



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 025 634 A1** 2006.12.07

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 025 634.1**

(22) Anmeldetag: **03.06.2005**

(43) Offenlegungstag: **07.12.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06T 7/20** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Micronas GmbH, 79108 Freiburg, DE**

(74) Vertreter:  
**Westphal, Mussnug & Partner, 80336 München**

(72) Erfinder:  
**Hahn, Marco, 85579 Neubiberg, DE; Rieder, Peter, Dr., 81737 München, DE; Scheffler, Günter, 80939 München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**US 67 82 054 B2**

**US 51 48 269 A**

**US 47 71 331 A**

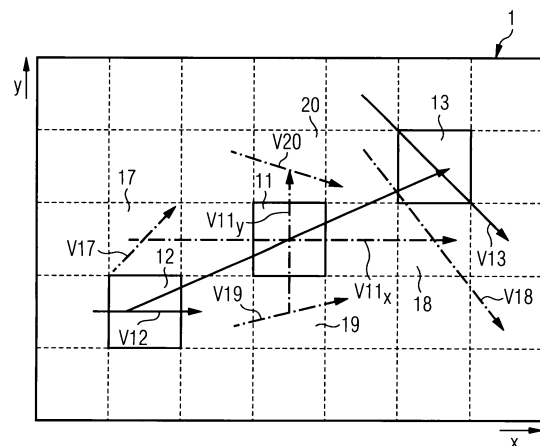
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung von Bewegungsvektoren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung von Bewegungsvektoren, die einzelnen Bildbereichen eines Bildes zugeordnet sind, wobei das Bild in eine Anzahl Bildblöcke unterteilt ist. Das Verfahren sieht die Durchführung eines Bewegungsschätzverfahrens, um jedem der Bildblöcke wenigstens einen Bewegungsvektor zuzuordnen, und die Erzeugung eines modifizierten Bewegungsvektors ( $V11'$ ) zu wenigstens einem ersten Bildblock (11) unter Verwendung folgender Verfahrensschritte vor:

- Ermitteln wenigstens eines zweiten Bildblocks (12, 13), durch den der dem ersten Bildblock (11) zugeordnete Bewegungsvektor ( $V11$ ) wenigstens teilweise verläuft,
- Erzeugen des modifizierten Bewegungsvektors ( $V11'$ ), abhängig von dem wenigstens einem zweiten Bildblock (12, 13) zugeordneten Bewegungsvektor ( $V12, V13$ ),
- Zuordnen des modifizierten Bewegungsvektors ( $V11'$ ) als Bewegungsvektor zu dem ersten Bildblock (11).



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung von Bewegungsvektoren, die jeweils einzelnen Bildbereichen in einem Bild zugeordnet sind.

## Stand der Technik

**[0002]** In der Bildverarbeitung ist es bekannt, jeweils einzelnen Bildbereichen eines Bildes, das Teil einer Bildfolge ist, Bewegungsvektoren zuzuordnen. Diese Bewegungsvektoren geben jeweils eine Verschiebung der Position dieses Bildbereiches gegenüber einer Position dieses Bildbereiches in einem vorherigen oder nachfolgenden Bild der Bildfolge an. Nützlich ist die hierdurch erhaltene Bewegungsinformation beispielsweise bei der Erzeugung eines oder mehrerer Zwischenbilder, die zeitlich zwischen den Bildern der Bildfolge liegen, um die Position sich bewegender Objekte in den Zwischenbildern korrekt, d.h. bewegungsrichtig darstellen zu können. Die Bewegungsinformation zu einem sich über mehrere aufeinanderfolgende Bilder bewegenden Objekt oder Bildbereich kann darüber hinaus auch für eine komprimierte Abspeicherung von Bilddaten aufeinanderfolgender Bilder verwendet werden. Des Weiteren kann die Bewegungsinformation zu einem sich bewegenden Objekt auch für eine Zwischenzeileninterpolation verwendet werden.

**[0003]** Bewegungsvektoren können auch Bildblöcken eines zu interpolierenden Zwischenbildes zugeordnet sein. Der Bewegungsvektor eines Bildblockes eines Zwischenbildes gibt in diesem Fall an, von welcher Bildposition in dem vorherigen Bild der Bildfolge zu welcher Bildposition in dem nachfolgenden Bild der Bildfolge sich der Inhalt dieses Bildblockes bewegt.

**[0004]** Ein mögliches von mehreren Verfahren zur Erzeugung von Bewegungsvektoren ist das sogenannte Blockmatching-Verfahren, das beispielsweise in Schröder, H.; Blume, H.: "Mehrdimensionale Signalverarbeitung", Band 2, ISBN 3-519-06197-X, Seite 259–266 beschrieben ist. Bei diesem Verfahren wird das aktuelle Bild einer Bildfolge in eine Anzahl gleich großer Blöcke unterteilt. Zu jedem dieser Blöcke wird dann im vorherigen oder nachfolgenden Bild ein Block gleicher Größe gesucht, dessen Bildinhalt die größte Übereinstimmung mit dem Inhalt des jeweiligen Blockes des aktuellen Bildes aufweist. Der Verschiebungsvektor zwischen diesem Block des aktuellen Bildes und dem Block des vorherigen oder nachfolgenden Bildes, der die größten Übereinstimmungen mit diesem Block des aktuellen Bildes aufweist, bildet dann den Bewegungsvektor zu diesem Block des aktuellen Bildes.

**[0005]** Zum besseren Verständnis wird ein solches

Schätzverfahren zur Ermittlung von Bewegungsvektoren nachfolgend anhand von **Fig. 1** erläutert.

**[0006]** **Fig. 1** veranschaulicht eine Bildfolge mit einem ersten Bild  $P(k-1/2)$  und einem zweiten Bild  $P(k+1/2)$ , die zeitlich oder räumlich aufeinanderfolgen, und mit einem zeitlich oder räumlich zwischen dem ersten und zweiten Bild liegenden zu interpolierenden Zwischenbild  $P(k)$ .

**[0007]** Zur Durchführung einer Bewegungsschätzung wird das erste Bild  $P(k-1/2)$  unter Verwendung eines Blockrasters, das gestrichelt symbolisiert ist, in eine Anzahl Bildblöcke unterteilt, von denen in **Fig. 1** einer mit dem Bezugszeichen **51** bezeichnet ist. Jeder dieser Bildblöcke umfasst eine Bildpunktmatrix mit einer Anzahl von Bildpunkten, beispielsweise  $4 \times 8$  Bildpunkten. Unter Verwendung eines geeigneten Suchalgorithmus wird zu jedem Block des ersten Bildes  $P(k-1/2)$  derjenige Bildblock derselben Größe in dem zweiten Bild  $P(k+1/2)$  ermittelt, der mit dem jeweiligen Bildblock des ersten Bildes die größten Übereinstimmungen aufweist. Mit dem Bezugszeichen **52** ist in **Fig. 1** ein solcher zu dem Bildblock **51** des ersten Bildes korrespondierender Bildblock in dem zweiten Bild  $P(k+1/2)$  bezeichnet.

**[0008]** Diese Suche nach dem korrespondierenden Bildblock **52** in dem zweiten Bild, ist nicht notwendigerweise an das Blockraster gebunden, so dass die Position des korrespondierenden Bildblocks außerhalb des für das erste Bild  $P(k-1/2)$  vorgegebenen Blockrasters liegen kann. Die Suche nach dem korrespondierenden Bildblock in dem zweiten Bild kann mit einer Auflösung von einem Bildpunkt erfolgen.

**[0009]** Das zu interpolierende Zwischenbild  $P(k)$  wird zu Zwecken der Interpolation unter Verwendung eines Blockrasters, das dem Blockraster des ersten Bildes  $P(k-1/2)$  entsprechen kann, ebenfalls in eine Anzahl Bildblöcke unterteilt, denen jeweils ein Bewegungsvektor zugeordnet wird. Mit dem Bezugszeichen **154** ist in **Fig. 1** ein solcher Bildblock bezeichnet. Das Bezugszeichen **V154** bezeichnet einen diesem Bildblock zugeordneten Bewegungsvektor. Der Bildinhalt dieses Bildblockes **154** kann unter Verwendung des Bewegungsvektors interpoliert werden, indem zunächst der Bildblock ermittelt wird, der sich in dem ersten Bild  $P(k-1/2)$  an der Position des Anfangspunktes des Bewegungsvektors **V154** befindet und indem in dem zweiten Bild  $P(k+1/2)$  der Bildblock ermittelt wird, der sich an der Position des Endpunktes des Bewegungsvektors **V154** befindet. Der Bildinhalt des Bildblockes **154** des zu interpolierenden Zwischenbildes  $P(k)$  kann dann unter Verwendung der Bildinformationen dieser Bildblöcke des ersten und zweiten Bildes  $P(k-1/2)$ ,  $P(k+1/2)$  interpoliert werden.

**[0010]** Bei der Zuordnung von Bewegungsvektoren zu den einzelnen Bildblöcken **154** des Zwischenbil-

des ist die zeitliche oder räumliche Lage des Zwischenbildes  $P(k)$  zwischen dem ersten und zweiten Bild zu berücksichtigen. Für diese Zuordnung von Bewegungsvektoren zu den Bildblöcken des Zwischenbildes werden beispielsweise die für die einzelnen Bildblöcke des ersten Bildes  $P(k-1/2)$  ermittelten Bewegungsvektoren  $V51$  in das Zwischenbild projiziert und für jeden dieser Bewegungsvektoren  $V51$  wird ein auf dem Bewegungsvektor  $V51$  liegender Bildpunkt **53** ermittelt, dessen örtliche Position zwischen dem Anfangs- und dem Endpunkt des Bewegungsvektors  $V51$  der zeitlichen oder örtlichen Position des Zwischenbildes  $P(k)$  zwischen dem ersten und zweiten Bild  $P(k-1/2)$ ,  $P(k+1/2)$  entspricht. Liegt das Zwischenbild  $P(k)$  zeitlich beispielsweise in der Mitte zwischen dem ersten und zweiten Bild  $P(k-1/2)$ ,  $P(k+1/2)$  so wird der Bildpunkt ermittelt, der in der Mitte des Bewegungsvektors liegt, wie dies in **Fig. 1** dargestellt ist.

**[0011]** Dem Bildblock **154**, in dem dieser ermittelte Bildpunkt **53** liegt, wird dann der Bewegungsvektor  $V51$  als Bewegungsvektor  $V154$  des Bildblockes zugeordnet. Dieser Bewegungsvektor  $V154$  ist in **Fig. 1** als ein durch den Mittelpunkt des Bildblockes gehender Bewegungsvektor  $V154$  dargestellt.

**[0012]** Beim Bewegungsschätzverfahren nach dem sogenannten Full-Search-Algorithmus wird hierbei jeder Block des aktuellen Bildes mit jedem möglichen Block des vorherigen oder nachfolgenden Bildes verglichen, um die Bewegungsvektoren der einzelnen Bereiche zu ermitteln. Zur Reduzierung des erheblichen Rechenaufwandes, der beim Full-Search-Algorithmus erforderlich ist, sind weiterhin prädiktive Schätzverfahren bekannt, bei denen bei der Ermittlung des Bewegungsvektors zu einem Block Bewegungsinformationen aus vorherigen Bewegungsschätzungen berücksichtigt werden.

