



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln einer geltenden Fahrspurmarkierung, bei denen mindestens eine erste Fahrspurmarkierung und eine von der ersten Fahrspurmarkierung verschiedene zweite Fahrspurmarkierung detektiert werden und eine dieser detektierten Markierungen als relevante Fahrspurmarkierung ausgewählt wird.

**[0002]** Im Stand der Technik sind, kamerabasierte Fahrerassistenzsysteme bekannt, die zur Beobachtung und zur Analyse eines Bereichs in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug eine oder mehrere Mono- oder Stereokameras aufweisen. Es sind sowohl Schwarzweißkamerasysteme als auch Farbkamerasysteme zur Bilderfassung für Fahrerassistenzsysteme bekannt, die Bilder von einem Erfassungsbereich in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug erfassen und den Bildern entsprechende Bilddaten erzeugen. Die Bilddaten werden von mindestens einer Verarbeitungseinheit weiter verarbeitet, wobei die Bilder analysiert und insbesondere Abbildungen von Objekten in den Bildern detektiert und die Objekte klassifiziert werden. Dabei ist die Detektion und Klassifizierung üblicherweise auf das jeweilige Fahrerassistenzsystem relevanten Objekten beschränkt. Neben der Objekterkennung führt die Verarbeitungseinheit insbesondere eine Objektnachverfolgung, eine Verkehrszeichenerkennung von als Verkehrszeichen klassifizierten Objekten, eine Fahrspurerkennung und/oder eine Erkennung von vorausfahrenden und/oder entgegenkommenden Fahrzeugen durch.

**[0003]** Zur Fahrspurerkennung wird üblicherweise die Fahrspur detektiert, auf der sich das Fahrzeug momentan selbst bewegt. Eventuell werden auch benachbarte Fahrspuren detektiert. Dabei ist es möglich, dass beispielsweise ein Spurwechselassistent eine Information oder eine Warnung an den Fahrer ausgibt, wenn beispielsweise die momentan genutzte Fahrspur ohne eine Aktivierung des Fahrtrichtungsanzeigers verlassen wird. Zur Detektion der momentan genutzten Fahrspur werden vom jeweiligen Fahrerassistenzsystem die auf der Fahrbahn aufgetragenen Markierungen zur Kennzeichnung der Fahrspuren verwendet. Jedoch tritt insbesondere bei mehreren überlagerten Fahrspurkennzeichnungen das Problem auf, die aktuell geltende Fahrspurmarkierung zu detektieren und diese dann für das jeweilige Fahrerassistenzsystem zu nutzen, das ausgehend von den Fahrspurmarkierungen eine Fahrerassistenzfunktion bereitstellt. Solche überlagerten Fahrspurmarkierungen treten zum Beispiel in Baustellenbereichen auf, in denen eine so genannte temporäre Baustellenspurkennzeichnung für den Zeitraum der Baumaßnahme zumindest in Bereichen der Fahrbahn zusätzlich zur ursprünglichen permanenten Fahrspurmarkierung aufgebracht werden.

**[0004]** In Deutschland ist beispielsweise die permanente Fahrspurmarkierung in der Farbe weiß und die temporäre Markierung in der Farbe gelb auf die Fahrbahn aufgebracht. Somit treten in einem Baustellenbereich sowie bei der Einfahrt, in einen und der Ausfahrt aus einem Baustellenbereich voneinander abweichende Fahrspurmarkierung auf, die das menschliche Auge üblicherweise über den Farbunterschied zwischen den Fahrspurmarkierungen unterscheidet. Die Farben von temporären und permanenten Spurmarkierungen variieren dabei von Land zu Land. Allein auf Farbinformationen basierende Verfahren zur Unterscheidung von temporären und permanenten Spurmarkierungen sind damit auf eine Information angewiesen, in welchem Land sich das Fahrzeug bewegt. Weiterhin ist der Einsatz der temporären Markierung zwar genormt, diese Normen werden jedoch nicht immer befolgt, so dass beispielsweise auch in Deutschland in einer Baustelle auf der linken Seite eine gelbe Markierung die relevante Markierung sein kann und auf der rechten Seite eine weiße Markierung. Somit kann selbst bei der Verwendung von Farbkameras das Problem auftreten, dass bei schlechten Lichtverhältnissen, insbesondere bei Regen, die Unterscheidung der Fahrspurmarkierungen aufgrund ihrer Farbe nicht mit ausreichender Sicherheit möglich ist. Ferner lassen sich die Farbunterschiede mit Schwarzweißkameras nur durch die Helligkeitsunterschiede der unterschiedlichen Farben im Bild detektieren. Dadurch ist eine hinreichend sichere Unterscheidung der geltenden von den nicht geltenden Markierungen nicht möglich. Der Einsatz von Schwarzweißkameras zur Erfassung von Bildern für Fahrerassistenzsysteme hat jedoch den Vorteil, dass insbesondere bei Schwarzweißkameras eingesetzte CMOS-Bilderfassungssensoren eine hohe Bildauflösung und eine hohe Graustufenauflösung von beispielsweise 4096 Graustufen ermöglichen. Eine solche Graustufen- bzw. Helligkeitsauflösung ist mit vergleichbaren Farbsensoren derzeit nicht möglich. Auch die Weiterverarbeitung der Bilddaten von Schwarzweißbildern ist erheblich geringer als die Weiterverarbeitung der Bilddaten von Farbbildern, sodass der Einsatz von Schwarzweißkameras in Fahrerassistenzsystemen vorteilhaft ist.

**[0005]** Aus dem Dokument EP 1 653 310 A2 ist ein Verfahren zur Spurführung eines straßengebundenen Fahrzeugs unter Verwendung einer an einer definierten Position am Fahrzeug angeordneten Kamera bekannt. Mit Hilfe der Kamera wird eine permanente Fahrspurmarkierung erfasst. Dabei werden Markierungsmuster nach Eintritt in einen Gefahrenbereich bzw. einer Baustelle detektiert und ein Steuersignal für die Querführung des Fahrzeugs ermittelt.

**[0006]** Aus dem Dokument DE 103 112 40 A1 sind ein Verfahren und eine Einrichtung für die Spurführung eines Fahrzeugs bekannt, bei denen zwischen temporären und permanenten Markierungen auf der

Fahrbahn unterschieden wird. Beim Auffinden von temporären Markierungen werden diese vorzugsweise für die Spurführung des Fahrzeugs genutzt.

**[0007]** Aus dem Dokument DE 10 2004 003 848 A1 ist ein Verfahren zur Erkennung von gekennzeichneten Gefahr- und/oder Baustellen im Bereich von Fahrbahnen bekannt. Bei diesen Verfahren werden Abstandsbilder eines Erfassungsbereichs eines an einem Fahrzeug gehaltenen Sensors für elektromagnetische Strahlungen, beispielsweise ein Laserscanners, verwendet. In den Abstandsbildern wird nach Kennzeichen für eine Gefahr- und/oder Baustelle gesucht.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln einer geltenden Fahrspurmarkierung mit Hilfe eines Kamerasystems eines Fahrzeugs anzugeben, bei dem die Unterscheidung zwischen einer permanenten Fahrspurmarkierung und einer temporären Fahrspurmarkierung verbessert ist.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

**[0010]** Durch ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine erfindungsgemäße Vorrichtung wird erreicht, dass beim Auswählen der geltenden Fahrspurmarkierungen aus zumindest zwei voneinander verschiedenen Fahrspurmarkierungen die relative Position des vorausfahrenden Fahrzeugs zu den beiden detektierten Fahrspurmarkierungen berücksichtigt wird.

