

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 681 277 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **95106284.3**

51 Int. Cl.⁸: **G08G 1/08**

22 Anmeldetag: **26.04.95**

30 Priorität: **04.05.94 DE 4415737**

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München (DE)

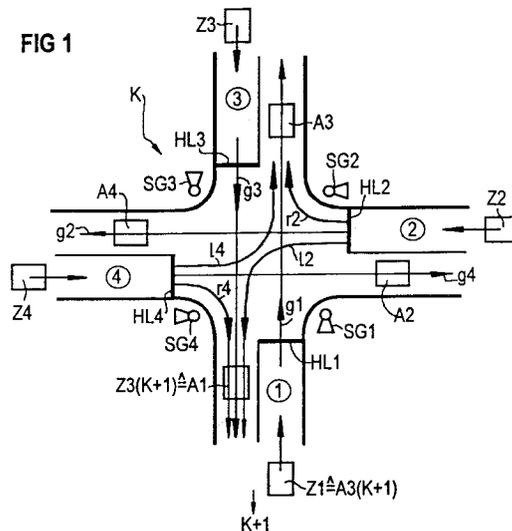
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.11.95 Patentblatt 95/45

72 Erfinder: **Böttger, Rolf, Dr.**
Birkenstrasse 165
D-82377 Penzberg (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB GR IT LI LU NL

54 **Verfahren zur laufenden Messung der aktuellen Verkehrsströme an einem Verkehrsknoten.**

57 Dieser wird von einer Lichtsignalanlage gesteuert und weist Fahrzeug-Detektoren in den Kreuzungsaus- bzw. -zufahrten und ein Kreuzungsgerät mit einer mikrorechnergesteuerten Datenverarbeitungseinrichtung auf. Die verschiedenen Verkehrsströme werden in Abhängigkeit vom Signalisierungsplan der Lichtsignalanlage zeitlich separiert, wozu der zufließende (Z) und der abfließende (A) Geradeaus (g)- sowie der Abbiege (r;l) - Verkehr (Z,A) in sämtlichen Kreuzungszu- und ausfahrten gemessen werden. Zuerst wird der Geradeausverkehr (g) der gegenüberliegenden Kreuzungszufahrt (Z) ermittelt. Dann werden während (X-R) der Sättigungsphase (SV) des Abflusses von der Zufahrt (Z) der Querrichtung zu Grünbeginn (R) nur Rechtsabbieger (r') gemessen (A) und im nachfolgenden Zeitbereich (U-X) des ungesättigten nachfließenden Verkehrs die gemischt auftretenden Rechts- und Linksabbieger (r'' + l'). Dabei wird der Beginn (Zeitpunkt X) des ungesättigten Verkehrs aus dem Zufluß (Z) und der Signalisierung der betreffenden Signalgruppe (SG) der betrachteten Zufahrt (Z) und aus der Sättigungsverkehrsstärke (SV) in der Grünzeit (gn) dieser Signalgruppe (SG) bestimmt und aus der bisher gemessenen Gesamtzahl (r' + r'' + l') der abgebogenen Fahrzeuge und aus der vorher gemessenen Anzahl der Rechtsabbieger (r') sowie der gemischten Rechts- und Linksabbieger (r'' + l') die Anzahl der Linksabbieger (l') abgeleitet. Nach Grün-Ende (U), d.h. in der Räumzeit (zz), werden nur noch Linksabbieger (l''') gemessen.



EP 0 681 277 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur laufenden Messung der aktuellen Verkehrsströme an einem Verkehrsknoten, der von einer Lichtsignalanlage gesteuert wird und Fahrzeugdetektoren in den Kreuzungsaus- bzw. -zufahrten und ein Kreuzungsgerät mit einer mikrorechnergesteuerten Datenverarbeitungseinrichtung aufweist.

