



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 046 873 A1** 2006.04.13

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 046 873.7**

(22) Anmeldetag: **28.09.2004**

(43) Offenlegungstag: **13.04.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01S 13/93** (2006.01)

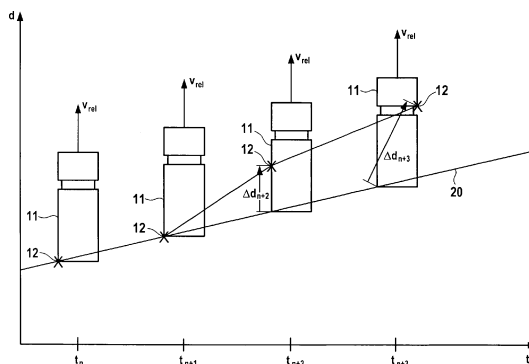
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Jordan, Ruediger, 70435 Stuttgart, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Radarsensor und Verfahren zur Abstands- und Geschwindigkeitsregelung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Radarsensor und ein zugehöriges Verfahren zur Abstands- und Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs beschrieben, mittels denen Objekte in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug detektiert und mindestens die Größen Abstand, Relativgeschwindigkeit und Azimutwinkel der bekannten Objekte bezüglich des Fahrzeugs ermittelt werden, wobei die zeitliche Veränderung des Reflexionspunkts der Radarstrahlung auf dem Objekt ermittelt und eine Klassifikation des detektierten Objekts in Abhängigkeit der zeitlichen Veränderung des Reflexionspunkts ermittelt werden.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Radarsensor und ein zugehöriges Verfahren zur Abstands- und Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs, mittels denen Objekte in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug detektiert und mindestens die Größen Abstand, Relativgeschwindigkeit und Azimut-Winkel der erkannten Objekte bezüglich des Fahrzeugs ermittelt werden, wobei die zeitliche Veränderung des Reflexionspunkts der Radarstrahlung auf dem Objekt ermittelt wird und eine Klassifikation des detektierten Objekts in Abhängigkeit der zeitlichen Veränderung des Reflexionspunkts ermittelt werden.

## Stand der Technik

**[0002]** Aus der Veröffentlichung „adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung ACC“, herausgegeben von der Robert Bosch GmbH, April 2002 (IS-BN-3-7782-2034-9) ist ein Radarsensor zur adaptiven Abstands- und Geschwindigkeitsregelung bekannt, der Radarstrahlung aussendet und an Objekten innerhalb des Sensorerfassungsbereichs reflektierte Teilstrahlen wieder empfängt und in Abhängigkeit der gemessenen Relativgeschwindigkeit und des Abstands vorherbefindlicher Objekte eine Geschwindigkeitsregelung im Sinne einer Abstandskonstantregelung durchführt und bei Nichtvorhandensein vorausbefindlicher Objekte eine Geschwindigkeitsregelung im Sinne einer Geschwindigkeitskonstantregelung durchführt.

## Aufgabenstellung

**[0003]** Nachteilig bei Radarsensoren zur Abstands- und Geschwindigkeitsregelung ist es, dass die Reflexionspunkte der detektierten Objekte, an denen die ausgesandte Radarstrahlung zurückreflektiert wird je nach Betrachtungswinkel veränderlich sind und somit die Reflexionspunkte der vorausbefindlichen Objekte ständig auf dem Objekt wandern können. Hieraus ergibt sich eine Messungenauigkeit, die den Messgrößen Abstand  $d$ , Azimutwinkel  $\phi$  des Objekts bezüglich der Sensorhauptachse sowie der Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  als Messfehler überlagert sind, die sich in einem statistischen Rauschen dieser Messgrößen äußern.

## Kern und Vorteile der Erfindung

**[0004]** Der Kern der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, mittels denen die Nachteile des Standes der Technik überwunden werden, indem der Messfehler für Abstand  $d$ , Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  und Azimutwinkel  $\phi$  ermittelt werden können, damit ein präziseres Objekt-Tracking durchführbar ist und anhand der Größe und zeitlichen Änderung der Reflexionswanderungen bzw. der Anzahl an Reflexionspunkten pro detektier-

tem Objekt, eine Objektklassifikation durchgeführt werden kann, wobei diese Objektklassifikation vorteilhafterweise auch wieder zur genaueren Objektpositionsvorhersage genutzt werden kann. Erfindungsgemäß wird dieses durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0005]** Vorteilhafterweise wird die räumliche Ausdehnung der Veränderung des Reflexionspunkts über einen vorbestimmten Zeitraum erfasst. Hierdurch ist es möglich, durch Objektwanderungen, die zeitlich veränderlich sind, auf die Größe des Objektes schließen zu können, und hiermit eine Objektklassifikation durchführen zu können, bei der die erkannten Objekte hinsichtlich ihrer Größe klassifiziert werden.

**[0006]** Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die räumliche Ausdehnung anhand zeitlicher Veränderungen des ermittelten Azimutwinkels des Reflexionspunktes ermittelt wird. Weiterhin ist es vorteilhaft, dass zusätzlich die Anzahl der Reflexionspunkte auf dem Objekt zur Klassifikation des Objekts ausgewertet werden. So weisen Objekte in Form von Lastkraftwagen meistens eine größere Anzahl an Reflexionspunkten auf, da diese eine größere Reflexionsfläche besitzen und meistens auch stärker zerklüftet sind als Personenkraftwagen, sodass mehr Reflexionspunkte entstehen können, als bei Personenkraftwagen.