**[0011]** Vorteilhaft ist es, den Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zu den ermittelten Fahrspurmarkierungen zu bestimmen und zu ermitteln, welche der detektierten Fahrspurmarkierungen aufgrund des Bewegungsverlaufs des Fahrzeugs die geltende Fahrspurmarkierung ist. Bei der Entscheidung, welche der detektierten Fahrspurmarkierungen die geltende Fahrspurmarkierung ist, können weitere Entscheidungskriterien berücksichtigt werden, wie die Position des eigenen Fahrzeugs relativ zur ersten Fahrspurmarkierung und relativ zur zweiten Fahrspurmarkierung, der Lenkwinkel des eigenen Fahrzeugs bzw. der Gierwinkel des eigenen Fahrzeugs relativ zum Fahrbahnverlauf und/oder die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs.

**[0012]** Besonders vorteilhaft ist es, ausgehend von mindestens zwei, vorzugsweise ausgehend von mindestens drei, der nacheinander als Bildfolge erfassten Bilder einen Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs zu ermitteln. Ausgehend vom er-

mittelten Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs und den Verläufen der mindestens zwei detektierten Fahrspurmarkierungen kann dann eine der Fahrspurmarkierungen als geltende Fahrspurmarkierung ausgewählt werden.

**[0013]** Ferner ist es vorteilhaft, wenn jede der Fahrspurmarkierungen eine rechte Kennzeichnungslinie und eine linke Kennzeichnungslinie umfasst und dass die Positionen des vorausfahrenden Fahrzeug jeweils zu den Kennzeichnungslinien ermittelt werden. Vorzugsweise wird geprüft, ob der Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs mit mindestens einer voreingestellten Wahrscheinlichkeit mit den Verläufen der beiden Kennzeichnungslinien übereinstimmt. Der Grad der Übereinstimmung, d. h. die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung kann dabei aber ein bekanntes Mustererkennungsverfahren ermitteln, d. h. über ein so genanntes Pattern-Matching-Verfahren die Kennzeichnungslinien können Strichlinien oder Volllinien sein.

**[0014]** Ferner ist es vorteilhaft, die Fahrspurmarkierung aus den mindestens zwei Fahrspurmarkierungen als geltende Fahrspurmarkierung auszuwählen, die für beide ermittelten Positionen einen Seitenversatz quer zur Fahrtrichtung der Fahrbahn aufweist, der für beide Positionen in einem voreingestellten Bereich liegt. Vorzugsweise werden die Positionen ausgehend von einer senkrecht unter der Fahrzeuglängsachse auf der Fahrbahn liegenden Bezugsposition ermittelt. Der Bereich kann dann beispielsweise mit 0,8 m bis 1,5 m, vorzugsweise 0,8 m bis 1,2 m voreingestellt sein. Alternativ kann die Fahrspurmarkierung als geltende Fahrspurmarkierung ausgewählt werden, zu der die ermittelten Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs einen etwa gleichen seitlichen Abstand oder zumindest für eine ermittelte Position einen geringeren seitlichen Abstand aufweist.

**[0015]** Ferner ist es vorteilhaft, ein Überfahren zumindest einer Kennzeichnungslinie einer der detektierten Fahrspurmarkierungen zu detektieren und bei der Ermittlung der geltenden Fahrspurmarkierungen zu berücksichtigen. Das Überfahren einer Kennzeichnungslinie einer der beiden detektierten Fahrspurmarkierungen ist ein Indiz dafür, dass diese Fahrspurmarkierung nicht die relevante Fahrspurmarkierung ist.

**[0016]** Zur Bilderfassung wird vorzugsweise eine Schwarzweißkamera, insbesondere eine Monoschwarzweißkamera und eine Stereoschwarzweißkamera, verwendet. Die zum Einsatz in Kraftfahrzeugen geeigneten Schwarzweißkameras sind gegenüber dem für den Einsatz in Kraftfahrzeugen geeigneten Farbbildkameras im Allgemeinen kostengünstiger, haben im Allgemeinen eine höhere Auflösung und eine höhere Dynamik in der Erfassung der Hel-

ligkeitsstufen, sodass insbesondere bei geringer Beleuchtung des Erfassungsbereichs eine bessere Erfassung von Abbildungen von Objekten möglich ist als bei entsprechenden Farbbildkameras.

**[0017]** Besonders vorteilhaft ist es, zum Ermitteln der geltenden Fahrspurmarkierung einen ersten Grad in der Übereinstimmung zwischen dem Verlauf der ersten ermittelten Fahrspurmarkierung und dem Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs sowie einen zweiten Grad der Übereinstimmung zwischen dem Verlauf der ermittelten zweiten Fahrspurmarkierung und dem Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs zu ermitteln. Die Fahrspurmarkierung wird dann als geltende Fahrspurmarkierung ausgewählt, die einen höheren Grad an Übereinstimmung aufweist. Dabei ist es vorteilhaft, die Fahrspurmarkierung mit dem höchsten Grad an Übereinstimmung nur dann als relevante Fahrspurmarkierung auszuwählen, wenn diese einen Mindestgrad an Übereinstimmung aufweist und/oder wenn die Differenz zwischen dem ersten Grad und dem zweiten Grad eine voreingestellte Mindestdifferenz überschreitet.

**[0018]** Besonders vorteilhaft ist es, einem Fahrerassistenzsystem den Verlauf der als geltend ermittelten Fahrspurmarkierung oder eine Information über die als geltend ausgewählte Fahrspurmarkierung bereit zu stellen. Das Fahrerassistenzsystem berücksichtigt dann den Verlauf der ermittelten geltenden Fahrspurmarkierung als einzuhaltende Fahrspurmarkierung. Das Fahrerassistenzsystem kann insbesondere ein Spurwechselassistenzsystem sein.

**[0019]** Zusätzlich kann die Position des eigenen Fahrzeugs relativ zur ersten Fahrspurmarkierung und relativ zur zweiten Fahrspurmarkierung, vorzugsweise wiederholt, ermittelt werden. Die ermittelte Position bzw. die ermittelten Positionen werden bei der Auswahl der relevanten Fahrspurmarkierung berücksichtigt. Insbesondere können die ermittelten Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs und/oder des eigenen Fahrzeugs, die ermittelten Verläufe der detektierten Fahrspurmarkierungen und/oder die Lenkbewegung bzw. die Gierrate des eigenen Fahrzeugs einem Klassifikator zugeführt werden, der dann ausgehend von diesen Eingangsgrößen die relevante Fahrspurmarkierung ermittelt.

**[0020]** Besonders vorteilhaft ist es, die Position des eigenen Fahrzeugs relativ zur ersten Fahrspurmarkierung und relativ zur zweiten Fahrspurmarkierung mehrfach zu ermitteln, ausgehend von diesen ermittelten Positionen den Bewegungsverlauf des eigenen Fahrzeugs zu ermitteln und diesen bei der Auswahl der geltenden Fahrspurmarkierungen zu berücksichtigen, beispielsweise als Eingangsgröße für einen Klassifikator zum Ermitteln der geltenden Fahrspurmarkierung. Der Bewegungsverlauf des eigenen

Fahrzeugs kann mit Hilfe des Lenkwinkels und der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs ermittelt werden.