**[0013]** Bei optimierten Suchverfahren werden jedem Block nur eine Anzahl von Auswahlvektoren oder Kandidatenvektoren zugeordnet. Unter Verwendung dieser Auswahl- oder Kandidatenvektoren wird dabei ein Bildvergleich durchgeführt, um anhand des Vergleichsergebnisses anschließend einen dieser Vektoren auszuwählen und dem Block zuzuordnen. Solche Verfahren sind in Schröder, H.; Blume, H.: "Mehrdimensionale Signalverarbeitung", Band 2, ISBN 3-519-06197-X, Seiten 266–289 beschrieben.

**[0014]** Ein weiteres optimiertes Suchverfahren unter Verwendung von Kandidatenvektoren ist beispielsweise in der US 6,782,054 beschrieben.

**[0015]** Die Qualität der Bewegungsschätzung mittels Blockschätzverfahren ist wesentlich von der Blockauflösung, d.h. der Größe der einzelnen Blöcke abhängig. Die Qualität ist dabei umso größer je kleiner die einzelnen Blöcke sind, je besser die Auflösung

des Bildes in einzelnen Blöcken also ist und je mehr Bewegungsvektoren pro Bild somit ermittelt werden. Umgekehrt steigt allerdings auch der Rechenaufwand mit kleiner werdender Blockgröße. Allerdings steigt auch die Fehleranfälligkeit für Schätzfehler bei kleiner werdenden Blockgrößen. Das Optimum der Blockgröße liegt daher bei ca.  $4 \times 8$  (Zeilen  $\times$  Pixel). Allerdings entstehen bei Blöcken dieser Größe deutlich erkennbare Blockstrukturen bei der Bildverarbeitung. Bewegt sich beispielsweise ein rundes Objekt in dem Bild vor einem Hintergrund, so kann es durch die Blockschätzung zu erkennbaren Kanten an der Grenze des Objekts zu dem Hintergrund kommen.

**[0016]** Zur Erhöhung der Auflösung bei der Ermittlung von Bewegungsvektoren ist es aus der US 5,148,269 bekannt, das Bild in eine vorgegebene Anzahl von Hauptblöcken zu unterteilen und zunächst eine Blockschätzung durchzuführen, um jedem dieser Hauptblöcke einen Bewegungsvektor zuzuordnen. Jeder einzelne Hauptblock wird dann in eine Anzahl Unterblöcke unterteilt, denen jeweils ein Bewegungsvektor zugeordnet wird. Zur Erzeugung der Bewegungsvektoren der Unterblöcke werden hierbei der Bewegungsvektor des jeweiligen Hauptblockes und die Bewegungsvektoren der benachbart zu dem Hauptblock liegenden weiteren Hauptblöcke herangezogen.

**[0017]** Ein weiteres Problem bei der Ermittlung von Bewegungsvektoren besteht darin, dass ein Bewegungsvektor nur solchen Bildbereichen bzw. Objekten zugeordnet werden kann, die in den aufeinanderfolgenden Bildern tatsächlich vorhanden sind. Betrachtet sei der Fall einer Bildfolge mit einem Objekt, das sich in Richtung eines Randes des Bildes bewegt und das in einem ersten Bild der Bildfolge noch vorhanden ist, während es in einem zeitlich nachfolgenden zweiten Bild nicht mehr vorhanden ist. Eine Bewegungsschätzung unter Anwendung eines Blockschätzverfahrens führt in diesem Fall mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem Fehler. Gleiches gilt dann, wenn eine Bildfolge sich bewegende Objekte zeigt, die zeitweise durch andere Objekte in der Bildfolge überdeckt werden.

**[0018]** Besonders schwierig ist eine Bewegungsschätzung dann, wenn die Bildfolge sich gegenläufig bewegende Objekte aufweist die sich zusätzlich noch zeitweise überdecken.

#### Aufgabenstellung

**[0019]** Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Ermittlung von Bewegungsvektoren, die einzelnen Bildbereichen eines zu interpolierenden Bildes zugeordnet sind, und eine Vorrichtung zur Ermittlung von Bewegungsvektoren zur Verfügung zu stellen.

**[0020]** Dieses Ziel wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und durch eine Vorrichtung nach Anspruch 16 erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0021]** Das Verfahren sieht vor, das zu interpolierende Bild in eine Anzahl Bildblöcke zu unterteilen und ein Bewegungsschätzverfahren durchzuführen, um zu jedem der Bildblöcke wenigstens einen Bewegungsvektor zur Verfügung zu stellen. Das hierfür verwendete Bewegungsschätzverfahren kann ein herkömmliches, insbesondere eines der eingangs erläuterten, Bewegungsschätzverfahren sein.

**[0022]** Basierend auf den den einzelnen Bildblöcken zugeordneten Bewegungsvektoren sieht das Verfahren vor, zu jedem Bildblock einen modifizierten Bewegungsvektor zu erzeugen. Hierzu wird wenigstens ein weiterer Bildblock ermittelt, den der dem jeweiligen Bildblock zugeordnete Bewegungsvektor wenigstens teilweise durchläuft, und der modifizierte Bewegungsvektor wird abhängig vom Bewegungsvektor erzeugt, der diesem wenigstens einen weiteren Bildblock zugeordnet ist.

**[0023]** Bei dem Verfahren können zur Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors eines bestimmten Bildblocks somit auch Bewegungsinformationen herangezogen werden, die zu anderen Bildblöcken ermittelt wurden. Die Position dieser Bildblöcke, deren Bewegungsinformation berücksichtigt wird, ist dabei abhängig von dem Bewegungsvektor, der zu dem bestimmten Bildblock zunächst ermittelt wurde. Die Bewegungsinformation anderer Bildblöcke fließt nur bei solchen Bildblöcken in die Ermittlung des modifizierten Bewegungsvektors ein, bei denen der zunächst ermittelte Bewegungsvektor über die Grenzen dieses Bildblocks zeigt.

**[0024]** Für die Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors zu einem Bildblock besteht die Möglichkeit, alle Bildblöcke, durch die der Bewegungsvektor dieses Bildblockes verläuft, zu ermitteln und die Bewegungsvektoren aller dieser Bildblöcke einer Filterung, insbesondere einer Tiefpassfilterung zu unterziehen, um den modifizierten Bewegungsvektor zu erhalten.

**[0025]** Das erläuterte Vorgehen, eignet sich auch zur Erhöhung der Auflösung bei der Bewegungsschätzung. Ausgehend von einer Unterteilung des Bildes in Bildblöcke und einer Zuordnung wenigstens eines Bewegungsvektors zu jedem der Bildblöcke, sieht dieses Verfahren vor, jeden der Bildblöcke in Unterblöcke zu unterteilen und jedem der Bildblöcke zunächst den Bewegungsvektor des Bildblocks zuzuordnen. Anschließend wird für jeden Unterblock wenigstens ein weiterer Bildblock oder Unterblock ermittelt, den der Bewegungsvektor dieses Unterblocks durchläuft, und ein modifizierter Bewegungsvektor

wird abhängig von dem Bewegungsvektor des wenigstens teilweise durchlaufenen Bildblocks oder Unterblocks ermittelt. Der modifizierte Bewegungsvektor wird dann dem jeweiligen Unterblock als Bewegungsvektor zugeordnet.

**[0026]** Dieses Verfahren kann wiederholt durchgeführt werden, indem jeder Unterblock, zu dem ein modifizierter Bewegungsvektor erzeugt wurde, weiter in kleinere Unterblöcke unterteilt wird, und indem die zuvor erläuterten Schritte zur Erzeugung eines modifizierten Bewegungsvektors für jeden dieser kleineren Unterblöcke durchgeführt werden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0027]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert.

**[0028]** [Fig. 1](#) veranschaulicht ein bekanntes Verfahren zur Ermittlung eines Bewegungsvektors zu einem Bildblock eines Bildes.

**[0029]** [Fig. 2](#) zeigt einen Ausschnitt eines in Bildblöcke unterteilten Bildes zur Erläuterung einer Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0030]** [Fig. 3](#) zeigt einen Abschnitt eines in Bildblöcke unterteilten Bildes zur Erläuterung einer zweiten Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0031]** [Fig. 4](#) zeigt einen Ausschnitt eines in Bildblöcke unterteilten Bildes und ein Diagramm mit Beträgen der den einzelnen Bildblöcken zugeordneten Bewegungsvektoren zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0032]** [Fig. 5](#) zeigt einen Ausschnitt eines in Bildblöcke unterteilten Bildes mit zwei sich gegenläufig bewegenden Bildbereichen.

**[0033]** [Fig. 6](#) veranschaulicht die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erhöhung der Auflösung bei der Bewegungsschätzung.

**[0034]** [Fig. 7](#) zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0035]** In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Teile mit gleicher Bedeutung.

**[0036]** [Fig. 2](#) zeigt schematisch einen Ausschnitt eines in einzelne Bildblöcke unterteilten Bildes **1**, bei dem den einzelnen Bildblöcken jeweils Bewegungsvektoren zugeordnet sind. Die Unterteilung des Bildes **1** in einzelne Bildblöcke ist in [Fig. 2](#) gestrichelt dargestellt. Von diesen Bildblöcken werden zu Zwe-

cken der Erläuterung nachfolgend drei Bildblöcke **11**, **12**, **13** näher betrachtet. Diese Bildblöcke **11**, **12**, **13** sind in [Fig. 2](#) mit durchgezogenen Linien dargestellt.

**[0037]** Den einzelnen Bildblöcken des Bildes **1** ist jeweils wenigstens ein Bewegungsvektor zugeordnet. In [Fig. 2](#) sind dabei lediglich die Bewegungsvektoren  $V_{11}$ ,  $V_{12}$ ,  $V_{13}$  der betrachteten Bildblöcke **11**, **12**, **13** dargestellt. Auf eine Darstellung der Bewegungsvektoren der übrigen Bildblöcke wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

**[0038]** Das dargestellte Bild **1** ist in nicht näher dargestellter Weise Teil einer Bildfolge mit mehreren aufeinanderfolgenden Bildern. Das Bild **1** ist beispielsweise ein zeitlich oder räumlich zwischen zwei Bildern liegendes zu interpolierendes Zwischenbild. Der einem Bildblock zugeordnete Bewegungsvektor enthält dabei die Information, welche Bildblöcke dieser zwei Bilder zur Interpolation des Bildinhaltes des Bildblocks des Zwischenbildes herangezogen werden sollen. Der einem Bildblock **11**, **12**, **13**, und damit allen Bildpunkten eines Bildblockes zugeordnete Bewegungsvektor  $V_{11}$ ,  $V_{12}$ ,  $V_{13}$  ist in [Fig. 2](#) als ein durch den Mittelpunkt des jeweiligen Bildblockes verlaufender Bewegungsvektor dargestellt. Zu Zwecken der Erläuterung wird angenommen, dass das Bild **1** ein Zwischenbild ist, das zeitlich oder räumlich in der Mitte zwischen zwei Bildern zu interpolieren ist. Der Mittelpunkt des Bildblockes **11**, **12**, **13**, dem der jeweilige Bewegungsvektor  $V_{11}$ ,  $V_{12}$ ,  $V_{13}$  zugeordnet ist, liegt dabei in der Mitte des jeweiligen Bewegungsvektors  $V_{11}$ ,  $V_{12}$ ,  $V_{13}$ .

