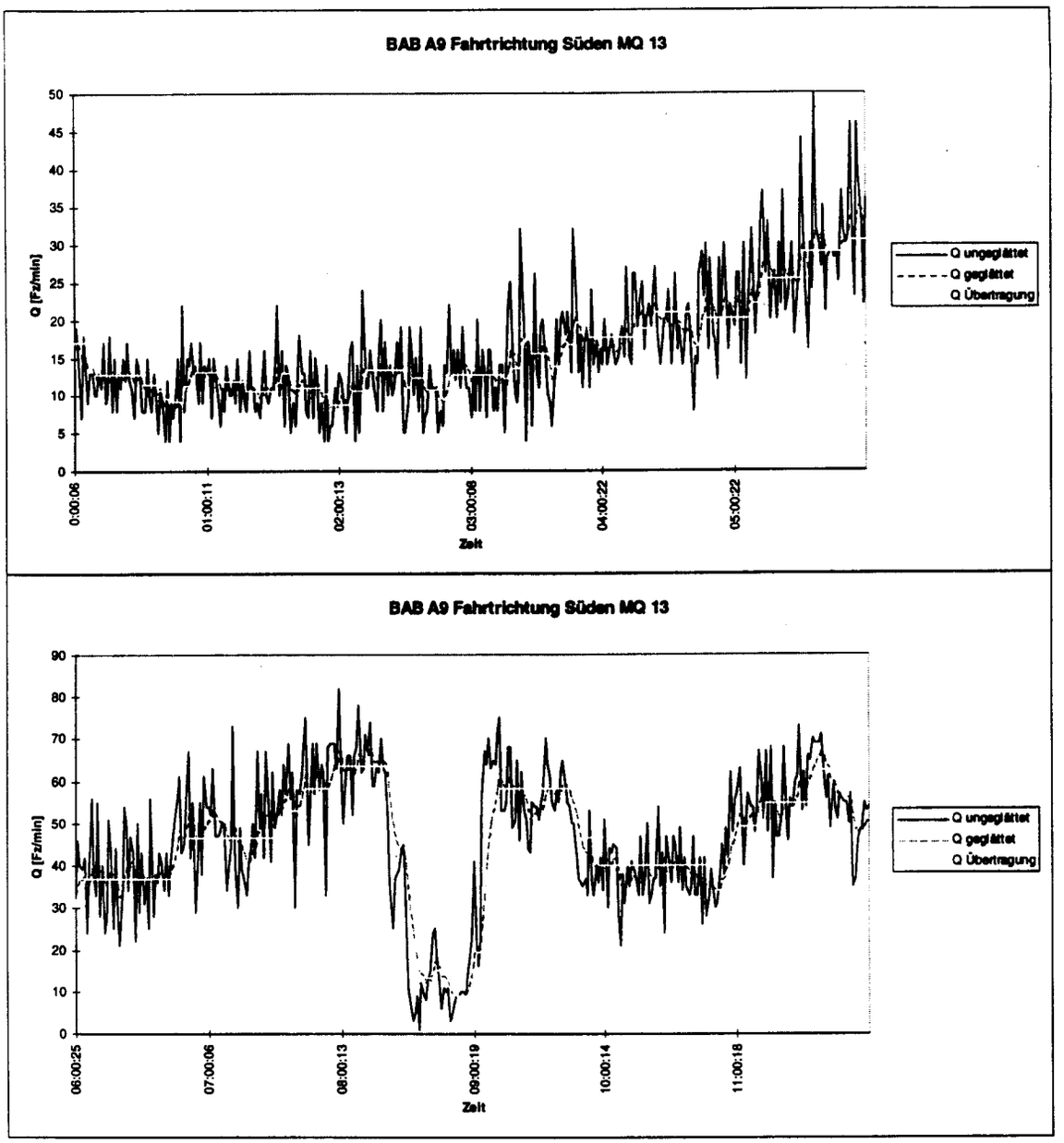
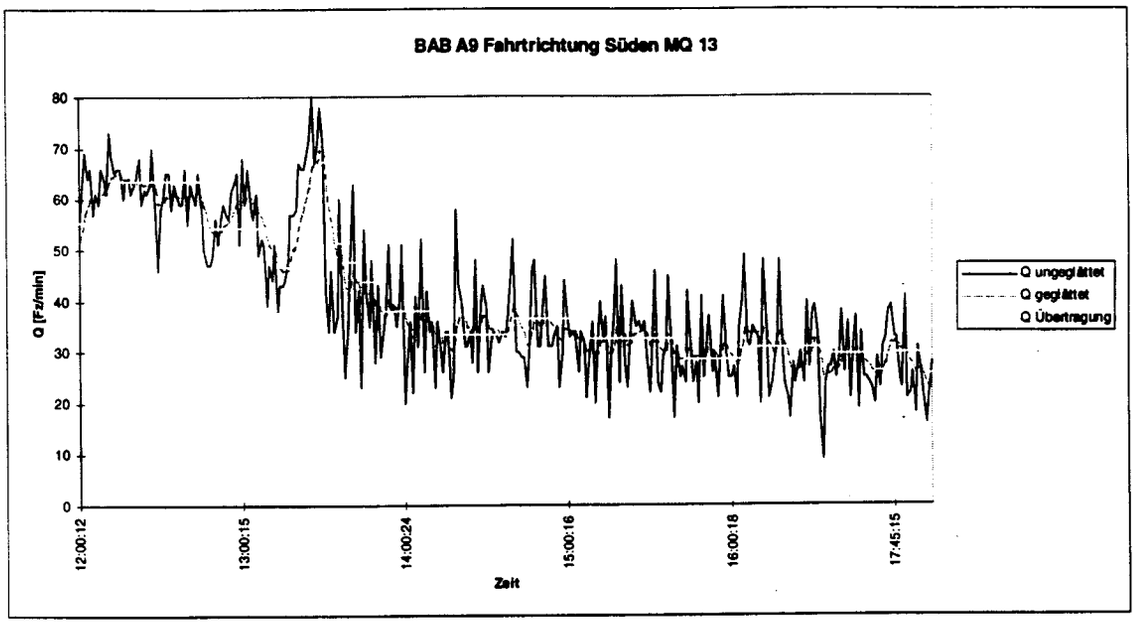