**[0021]** Die Vorrichtung des unabhängigen Vorrichtungsanspruchs kann auf die gleiche Weise wie das erfindungsgemäße Verfahren weitergebildet werden, insbesondere durch die in den unabhängigen Patentansprüchen angegebenen Merkmale bzw. durch entsprechende Vorrichtungsmkmale.

**[0022]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, welche in Verbindung mit den beigefügten Figuren die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

**[0023]** Es zeigen:

**[0024]** [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs in einer Verkehrssituation aus Seitenansicht, wobei das Fahrzeug einer Vorrichtung zum Erfassen und Verarbeiten von Bildern hat;

**[0025]** [Fig. 2](#) die Darstellung eines ersten mit Hilfe der Vorrichtung erfassten Bildes mit einer Abbildung eines vorausfahrenden Fahrzeugs;

**[0026]** [Fig. 3](#) die Darstellung eines zweiten mit der Hilfe der Vorrichtung erfassten Bildes mit einer Abbildung des vorausfahrenden Fahrzeugs und einer permanenten Fahrspurmarkierung sowie einer temporären Fahrspurenmarkierung;

**[0027]** [Fig. 4](#) die Darstellung eines dritten mit der Hilfe der Vorrichtung erfassten Bildes mit einer Abbildung des vorausfahrenden Fahrzeugs und der permanenten Fahrspurmarkierung sowie der temporären Fahrspurenmarkierung; und

**[0028]** [Fig. 5](#) ein Blockschaltbild mit Komponenten der Vorrichtung zum Erfassen und Verarbeiten von Bildern nach [Fig. 1](#).

**[0029]** In [Fig. 1](#) ist eine Seitenansicht eines Fahrzeugs **12** in einer Verkehrssituation **10** bei der Fahrt des Fahrzeugs **12** entlang einer Fahrbahn **14** gezeigt. Das Fahrzeug **12** hat ein Kamerasystem **16** mit mindestens einer Kamera **17**. Das Kamerasystem **16** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Monokamerasystem und ist ein Schwarzweißkamerasystem zur Ermittlung von Graustufenbildern. Das Kamerasystem **16** erfasst eine Bildfolge aus Bildern mit Abbildungen eines Erfassungsbereichs vor dem Fahrzeug **12**. Der horizontale Erfassungsbereich ist in [Fig. 1](#) schematisch durch die Strichlinien **18**, **20** dargestellt. Ferner werden den Bildern entsprechende Bilddaten erzeugt. Die erzeugten Bilddaten werden vom Kamerasystem **16** zu einer im Fahrzeug **12** angeordneten Verarbeitungseinheit **22** übertragen und

von dieser weiterverarbeitet. Insbesondere werden die Bilddaten in der Verarbeitungseinheit **22** verarbeitet, um ein Fahrassistenzsystem für den Fahrzeugführer des Fahrzeugs **12** bereitzustellen. Die Bildaufnahmefrequenz der Kamera **17** des Kamerasystems **16** liegt vorzugsweise 10 bis 50 Bilder pro Seite. Die Bilder sind durch die Kamera mit dieser Frequenz von der Verarbeitungseinheit **22** jeweils fortlaufend aufgenommen und verarbeitet.

**[0030]** Die durch das Kamerasystem **16** erzeugten Bilddaten eines Objektes **28** werden von der Verarbeitungseinheit **22** verarbeitet, wobei die Abbildung des Objektes **28** als Objektabbildung beziehungsweise als Objekt detektiert und vorzugsweise der Objekttyp des Objektes **28** klassifiziert wird. Auf gleiche Weise können Verkehrsschilder, Leiteinrichtungen, Straßenleuchten, auf der Fahrspur vorausfahrende Fahrzeuge und auf einer Gegenfahrbahn der Fahrbahn **14** entgegenkommende Fahrzeuge als Objekte detektiert und deren Objekttyp klassifiziert werden. Insbesondere wird die Position der Abbildungen der in einem Bild detektierten Objekte **28** ermittelt und mit der Position der Abbildungen derselben Objekte **28** in einem in der Bildfolge nachfolgenden Bild verglichen. Zur Vereinfachung wird im Folgenden die Position einer Abbildung eines Objektes in einem Bild kurz als Position des Objektes im Bild oder Bildposition des Objektes bezeichnet. Der Vergleich der Position von Objekten **28** in einem Bild und einem nach diesem Bild aufgenommenen zweiten Bild wird beispielsweise genutzt, um das Fahrverhalten zu beeinflussen und/oder um dem Fahrer des Fahrzeugs **12** gezielte Informationen zum Umfeld und zum eigenen Fahrzeug **12** geben zu können. Diese Informationen können beispielsweise auch als Eingangsdaten für Fahrerassistenzsysteme, insbesondere für ein Spurwechselassistenzsystem, dienen.

**[0031]** In [Fig. 2](#) ist ein erstes mit Hilfe der Kamera **17** aufgenommenes Bild **30** des Erfassungsbereichs der Kamera **17** vor dem Fahrzeug **12** gezeigt. Im Bild **30** ist der Horizont als Volllinie **32** dargestellt. Ferner umfasst das Bild eine Abbildung eines vorausfahrenden Fahrzeugs **34**, Abbildungen von Fahrspurmarkierungen **36** bis **42** und Abbildungen von seitlich neben den äußeren Fahrspuren angeordneten Leitplanken **44**, **46** sowie seitlich neben der Fahrbahn angeordneten Verkehrszeichen **48**, **50**. Die Fahrspurmarkierungen **36** bis **42** sind in [Fig. 2](#) lediglich schematisch als Volllinien dargestellt. Tatsächlich können sie auch als Strichlinie ausgeführt und zur besseren Erkennbarkeit eine etwas größere Breite aufweisen. In das Bild **30** ist ein Pfeil **52** eingefügt, der die Fahrtrichtung des eigenen und die Fahrtrichtung des vorausfahrenden Fahrzeugs angibt. Der Anfangspunkt P1 des Pfeils **52** ist die Position des vorausfahrenden Fahrzeugs **34**, die in einem vorhergehenden Bild einer mit Hilfe der Kamera **17** aufgenommenen Bildfolge des Erfassungsbereichs vor dem Fahrzeug **12** aufge-

nommenen Bild für das vorausfahrende Fahrzeug **34** ermittelt worden ist. Der Endpunkt P4 gilt für das vorausfahrende Fahrzeug **34** ausgehend vom in [Fig. 2](#) gezeigten Bild **30** ermittelte Positionen. Zwischen dem Bild, von dem ausgehend die Position P1 ermittelt worden ist und dem Bild **30**, können eine Vielzahl weiterer Bilder mit Hilfe der Kamera **17** aufgenommen worden sein. Die Bilddaten zumindest eines Teils dieser Bilder sind ebenfalls verarbeitet worden, oder die Position des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** wiederholt bestimmt worden sein kann, jedoch nicht bestimmt worden sein muss.