**[0007]** Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die momentane Aufenthaltsposition des erkannten Objekts aus einer zuvor ermittelten Objektposition und einer zuvor ermittelten Relativgeschwindigkeit des Objekts vorausberechnet wird und die räumliche Veränderung des Reflexionspunkts aus der Abweichung der momentanen und der vorausberechneten Objektposition ermittelt wird. Tritt während der zuvor ermittelten Objektreflexion und der momentanen Objektreflexion eine Reflexwanderung auf, d.h. verändert sich der Reflexionspunkt auf dem Objekt, so entsteht zusätzlich zur veränderlichen Objektposition eine Bewegung, die infolge der Reflexwanderung messbar ist. Durch die Ermittlung der Abweichung zwischen dieser vorausberechneten Objektposition und der ermittelten Reflexionsposition kann man die räumliche Ausdehnung der Reflexwanderung ermitteln, sofern beide Reflexionspunkte zum gleichen Objekt gehören. Da sich bei einer Reflexionswanderung die gemessene Relativgeschwindigkeit kaum verändert und der Reflexionspunkt nur innerhalb eines gewissen Bereichs auf der Objektfläche springen kann, können Objektwanderungen und mehrere Objektreflexionen diesem einen Objekt zugeordnet werden und durch Auswertung der Reflexionswanderungen auf die Größe des vorherfahrenden, detektierten Objekts geschlossen werden.

**[0008]** Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Objekte

im Rahmen der Objektklassifikation zu einer der Objektklassen Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Zweirad, Kanaldeckel oder sonstige Objekte zugeordnet werden. Aus der Ermittlung der Objektausdehnung ist es möglich, die erkannten Objekte einer der genannten Objektklassen zuzuordnen, wodurch auch die Vorausberechnung zukünftiger Objektpositionen mit einer höheren Genauigkeit erfolgen kann, da beispielsweise Objekte der Objektklasse Zweirad größere Quergeschwindigkeiten haben können als Objekte, die beispielsweise der Objektklasse Lastkraftwagen zugeordnet wurden.

**[0009]** Weiterhin ist es vorteilhaft, dass Objekte, die bereits einer Objektklasse zugeordnet wurden, in einem nachfolgenden Messzyklus einer anderen Objektklasse zugeordnet werden können, da beispielsweise eine gemessene Reflexwanderung auf dem Objekt auf eine Objektreflexionsfläche schließen lassen, die größer ist, als dies nach der bislang eingeordneten Objektklasse möglich wäre. So ist es sinnvoll, Objekte die als Zweirad klassifiziert waren in die Objektklasse Personenkraftwagen zu übernehmen oder Objekte die als Personenkraftwagen klassifiziert waren in die Objektklasse Lastkraftwagen zu übernehmen. Eine entgegengesetzte Veränderung der Objektklasse, bei der die Objektklasse dahingehend geändert wird, dass diese Objekte mit kleineren Reflexionsflächen charakterisiert, beziehungsweise die Änderung der Objektklasse von Lkw zu Pkw oder von Pkw zu Zweirad ist hierbei nicht sinnvoll, da bei Objekten einer Objektklasse, für die bereits eine große Reflexionsfläche ermittelt wurde wie beispielsweise bei Lastkraftwagen, zu einem späteren Messzeitpunkt nicht zwingend eine große Reflexwanderung zur Folge haben müssen.

**[0010]** Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Abweichung der momentanen und der vorausberechneten Objektposition kalmangefiltert wird.

**[0011]** Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die kalmangefilterte Abweichung und/oder die ermittelte Objektklasse zur genaueren Vorausberechnung der zukünftigen Aufenthaltsposition des erkannten Objekts aus der momentan ermittelten Objektposition und der momentan ermittelten Relativgeschwindigkeit des Objekts herangezogen wird.

**[0012]** Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer adaptiven Abstands- bzw. Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm gespeichert, das auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor oder Signalprozessor ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes

Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung des Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, bspw. ein Read-Only-Memory.

**[0013]** Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Zeichnungen.

#### Ausführungsbeispiel

#### Zeichnungen

**[0014]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen

**[0015]** [Fig. 1](#) ein schematisches Blockschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**[0016]** [Fig. 2](#) ein Abstand-Zeit-Diagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

**[0017]** [Fig. 3](#) ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

**[0018]** In [Fig. 1](#) ist eine Abstands- und Geschwindigkeitsregeleinrichtung 1 dargestellt, die unter anderem eine Eingangsschaltung 2 aufweist. Mittels der Eingangsschaltung 2 sind dem Abstands- und Geschwindigkeitsregler 1 Eingangssignale zuführbar. Als Eingangssignale sind unter anderem Messgrößen einer Objektsensorik 3 vorgesehen, die beispielsweise als Radarsensor oder als Lasersensor ausgeführt sein kann. Diese Objektsensorik 3 sendet elektromagnetische Wellen aus, die an vorausbefindlichen Objekten vor dem eigenen Fahrzeug reflektiert werden und deren reflektierte Teilstrahlungen von der Objektsensorik 3 wieder empfangen werden, wobei anhand der Signallaufzeit der elektromagnetischen Wellen sowie der Dopplerverschiebung der Sendesignale der Abstand  $d$  zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorausbefindlichen Objekt, die Relativgeschwindigkeit  $v_{\text{rel}}$  des vorausbefindlichen Objekts bezüglich des eigenen Fahrzeugs sowie der Azimutwinkel  $\phi$  des vorausbefindlichen Objekts be-