**[0039]** Die Ermittlung der den einzelnen Bildblöcken zugeordneten Bewegungsvektoren kann mittels herkömmlicher Bewegungsschätzverfahren erfolgen, die dazu ausgebildet sind, einzelnen Bildblöcken eines Bildes Bewegungsvektoren zuzuordnen.

**[0040]** Diese Bewegungsschätzung, die zu dem Bewegungsvektor  $V_{11}$  geführt hat, kann allerdings fehlerbehaftet sein. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist nun vorgesehen, die den einzelnen Bildblöcken eines Bildes zugeordneten Bewegungsvektoren weiter zu verarbeiten, um die Auswirkungen möglicher Fehler bei der zuvor erfolgten Bewegungsschätzung zu verringern. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, zu jedem Bildblock einen modifizierten Bewegungsvektor zu ermitteln, was nachfolgend für einen ersten Bildblock **11** in [Fig. 2](#) erläutert wird.

**[0041]** Diesem ersten Bildblock **11** ist ein erster Bewegungsvektor  $V_{11}$  zugeordnet, der einen Anfangspunkt und einen Endpunkt besitzt, wobei der Endpunkt des Bewegungsvektors  $V_{11}$  in [Fig. 2](#) durch eine Spitze gekennzeichnet ist. Der Anfangspunkt des ersten Bewegungsvektors  $V_{11}$  liegt in dem Beispiel außerhalb des ersten Bildblockes **11** in einem zweiten Bildblock **12**, während das Ende des Bewe-

gungsvektors  $V_{11}$  außerhalb des Bildblockes **11** in einem dritten Bildblock **13** liegt.

**[0042]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, den modifizierten Bewegungsvektor zu dem ersten Bewegungsvektor  $V_{11}$  abhängig von dem Bewegungsvektor wenigstens eines weiteren Bildblockes, den der erste Bewegungsvektor wenigstens teilweise durchläuft, zu erzeugen.

**[0043]** Bei dem in [Fig. 2](#) dargestellten Verfahren ist hierzu vorgesehen, den modifizierten Bewegungsvektor unter Verwendung der Bewegungsvektoren  $V_{12}$ ,  $V_{13}$  der am Anfang und Ende des Bewegungsvektors  $V_{11}$  liegenden zweiten und dritten Bildblöcke zu erzeugen. Die Erzeugung dieses modifizierten Bewegungsvektors kann beispielsweise durch Bildung des Mittelwertes der diesen Bildblöcken **12**, **13** zugeordneten Bewegungsvektoren  $V_{12}$ ,  $V_{13}$  erfolgen.

**[0044]** Die einzelnen Bewegungsvektoren besitzen jeweils eine horizontale Komponente bzw. x-Komponente und eine vertikale Komponente bzw. y-Komponente. Diese x- und y-Komponenten der einzelnen Bewegungsvektoren werden nachfolgend durch die Indizes x bzw. y bezeichnet. Die einzelnen Komponenten der Vektoren sind nachfolgend in Klammern angegeben, so dass sich die Komponentenschreibweise beispielsweise des Vektors  $V_{11}$  wie folgt darstellt:  $(V_{11}_x, V_{11}_y)$ .

**[0045]** Bei Anwendung einer Mittelwertbildung zur Erzeugung eines modifizierten Bewegungsvektors  $V_{11}'$  zu dem Bildblock **11** gilt dann:

$$V_{11}'_x = (V_{12}_x + V_{13}_x)/2 \quad (1a)$$

$$V_{11}'_y = (V_{12}_y + V_{13}_y)/2 \quad (1b).$$

**[0046]** Mit  $V_{11}'_x$  und  $V_{11}'_y$  sind dabei die Komponenten des modifizierten Bewegungsvektors und mit  $V_{12}_x$ ,  $V_{12}_y$ ,  $V_{13}_x$ ,  $V_{13}_y$  sind die Komponenten der ersten und zweiten Bewegungsvektoren  $V_{12}$ ,  $V_{13}$  bezeichnet.

**[0047]** Bei einer alternativen Ausgestaltung des Filterverfahrens ist vorgesehen, den dem ersten Bildblock **11** zugeordneten ersten Bewegungsvektor  $V_{11}$  in seine beiden Bewegungskomponenten  $V_{11}_x$ ,  $V_{11}_y$  zu zerlegen und die oben erläuterte Erzeugung eines modifizierten Bewegungsvektors komponentenweise vorzunehmen, was nachfolgend ebenfalls anhand von [Fig. 2](#) erläutert wird.

**[0048]** Die beiden Komponenten  $V_{11}_x$ ,  $V_{11}_y$  des ersten Bewegungsvektors  $V_{11}$  sind in [Fig. 2](#) strichpunktiert dargestellt. Die x-Bewegungskomponente  $V_{11}_x$  des Bewegungsvektors  $V_{11}$  verläuft von einem Bildblock **17**, der den Anfangs-Bildblock der x-Bewegungskomponente bildet, zu einem Bildblock **18**, der

den End-Bildblock dieser x-Komponente  $V11_x$  bildet. Die y-Bewegungskomponente  $V11_y$  des Bewegungsvektors  $V11$  verläuft von einem Bildblock **19**, der den Anfangs-Bildblock der y-Bewegungskomponente bildet, zu einem Bildblock **20**, der den End-Bildblock dieser y-Komponente  $V11_y$  bildet.

**[0049]** Ein modifizierter Bewegungsvektor  $V11''$  wird bei diesem Verfahren komponentenweise ermittelt wobei für die Ermittlung einer x-Komponente  $V11''_x$  dieses modifizierten Bewegungsvektors  $V11''$  nur die x-Komponenten der Bewegungsvektoren solcher Blöcke herangezogen werden, durch welche die x-Bewegungskomponente des Bewegungsvektors  $V11$  verläuft. Entsprechend werden für die Ermittlung der y-Komponente  $V11''_y$  des modifizierten Bewegungsvektors  $V11''$  nur die y-Komponenten der Bewegungsvektoren solcher Blöcke herangezogen, durch welche die y-Bewegungskomponente des Bewegungsvektors  $V11$  verläuft.

**[0050]** Für den Fall, dass zur Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors der Mittelwert der jeweiligen Komponenten der Bewegungsvektoren der Anfangs- und End-Bildblöcke verwendet wird, gilt für die Komponenten dieses modifizierten Bewegungsvektors  $V11''$

$$V11''_x = (V17_x + V18_x)/2 \quad (2a)$$

$$V11''_y = (V19_y + V20_y)/2 \quad (2b).$$

**[0051]** Mit  $V17_x$  und  $V18_x$  sind dabei die x-Komponenten der Bewegungsvektoren der Anfangs- und Endbildblöcke **17**, **18** der x-Komponente des Vektors  $V11$  bezeichnet, und mit  $V19_y$  und  $V20_y$  sind die y-Komponenten der Bewegungsvektoren der Anfangs- und Endbildblöcke **19**, **20** der y-Komponente des Vektors  $V11$  bezeichnet.

**[0052]** Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in [Fig. 2](#) auf eine Darstellung der Bewegungsvektoren  $V17$ ,  $V18$ ,  $V19$ ,  $V20$  in x- und y-Komponenten allerdings verzichtet worden.

**[0053]** Das erläuterte Verfahren wird vorzugsweise zu jedem der Bildblöcke des Bildes **1** durchgeführt, um zu jedem Bildblock einen modifizierten Bewegungsvektor zu erzeugen. Die modifizierten Bewegungsvektoren können in entsprechender Weise wie die anhand herkömmlicher Bewegungsschätzverfahren ermittelten Bewegungsvektoren zur weiteren Bildverarbeitung genutzt werden. Diese weiteren Bildverarbeitungsmaßnahmen umfassen beispielsweise einen Zwischenbildinterpolation. Bewegungsvektoren können darüber hinaus in bekannter Weise auch zur Zwischenzeileninterpolation verwendet werden.

**[0054]** Neben der zuvor erläuterten einfachen Mit-

telwertbildung der Bewegungsvektoren des Anfangs- und End-Bildblocks können zur Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors auch komplexere Filterverfahren verwendet werden, wie nachfolgend anhand von [Fig. 3](#) erläutert wird.

**[0055]** [Fig. 3](#) zeigt den bereits anhand von [Fig. 2](#) erläuterten Ausschnitt eines in Bildblöcke aufgeteilten Bildes **1**, bei dem den einzelnen Bildblöcken jeweils Bewegungsvektoren zugeordnet sind. Anhand dieser Figur wird nachfolgend die Erzeugung eines modifizierten Bewegungsvektors zu dem ersten Bildblock **11**, dem der Bewegungsvektor  $V11$  zugeordnet ist, erläutert. Bei diesem Verfahren ist vorgesehen, zunächst alle Bildblöcke zu ermitteln, die der erste Bewegungsvektor  $V11$  des ersten Bildblocks **11** wenigstens teilweise durchläuft bzw. überstreicht. In dem dargestellten Beispiel liegt der Anfangspunkt des Bewegungsvektors  $V11$  in einem Bildblock **12**, der damit den Anfangs-Bildblock des Bewegungsvektors  $V11$  bildet. Der Endpunkt des Bewegungsvektors  $V11$  liegt in einem Bildblock **13**, der damit den End-Bildblock dieses Bewegungsvektors  $V11$  bildet. Neben diesen Anfang- und End-Bildblöcken **12**, **13** und dem Bildblock **11**, dem dieser Bewegungsvektor  $V11$  zugeordnet ist, verläuft der Bewegungsvektor  $V11$  in dem Beispiel durch weitere Bildblöcke **14**, **15**, **16**, **21**, denen jeweils Bewegungsvektoren  $V14$ ,  $V15$ ,  $V16$ ,  $V21$  zugeordnet sind, die aus Gründen der Übersichtlichkeit in [Fig. 3](#) jedoch nicht dargestellt sind.

**[0056]** Bei dem Verfahren zur Ermittlung eines modifizierten Bewegungsvektors  $V11'$  zu dem Bildblock **11** ist vorgesehen, den modifizierten Bewegungsvektor abhängig von den Bewegungsvektoren der Bildblöcke **12**, **13**, **14**, **15**, **16**, **21**, durch welche der Bewegungsvektor  $V11$  verläuft, zu erzeugen. Allgemein gilt dabei.

$$V11' = f(V11, V12, V13, V14, V15, V16, V21) \quad (3).$$

**[0057]** Mit  $f(\cdot)$  ist dabei eine Filterfunktion bezeichnet. Diese Filterung ist vorzugsweise eine Tiefpassfilterung, die im einfachsten Fall eine Mittelwertbildung sein kann. Ebenso geeignet sind nichtlineare Filter, wie beispielsweise statistische Filter (Minimum/Maximum-Filter, Medianfilter, etc.). Bei dieser Filterung können die Bewegungsvektoren aller Bildblöcke herangezogen werden, durch die der Bewegungsvektor verläuft. Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, nur die Bewegungsvektoren von einigen ausgewählten Bildblöcken heranzuziehen. Zu den Bildblöcken, durch die der Bewegungsvektor  $V11$  verläuft, gehören im Zusammenhang mit der Erfindung auch der erste Bildblock **11**, dem der erste Bewegungsvektor  $V11$  zugeordnet ist, und die Anfangs- und End-Bildblöcke. Der erste Bewegungsvektor  $V11$  kann bei der Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors ebenfalls berücksichtigt werden.