**[0032]** In [Fig. 3](#) ist ein weiteres mit Hilfe der Kamera **17** aufgenommenes Bild **54** dargestellt. Zusätzlich zu dem in Bild **30** nach [Fig. 2](#) dargestellten Elementen umfasst das Bild **54** Abbildungen temporärer Fahrspurmarkierungen **56**, **58**. Ferner sind Abbildungen einer Baustelle **60** und einer Absperrbarke **62** im Bild **54** vorhanden. Die mit Hilfe der temporären Fahrspurmarkierungen **56**, **58** festgelegte Fahrspur weicht vom Verlauf der durch die Fahrspurmarkierungen **38**, **40** begrenzten Fahrspur ab, sodass der Verkehr von dieser Fahrspur auf die durch die Markierungen **40**, **42** begrenzte Fahrspur übergeleitet wird. Zur vereinfachten Darstellung unterscheiden sich die Bilder **30** und **54** nur durch die im Bild **54** zusätzlich vorhandenen Fahrspurmarkierungen **56**, **58**, die Baustelle **60**, **62** und die Position des vorausfahrenden Fahrzeugs **34**. Zur Vereinfachung der nachfolgenden Erläuterungen ist der Pfeil **52** ebenfalls in das Bild **54** nach [Fig. 3](#) eingezeichnet worden. Zusätzlich ist ein Pfeil **64** eingezeichnet, der mehrere Positionen P1 bis P4 des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** angibt und somit den Bewegungsverlauf des Fahrzeugs **34** zeigt. In einem ersten vor dem Bild **54** aufgenommenen Bild ist die Position P1 des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** ermittelt worden. In einem nach dem ersten Bild aufgenommenen Bild, das jedoch vor dem Bild **54** aufgenommen worden ist, ist die Position P2 des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** ermittelt worden. In einem dritten aufgenommenen Bild das vor dem Bild **54** aufgenommen worden ist, ist die Position P3 des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** ermittelt worden. Im Bild **54** ist die Position P4 des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** ermittelt worden. Durch Verbinden dieser ermittelten Positionen ergibt sich der Pfeil **64**, der somit den Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** zwischen der Position P1 und der Position P4 angibt. Zwischen der Aufnahme des ersten und des zweiten Bildes, zwischen den Aufnahmen des zweiten und dritten Bildes und zwischen den Aufnahmen des dritten Bildes und des Bildes **54** können eine Vielzahl weiterer Bilder aufgenommen und ausgewertet worden sein. Der ermittelte, durch den Pfeil **64** dargestellte Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** verläuft damit im Wesentlichen parallel zu den temporären Fahrspurmarkierungen **56**, **58** und weicht stark vom Verlauf der Fahrspurmarkierungen **38**, **40** ab. Der durch den Pfeil **64** angegebene

ne Bewegungsverlauf des Fahrzeugs **34** schneidet zwischen der Position P3 und P4 die ursprüngliche Fahrspurmarkierung **40**. Durch die größere Übereinstimmung des ermittelten Bewegungsverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** mit den temporären Fahrspurmarkierungen **56, 58** gegenüber dem permanenten Fahrspurmarkierungen **38, 40** werden die Fahrspurmarkierungen **56, 58** als geltende Fahrspurmarkierungen **56, 58** ermittelt und für ein Fahrerassistenzsystem als relevante bzw. geltende Fahrspurmarkierung **56, 58** bereitgestellt. Wenn als Positionen für das vorausfahrende Fahrzeug jedoch die Positionen P1, P2\*, P3\* und P4\* in mehreren nacheinander aufgenommenen Bildern ermittelt worden wären, wird durch diese Positionen P1, P2\*, P3\*, P4\* einer zu den Fahrspurmarkierungen **38, 40** paralleler Bewegungsverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** ermittelt. Dieser Bewegungsverlauf schneidet dann die Fahrspurmarkierung **56**. Der durch den Pfeil **52** gekennzeichneten Bewegungsverlauf **52** würde somit mit dem Verlauf der Fahrspurmarkierungen **38, 40** übereinstimmen, sodass diese Fahrspurmarkierungen **38, 40** dann als geltende Fahrspurmarkierungen herangezogen werden könnten.

**[0033]** Es können jedoch auch weitere Faktoren bei der Ermittlung der geltenden Fahrspurmarkierung bzw. bei der Verifizierung einer ermittelten geltenden Fahrspurmarkierung genutzt werden. Insbesondere können quer zur Fahrbahn angeordnete Wandbarken **62** zum Ermitteln oder zum Verifizieren einer ermittelten geltenden Fahrspurmarkierung genutzt werden. Auch können die Position des eigenen Fahrzeugs **12**, ein Lenkwinkel des Fahrzeugs **12** oder ein Gierwinkel des Fahrzeugs **12** sowie die Geschwindigkeit des Fahrzeugs **12** beim Ermitteln oder Verifizieren der geltenden Fahrspurmarkierung berücksichtigt werden.

**[0034]** Allgemein wird das Verhalten eines vorhandenen vorausfahrenden Fahrzeugs **34** beobachtet und bei der Auswahl der geltenden Fahrspurmarkierung berücksichtigt. Zusätzlich oder alternativ kann das Fahrverhalten des eigenen Fahrzeugs **12** beim Ermitteln einer geltenden Fahrspurmarkierung berücksichtigt werden.

**[0035]** Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Fahrzeug **12, 34** etwa in der Mitte einer geltenden Fahrspur fährt, dies betrifft sowohl das vorausfahrende Fahrzeug **34** als auch das eigene Fahrzeug **12**. Mit Hilfe der beschriebenen Vorgehensweise kann auf einfache Art und Weise die geltende Fahrspurmarkierung bei einander überlagerten Fahrspurmarkierungen ermittelt werden. Solche überlagerten Fahrspurmarkierungen treten insbesondere bei zusätzlichen auf die Fahrbahn **14** aufgebrachten temporären Fahrspurmarkierungen **56, 58** zu bereits vorhandenen Fahrspurmarkierungen **36 bis 42** auf. Dies kann insbesondere dann erforderlich sein, wenn

Baustellen **60** die Sperrung mindestens einer Fahrspur erfordern. Wird durch Analyse des Bewegungsverlaufs **54** ermittelt, dass das vorausfahrende Fahrzeug **34** vor Einfahrt in einen Baustellenbereich **60** relativ abrupt die Richtung wechselt, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist, so kann das Fahrerassistenzsystem durch einen Vergleich der Positionsänderung des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** in mehreren nacheinander aufgenommenen Bildern anhand des abrupten Wechsels der Fahrtrichtung des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** auf eine Verlegung der Fahrspur mit dem Begrenzungslinien **56, 58** schließen. Die durch die Begrenzungslinien **56, 58** begrenzte Fahrspur wird auch als Baustellenfahrspur bezeichnet.

**[0036]** In **Fig. 4** ist ein weiteres mit Hilfe der Kamera **17** aufgenommenes Bild **66** gezeigt, bei dem sich das vorausfahrende Fahrzeug **34** vor dem Fahrzeug **12** befindet. Durch den seitlichen Abstand zwischen dem vorausfahrenden Fahrzeug **34** und den temporären Fahrspurmarkierungen **56, 58** werden diese weiterhin als relevante Fahrspurmarkierungen bzw. als geltende Fahrspurmarkierungen detektiert. Die permanente Fahrspurmarkierung **40** wird weiterhin als nicht geltende Fahrspurmarkierung detektiert.