5 Voraussetzung für eine optimale Signalsteuerung an einem Straßenknoten ist die aktuelle Information über die Stärke aller Verkehrsströme am Knoten. Diese Informationen durch einfache Querschnittsmessungen mit Detektoren direkt zu bestimmen, ist aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeiten der Einzelströme nur in seltenen Spezialfällen möglich. Bekannte Verfahren zur Erfassung der Verkehrsströme arbeiten mit statistischen Korrelationsmethoden, die aus den zeitlichen Änderungen der Querschnittsmeßwerte in den
10 Zu- und Abfahrten des Knotens systematische Zusammenhänge, d.h. Korrelationen, herausfiltern, die statistische Hinweise auf die Stärke der einzelnen Verkehrsströme geben. Die so entstehenden Informationen laufen zeitlich relativ sehr stark nach und sind nicht sehr genau, zudem sind diese Korrelationsverfahren rechen- und datentechnisch recht aufwendig und benötigen sowohl in den Zufahrten als auch in den Ausfahrten (relativ nahe an den Kreuzungen) Detektoren. Aus einfachen Querschnittsmessungen kann die
15 Strombelastung (d.h. alle Geradeaus- und Abbiegerströme getrennt) einer Kreuzung wegen der spezifischen Abhängigkeiten der Ströme voneinander nicht gewonnen werden (lineares Gleichungssystem ohne eindeutige Lösung).

Aufgabe der Erfindung ist es, die aktuellen abbiegenden Verkehrsströme möglichst einfach und genau zu bestimmen mit möglichst geringem Aufwand an Meßeinrichtungen (Detektoren).

20 Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht aus den Signalisierungszuständen an einem Verkehrsknoten und dem damit verbundenen Verkehrsablauf auf der Kreuzung den rechts und links einbiegenden Verkehr mit einer Meßstelle (Fahrzeug-Detektoren) in jedem Abflußquerschnitt meßtechnisch relativ sauber
25 zu trennen. Man macht sich dabei die Art des Verkehrsablaufs während der Grünzeit in Querrichtung zunutze, aus der die Ein- bzw. Abbieger stammen. Damit kann man, z.B. in einem Mikrocomputer-Kreuzungsgerät, laufend die aktuellen Strombelastungen ermitteln und bereithalten, einschließlich der Gesamtbelastungen (Querschnittssummen).

Über ein serielles Übertragungssystem können beispielsweise die aktuellen Werte durch die Zentrale abgerufen und der zentralen Steuerung oder auch dem Anwender, dem Verkehrsingenieur an seinem Arbeitsplatz, numerisch oder auch grafisch zur Verfügung gestellt werden. Darüberhinaus kann das Kreuzungsgerät selbst noch lokale Optimierungen der Steuerung im vorgegebenen zentralen Rahmen mit den Meßwerten vornehmen (Grünzeitaufteilung, mit Einschränkung Bemessungen, Art der Phasen, Phasenfolgen, Phasenanzahl, Überwachung der aktuellen Auslastungsgrade, usw.).

35 Dazu werden, in Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, auch Meßwerte, die in Steuergeräten eines Nachbarknotens gewonnen werden, herangezogen, da die gemessenen Ahflüsse von den Vorkreuzungen gleichzeitig die Zuflüsse zu den jeweils nachfolgenden Kreuzungen sind. Zu diesem Zweck gibt es im allgemeinen ein Übertragungssystem zwischen benachbarten Kreuzungen (mit oder ohne Umweg über die Zentrale), über das die Daten ausgetauscht werden können.

40 Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 einen Verkehrsknoten, eingerichtet zur laufenden Messung der Verkehrsstrombelastung,

Fig. 2 ein Fahrzeug-Zeit-Diagramm zur Unterscheidung der Rechts- und Linksabbieger (in erster Näherung), und