**[0058]** Die Filterung der Bewegungsvektoren zur Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors erfolgt komponentenweise, wobei in bereits erläuteter Weise nach zwei unterschiedlichen Verfahren vorgegangen werden kann.

**[0059]** Bei einem ersten Verfahren ist vorgesehen, die Bildblöcke zu ermitteln, durch welche der Bewegungsvektor  $V_{11}$  des Bildblocks verläuft. Für die Erzeugung der x-Komponente  $V'_x$  des modifizierten Bewegungsvektors werden dabei nur die x-Komponenten der diesen Bildblöcken zugeordneten Bewegungsvektoren verwendet, und für die Erzeugung der y-Komponente  $V'_y$  des modifizierten Bewegungsvektors werden dabei nur die y-Komponenten der diesen Bildblöcken zugeordneten Bewegungsvektoren verwendet. Für das Beispiel in [Fig. 3](#) gilt in diesem Fall:

$$V_{11}'_x = f(V_{11}_x, V_{12}_x, V_{13}_x, V_{14}_x, V_{15}_x, V_{16}_x, V_{21}_x) \quad (4a)$$

$$V_{11}'_y = f(V_{11}_y, V_{12}_y, V_{13}_y, V_{14}_y, V_{15}_y, V_{16}_y, V_{21}_y) \quad (4b).$$

**[0060]** Bei einem zweiten Verfahren zur Ermittlung der x- und y-Komponenten des modifizierten Bewegungsvektors  $V_{11}'$  des Bildblockes **11** ist vorgesehen, den dem Bildblock zugeordneten Bewegungsvektor in seine x- und y-Komponente  $V_{11}_x$ ,  $V_{11}_y$  zu unterteilen und die Bildblöcke zu ermitteln, durch welche diese Vektorkomponenten bzw. Teilvektoren verlaufen. In dem Beispiel gemäß [Fig. 3](#) verläuft die x-Komponente  $V_{11}_x$  außer durch den Bildblock **11** selbst durch die Bildblöcke **19**, **20**. Die y-Komponente  $V_{11}_y$  verläuft außer durch den Bildblock **11** selbst durch die Bildblöcke **15**, **16**, **17**, **18**.

**[0061]** Die x-Komponente  $V_{11}'_x$  des modifizierten Bewegungsvektors  $V_{11}'$  wird bei diesem Verfahren als Funktion der x-Komponenten, also abhängig von den x-Komponenten, der Bewegungsvektoren der Blöcke, durch welche die x-Komponente  $V_{11}_x$  des Bewegungsvektors  $V_{11}$  verläuft, erzeugt. Die y-Komponente  $V_{11}'_y$  des modifizierten Bewegungsvektors  $V_{11}'$  wird bei diesem Verfahren als Funktion der y-Komponenten, also abhängig von den y-Komponenten, der Bewegungsvektoren der Blöcke, durch welche die y-Komponente  $V_{11}_y$  des Bewegungsvektors  $V_{11}$  verläuft, erzeugt. Für das Beispiel in [Fig. 2](#) gilt also:

$$V_{11}'_x = f(V_{11}_x, V_{15}_x, V_{16}_x, V_{17}_x, V_{18}_x) \quad (5a)$$

$$V_{11}'_y = f(V_{11}_y, V_{19}_y, V_{20}_y) \quad (5b).$$

**[0062]** Die zuletzt erläuterte Vorgehensweise kann auch dahingehend interpretiert werden, dass jedem Bildblock zwei zueinander orthogonale Bewegungsvektoren, in dem Beispiel  $V_{11}_x$ ,  $V_{11}_y$ , zugeordnet werden und dass zu jedem Bildblock zwei zueinander

orthogonale Bewegungsvektoren ermittelt werden. Hierzu werden für jeden der Bewegungsvektoren eines Bildblockes die durch diesen überstrichenen Bildblöcke ermittelt und die Bewegungsvektoren der überstrichenen Bildblöcke, die zu dem jeweiligen überstreichenden Bewegungsvektor nicht orthogonal sind, werden gefiltert.

**[0063]** Als Filterung zur Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors aus den Bewegungsvektoren der weiteren Bildblöcke eignet sich insbesondere eine einen Tiefpasscharakter besitzende Filterung. Als Filterung ist insbesondere auch eine Medianfilterung geeignet.

**[0064]** Der durch das erfindungsgemäße Verfahren erzeugte modifizierte Bewegungsvektor weicht nur dann von dem dem Bildblock zunächst zugeordneten Bewegungsvektor ab, wenn der Bildblock als bewegt gilt, wenn der dem Bildblock zugeordnete Bewegungsvektor also über die Grenzen des Bildblockes hinausreicht, und wenn die Bewegungsvektoren der Anfang- und End-Bildblöcke des Bewegungsvektors sich von dem Bewegungsvektor des betrachteten Bildblocks unterscheiden. Bildblöcke, die mittels des zunächst durchgeführten Bewegungsschätzverfahrens als "unbewegte" Bildblöcke ermittelt wurden, sind auch nach Durchführung des erfindungsgemäßen Filterverfahrens unbewegte Bildblöcke, da deren Bewegungsvektoren durch das erfindungsgemäße Verfahren nicht modifiziert werden.

**[0065]** Auch die Bewegungsvektoren von Bildblöcken, die Teil eines mehrere Bildblöcke umfassenden, sich gleichmäßig bewegenden Bildbereiches sind, werden durch das erläuterte Filterverfahren nicht beeinflusst. Denn, in einem solchen homogenen, sich gleichmäßig bewegenden Bereich, in dem benachbarte Bildblöcke gleiche Bewegungsvektoren besitzen, sind auch den Anfangs- und End-Bildblöcken der Bewegungsvektoren die gleichen Bewegungsvektoren zugeordnet, so dass das erläuterte Filterverfahren – insbesondere ein Tiefpassverfahren – zu demselben Bewegungsvektor führt, der den einzelnen Bildblöcken bereits zugeordnet ist.

**[0066]** Das erläuterte Verfahren kann jedoch zu einer Modifizierung der Bewegungsvektoren von solchen Bildblöcken führen, die sich an der Grenze zwischen solchen Bildbereichen liegen, die sich unterschiedlich bewegen, wie nachfolgend anhand von [Fig. 4](#) erläutert wird.

**[0067]** [Fig. 4](#) zeigt einen Ausschnitt eines in Bildblöcke aufgeteilten Bildes **2**, das zwei sich gegenläufig bewegende Bildabschnitte **201**, **202** aufweist. Diese beiden Bildbereiche **201**, **202** sind in dem Beispiel in horizontaler Richtung benachbart zueinander angeordnet, so dass eine Grenze bzw. Kante **203** zwischen diesen beiden Bildabschnitten **201**, **202** in ei-

ner vertikalen Richtung verläuft.

**[0068]** Zu Zwecken der Erläuterung sei angenommen, dass sich der Bildbereich **201** in horizontaler Richtung bzw. x-Richtung des Bildes **2** bewegt, und dass sich der Bildbereich **202** in einer zu dem Bildbereich **201** entgegengesetzten Richtung bewegt. Den einzelnen Bildblöcken des ersten Bildbereiches **201** sind dabei jeweils gleiche Bewegungsvektoren zugeordnet, die in dem Beispiel lediglich eine x-Komponente besitzen. Entsprechend sind den Bildblöcken des zweiten Bildbereiches **202** ebenfalls jeweils gleiche Bewegungsvektoren zugeordnet, die in dem Beispiel ebenfalls nur eine x-Komponente besitzen.

**[0069]** Im Weiteren seien eine Anzahl Bildblöcke **21–27** betrachtet, die in horizontaler Richtung in dem Bild **2** nebeneinander liegen. Die Kante **203** zwischen den beiden Bildbereichen **201**, **202** verläuft dabei zwischen den Bildblöcken **21**, **22**. In [Fig. 4](#) sind unterhalb der betrachteten Bildblöcke **21–27** die Beträge der Bewegungsvektoren der einzelnen Bildblöcke in einem Diagramm in durchgezogenen Linien aufgetragen. In dem Beispiel wird angenommen, dass die "Geschwindigkeit" mit welcher sich der erste Bereich **201** bewegt, geringer ist als die Geschwindigkeit des Bildbereiches **203**, dass die Beträge der Bewegungsvektoren der Bildblöcke **22**, **23**, **24** des ersten Bildbereiches **201** also geringer sind, als die Beträge der Bewegungsvektoren der Bildblöcke **21**, **25**, **26**, **27** des zweiten Bildbereiches **202**.

**[0070]** Als strichpunktierte Linien sind in [Fig. 4](#) die Beträge modifizierter Bewegungsvektoren der Bildblöcke **21–27** dargestellt. Diese modifizierten Bewegungsvektoren sind in dem Beispiel durch Bildung der Mittelwerte der Anfang- und End-Bildblöcke erzeugt. So ergibt sich der modifizierte Bewegungsvektor  $V_{21}'$  des Bildblocks **21**, der an der Grenze **203** zwischen den sich gegenläufig bewegenden Bereichen **201**, **202** liegt, als Mittelwert der Bewegungsvektoren  $V_{25}$ ,  $V_{22}$  des Anfangs-Bildblocks **25** und des End-Bildblocks **22**. Die Bewegungsvektoren  $V_{25}$ ,  $V_{22}$  der Anfangs- und End-Bildblöcke unterscheiden sich und verlaufen in gegenläufige Richtungen, so dass der modifizierte Bewegungsvektor  $V_{21}'$ , der in dem Beispiel mit seiner x-Komponente  $V_{21}'_x$  identisch ist, von dem ursprünglich zugeordneten Bewegungsvektor  $V_{21}$  abweicht. Die modifizierten Bewegungsvektoren der übrigen Bildblöcke **25**, **26**, **27** des zweiten Bildbereiches **202** entsprechen den ursprünglichen Bewegungsvektoren, da die Bewegungsvektoren der Anfangs- und End-Bildblöcke den in diesen Bereichen ursprünglich zugeordneten Bewegungsvektoren entsprechen. Für den Bildblock **25** bildet der benachbarte Bildblock **26** den Anfangs-Bildblock und der weitere benachbarte Bildblock **21** den End-Bildblock. Die Bewegungsvektoren  $V_{21}$ ,  $V_{26}$  dieser Bildblöcke entsprechen dem Bewegungsvektor  $V_{25}$  des Bildblocks **25**.

**[0071]** Die modifizierten Bewegungsvektoren der Bildblöcke **22**, **23**, **24** des ersten Bildbereiches **201** entsprechen in dem Beispiel den modifizierten Bewegungsvektoren, da diese Bewegungsvektoren in dem Beispiel nicht über die jeweiligen Bildblöcke hinaus reichen.