**[0037]** Allgemein wird bei der Erfindung eine Information zur Interpretation und zur Erfindung der eigenen Fahrspur mit Hilfe eines detektierten vorausfahrenden Fahrzeugs **34** ermittelt, von der ausgehend eine geltende Fahrspurmarkierung bzw. geltende Fahrspur aus mehreren von einander verschiedenen Fahrspurmarkierungen bzw. Fahrspuren erfolgt. Besonders vorteilhaft ist es, die Eigenbewegung des Fahrzeugs **12** bei der Ermittlung der geltenden Fahrspur zu berücksichtigen.

**[0038]** In **Fig. 5** ist ein Blockschaltbild mit der Verarbeitungseinheit **22** und dem Kamerasystem **16** gezeigt, mit deren Hilfe eine geltende Fahrspurmarkierung ausgewählt bzw. die ursprüngliche Auswahl dieser Fahrspurmarkierungen **56, 58** als geltende Fahrspurmarkierungen **56, 58** bestätigt wird. Die Verarbeitungseinheit **22** umfasst eine Central Processing Unit (CPU) **78**, einen Datenbus **80** und drei Speicherelemente **82 bis 86**.

**[0039]** Die Verarbeitungseinheit **22** ist über ein erstes Interface **76** mit dem Kamerasystem **16** verbunden. Ferner umfasst die Verarbeitungseinheit **22** ein zweites Interface **88**, über das die mit Hilfe der Verarbeitungseinheit **22** verarbeiteten Daten an andere Elemente, beispielsweise das Lichtsteuermodul **24**, ausgegeben werden können. Vorzugsweise bildet das zweite Interface **88** eine Verbindung zu einem Fahrzeugbussystem.

**[0040]** Die CPU **78**, das erste Interface **76**, das zweite Interface **88** und die Speicherelemente **82, 84, 86** sind über den Datenbus **80** miteinander verbun-

den. Die den mit Hilfe des Kamerasystems **16** erzeugten den Bildern **44a** bis **44c**, **52** entsprechenden Bilddaten werden über das erste Interface **76** von dem Kamerasystem **16** an die Verarbeitungseinheit **22** als Eingangsdaten übermittelt. Die Bilddaten werden im ersten Speicherelement **82** gespeichert. Im zweiten Speicherelement **84** der Verarbeitungseinheit **22** sind mindestens Programmdateien mindestens eines Bildverarbeitungsprogramms zum Ermitteln der Bildpositionen P1 bis P4, P1 bis P4\* gespeichert. Ebenso sind im zweiten Speicherelement **84** Programmdateien einer Routine zur Ermittlung einer geltenden Fahrspur und/oder von geltenden Fahrspurmarkierungen **56**, **58** ausgehend von den ermittelten Bildpositionen P1 bis P4 und dem Verlauf detektierter Fahrspurmarkierungen **36** bis **42**, **56**, **58** gespeichert.

**[0041]** Die ermittelte Änderung der Position des vorausfahrenden Fahrzeugs **34** zwischen nacheinander mit Hilfe der Kamera **17** aufgenommenen Bildern wird dann als Eingangsgröße für ein Spurwechselassistentensystem genutzt und/oder über das zweite Interface **88** ausgegeben. Ein solches Spurwechselassistentensystem wird auch als Lane departure warning system bezeichnet.

**[0042]** Die Erfindung ist in Verbindung mit einer Monokamera zur Aufnahme von Graustufenbildern beschrieben worden. Jedoch ist die Erfindung in gleicher Weise bei einem Stereokamerasystem und/oder Farbkameras einsetzbar.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 1653310 A2 [0005]
- DE 10311240 A1 [0006]
- DE 102004003848 A1 [0007]

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer geltenden Fahrspurmarkierung mit Hilfe eines Kamerasystems eines Fahrzeugs, insbesondere eines Straßenfahrzeugs,

bei dem mit Hilfe einer Kamera (17) des Kamerasystems (16) mehrere Bilder (30, 54, 66) mit Abbildungen eines Bereichs vor dem Fahrzeug (12) nacheinander als Bildfolge erfasst, und dem jeweiligen Bild (30, 54, 66) entsprechende Bilddaten erzeugt werden,

und bei dem die Bilddaten zumindest eines Teils der Bilder (30, 54, 66) der Bildfolge verarbeitet werden, wobei mindestens eine erste Fahrspurmarkierung (38, 40) und eine von der ersten Fahrspurmarkierung verschiedene zweite Fahrspurmarkierung (56, 58) in mindestens einem Bild der Bildfolge detektiert werden,

ein vor dem Fahrzeug (12) vorausfahrendes Fahrzeug (34) in mindestens zwei nacheinander aufgenommenen Bildern (30, 54, 66) der Bildfolge detektiert wird,

für jedes der mindestens zwei Bilder die Position (P1 bis P4; P1 bis P4\*) des vorausfahrenden Fahrzeugs (34) relativ zur ersten Fahrspurmarkierung (38, 40) und die Position (P1 bis P4; P1 bis P4\*) des vorausfahrenden Fahrzeugs (34) relativ zur zweiten Fahrspurmarkierung (56, 58) ermittelt wird, und wobei abhängig von den mit Hilfe der Bilder ermittelten Positionen (P1 bis P4; P1 bis P4\*) des vorausfahrenden Fahrzeugs (34) eine der detektierten Fahrspurmarkierungen (38, 40; 56, 58) als geltende Fahrspurmarkierung ausgewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von mindestens zwei, vorzugsweise mindestens drei, der nacheinander als Bildfolge erfassten Bilder ein Bewegungsverlauf (52, 64) des vorausfahrenden Fahrzeugs (34) ermittelt wird, und dass ausgehend vom ermittelten Bewegungsverlauf (52, 64) des vorausfahrenden Fahrzeugs (34) und den Verläufen der mindestens zwei detektierten Fahrspurmarkierungen (38, 40; 56, 58) eine der Fahrspurmarkierungen (38, 40; 56, 58) als geltende Fahrspurmarkierung ausgewählt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) aus den mindestens zwei Fahrspurmarkierungen (38, 40; 56, 58) als geltende Fahrspurmarkierung (38, 40) ausgewählt wird, die für beide ermittelten Positionen einen Seitenversatz quer zur Fahrtrichtung der Fahrbahn (14) aufweist, der für beide Positionen (P1 bis P4; P1 bis P4\*) in einem voreingestellten Bereich liegt, oder zu der die ermittelten Positionen (P1 bis P4; P1 bis P4\*) geringere seitliche Abstände aufweisen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Überfahren zumindest einer der detektierten Fahrspurmarkierungen (38, 40; 56, 58) detektiert und bei der Ermittlung der geltenden Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) berücksichtigt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Grad in der Übereinstimmung zwischen dem Verlauf der ersten ermittelten Fahrspurmarkierung (38, 40) und dem Bewegungsverlauf (52, 64) des vorausfahrenden Fahrzeugs (34) und ein zweiter Grad der Übereinstimmung zwischen dem Verlauf der zweiten ermittelten Fahrspurmarkierung (56, 58) und dem Bewegungsverlauf (52, 64) des vorausfahrenden Fahrzeugs (34) ermittelt wird, und dass die Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) als geltende Fahrspurmarkierung ausgewählt wird, die einen höheren Grad an Übereinstimmung aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) mit dem höchsten Grad an Übereinstimmung nur dann als geltende Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) ausgewählt wird, wenn der Grad der Übereinstimmung einen Mindestgrad an Übereinstimmung aufweist und/oder wenn die Differenz zwischen dem ersten Grad und dem zweiten Grad eine voreingestellte Mindestdifferenz überschreitet.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einem Fahrspurassistenzsystem der Verlauf der als geltend ermittelten Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) oder eine Information über die als geltend ausgewählte Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) bereitgestellt wird, und dass das Fahrerassistenzsystem (38, 40; 56, 58) den Verlauf der geltenden Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) als einzuhaltende Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) weiterverarbeitet.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die Position des eigenen Fahrzeugs (12) relativ zur ersten Fahrspurmarkierung (38, 40) und relativ zur zweiten Fahrspurmarkierung (56, 58), vorzugsweise wiederholt, ermittelt wird, und dass die ermittelte Position bei der Auswahl der geltenden Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) berücksichtigt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des eigenen Fahrzeugs (12) relativ zur ersten Fahrspurmarkierung (38, 40) und relativ zur zweiten Fahrspurmarkierung (56, 58) mehrfach ermittelt und der Bewegungsverlauf des eigenen Fahrzeugs (12) bei der Auswahl der geltenden Fahrspurmarkierung (38, 40; 56, 58) berücksichtigt wird.