züglich der Sensorhauptachse ermittelt werden. Diese Messgrößen werden bezüglich eines jeden Reflexionspunkts an Objekten innerhalb des Sensorerfassungsbereichs der Eingangsschaltung **2** zugeführt. Hierbei ist es möglich, dass pro detektiertem Objekt nur ein oder auch mehrere Reflexionspunkte gemessen werden. Die Zugehörigkeit mehrerer Reflexionspunkte zu einem einzigen Objekt kann anhand der in etwa gleichen Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  für die verschiedenen Reflexionspunkte erkannt werden sowie anhand der in etwa gleichen Azimutwinkel  $\phi$  und Abstände  $d$ . Weiterhin wird der Eingangsschaltung **2** ein Geschwindigkeitssignal  $v$  eines Geschwindigkeitssensors **4** zugeführt, das die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs repräsentiert. Hierdurch ist es möglich, die Relativgeschwindigkeit, die die Objektsensorik **3** misst und zur Verfügung stellt, in Absolutwerte umzurechnen. Weiterhin sind der Eingangsschaltung **2** Signale einer Bedieneinrichtung **5** zuführbar, mittels der der Fahrer des Fahrzeugs den Abstands- und Geschwindigkeitsregler ein- und ausschalten kann, sowie fahrerspezifische Systemeinstellungen verändern kann, um den Abstands- und Geschwindigkeitsregler **1** nach seinen Wünschen einzustellen. Die der Eingangsschaltung **2** der Abstands- und Geschwindigkeitsregleinrichtung **1** zugeführten Eingangssignale werden mittels einer Datenaustauscheinrichtung **7** an eine Berechnungseinrichtung **6** weitergeleitet. Die Berechnungseinrichtung **6**, die beispielsweise als Mikroprozessor oder Signalprozessor ausgeführt sein kann, ermittelt aus den ihr zugeführten Eingangssignalen Ausgangssignale, die an nachgeordnete Stellelemente ausgeben sind. Dabei ist das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise als Programmcode in der Berechnungseinrichtung **6** gespeichert, in der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren die Eingangssignale verarbeitet werden. Die Berechnungseinrichtung **6** ermittelt in Abhängigkeit der ihr zugeführten Eingangssignale Stellsignale, die mittels der Datenaustauscheinrichtung **7** an die Ausgangsschaltung **8** weitergeleitet werden. Die Ausgangsschaltung **8** leitet diese Stellsignale an nachgeordnete Stelleinrichtungen weiter, wobei im Fall eines berechneten Beschleunigungsbedarfs ein leistungsbestimmendes Stellelement **9** einer Brennkraftmaschine ansteuerbar ist. Das leistungsbestimmende Stellelement **9** der Antriebseinrichtung kann beispielsweise als elektrisch steuerbare Drosselklappe oder als elektrisch gesteuerte Kraftstoffmengenzumesseinrichtung eines Kraftstoffeinspritzsystems sein. Wird durch die Berechnungseinrichtung **6** ein Verzögerungsbedarf des eigenen Fahrzeugs ermittelt, so gibt die Ausgangsschaltung **8** Stellsignale an die Verzögerungseinrichtungen **10** des Fahrzeugs weiter. Diese werden mittels eines elektrisch steuerbaren Bremskraftverstärkers an die Fahrzeugbremsen weitergegeben, die das Fahrzeug entsprechend den Stellsignalen verzögern.