45 Fig. 3 ein Fahrzeug-Zeit-Diagramm für eine meßtechnische Unterscheidung der Rechts- und Linksabbieger.

Die Detektorschleifen für die Meßstellen liegen in den Abflußbereichen hinter den Kreuzungen. Sie messen die Abflüsse A_i ($i = 1, 2, 3, 4$) von der betrachteten Kreuzung K und gleichzeitig die Zuflüsse Z für die Nachbarkreuzungen, siehe Fig.1. Dabei ist der Abfluß (z.B. A_1) gleichzeitig der Zufluß Z_3 zur Folgekreuzung
50 $K + 1$, es gilt z.B. für den Verkehr von Kreuzung K nach der Folgekreuzung $K + 1$ (auf Fig.1 unten):

$$A_1^{(K)} = Z_3^{(K+1)} \quad (1a)$$

und in umgekehrter Richtung

55
$$A_3^{(K+1)} = Z_1^{(K)} \quad (1b)$$

Die Folge-Kreuzung K+1 schließt sich bei Fig.1 nach unten an und ihre Zufahrten haben die gleiche Numerierung wie die der Kreuzung K. Die unterschiedliche Bezeichnung $A_i(K)$ und $Z_j(K+1)$ für denselben Meßwert derselben Meßstelle ist eingeführt worden, damit man bei der Betrachtung einer Kreuzung nicht ständig die Nummern der Nachbarkreuzungen mitschleppen muß. Zwischen i und j besteht ein einfacher Zusammenhang:

$$j = (i + 2) \bmod 4, \text{ sollte } (i + 2) \bmod 4 = 0 \text{ sein, so ist } j = 4$$

Es ist pro Fahrstreifen (auf dem nicht geparkt wird) eine Schleife mit üblichen Abmessungen (z.B. 0,8 bis 1 m Abstand von der Spur-Markierung (2 bis 3 m lang) in den Kreuzungsausfahrten in einem Abstand von 20 bis 30 m nach der Vorkreuzung verlegt. In dieser Entfernung fahren auch die einbiegenden Fahrzeuge wieder halbwegs spurtreu. Die Detektor-Auswerteschaltungen sind im Kreuzungsgerät oder anderen Gehäusen der Vorkreuzung untergebracht, was nur kurze Leitungswege zu den Schleifen erfordert.

Im folgenden wird nun die Unterscheidung der Rechts- und Linksabbieger an einem Abflußquerschnitt erläutert. Aus der Signalsteuerung (Signalisierungsplan) der betrachteten Kreuzung K kann man z.B. die bei dem Abflußquerschnitt A1 geradeaus abfließenden Fahrzeuge g_3 aus der Zufahrt Z3 während der Grünzeit vom Signalgeber SG3 relativ einfach und genau bestimmen, siehe Fig.1. Die zeitlichen Meßbereiche für A1 müssen allerdings um die Fahrzeit t_f von der Haltelinie HL3 bis zum Detektor von A1 gegen die Grünzeit von SG3 verschoben sein, siehe dazu Fig.2. Haben die nach dem Geradeausverkehr folgenden Abbieger r_4 und l_2 (Querphase) keine eigenen Abbiegephasen, so ist die zeitliche Separation der Rechts- und Linksabbieger r_4 und l_2 am Meßquerschnitt A1 nicht ganz einfach.

Dabei geht man von der Überlegung aus, daß keine Linksabbieger l_2 bei dem Abflußquerschnitt A1 auftreten können, solange während der Grünzeit g_n am Signal SG4 ein gesättigter Abfluß SV herrscht bis zum Zeitpunkt X in Fig. 2. Das bedeutet, von Grünbeginn R4 des Signals SG4 an bis zum Zeitpunkt X treten bei dem Abflußquerschnitt A1 nur Rechtseinbieger r_4 aus der Zufahrt Z4 auf. Zwischen den Zeitpunkten X und Grün-Ende U von SG4 können dann Linksabbieger l_2 aus der Zufahrt Z2 auftreten - aber natürlich auch noch Rechtsabbieger r_4 aus der Zufahrt Z4. Dies läßt sich meßtechnisch zunächst nicht sauber auseinanderhalten. Es gilt daher zunächst für die gemessenen Werte r_4^* und l_2^* im Verhältnis zu den wirklichen Rechts- und Linksabbieger r_4 und l_2 :