**[0072]** Wie dem anhand von [Fig. 4](#) erläuterten Beispiel zu entnehmen ist, kann das erläuterte Filterverfahren zu einer Modifizierung der Bewegungsvektoren von solchen Bildblöcken führen, die an der Grenze sich unterschiedlich bewegendere Bildbereiche liegen. Als Filterverfahren zur Erzeugung der modifizierten Bewegungsvektoren wird vorzugsweise ein Tiefpassfilterverfahren, wie beispielsweise eine einfache Mittelwertbildung, angewendet, was dazu führt, dass der modifizierte Bewegungsvektor an die Bewegungsvektoren der Bildblöcke angepasst wird, die in der Bewegungsrichtung benachbart zu dem betrachteten Bildblock liegen. In dem in [Fig. 4](#) erläuterten Beispiel, bei dem die in der Bewegungsrichtung benachbart zu dem Bildblock **21** liegenden Bildblöcke **22**, **25** Bewegungsvektoren besitzen, die zum Einen unterschiedlich lang sind und die zum Anderen entgegengesetzte Richtungen besitzen, ist der modifizierte Bewegungsvektor  $V_{21}'$  deutlich kürzer als der ursprüngliche Bewegungsvektor  $V_{21}$ .

**[0073]** Unter der Annahme, dass die ursprünglich durchgeführte Bewegungsschätzung, die zur Zuweisung der ursprünglichen Bewegungsvektoren zu den Bildblöcken **21**, **27** geführt hat, fehlerfrei war, führt die Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors, die eine Verkürzung des Bewegungsvektors des Bildblocks **21** zur Folge hat, zu einem Fehler. Herkömmliche Bewegungsschätzverfahren sind jedoch häufig gerade für solche Bildbereiche, in denen Grenzen sich unterschiedlich bewegendere Bereiche verlaufen, fehlerbehaftet. Gerade an Grenzen solcher sich unterschiedlich bewegendere Bereiche wirkt sich eine fehlerhafte Bewegungsschätzung besonders negativ auf die Qualität des dargestellten Bildes aus. Geht man von einer solchen fehlerhaften Bewegungsschätzung aus, so führt das erfindungsgemäße Verfahren in solchen Bildbereichen, in denen die Bewegungsvektoren benachbarter Bildblöcke stark voneinander abweichen, bei Anwendung einer Tiefpassfilterung zu einer Anpassung der Bewegungsvektoren benachbarter Bildblöcke und damit zu einer deutlichen Verbesserung des subjektiven Seheindrucks.

**[0074]** Das erläuterte Verfahren wirkt sich insbesondere auf solche Bildblöcke aus, für die ursprünglich eine "hohe Geschwindigkeit" ermittelt wurde, denen also Bewegungsvektoren zugeordnet wurden, die deutlich über die Grenzen des betrachteten Bildblocks hinausreichen. Bildblöcke mit ursprünglich niedriger Geschwindigkeit oder gar unbewegte Bildblöcke werden hingegen nicht modifiziert, da bei diesen Bildblöcken der Anfangspunkt und der Endpunkt



des Bewegungsvektors innerhalb des betrachteten Bildblocks liegt.

**[0075]** Bei dem erläuterten Verfahren erfolgt eine Filterung zur Erzeugung der modifizierten Bewegungsvektoren grundsätzlich nur in Bewegungsrichtung. Vektorfeldkomponenten, orthogonal zur Bewegungsrichtung werden durch dieses Verfahren nicht beeinflusst, wie nachfolgend erläutert wird:

**[0076]** [Fig. 5](#) zeigt einen Ausschnitt eines in Bildblöcke unterteilten Bildes **4**, das zwei sich unterschiedlich bewegende Bildbereiche **401**, **402** aufweist, die sich entgegengesetzt jedoch parallel aneinander vorbeibewegen. Ein oberer Bildbereich **401** bewegt sich in dem Beispiel von links nach rechts, während sich ein unterer Bildbereich **402** von rechts nach links bewegt. Den einzelnen Bildblöcken dieser beiden Bildbereiche **401**, **402** sind jeweils gleiche Bewegungsvektoren zugeordnet. Stellvertretend für die Bildblöcke des ersten Bildbereiches **401** ist in [Fig. 5](#) ein Bildblock **41** dargestellt, dem ein Bewegungsvektor  $V_{41}$  zugeordnet ist. Stellvertretend für die Bildblöcke des zweiten Bildbereiches **402** ist in [Fig. 5](#) ein weiterer Bildblock **42** dargestellt, dem ein Bewegungsvektor  $V_{42}$  zugeordnet ist. Die Bewegungsvektoren der beiden Bildblöcke **41**, **42** verlaufen dabei entgegengesetzt zueinander. Eine Nahtstelle zwischen den zwei sich entgegengesetzt bewegenden Bereichen **401**, **402** ist in [Fig. 5](#) mit dem Bezugszeichen **403** bezeichnet.

**[0077]** Bei der Erzeugung modifizierter Bewegungsvektoren zu den einzelnen Bildblöcken unter Anwendung der zuvor erläuterten Verfahrensschritte erfolgt eine Filterung der Bewegungsvektoren der einzelnen Bildblöcke dieser beiden Bildbereiche **401**, **402** in Bewegungsrichtung, also im vorliegenden Fall in horizontaler Richtung. Eine "Vermischung" der Bewegungsvektoren der beiden sich entgegengesetzt bewegenden Bereiche **401**, **402** wird bei dem erfindungsgemäßen Filterverfahren vermieden.

**[0078]** Das erläuterte Filterverfahren ist auch auf eine Erhöhung der Auflösung bei der Bewegungsschätzung anwendbar, wie nachfolgend anhand von [Fig. 6](#) erläutert wird.

**[0079]** [Fig. 6](#) zeigt einen Ausschnitt eines in Bildblöcke unterteilten Bildes **3**. Jeder dieser Bildblöcke, die nachfolgend auch als Hauptblöcke bezeichnet werden, umfasst dabei in nicht näher dargestellter Weise eine gleiche Anzahl zusammenhängender Bildpunkte. Bei der Bewegungsschätzung ist es grundsätzlich wünschenswert, die Größe der einzelnen Bildblöcke, denen jeweils ein Bewegungsvektor zugeordnet ist, möglichst klein zu wählen, um dadurch auch sehr kleine sich bewegende Objekte bewegungsrichtig darstellen zu können. Allerdings steigt der Aufwand der Bewegungsschätzung mit kleiner werdenden

Bildblöcken.

**[0080]** Mit dem Bezugszeichen **31** ist in [Fig. 6](#) ein erster Bildblock bezeichnet, dem ein erster Bewegungsvektor  $V_{31}$  zugeordnet ist. Dieser Bewegungsvektor  $V_{31}$  des Bildblocks **31** kann ein mittels eines herkömmlichen Verfahrens ermittelter Bewegungsvektor oder ein mittels des zuvor erläuterten Verfahrens erzeugter modifizierter Bewegungsvektor sein.

**[0081]** Zur Erhöhung der Auflösung bei der Bewegungsschätzung ist vorgesehen, diesen Hauptblock **31** in kleinere Unterblöcke zu unterteilen. In dem Beispiel wird der Bildblock **31** in vier jeweils gleichgroße Unterblöcke unterteilt, die mit den Bezugszeichen **311–314** bezeichnet sind. Jedem dieser Unterblöcke **311–314** wird zunächst ein Bewegungsvektor  $V_{311}–V_{314}$  zugeordnet, der dem Bewegungsvektor  $V_{31}$  des ersten Hauptblocks **31** entspricht. Eine entsprechende Unterteilung in Unterblöcke wird auch für die übrigen Bildblöcke des Bildes **3** vorgenommen, wobei eine solche Unterteilung in [Fig. 6](#) aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich für Bildblöcke **32**, **33**, **34**, **35**, **36** und **37** dargestellt ist.

**[0082]** Zu jedem der durch Unterteilung der ursprünglichen Bildblöcke erhaltenen Unterblöcke wird ein modifizierter Bewegungsvektor ermittelt, was nachfolgend für einen ersten Unterblock **311**, der sich in der oberen linken Ecke des Bildblocks **31** befindet, erläutert wird.

**[0083]** Zu dem diesem ersten Unterblock **311** zunächst zugeordneten Bewegungsvektor  $V_{311}$ , der in Betrag und Richtung dem Bewegungsvektor  $V_{31}$  des ersten Bildblocks **31** entspricht, werden zunächst die Unterblöcke ermittelt, die dieser Bewegungsvektor wenigstens teilweise durchläuft. Dieser Bewegungsvektor beginnt in dem Beispiel in einem Unterblock **321** des Bildblocks **32** und erstreckt sich durch die Unterblöcke **354**, **353**, **352** des Blockes **35**, den ersten Unterblock **311**, den weiteren Unterblock **312** des Blockes **31**, den Unterblock **373** des Blockes **37** und den Unterblock **334** des Blockes **33** bis zu dem Unterblock **331** des Blockes **33**. Diesen einzelnen Unterblöcken sind jeweils Bewegungsvektoren zugeordnet, die den Vektoren entsprechen, die den zugehörigen Hauptblöcken zugeordnet sind. Ein modifizierter Bewegungsvektor  $V_{311}'$  zu dem Bewegungsvektor  $V_{311}$  wird als Funktion der Bewegungsvektoren, durch die der Vektor  $V_{311}$  wenigstens teilweise verläuft, erzeugt. Für das dargestellte Beispiel gilt also:

$$V_{311}' = f(V_{321}, V_{354}, V_{353}, V_{352}, V_{311}, V_{312}, V_{373}, V_{334}, V_{331}) \quad (6)$$

**[0084]** Bei einer Alternative des Verfahrens ist vorgesehen, zur Ermittlung des modifizierten Bewegungsvektors  $V_{311}'$  zu einem Unterblock nur die

Hauptblöcke zu betrachten, welche der dem Unterblock zugeordnete Bewegungsvektor durchläuft. In diesem Fall gilt für den modifizierten Bewegungsvektor V311':

$$V311' = f(V32, V35, V31, V37, V33) \quad (7)$$

**[0085]** Die Ermittlung des modifizierten Bewegungsvektors V311' kann bezugnehmend auf die Ausführungen zu den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) und die Gleichungen (4a), (4b) sowie (5a), (5b) selbstverständlich in der erläuterten Weise komponentenweise erfolgen.

**[0086]** Als Filterfunktion  $f(\cdot)$  eignet sich auch bei diesem Verfahren eine Filterfunktion mit Tiefpasscharakter, insbesondere eine Mittelwertbildung, oder auch eine statistische Filterung, beispielsweise eine Medianfilterung.