**[0019]** In [Fig. 2](#) ist ein Abstands-Zeit-Diagramm einer Fahrsituation dargestellt. Zu verschiedenen, aufeinanderfolgenden Zeitpunkten  $t_n$ ,  $t_{n+1}$ ,  $t_{n+2}$  sowie  $t_{n+3}$  ist ein schematisch dargestellter, vorherfahrender Lastkraftwagen **11** eingezeichnet. Dieser Lastkraftwagen bewegt sich in einem bestimmten Abstand  $d$ , der anhand der Koordinatenachse aufgetragen ist, vor dem eigenen Fahrzeug mit der Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  fort. Durch die Objektdetektionssensorik **3** werden Sendesignale abgestrahlt, die im Reflexionspunkt **12**, der durch ein Kreuz markiert ist, am vorherfahrenden Lastkraftwagen **11** reflektiert und von der Objektsensorik empfangen. Da im dargestellten Beispiel der Lastkraftwagen **11** eine Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  größer der eigenen Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  aufweist, bewegt sich der Lastkraftwagen **11** mit zunehmender Zeit  $t$  vom eigenen Fahrzeug weg, wobei der zunehmende Abstand  $d$  in Abhängigkeit der Zeit  $t$  in diesem Beispiel linear anwächst, wie es durch die Gerade **20** dargestellt ist. Das ausgesandte Mikrowellensignal wird beispielhaft an der linken, hinteren Ecke des Lastkraftwagens **11** im Reflexionspunkt **12** reflektiert. Zum Zeitpunkt  $t_{n+1}$  hat sich der Lastkraftwagen **11** aufgrund seiner Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  vom eigenen Fahrzeug, in dem der Sensor eingebaut ist, fortbewegt, wodurch der Abstand  $d$  größer wurde. Zu diesem Zeitpunkt wird das Sendesignal nach wie vor von der hinteren, linken Ecke des Lastkraftwagens **11** reflektiert, so dass der Reflexionspunkt im Vergleich zum Zeitpunkt  $t_n$  unverändert blieb. Da aufgrund der gemessenen Relativgeschwindigkeit sowie der Objektposition zum Zeitpunkt  $t_n$  der wahrscheinliche Aufenthaltszeitpunkt für den Zeitpunkt  $t_{n+1}$  vorausberechnet wurde kann nun zum Zeitpunkt  $t_{n+1}$  ein Vergleich zwischen der vorausberechneten Objektposition sowie der zum Zeitpunkt  $t_{n+1}$  ermittelten Objektposition durchgeführt werden. Da während diesen beiden Zeitpunkten der Reflexionspunkt **12** unverändert blieb, sind die Abweichungen sehr gering zwischen dem errechneten und dem gemessenen Aufenthaltsort, so dass die Abweichung sehr gering ist. Zu einem weiteren Zeitpunkt  $t_{n+2}$  wandert der Reflexionspunkt beispielhaft auf dem vorherfahrenden Lastwagen **11**, der als Objekt erkannt wurde. In diesem Fall ist als Reflexionspunkt **12** beispielhaft die linke Seite des Lastkraftwagens **11** eingezeichnet. Da aufgrund der Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  und des Abstandes  $d$  sowie des Azimutwinkels  $\phi$  zum Zeitpunkt  $t_{n+1}$  eine Vorausberechnung des Objektaufenthaltsortes für den Zeitpunkt  $t_{n+2}$  vorausberechnet wurde und diese vorausberechnete Objektposition zum Zeitpunkt  $t_{n+2}$  mit der tatsächlich gemessenen Objektposition des Reflexionspunktes **12** verglichen wird, kann wiederum die Abweichung dieser beiden Werte voneinander ermittelt werden. Da zwischen dem Zeitpunkt  $t_{n+1}$  und dem Zeitpunkt  $t_{n+2}$  der Radarreflexionspunkt **12** um den Abstand  $\Delta d_{n+2}$  auf dem Objekt gewandert ist, weist die Abweichung zwischen der vorausberechneten und der tatsächlich ermittelten Objektposition für den Zeitpunkt  $t_{n+2}$  eine weitaus größe-

re Abweichung auf, da die Reflexionswanderung um die Entfernung  $\Delta d_{n+2}$  zusätzlich hinzugekommen ist. Ausgewertet wird insbesondere die zeitliche Korrelation der Abweichung der momentan gemessenen und der vorausberechneten Objektposition. Reflexionswanderungen zeichnen sich durch einen großen, zeitlich korrelierten Fehler zwischen diesen beiden Werten aus. Dies äußert sich so, als ob den Messwerten ein niederfrequentes Signal überlagert werden würde. Ein Messrauschen ist in der Regel nicht korreliert, so dass die Reflexwanderung durch eine Korrelationsauswertung erkannt werden kann und nicht das vorhandene Messrauschen in die Objektklassifikation einfließt. Durch die Korrelation des momentan gemessenen mit dem vorausberechneten Objektaufenthaltort kann also der große, zeitlich korrelierte Fehler erkannt und zur Objektklassifikation herangezogen werden.

**[0020]** Durch die Ermittlung dieser Länge der Objektwanderung ist es weiterhin möglich, auf die Objektgröße zu schließen, da auf einem Lastkraftwagen wie in [Fig. 2](#) durch Bezugszeichen **11** dargestellt, größere Reflexionswanderungen möglich sind als auf einem Personenkraftwagen oder gar auf einem Zweirad. Aus der gemessenen Objektposition sowie der Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  des Lastkraftwagens **11** zum Zeitpunkt  $t_{n+2}$  wird wiederum ein zukünftiger Objektaufenthaltort für den Zeitpunkt  $t_{n+3}$  vorausberechnet sowie zum Zeitpunkt  $t_{n+3}$  ermittelt. Beispielsweise ist der Radarreflexionspunkt **12** auf dem Lastkraftwagen **11** wiederum gesprungen, wobei der Radarreflexionspunkt **12**, der durch ein Kreuz gekennzeichnet ist, nunmehr an der rechten hinteren Ecke des Führerhauses des schematisch dargestellten Lastkraftwagens **11** ermittelt wurde. Durch den ermittelten und den vorausberechneten Objektaufenthaltort ist auch zum Zeitpunkt  $t_{n+3}$  eine Berechnung der Abweichung zwischen vorausberechnetem und ermitteltem Objektaufenthaltort ermittelbar, wobei zu diesem Zeitpunkt der Radarreflexionspunkt **12** auf dem Objekt **11** um den Abstand  $\Delta d_{n+3}$  im Vergleich zu den Radarreflexionspunkten zu den Zeitpunkten  $t_n$  und  $t_{n+1}$  verändert ist. Bei der Ermittlung der Abweichungen zwischen den ermittelten und berechneten Objektpositionen ist es möglich, dass insbesondere auf großen Objekten die Radarreflexionspunkte größere Unschärfen aufweisen können, da Lastkraftwagen größere Flächen für Radarreflexionen bieten als Personenkraftwagen. Weiterhin ist es möglich, die Anzahl an Reflexionspunkten auszuwerten, wobei in [Fig. 2](#) pro Zeitpunkt lediglich ein Radarreflexionspunkt **12** dargestellt ist.