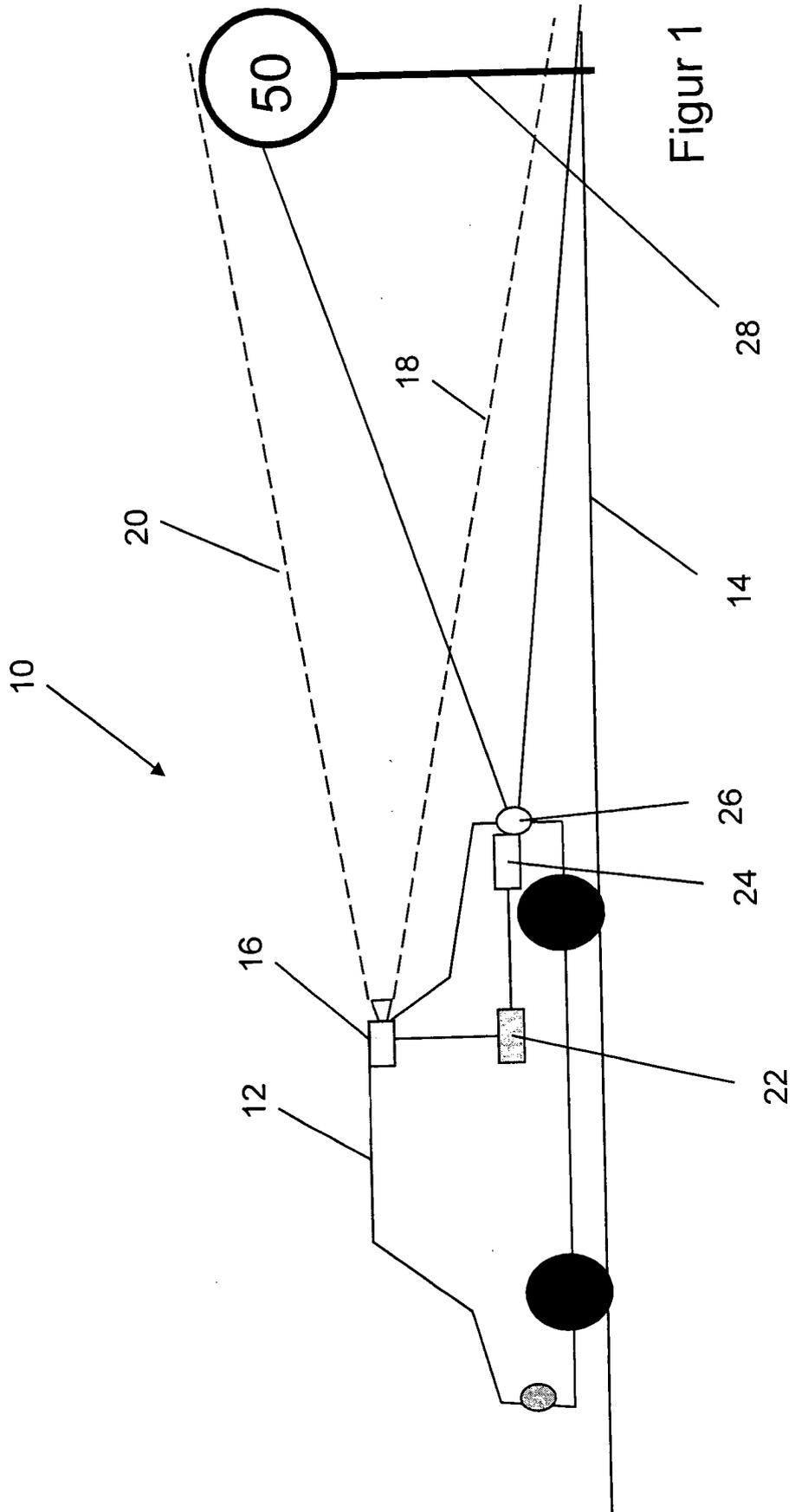
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekenn-

zeichnet, dass der Bewegungsverlauf (**52, 64**) des eigenen Fahrzeugs (**12**) mit Hilfe des Lenkwinkels und der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs (**12**) ermittelt wird.