$$r_4 \geq r_4^* \text{ und } l_2 \leq l_2^*. \quad (2)$$

Als nächstes geht es darum, den Zeitpunkt X während der Grünzeit g_n des Signalgebers SG4 zu bestimmen. Vom Meßquerschnitt Z4 in der Zufahrt kennt man den statistisch etwas ausgeglichenen (Kurzzeitprognose) Gesamtzufluß Z4 für SG4 in einem Umlauf U. In einer ersten Version wird angenommen, daß der umlaufbezogene Zufluß Z4 gleichmäßig über den Umlauf verteilt ankommt. Betrachtet man den Signal-Umlauf bei SG4 von Rot-Beginn an, so ergibt sich für X:

$$X = r_t \cdot SV / (SV - Z4/U) \quad (\text{in sec}). \quad (3)$$

Dabei ist SV die Sättigungsverkehrsstärke in der Grünzeit g_n von SG4 (gemessen in Fz/S) und es muß für den Zufluß gelten:

$$Z4 < g_n \cdot SV \quad (\text{keine Überlastung}). \quad (4)$$

In einer zweiten Version, den Zeitpunkt X zu bestimmen, benutzt man die direkte Meßmethode. Liegt der Meßquerschnitt Z4 nicht zu weit vom Signalgeber SG4 entfernt (< 200 m), so kann man die zwischen Z4 und dem Signal SG4 wirklich vorhandenen und eingefahrenen Fahrzeuge (FZ) einzeln erfassen und aus diesem Zufluß Z4, den sich ergebenden Staulängen und dem gesättigten Abfluß SV in der Grünzeit g_n den Zeitpunkt X, zu dem der Abfluß am Signal SG4 den Zufluß Z4 einholt, genau bestimmen, siehe Fig.2. Dazu ist eine etwas aufwendigere Meßwertverarbeitung bei Z4 nötig, die dann auch noch weitere nützliche Meßgrößen, wie Maximalstau, Anzahl der Halte- und Wartezeiten, liefert. Was hier für den Abflußquerschnitt A1 der Kreuzung erörtert wurde, gilt natürlich für die anderen Abflußquerschnitte analog.

Es gibt nun Möglichkeiten, die Werte der näherungsweise gemessenen Abbieger aufgrund der Zusammenhänge der Verkehrsaufteilung an der Kreuzung weiter zu verbessern und zu präzisieren. Man geht dabei von dem Grundsatz aus, daß innerhalb eines Umlaufs ebenso viele abbiegende Fahrzeuge die Kreuzung verlassen müssen, wie in sie einfahren (im Normalfall, ohne überstauten Kreuzungsbereich). Da man die Summen der Abbieger aus jeder der beiden Richtungen (die zur laufenden Phase gehören)

aufgrund der recht genauen Meßwerte der Geradeaus-Verkehrsströme g_i genau kennt, z.B.

$$\begin{aligned} r_2 + l_2 &= Z_2 - g_2 \text{ oder} & (5) \\ r_4 + l_4 &= Z_4 - g_4 \text{ bzw.} \\ r_2 + l_4 &= A_3 - g_1 \text{ und} \\ r_4 + l_2 &= A_1 - g_3, \end{aligned}$$

lautet die Bedingung für Zufluß = Abfluß:

$$Z_2 - g_2 + Z_4 - g_4 = A_1 - g_3 + A_3 - g_1; \text{ (Fig.1).} \quad (6)$$

Da diese Meßwerte statistisch ausgeglichen sind (Kurzzeitprognosen), ist diese Bedingung (6) immer relativ gut erfüllt. Aufgrund der Bedingungen (5) genügt nun die Kenntnis einer der vier Abbiegeströme und nach (5) sind dann die restlichen drei Ströme eindeutig unter den Bedingungen (6) und (2) eindeutig bestimmt. Dieser Zusammenhang ist vor allem dann von Nutzen, wenn eine der vier Abbiegebeziehungen von Fig. 1 verboten ist. In diesem Fall ist dieser Abbiegestrom exakt gleich Null und somit die restlichen drei einfach aus (5) zu bestimmen. Das gleiche gilt auch, wenn z.B. ein Abbiegerstrom mit einem Detektor genau gemessen werden kann.