**[0021]** In [Fig. 3](#) ist ein schematisches Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Dies beginnt in Schritt **13**, zu dem die Sensordaten Abstand  $d$  zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem detektierten Objekt, die Relativgeschwindigkeit  $v_{rel}$  des detektierten Objekts bezüglich der eigenen Fahr-

zeuggeschwindigkeit sowie der Azimutwinkel  $\phi$ , den das Objekt bezüglich der Sensorhauptachse aufweist, für jedes Objekt eingelesen werden. Diese Sensordaten werden im darauffolgenden Schritt **14** mit der aus dem vorherigen Messzyklus ermittelten Daten, die mittels eines fahrdynamischen Modells in den momentanen Messzyklus vorausberechnet wurden, verglichen. Im folgenden Schritt **15** wird die Abweichung zwischen der vorausberechneten und der aktuell gemessenen Objektposition ermittelt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist es gemäß Schritt **16** möglich, die Abweichung der Ermittlung zwischen berechneten und gemessenen Objektpositionen einer Kalmanfilterung zu unterziehen. Im darauffolgenden Schritt **17** wird aus der Größe der Abweichung sowie der Entfernung der Radarreflexionswanderungen auf dem Objekt die Objektklasse bestimmt. Hierbei werden Objekte, auf denen Radarreflexionen sehr eng beieinander liegen als Punktobjekt, beispielsweise ein Kanaldeckel oder eine Coladose identifiziert oder bei etwas größerer Ausdehnung der Abweichungen der gemessenen und vorausberechneten Radarreflexionspunkte einem Zweirad zugeordnet. Zur Objektklassifikation kann man vorteilhafterweise auch die Anzahl gleichzeitiger Reflexionspunkte auf einem Objekt auswerten, wobei auf eine umso größere Objektklasse geschlossen wird, je mehr Reflexionspunkte gleichzeitig auf einem Objekt vorhanden sind. Mit zunehmender räumlicher Verteilung der Radarreflexionspunkte auf dem Objekt kann dieses Objekt auch als Personenkraftwagen oder gar als Lastkraftwagen klassifiziert werden. Wird die räumliche Entfernung der Radarreflexionen größer als dies seit Beginn der Detektierung des Objektes der Fall war, so ist auch eine Änderung der Objektklasse möglich, so dass beispielsweise ein Personenkraftwagen nun als Lastkraftwagen detektierbar ist oder ein Zweirad als Personenkraftwagen detektiert werden kann, so dass ein Objektklassenwechsel von einer Objektklasse kleinerer räumlicher Ausdehnung hin zu einer Objektklasse größerer räumlicher Ausdehnung möglich ist. Lediglich die umgekehrte Objektklassifikation ist demnach nicht sinnvoll, da ein bereits als Lastkraftwagen erkanntes Objekt, das bereits eine große räumliche Ausdehnung der Radarreflexionswanderungen aufgewiesen hat, infolge einer aktuellen Objektpositionsmessung, die nah bei vorausgegangenen Radarreflexionspunkten liegt, nicht sicher auf einen Pkw geschlossen werden kann, da dieses bereits vorher als Lastkraftwagen klassifiziert wurde und damit nicht zwingend bei jeder Messung weit auseinanderliegende Radarreflexionspunkte **12** aufweisen muss. Im darauffolgenden Schritt **18** wird aus den aktuellen Sensordaten eine zukünftige Objektposition für jedes detektierte Objekt vorausberechnet, wobei hierfür die aktuellen Sensordaten sowie eventuell die Objektklasse herangezogen wird. Aufgrund der Objektklasse kann man Dynamikgrenzen vorgeben, so dass beispielsweise ein Zweirad in Form eines Motorrads eine große latera-

le Querbewegung bezüglich des eigenen Fahrzeugs aufweisen kann, diese Querbewegung jedoch bei einem Lastkraftwagen geringer ist. Aufgrund der ermittelten Objektklasse ist es daher möglich, das fahrdynamische Modell, mit dem aus den momentanen Objektdaten zukünftige Objektdaten für den nächsten Messzyklus berechnet werden, entsprechend anzupassen. Im folgenden Schritt **19** wird die ermittelte Objektposition sowie eventuell die Objektklasse zur Abstands- und Geschwindigkeitsregelung an die nachfolgende Regelfunktion weitergegeben, die aufgrund der ermittelten Sensordaten das eigene Fahrzeug in der Geschwindigkeit regelt. Nach Schritt **19** beginnt das Verfahren wieder von neuem bei Schritt **13** und wird wieder von Neuem durchlaufen.

### Patentansprüche

1. Radarsensor zur Abstands- und Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs, der Objekte (**11**) in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug detektiert und mindestens die Größen Abstand ( $d$ ), Relativgeschwindigkeit ( $v_{rel}$ ) und Azimutwinkel ( $\phi$ ) der erkannten Objekte (**11**) bezüglich des Fahrzeugs ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zeitliche Veränderung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) des Reflexionspunkts (**12**) der Radarstrahlung auf dem Objekt (**11**) ermittelt wird und eine Klassifikation des detektierten Objekts in Abhängigkeit der zeitlichen Veränderung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) des Reflexionspunkts (**12**) ermittelbar ist.

2. Radarsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die räumliche Ausdehnung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) der Veränderung des Reflexionspunkts (**12**) über einen vorbestimmten Zeitraum ( $\Delta t = t_{n+3} - t_n$ ) erfasst wird.

3. Radarsensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die räumliche Ausdehnung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) anhand zeitlicher Veränderungen des ermittelten Azimutwinkels ( $\phi$ ) des Reflexionspunktes (**12**) ermittelt wird.

4. Radarsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die momentane Aufenthaltsposition des erkannten Objekts (**11**) aus einer zuvor ermittelten Objektposition ( $d$ ,  $\phi$ ) und einer zuvor ermittelten Relativgeschwindigkeit ( $v_{rel}$ ) des Objekts vorausberechnet wird und die räumliche Veränderung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) des Reflexionspunkts (**12**) aus der Abweichung der momentanen und der vorausberechneten Objektposition ermittelt wird.

5. Radarsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abweichung der momentan gemessenen und der vorausberechneten Objektposition miteinander korreliert werden und der sich hierbei ergebende korrelierte

Fehler zur Objektklassifikation herangezogen wird.

6. Radarsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die Anzahl der Reflexionspunkte (**12**) auf dem Objekt (**11**) zur Klassifikation des Objekts ausgewertet werden.

7. Radarsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Objekte im Rahmen der Objektklassifikation (**17**) zu einer der Objektklassen Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Zweirad, Kanaldeckel, Leitplanke oder sonstige Objekte zugeordnet werden.

8. Verfahren zur Abstands- und Geschwindigkeitsregelung eines Kraftfahrzeugs, bei dem Objekte (**11**) in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug mittels eines Radarsensors (**3**) detektiert und mindestens die Größen Abstand ( $d$ ), Relativgeschwindigkeit ( $v_{rel}$ ) und Azimutwinkel ( $\phi$ ) der erkannten Objekte (**11**) bezüglich des Fahrzeugs ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitliche Veränderung des Reflexionspunkts (**12**) der Radarstrahlung auf dem Objekt (**11**) ermittelt wird und eine Klassifikation (**17**) des detektierten Objekts (**11**) in Abhängigkeit der zeitlichen Veränderung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) des Reflexionspunkts (**12**) ermittelbar ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die räumliche Ausdehnung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) der Veränderung des Reflexionspunkts (**12**) über einen vorbestimmten Zeitraum ( $\Delta t = t_{n+3} - t_n$ ) erfasst werden.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die räumliche Ausdehnung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) anhand zeitlicher Veränderungen des ermittelten Azimutwinkels ( $\phi$ ) des Reflexionspunktes (**12**) ermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die momentane Aufenthaltsposition des erkannten Objekts (**11**) aus einer zuvor ermittelten Objektposition und einer zuvor ermittelten Relativgeschwindigkeit ( $v_{rel}$ ) des Objekts vorausberechnet wird und die räumliche Veränderung ( $\Delta d_{n+2}$ ,  $\Delta d_{n+3}$ ) des Reflexionspunkts (**12**) aus der Abweichung der momentanen und der vorausberechneten Objektposition ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Abweichung der momentan gemessenen und der vorausberechneten Objektposition miteinander korreliert werden und der sich hierbei ergebende korrelierte Fehler zur Objektklassifikation herangezogen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis

12, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die Anzahl der Reflexionspunkte (12) auf dem Objekt zur Klassifikation (17) des Objekts (11) ausgewertet werden.