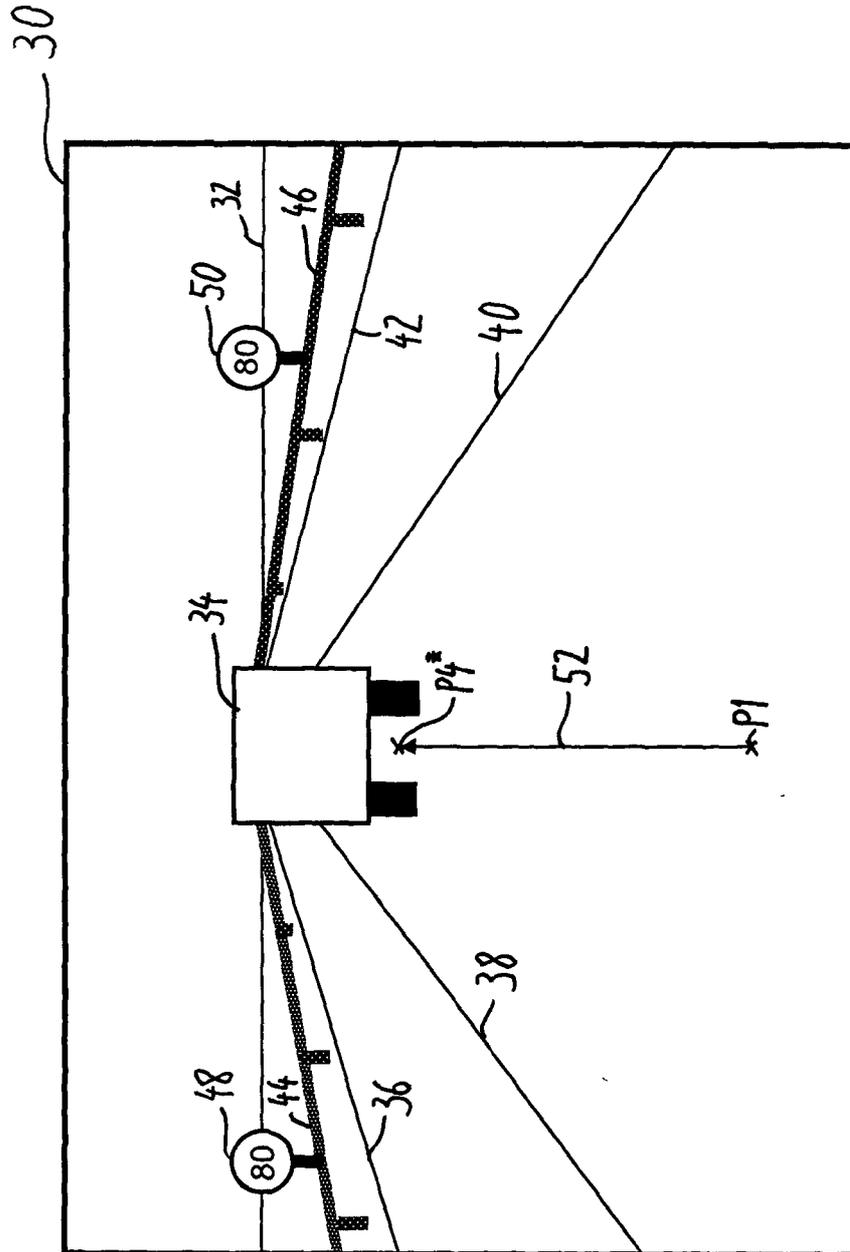
11. Vorrichtung zum Ermitteln einer geltenden Fahrspurmarkierung mit Hilfe eines Kamerasystems (**16**) eines Fahrzeugs (**12**), insbesondere eines Straßenfahrzeugs, mit einem Kamerasystem (**16**) mit einer Kamera (**17**) zum Erfassen von mehreren Bildern (**30, 54, 66**) mit Abbildungen eines Bereichs vor dem Fahrzeug (**12**) nacheinander als Bildfolge und Erzeugen von dem jeweiligen Bild (**30, 54, 66**) entsprechenden Bilddaten, mit einer Verarbeitungseinheit (**22**) zum Verarbeiten der Bilddaten zumindest eines Teils der Bilder (**30, 54, 66**) der Bildfolge, wobei die Verarbeitungseinheit (**22**) in mindestens einem Bild (**30, 54, 66**) der Bildfolge mindestens zwei voneinander verschiedene Fahrspurmarkierungen (**38, 40; 56, 58**) detektiert, die Verarbeitungseinheit (**22**) ein vor dem Fahrzeug (**12**) vorausfahrendes Fahrzeug (**34**) in mindestens zwei Bildern (**30, 54, 66**) der Bildfolge detektiert und jeweils die Position (P1 bis P4; P1 bis P4\*) des vorausfahrenden Fahrzeugs (**34**) relativ zur detektierten ersten Fahrspurmarkierung (**38, 48; 56, 58**) und die Position des Fahrzeugs relativ zur zweiten Fahrspurmarkierung für jedes der mindestens zwei Bilder ermittelt, und wobei die Verarbeitungseinheit (**22**) abhängig von dem ermittelten Positionen (P1 bis P4; P1 bis P4\*) des vorausfahrenden Fahrzeugs (**34**) relativ zu den in beiden Fahrspurmarkierungen (**38, 40; 56, 58**) eine dieser detektierten Fahrspurmarkierungen (**38, 40; 56, 58**) als geltende Fahrspurmarkierungen (**56, 58**) auswählt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