**[0087]** Das erläuterte Verfahren kann zu unterschiedlichen modifizierten Bewegungsvektoren für die einzelnen Unterblöcke eines Bildblockes führen, was aus [Fig. 6](#) bei Betrachtung eines zweiten Unterblocks **313** ersichtlich ist, der in der rechten unteren Ecke des Bildblocks **31** angeordnet ist. Der diesem zweiten Unterblock **313** zunächst zugeordnete Bewegungsvektor V313 entspricht bezüglich Betrag und Richtung zwar dem Vektor des ersten Unterblocks **311**. Wegen des räumlichen Versatzes dieser beiden Unterblöcke **311**, **313** verläuft der Bewegungsvektor V313 des zweiten Unterblocks **313** allerdings durch Unterblöcke und auch durch Hauptblöcke, welche der Bewegungsvektor V311 des ersten Unterblocks nicht durchläuft. Hierdurch können andere Bewegungsvektoren bei der Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors V313' berücksichtigt werden, was zu einem anderen Ergebnis als für den modifizierten Bewegungsvektor V311' des ersten Unterblocks **311** führen kann.

**[0088]** Zur weiteren Erhöhung der Auflösung lässt sich das erläuterte Verfahren mehrmals durchführen. So besteht die Möglichkeit, die einzelnen Unterblöcke weiter in kleinere Unterblöcke zu unterteilen und anhand der erläuterten Verfahren modifizierte Bewegungsvektoren zu diesen weiteren Unterblöcken zu erzeugen.

**[0089]** Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist schematisch in [Fig. 7](#) dargestellt. Diese Vorrichtung umfasst einen Bewegungsvektorspeicher **110**, in dem die Bewegungsvektoren aller Bildblöcke eines Bildes oder Bildausschnittes abgespeichert sind. Der Vektorspeicher **110** weist einen Adresseingang **111** und einen Datenausgang **112** auf. Über den Adresseingang **111** sind dem Speicher **110** Adressdaten zuführbar. wird an den Adresseingang **111** ein Adressdatum angelegt, das einem Bildblock zugeordnet ist, so gibt der Vektor-

speicher **110** an dem Datenausgang **112** die Vektordaten des Bewegungsvektors aus, die diesem Bildblock zugeordnet sind.

**[0090]** Eine Auswerteeinheit **120** ist dazu ausgebildet, anhand von Bewegungsvektordaten eines Bewegungsvektors wenigstens Anfangs- und End-Bildblöcke dieses Bewegungsvektors zu ermitteln und an einem Adressausgang **122** Adressdaten dieser Bildblöcke auszugeben. Die Auswerteeinheit **120** kann auch dazu ausgebildet sein, neben den Anfangs- und End-Bildblöcken weitere Bildblöcke zu ermitteln, durch die der jeweils betrachtete Bewegungsvektor verläuft.

**[0091]** Dem Adresseingang **111** des Vektorspeichers **110** ist eine erste Umschalteinrichtung **140** vorgeschaltet und dem Datenausgang **112** des Vektorspeichers **110** ist eine zweite Umschalteinrichtung **150** nachgeschaltet. Die erste Umschalteinrichtung **140** dient dazu, dem Adresseingang **111** wahlweise ein von einer Adressiereinrichtung **160** geliefertes Adressdatum oder die von der Auswahleinheit **120** bereitgestellten Adressdaten zuzuführen. Die Ansteuerung der beiden Umschalteinrichtungen **140**, **150** erfolgt nach Maßgabe eines von einer nicht näher dargestellten Steuereinrichtung gelieferten Steuersignals S1.

**[0092]** Zu Beginn der Verfahrensschritte zur Erzeugung eines modifizierten Bewegungsvektor wird dem Vektorspeicher **110** über die Umschalteinrichtung **140** von der Adressiereinrichtung **160** das Adressdatum des Bildblocks zugeführt, zu welchem der modifizierte Bewegungsvektor erzeugt werden soll. Die von dem Vektorspeicher **110** zu diesem Bildblock gelieferten Vektordaten werden über die Umschalteinrichtung **150** dann der Auswerteeinheit **120** zugeführt. Nachdem dem Vektorspeicher **110** von der Adressiereinrichtung **160** die Adressdaten des jeweiligen Bildblocks zugeführt wurden und nachdem in der Auswerteeinheit **120** die Vektordaten des zugehörigen Bewegungsvektors ermittelt wurden, werden die beiden Umschalteinrichtungen **140**, **150** umgeschaltet. Dem Vektorspeicher **110** werden daraufhin von der Auswerteeinheit **120** die Adressdaten wenigstens der Anfang- und End-Bildblöcke des zuvor ermittelten Bewegungsvektors zugeführt. Die Vektordaten der Bewegungsvektoren wenigstens dieser Anfang- und End-Bildblöcke werden dann über die zweite Umschalteinrichtung **150** einem Vektorfilter **170** zugeführt, welches anhand der Vektordaten wenigstens der Anfang- und End-Bildblöcke den modifizierten Bewegungsvektor ermittelt. Dieses Vektorfilter **170** ist beispielsweise als Tiefpassfilter ausgebildet und stellt an einem Ausgang **171** die Vektordaten des modifizierten Bewegungsvektors zur Verfügung.

**[0093]** Die Vektordaten der zu filternden Bewegungsvektoren werden dem Filter **170** beispielsweise

seriell von dem Vektorspeicher **110** zugeführt. Das Filter ist in diesem Fall dazu ausgebildet, die seriell eingehenden Vektordaten zur Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors zu filtern.

**[0094]** Nach Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors werden die beiden Umschalteneinrichtungen **140, 150** wieder umgeschaltet, um dem Vektorspeicher **110** über die Adressiereinrichtung **160** die Adressdaten eines weiteren Bildblocks zuzuführen und um die erläuterten Verfahrensschritte für diesen weiteren Bildblock erneut durchzuführen.

#### Bezugszeichenliste

<b>S1</b>	Steuersignal
<b>V11–V21</b>	Bewegungsvektoren
<b>V11<sub>x</sub></b>	x-Komponente des Bewegungsvektors V11
<b>V11<sub>y</sub></b>	y-Komponente des Bewegungsvektor V11
<b>V21–V23</b>	Bewegungsvektoren
<b>V25, V26</b>	Bewegungsvektoren
<b>V311–V314</b>	Bewegungsvektoren
<b>V31–V33</b>	Bewegungsvektoren
<b>V323, V333</b>	Bewegungsvektoren
<b>V41, V42</b>	Bewegungsvektoren
<b>1</b>	Bild, Bildausschnitt
<b>2</b>	Bild, Bildausschnitt
<b>3</b>	Bild, Bildausschnitt
<b>4</b>	Bild, Bildausschnitt
<b>11–21</b>	Bildblöcke
<b>21–27</b>	Bildblöcke
<b>31–33</b>	Bildblöcke
<b>41, 42</b>	Bildblöcke
<b>110</b>	Vektorspeicher
<b>111</b>	Adresseingang des Vektorspeichers
<b>112</b>	Datenausgang des Vektorspeichers
<b>120</b>	Auswerteeinheit
<b>121</b>	Dateneingang der Auswerteeinheit
<b>122</b>	Adressausgang der Auswerteeinheit
<b>140, 150</b>	Umschalteneinrichtung
<b>160</b>	Adressiereinrichtung
<b>170</b>	Vektorfilter
<b>171</b>	Ausgang des Vektorfilters
<b>203</b>	Grenze zwischen Bildbereichen
<b>201, 202</b>	Bildbereiche
<b>311–313</b>	Unterblöcke des Bildblocks <b>31</b>
<b>321–324</b>	Unterblöcke des Bildblocks <b>32</b>
<b>331–334</b>	Unterblöcke des Bildblocks <b>33</b>
<b>401, 402</b>	Bildbereiche
<b>403</b>	Grenze zwischen Bildbereichen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Bewegungsvektoren, die einzelnen Bildbereichen eines Bildes zugeordnet sind, wobei das Bild in eine Anzahl Bildblöcke unterteilt und ein Bewegungsschätzverfahren durchgeführt wird, um jedem der Bildblöcke wenigstens ei-

nen Bewegungsvektor zuzuordnen, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein modifizierter Bewegungsvektor (V11') zu wenigstens einem ersten Bildblock (**11**) unter Verwendung folgender Schritte erzeugt wird:

- Ermitteln wenigstens eines zweiten Bildblocks (**12, 13**), durch den der dem ersten Bildblock (**11**) zugeordnete Bewegungsvektor (V11) wenigstens teilweise verläuft,
- Erzeugen des modifizierten Bewegungsvektors (V11') abhängig von dem wenigstens einem zweiten Bildblock (**12, 13**) zugeordneten Bewegungsvektor (V12, V13),
- Zuordnen des modifizierten Bewegungsvektors (V11') als Bewegungsvektor zu dem ersten Bildblock (**11**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein an einem Anfangspunkt des dem ersten Bildblock (**11**) zugeordneten Bewegungsvektors (V11) liegender Anfangs-Bildblock (**12**) und ein an einem Endpunkt des Bewegungsvektors (V11) liegender End-Bildblock (**13**), ermittelt wird und bei dem der modifizierte Bewegungsvektor abhängig von einem Bewegungsvektor (V12) des Anfangs-Bildblocks (**12**) und einem Bewegungsvektor (V13) des End-Bildblocks (**13**) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem zur Erzeugung des modifizierten Bewegungsvektors (V11') der Mittelwert der Bewegungsvektoren (V12, V13) des Anfangs- und End-Bildblocks (**12, 13**) gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem alle Bildblöcke ermittelt werden, durch die der dem ersten Bildblock (**11**) zugeordnete Bewegungsvektor (V12) wenigstens teilweise verläuft und bei dem der modifizierte Bewegungsvektor (V11') abhängig von den Bewegungsvektoren dieser Bildblöcke ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Bewegungsvektoren der überstrichenen Blöcke einer Tiefpassfilterung unterzogen werden, um den modifizierten Bewegungsvektor zu erzeugen.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche bei dem der modifizierte Bewegungsvektor (V11') auch abhängig von dem Bewegungsvektor (V11) des ersten Bildblockes (**11**) erzeugt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem dem ersten Bildblock (**11**) zwei zueinander orthogonale Bewegungsvektoren, nämlich ein vertikaler Bewegungsvektor (V11<sub>y</sub>) und ein horizontaler Bewegungsvektor (V11<sub>x</sub>) zugeordnet sind, und bei dem zu dem Bildblock (**11**) ein modifizierter vertikaler Bewegungsvektor (V11'<sub>y</sub>; V11''<sub>y</sub>) und ein modifizierter horizontaler Bewegungsvektor (V11'<sub>x</sub>; V11''<sub>x</sub>) erzeugt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem zur Erzeugung des modifizierten vertikalen Bewegungsvektors ( $V11''_y$ ) folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Ermitteln wenigstens eines weiteren Bildblocks (**19**, **20**), den der vertikale Bewegungsvektor ( $V11_y$ ) des ersten Bildblocks (**11**) wenigstens teilweise durchläuft, und dem ein vertikaler und ein horizontaler Bewegungsvektor zugeordnet ist,
- Erzeugen des modifizierten vertikalen Bewegungsvektors ( $V11''_y$ ) abhängig von dem vertikalen Bewegungsvektor wenigstens eines weiteren Bildblocks.

9. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem zur Erzeugung des modifizierten horizontalen Bewegungsvektors ( $V11''_x$ ) folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Ermitteln wenigstens eines weiteren Bildblocks (**15**, **16**, **17**, **18**), den der horizontale Bewegungsvektor ( $V11_x$ ) des ersten Bildblocks (**11**) wenigstens teilweise durchläuft, und dem ein vertikaler und ein horizontaler Bewegungsvektor zugeordnet ist,
- Erzeugen des modifizierten horizontalen Bewegungsvektors ( $V11''_x$ ) abhängig von dem horizontalen Bewegungsvektor wenigstens eines weiteren Bildblocks.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Verfahrensschritte, das folgende weitere Verfahrensschritte umfasst:

- Unterteilen der Bildblöcke (**31**, **32**, **33**) des Bildes (**3**) in Unterblöcke (**311–314**, **321–324**, **331–334**) und Zuordnen der den Bildblöcken (**31**, **32**, **33**) zugeordneten modifizierten Bewegungsvektoren zu den einzelnen Unterblöcken (**311–314**) als Bewegungsvektoren ( $V311$ – $V314$ ),
- für wenigstens einen ersten (**313**) der Unterblöcke: Ermitteln wenigstens eines zweiten Unterblocks, den der Bewegungsvektor des ersten Unterblocks (**313**) überstreicht und Erzeugen eines modifizierten Bewegungsvektors abhängig von dem dem zweiten Unterblock (**333**) zugeordneten Bewegungsvektor ( $V333$ ).

11. Verfahren zur Ermittlung von Bewegungsvektoren, die einzelnen Bildbereichen eines Bildes (**3**) zugeordnet sind, bei dem das Bild (**3**) in eine Anzahl Bildblöcke (**31**) unterteilt und ein Bewegungsschätzverfahren durchgeführt wird, um zu jedem der Bildblöcke (**31**) wenigstens einen Bewegungsvektor ( $V31$ ,  $V32$ ,  $V33$ ) zur Verfügung zu stellen, und das folgende Verfahrensschritte aufweist:

- Unterteilen der Bildblöcke (**31**) des Bildes (**3**) in Unterblöcke (**311–314**) und Zuordnen der den Bildblöcken (**31**) zugeordneten Bewegungsvektoren ( $V31$ ) den einzelnen Unterblöcken (**311–314**) als Bewegungsvektoren ( $V311$ – $V314$ ),
- für wenigstens einen ersten (**311**) der Unterblöcke: Ermitteln wenigstens eines zweiten Unterblocks, durch den der Bewegungsvektor ( $V311$ ) des ersten Unterblocks wenigstens teilweise durchläuft und Er-

zeugen eines modifizierten Bewegungsvektors abhängig von dem dem wenigstens einen zweiten Unterblock zugeordneten Bewegungsvektor,  
– Zuordnen des modifizierten Bewegungsvektors als Bewegungsvektor zu dem ersten Unterblock (**311**).

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem zu dem ersten Unterblock die Bildblöcke oder die Unterblöcke ermittelt werden, die wenigstens teilweise durch den dem ersten Unterblock zugeordneten Bewegungsvektor überstrichen werden und bei dem der modifizierte Bewegungsvektor abhängig von den Bewegungsvektoren der überstrichenen Unterblöcke oder Hauptblöcke erzeugt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die Bewegungsvektoren der überstrichenen Unterblöcke oder Hauptblöcke einer Tiefpassfilterung unterzogen werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die Bewegungsvektoren der überstrichenen Unterblöcke oder Hauptblöcke einer nichtlinearen Filterung unterzogen werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die nicht-lineare Filterung eine statistische Filterung ist.

16. Vorrichtung zur Erzeugung eines Bewegungsvektors zu einem Bildblock eines Bildes, die folgende Merkmale aufweist:

- einen Vektorspeicher (**110**) zur Speicherung von Bewegungsvektoren, die einzelnen Bildblöcken eines Bildes zugeordnet sind, der einen Adressiereingang (**111**) und einen Datenausgang (**112**) aufweist,
- eine Auswerteeinheit (**120**), die einen Dateneingang (**121**) und einen Adressausgang (**122**) aufweist, deren Dateneingang (**121**) wahlweise an den Datenausgang (**112**) des Vektorspeichers (**110**) und deren Adressausgang (**122**) wahlweise an der Adresseingang (**111**) des Vektorspeichers anschließbar ist und die dazu ausgebildet ist, zu einem Bewegungsvektor eines Bildblocks wenigstens die Adresse eines Bewegungsvektors eines Anfangs-Bildblocks und eines End-Bildblocks zu dem gegebenen Bewegungsvektor in dem Vektorspeicher zur Verfügung zu stellen,
- ein Vektorfilter (**170**), das wahlweise an den Datenausgang (**112**) des Vektorspeichers (**110**) anschließbar:

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der das Vektorfilter ein Tiefpassfilter ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, bei der eine Adressiereinrichtung (**160**) vorhanden ist, die wahlweise an den Adresseingang (**111**) des Vektorspeichers (**110**) anschließbar ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, bei der eine erste Umschalteneinrichtung (**140**) zwi-

schen die Adressiereinrichtung (**160**), den Adressausgang der Auswerteeinheit (**120**) und den Adresseingang (**111**) des Vektorspeichers (**110**) geschaltet ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, bei der eine zweite Umschalteneinrichtung (**150**) zwischen den Datenausgang (**112**) des Vektorspeichers (**110**), den Dateneingang (**121**) der Auswerteeinheit (**120**) und das Vektorfilter (**170**) geschaltet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