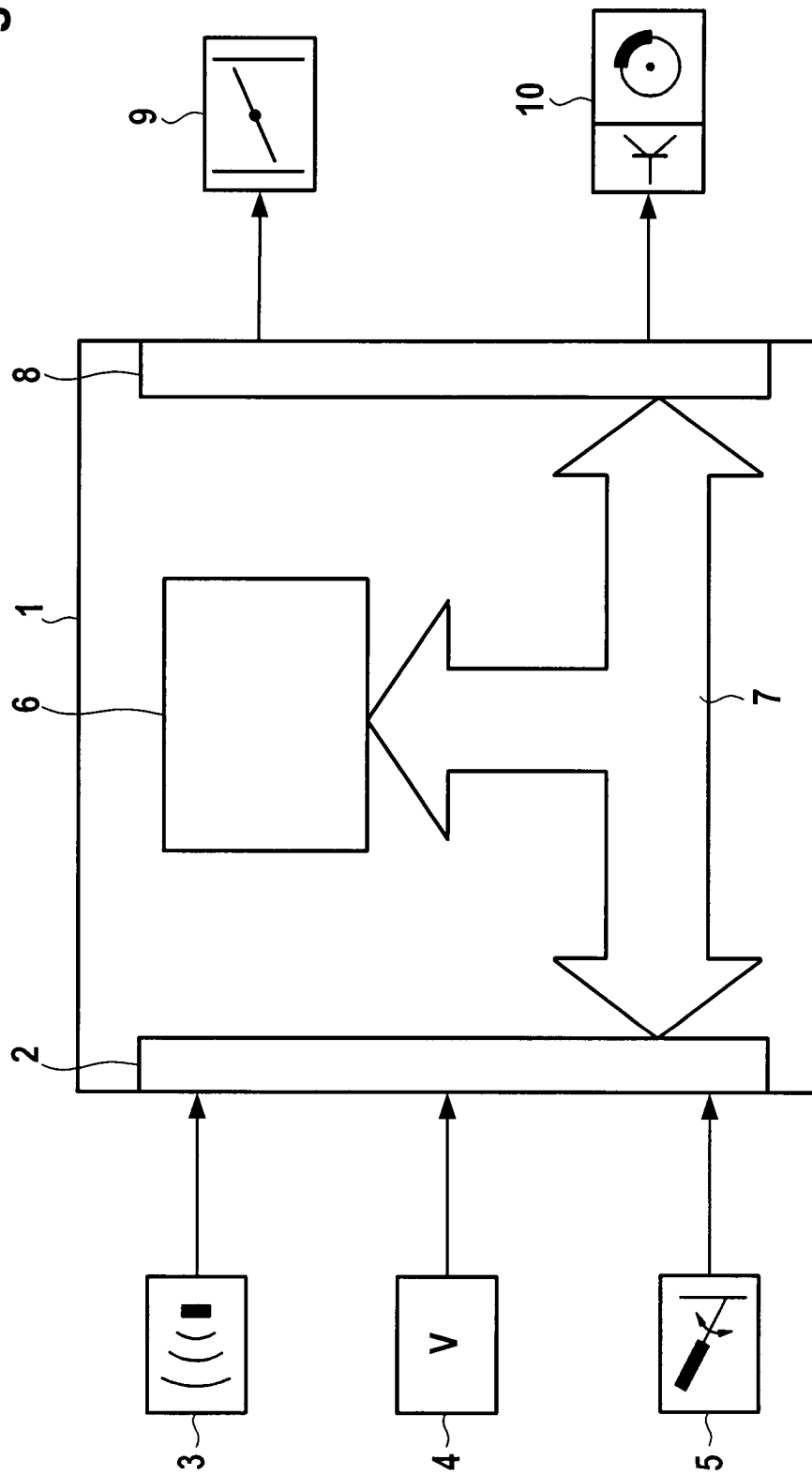
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass Objekte (11) im Rahmen der Objektklassifikation (17) zu einer der Objektklassen Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Zweirad, Kanaldeckel, Leitplanke oder sonstige Objekte zugeordnet werden.

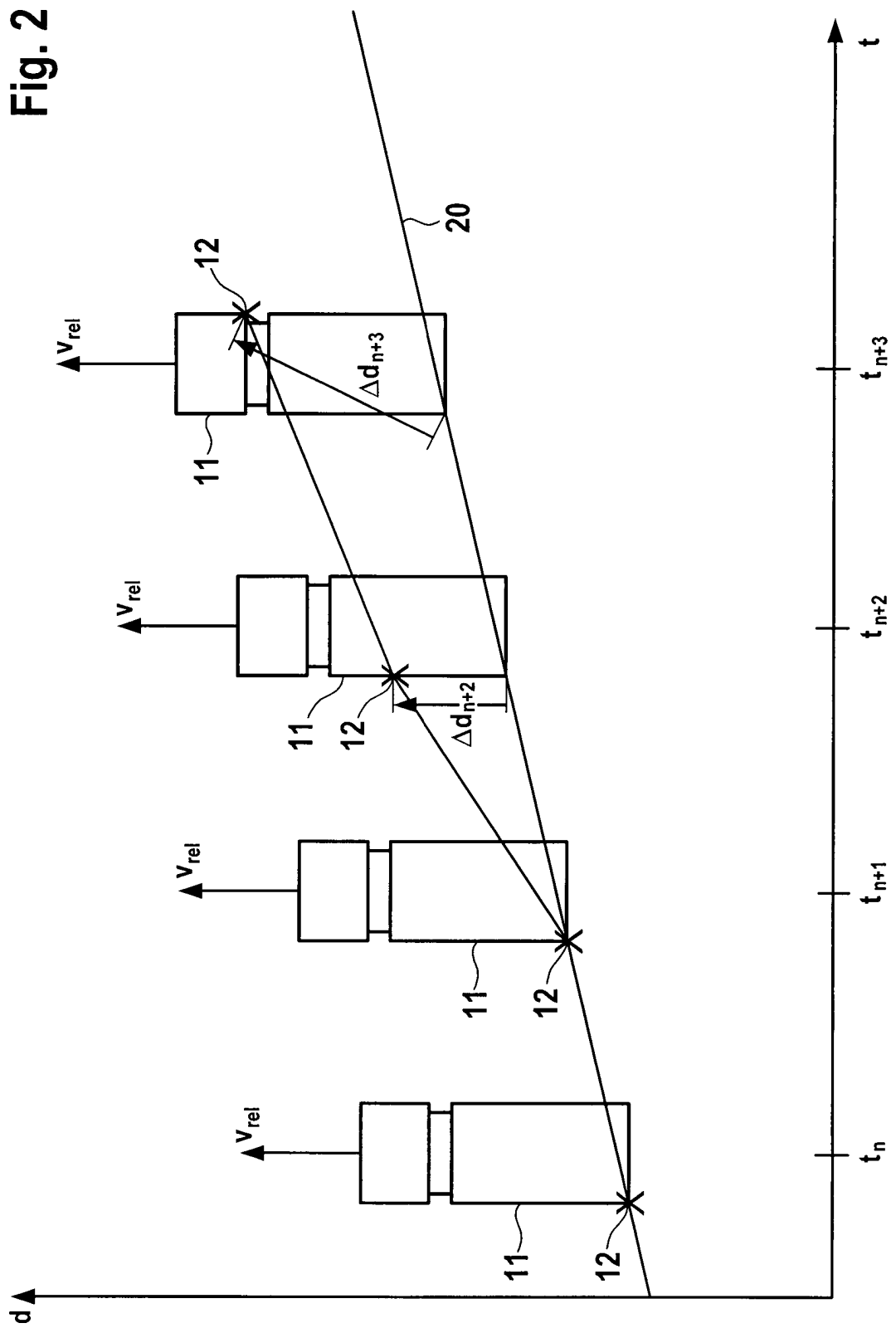
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Abweichung der momentanen und der vorausberechneten Objektposition kalmangefiltert (16) wird.