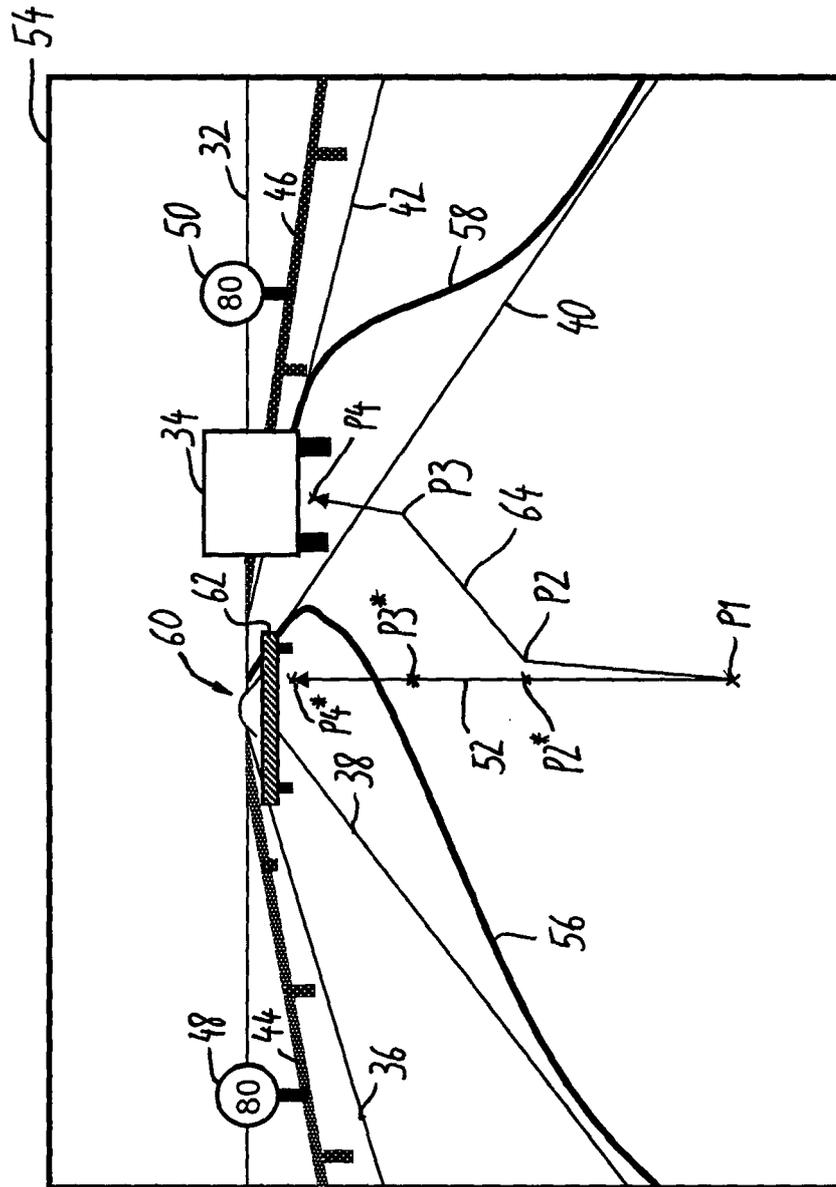
Anhängende Zeichnungen

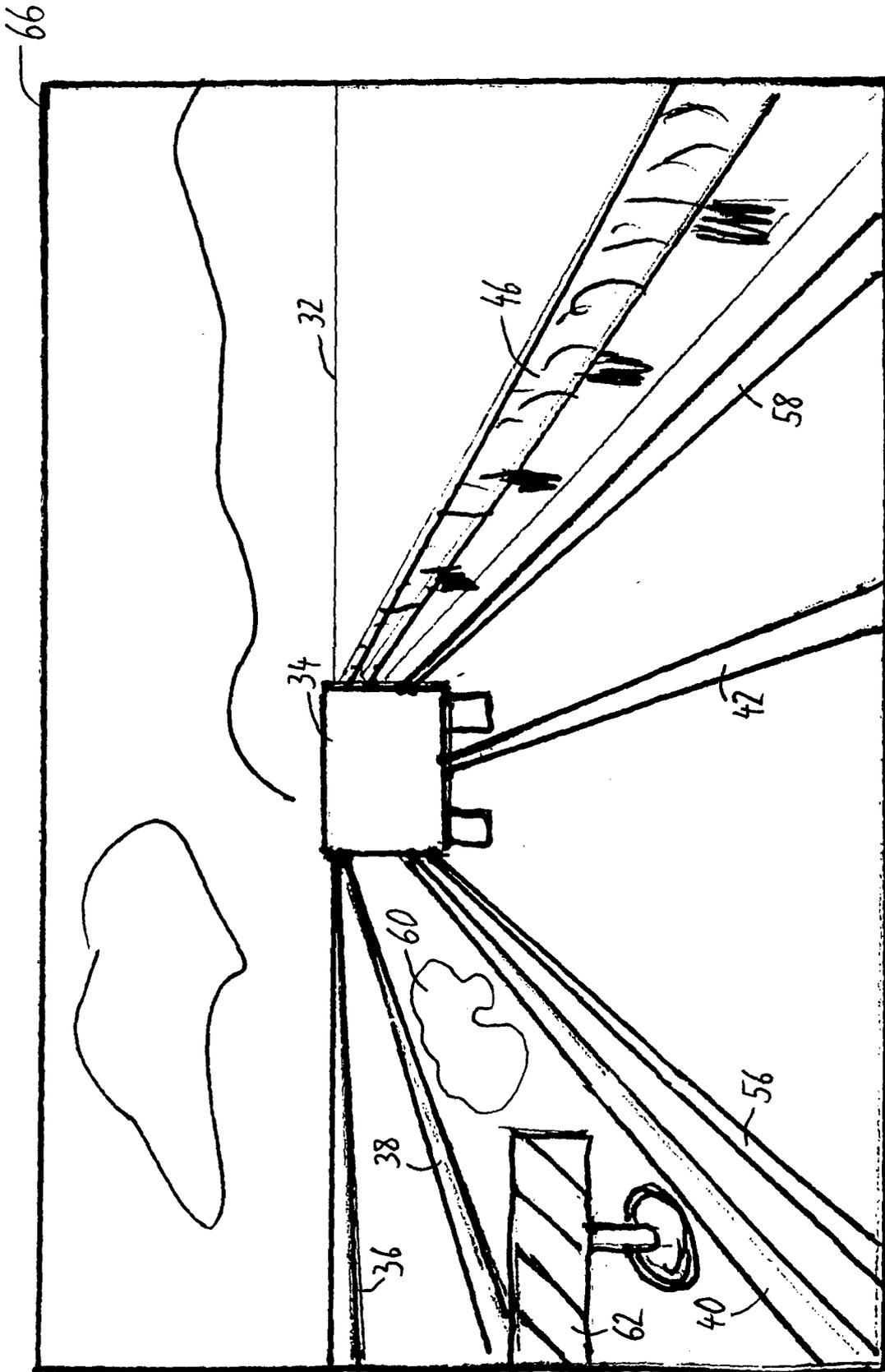


Figur 2



Figur 3





Figur 4

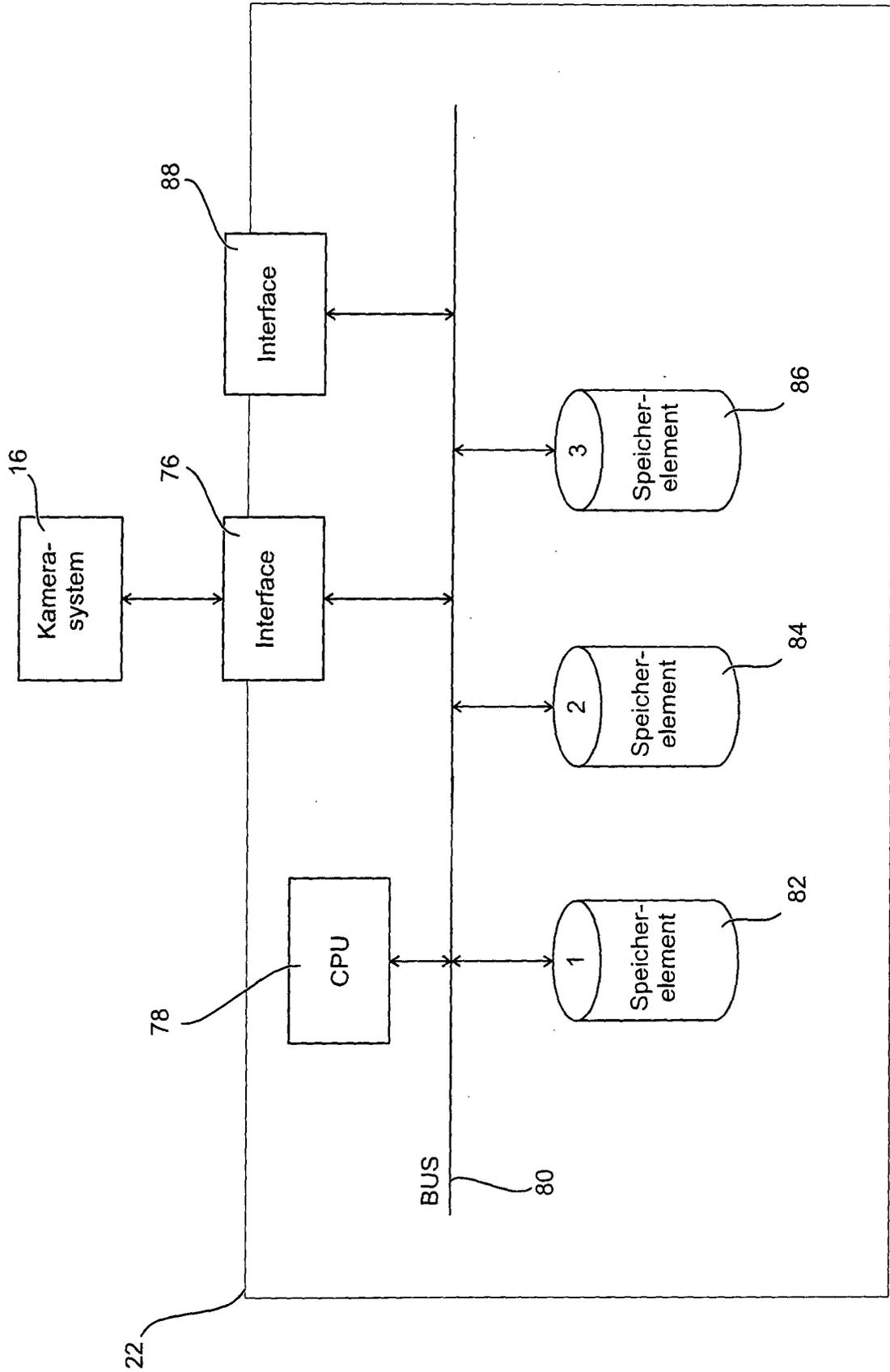


FIG. 5