Im Normalfall, wenn alle Abbiegebeziehungen zugelassen sind, ist es zweckmäßig, andere Wege zu gehen, siehe dazu Fig.3. Die gemischten Rechts- und Linkseinbieger r''_4 und l''_2 , die nach dem Zeitpunkt X_4 der Stauauflösung in der Grünzeit g_n von SG4 bis zum Umlaufende U auftreten, können zunächst nur als Summe $r''_4 + l''_2$ direkt gemessen werden. Der Anteil r''_4 der Rechtseinbieger läßt sich aber mit Hilfe der bis X_4 gemessenen Rechtseinbieger r'_4 und unter der sehr plausiblen und sehr wahrscheinlichen Annahme berechnen, daß in der Zeit t_g zwischen dem Zeitpunkt X_4 und dem Umlauf-Ende U bei dem Signalgeber SG4 zufließenden Verkehr prozentual ebenso viele Rechtsabbieger enthalten sind, wie im Zeitraum 0 bis X_4 , die als r'_4 bekannt sind. Das bedeutet, daß folgende Proportion gilt:

$$(7) \quad \frac{r''_4}{U - X_4} = \frac{r'_4}{X_4}$$

oder

$$r''_4 = r'_4 \cdot (U - X_4) / X_4 \quad (8)$$

Da nun die Summe $r''_4 + l''_2$ direkt gemessen wurde und nach (8) r''_4 bekannt ist, ist auch l''_2 bekannt. l''_2 muß in jedem Fall ≥ 0 sein. In der nach U (Grün-Ende von SG4) folgenden Zwischenzeit ZZ_{43} bis zum Grün-Beginn von SG3 (Beginn des neuen Verkehrsstroms g_3) fließen nur noch Linksabbieger l''_2 ab, so daß die gesamten Linksabbieger l_2 durch

$$l_2 = l''_2 + l'_2 \quad (9)$$

gegeben sind. Die Summe aller Rechtsabbieger r_4 ist dann

$$r_4 = r'_4 + r''_4 \quad (10)$$

und der Gesamtabfluß A_1 in Abflußrichtung 1

$$A_1 = g_3 + r_4 + l_2. \quad (11)$$

Aus diesen Original-Meßwerten g_3, r_4 und l_2 können dann z.B. durch exponentiellen Ausgleich mittlere Werte für den Gesamtabfluß und die Strombelastung gewonnen werden:

$$\bar{A}_1 : = \bar{A}_1 + \alpha \cdot (A_1 - \bar{A}_1) \quad (12)$$

$$\bar{g}_3 : = \bar{g}_3 + \alpha \cdot (g_3 - \bar{g}_3), \quad (13)$$

$$\bar{r}_4 : = \bar{r}_4 + \alpha \cdot (r_4 - \bar{r}_4) \text{ und} \quad (14)$$

$$\bar{l}_2 : = \bar{l}_2 + \alpha \cdot (l_2 - \bar{l}_2). \quad (15)$$

Der Gesamtabfluß A1 in Richtung 1 ist dann gleichzeitig der Gesamtzufluß $Z3^{(K+1)}$ zum Nachbarknoten K+1 aus Richtung 3.