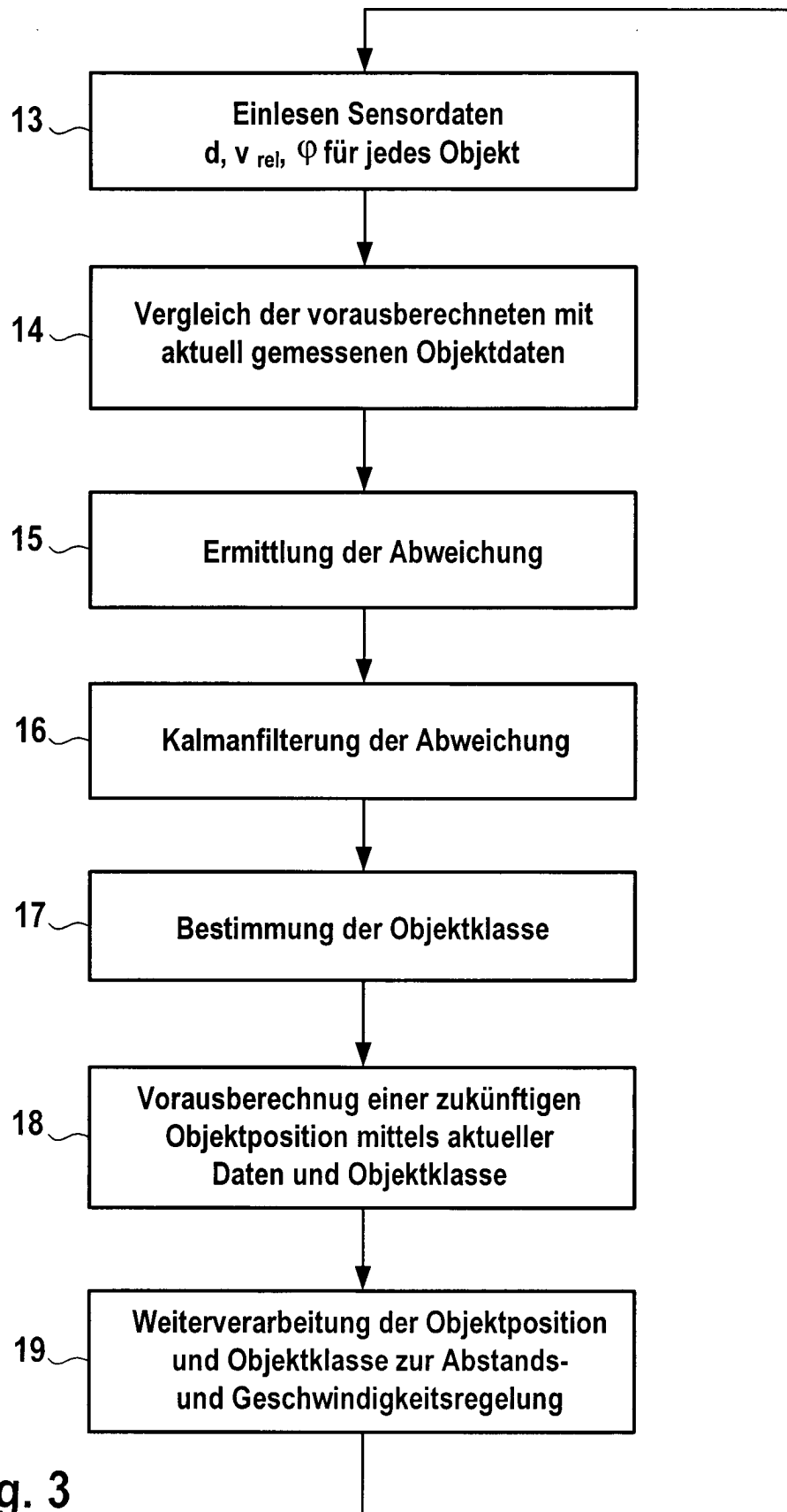
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die kalmangefilterte Abweichung und/oder die ermittelte Objektklasse zur genaueren Vorausberechnung der zukünftigen Aufenthaltsposition des erkannten Objekts (11) aus der momentan ermittelten Objektposition und der momentan ermittelten Relativgeschwindigkeit des Objekts (11) herangezogen wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1







**Fig. 3**