Meßwerte q,v (fahrstreifenbezogen)
Aggregation v, q in 1-min-Intervalle (fahrstreifen-bezogen)
Berechnung Standardabweichung v, Belegung, Fehler pro Minute und FS
neues Intervall lesen
nein
q>0 ?
ja
geglättete v bereits vorhanden?
nein
setze erster gegl. Wert = Meßwert
ja
exp.Glättung mit aktueller v und q
Summation q, v, Standardabw., Beleg.,Fehler (fahrstreifenbezogen)
liegt geglättete v in Bandbreite ?
nein
Senden des Telegramms
Zurücksetzen der Summenzähler
ja

FIG. 2


BAB A9 Fahrtrichtung Süden MQ 13
Q [Fz/min]
Zeit
0:00:06
01:00:11
02:00:13
03:00:08
04:00:22
05:00:22
Q ungeglättet
Q geglättet
Q Übertragung
BAB A9 Fahrtrichtung Süden MQ 13
Q [Fz/min]
Zeit
06:00:25
07:00:06
08:00:13
09:00:19
10:00:14
11:00:18
Q ungeglättet
Q geglättet
Q Übertragung


BAB A9 Fahrtrichtung Süden MQ 13
Q [Fz/min]
80
70
60
50
40
30
20
10
0
12:00:12
13:00:15
14:00:24
15:00:16
16:00:18
17:45:15
Zeit
Q ungeglättet
Q geglättet
Q Übertragung

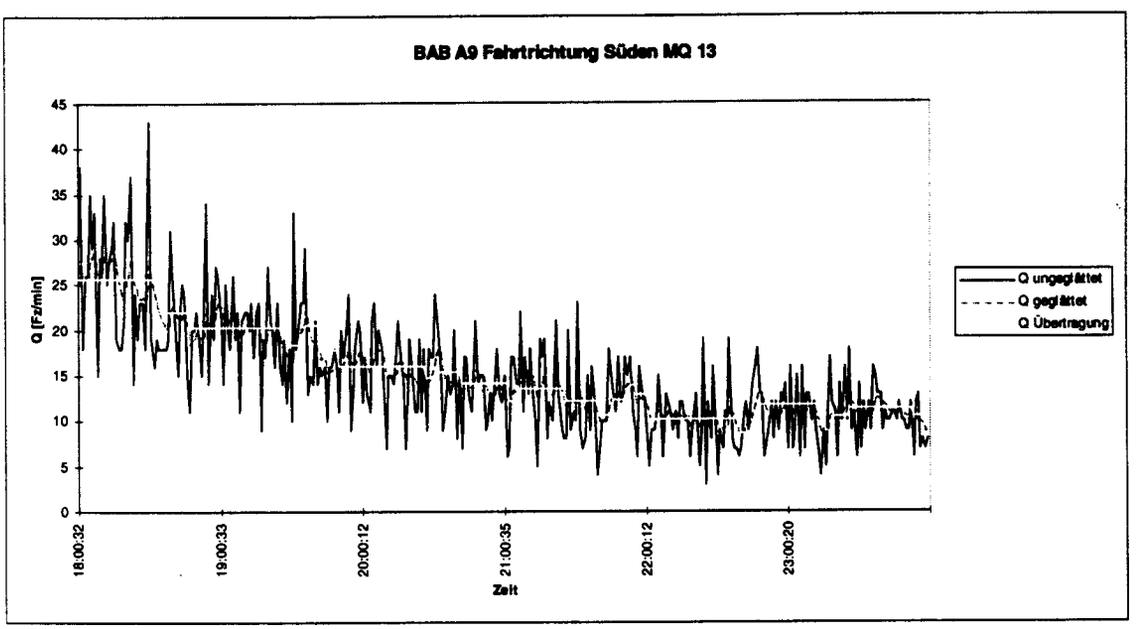

BAB A9 Fahrtrichtung Süden MQ 13
Q [Fz/min]
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
18:00:32
19:00:33
20:00:12
21:00:35
22:00:12
23:00:20
Zeit
Q ungeglättet
Q geglättet
Q Übertragung

FIG. 3