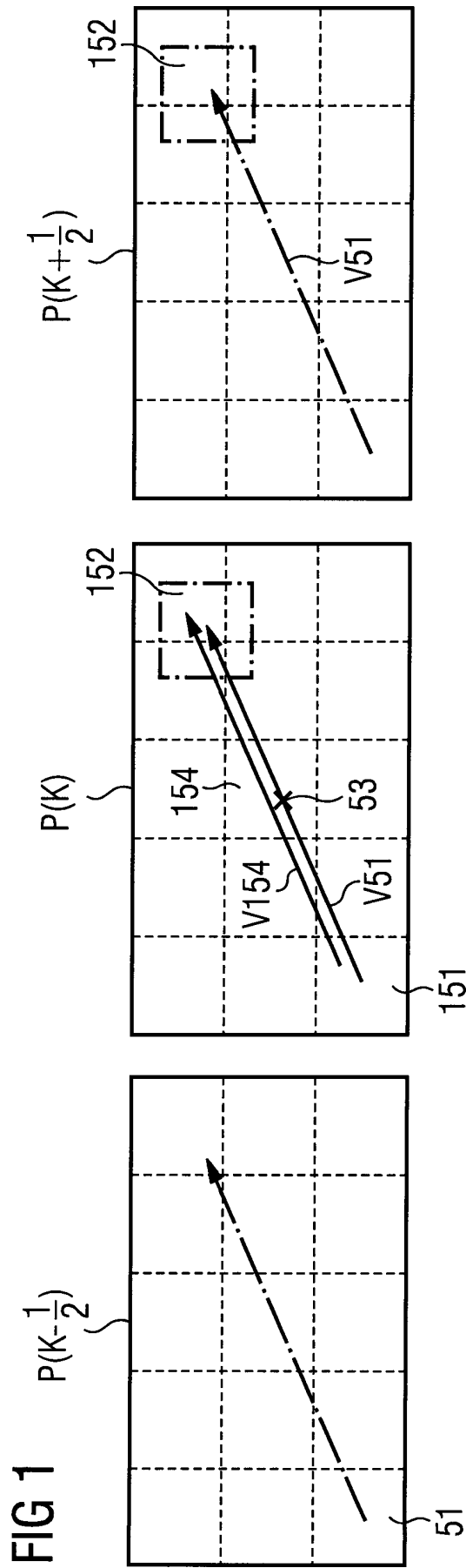


FIG 2

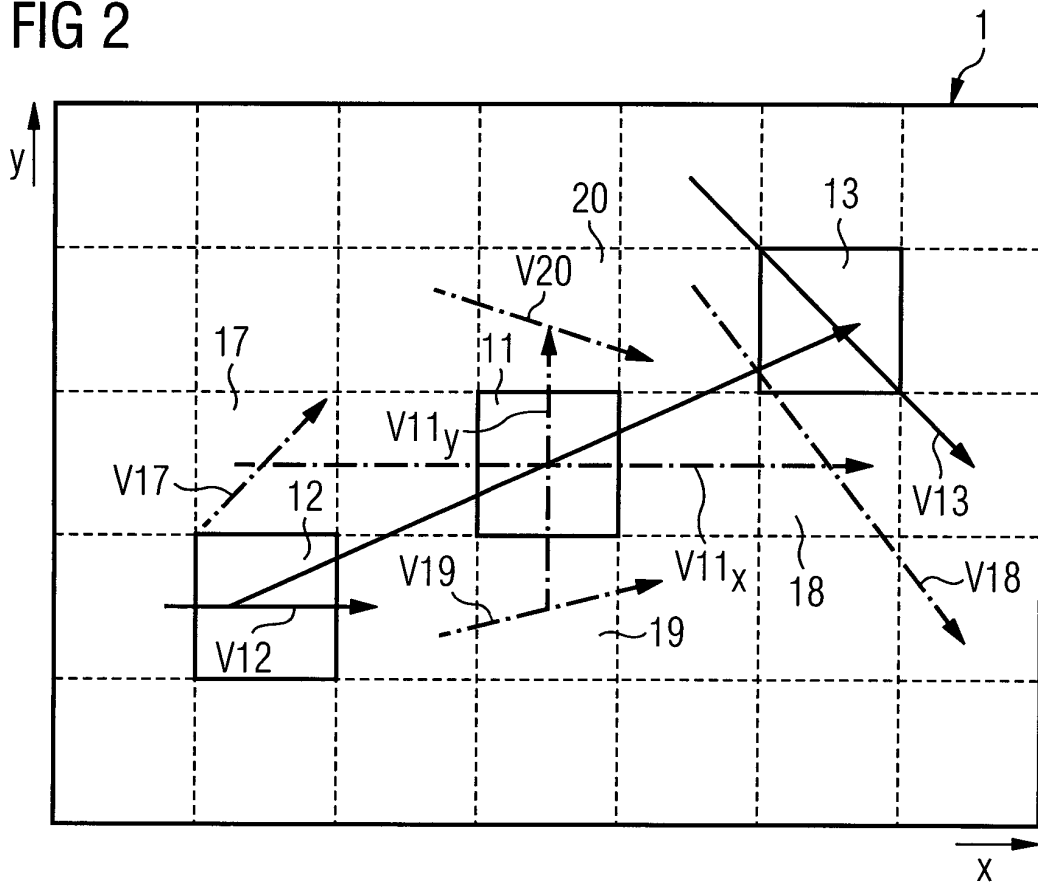


FIG 3

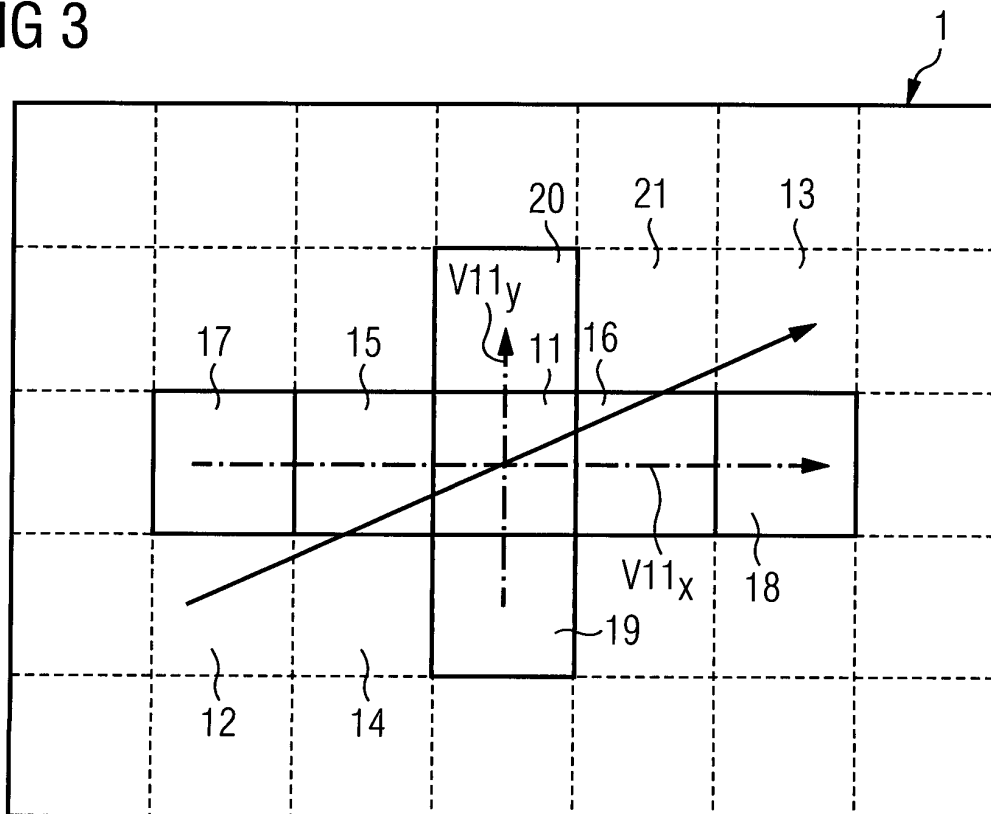


FIG 4

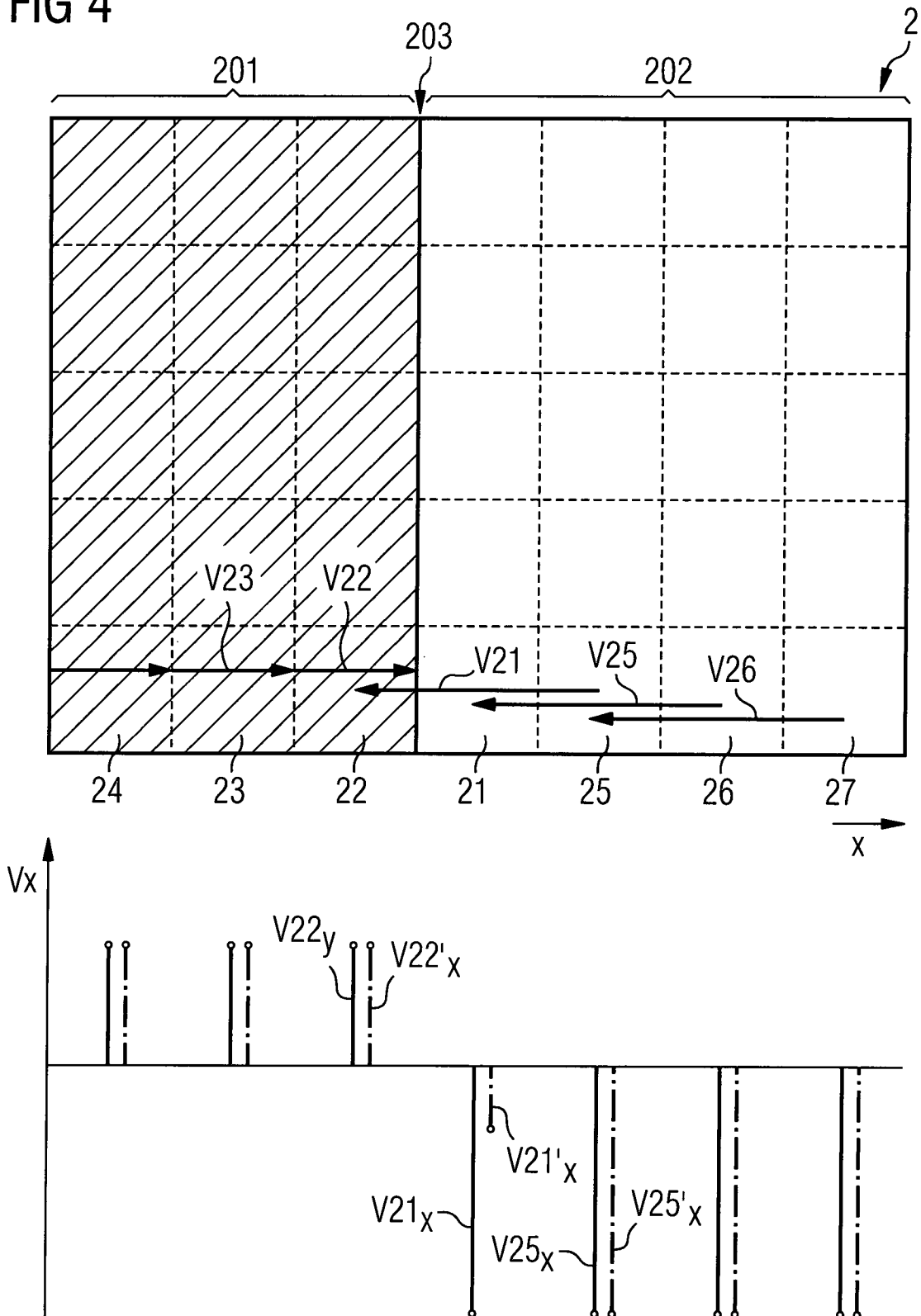


FIG 5

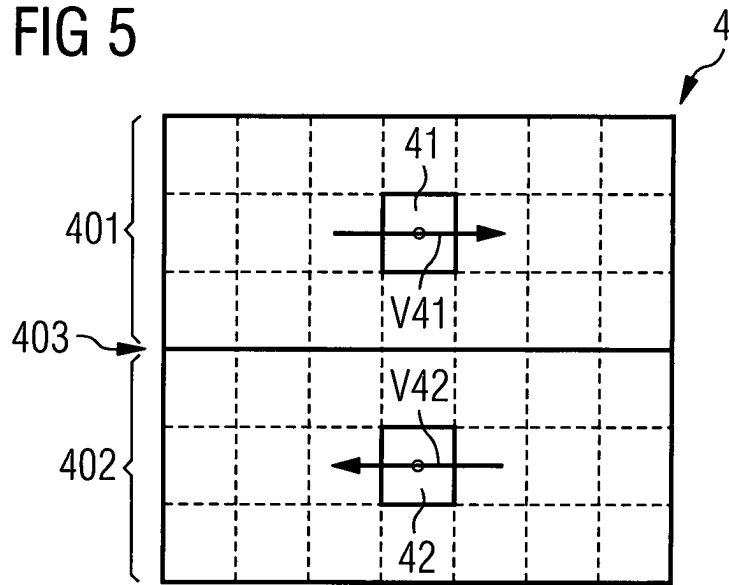


FIG 6

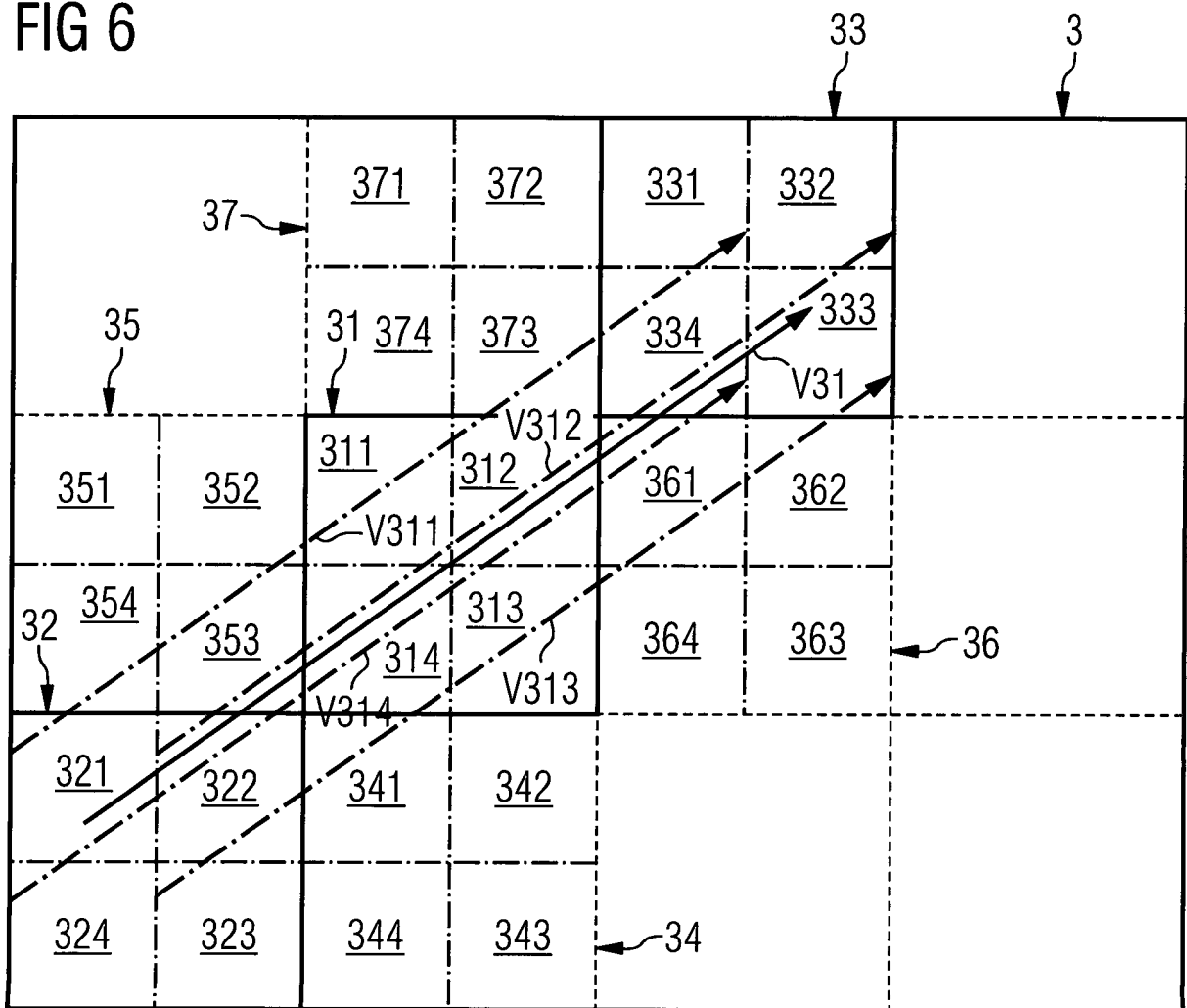


FIG 7