5 Was für den Abfluß A1 in Richtung 1 gilt, gilt analog auch für die anderen drei Abfluß-Richtungen, so daß man allgemein statt (11)

$$A_i := r(i+3)^* + g(i+2)^* + g(i+1)^*, \text{ mit } i = 1,2,3,4 \quad (11a)$$

10 schreiben kann, wobei

$$15 \quad (16) \quad (i+j)^* = \begin{cases} 4, & \text{wenn } (i+j) \bmod 4 = 0 \text{ ist oder} \\ (i+j) \bmod 4 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Aus (11a) und (12) bis (15) folgt dann auch für die ausgeglichenen Werte

$$20 \quad \bar{A}_i := \bar{r}(i+3)^* + \bar{g}(i+2)^* + \bar{l}(i+1)^*, \quad (i=1,2,3,4). \quad (17)$$

Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens (in Fig.1 und 3) in einem Kreuzungs-Steuergerät ist relativ einfach und beruht vor allem auf Fahrzeugzählungen in bestimmten Zeitintervallen innerhalb des Umlaufs (U) und in einer einfachen Berechnung des Zeitpunkts X der Stauauflösung in der Grünzeit ($gn = (U-R)$) sowie der Größe r'' aus dem Meßwert r' und dem zugehörigen Zufluß Z.

25 Gemäß Fig. 3 ist angenommen, daß Rotbeginn der Signalgruppe SG4 den Zeitpunkt 0 darstellt, so werden am Meßquerschnitt A1 die Geradeausfahrer g_3 von der Signalgruppe SG3 von T_0 an bis T_4 gezählt. T_0 ist der Zeitpunkt, zu dem die ersten Fahrzeuge von SG3 bei A1 eintreffen. Bis dahin ist die Fahrzeit t_f und die Zeit zz_{43} vom Grünbeginn bis T_0 verstrichen:

$$30 \quad T_0 = zz_{43} + t_f. \quad (18)$$

Im ersten Teil der Grünzeit gn der Signalgruppe SG4 ist der Abfluß gesättigt (SV4) bis zum Zeitpunkt X4 der Stauauflösung. Linkseinbieger l_2 von SG2 gibt es infolgedessen in dieser Zeit nicht. Die Berechnung von X4 geschieht nach (3) oder nach der direkten Methode (s.o.) und die in dieser Zeit am Meßquerschnitt A1 gezählten Fahrzeuge sind die Rechtseinbieger r'_4 . Aus r'_4 und X4 wird nach (8) r''_4 berechnet und vom Zählwert $r''_4 + l'_2$ in der Zeit $(u-x_4)$ subtrahiert. Damit ergeben sich die Linkseinbieger $l''_2 (>0)$ in diesem Zeitintervall. Nach Grün-Ende U von SG4 läuft die Zwischenzeit zz_{43} zum Geradeausverkehr g_3 ab, in der die auf der Kreuzung (K) stehenden Linkseinbieger l''_2 den Abflußquerschnitt A1 passieren. Danach beginnt der Zyklus wieder von vorn mit g_3 usw. Aus diesen drei Originalwerten:

$$g_3, r_4 = r'_4 + r''_4 \text{ und } l_2 = l'_2 + l''_2$$

45 setzt sich der Gesamtabfluß A1 zusammen und zur Dämpfung größerer zufälliger Schwankungen der Originalmeßwerte und zur Verwendung als Kurzzeitprognosen werden die Originalwerte noch exponentiell ausgeglichen (siehe (12) bis (15)) und stehen dann der Zentrale und den Nachbarknoten zur Verfügung.

Patentansprüche

50 1. Verfahren zur laufenden Messung der aktuellen Verkehrsströme an einem Verkehrsknoten, der von einer Lichtsignalanlage gesteuert wird und Fahrzeug-Detektoren in den Kreuzungszu- und -ausfahrten und ein Kreuzungsgerät mit einer mikrorechnergesteuerten Datenverarbeitungseinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die verschiedenen Verkehrsströme in Abhängigkeit vom Signalisierungsplan der Lichtsignalanlage zeitlich separiert und dazu der zufließende (Z) und der abfließende (A) Geradeaus-(g) sowie der Abbiege (r,l) -Verkehr in sämtlichen Kreuzungszu- bzw. ausfahrten gemessen werden, daß, bezogen auf eine Ausfahrt (A1), zuerst die Geradeausfahrer (g) von der gegenüberliegenden Zufahrt (Z3) der Kreuzung (K) während der dortigen Grünzeit (gn_3) ermittelt werden, wobei der Meßzeitraum um die Fahrzeit (t_f) von der Zufahrt (Z3) bis zu dem Ausfahrt(A1)-Detektor zeitlich

5 verschoben ist, daß nach Freigabe der Querrichtung (nächste Signalisierungsphase, d.h. Grünbeginn R4) die von dort (Z2,Z4) abbiegenden Rechts- (r_4) und Linksabbieger (l_2) zeitlich getrennt ermittelt werden, indem in der Zeit (X-R) des gesättigten Abflusses (SV) nur Rechtsabbieger (r'_4) und in der Zeit (U-X) vom Ende (X) des gesättigten Abflusses (SV) bis zum Grün-Ende (U) die gemischt auftretenden Rechts- (r''_4) und Links- (l''_2)abbieger gemessen werden, wobei die Anzahl dieser Rechtsabbieger (r''_4) aufgrund der Anzahl der Nur-Rechtsabbieger (r'_4) sowie der Gemischtabbieger ($r''_4 + l_2$) geschätzt und somit die Anzahl der Linksabbieger (l''_2) ermittelt wird, daß nach Grün-Ende (U) in der anschließenden Räumzeit (zz) nur Linksabbieger (l''_2) gemessen werden, so daß sich die Gesamtzahl der Rechtsabbieger ($r_4 = r'_4 + r''_4$) und die Gesamtzahl der Linksabbieger ($l_2 = l'_2 + l''_2$) ergibt, und daß diese Vorgehensweise entsprechend für alle Ausfahrten durchgeführt wird.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß in Spezialfällen, aufgrund der Zusammenhänge der 12 Verkehrsströme einer Kreuzung, die Kenntnis der vier Geradeausströme und zweier Abbiegeströme genügt, um aus den Querschnittsmessungen der Zu- und Abflüsse die restlichen 6 Abbiegeströme zu berechnen.

15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß zwei benachbarte Verkehrsknoten (K und K + 1) betrachtet und deren Daten ausgetauscht werden, wobei die Fahrzeug-Detektoren des abfließenden Verkehrs zugleich die Fahrzeug-Detektoren des zufließenden Verkehrs zum Nachbarknoten sind.

25

30

35

40

45

50

55

FIG 2

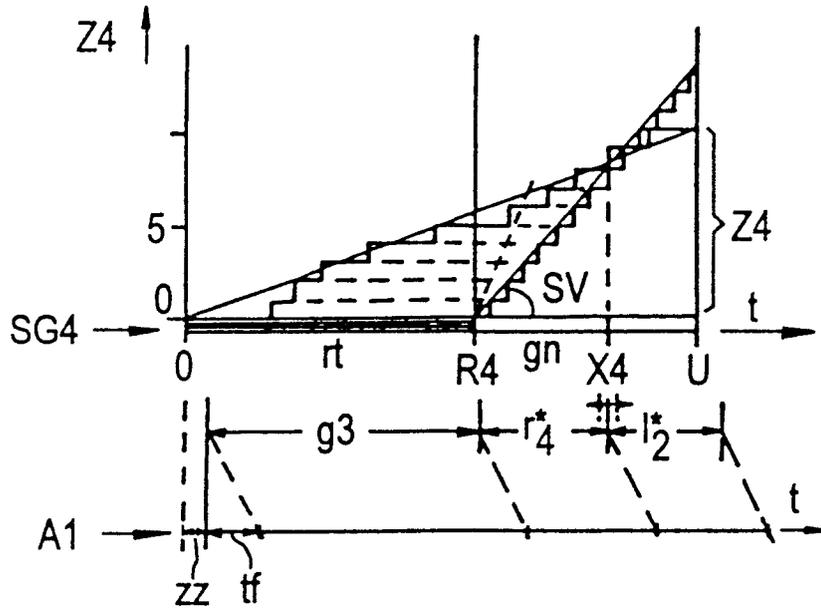


FIG 3

