



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/191694**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 002 377.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2016/034684**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.05.2016**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.12.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.02.2018**

(51) Int Cl.: **G06T 3/40 (2006.01)**
H04N 21/218 (2011.01)

(30) Unionspriorität:
62/167,260 27.05.2015 US

(71) Anmelder:
GOOGLE LLC, Mountain View, Calif., US

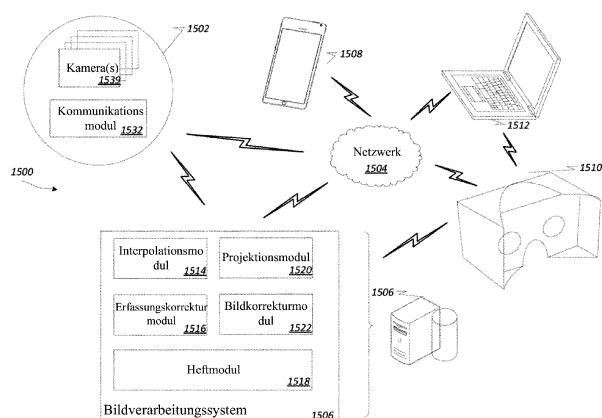
(74) Vertreter:
**Maikowski & Ninnemann Patentanwälte
Partnerschaft mbB, 10707 Berlin, DE**

(72) Erfinder:
**Adams, Riley, Mountain View, Calif., US; Duvivier,
Christian Luc, Mountain View, Calif., US;
Scherkus, Andrew, Mountain View, Calif., US;
Suderman, Rob, Mountain View, Calif., US;
Prouty, Jeff, Mountain View, Calif., US; Cower,
Dillon Richard, Mountain View, Calif., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **STREAMEN VON SPHÄRISCHEM VIDEO**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren umfasst das Empfangen eines ersten Videostreams an einer Wiedergabevorrichtung, wobei der erste Videostream eine erste Qualität aufweist, das Empfangen von mindestens zwei zweiten Videostreams an der Wiedergabevorrichtung, wobei die mindestens zwei zweiten Videostreams jeweils einem Abschnitt des ersten Videostreams entsprechen und die mindestens zwei zweiten Videostreams eine zweite Qualität aufweisen und die zweite Qualität verglichen mit der ersten Qualität eine höhere Qualität ist, das Wiedergeben des ersten Videostreams an der Wiedergabevorrichtung, das Auswählen eines dritten Videostreams von den mindestens zwei zweiten Videostreams basierend auf einer Betrachtungsperspektive eines Benutzers der Wiedergabevorrichtung und das Wiedergeben des dritten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung.



Beschreibung**QUERVERWEISE ZU
VERWANDTEN ANMELDUNGEN**

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität gegenüber der Patentanmeldung Nr. 62/167,260, eingereicht am 27. Mai 2015 mit dem Titel „SPHERICAL VIDEO STREAMING AND PLAYBACK“, die hierin durch Bezugnahme vollständig aufgenommen wird.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Ausführungsformen betreffen das Streamen von sphärischem Video.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0003] Das Streamen von sphärischem Video (oder anderen dreidimensionalen Videos) kann einen signifikanten Betrag an Systemressourcen verbrauchen. Ein codiertes sphärisches Video kann beispielsweise eine große Anzahl von Bits für die Übertragung umfassen, die einen signifikanten Betrag an Bandbreite sowie an Verarbeitung und Speicher verbrauchen kann, die mit Codierern und Decodern verknüpft ist.

KURZDARSTELLUNG

[0004] Beispielhafte Ausführungsformen beschreiben Systeme und Verfahren zum Optimieren des Streamens von Video, 3D-Video und/oder sphärischem Video. Beispielhafte Ausführungsformen beschreiben Systeme und Verfahren zum Optimieren der Wiedergabe von Video, Wiedergabe vom 3D-Video und/oder Wiedergabe von sphärischem Video.

[0005] Bei einem allgemeinen Aspekt umfasst ein Verfahren das Empfangen eines ersten Videostreams an einer Wiedergabevorrichtung, wobei der erste Videostream eine erste Qualität aufweist, das Empfangen von mindestens zwei zweiten Videostreams an der Wiedergabevorrichtung, wobei die mindestens zwei zweiten Videostreams jeweils einem Abschnitt des ersten Videostreams entsprechen und die mindestens zwei zweiten Videostreams eine zweite Qualität aufweisen und die zweite Qualität verglichen mit der ersten Qualität eine höhere Qualität ist, das Wiedergeben des ersten Videostreams an der Wiedergabevorrichtung, das Auswählen eines dritten Videostreams von den mindestens zwei zweiten Videostreams basierend auf einer Betrachtungsperspektive eines Benutzers der Wiedergabevorrichtung und das Wiedergeben des dritten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung.

[0006] Implementierungen können eines oder mehrere der folgenden Merkmale beinhalten. Beispiels-

weise kann das Verfahren ferner das Bestimmen, ob sich die Betrachtungsperspektive des Benutzers der Wiedergabevorrichtung geändert hat, das Auswählen eines vierten Videostreams von den mindestens zwei zweiten Videostreams basierend auf der geänderten Betrachtungsperspektive und das Wiedergeben des vierten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung umfassen. Die erste Qualität basiert auf einer Bitrate und Auflösung, die Bitrate basiert auf einem minimalen Kommunikationskanalvermögen und die Auflösung basiert auf einer mit der Wiedergabevorrichtung verknüpften minimalen Pixeldichte. Das Verfahren kann beispielsweise ferner das Puffern des ersten Videostreams umfassen, wobei das Wiedergeben des dritten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung das Ersetzen eines entsprechenden Abschnitts des ersten Videostreams mit dem dritten Videostream umfasst, das Rendern des Resultats auf der Wiedergabevorrichtung, zu bestimmen, ob ein Problem mit dem dritten Videostream existiert, und nach dem Bestimmen, dass ein Problem mit dem dritten Videostream existiert, wird der gepufferte erste Videostream an der Wiedergabevorrichtung gerendert.

[0007] Die Wiedergabevorrichtung ist ein Head Mount Display (HMD) und das Wiedergeben des dritten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung umfasst das Rendern des ersten Videostreams an einem von einem Display des linken Auges oder des rechten Auges des HMD und Rendern des dritten Videostreams auf einem anderen von dem Display des linken Auges oder des rechten Auges des HMD. Die mindestens zwei zweiten Videostreams weisen zu unterschiedlichen Zeitstempeln codierte zugehörige Keyframes auf.

[0008] Das Verfahren kann beispielsweise ferner das Bestimmen, ob sich jeder der mindestens zwei zweiten Videostreams innerhalb eines Ansehbarkeitsschwellenwerts der Wiedergabevorrichtung befindet, umfassen, und nach dem Bestimmen, dass sich die mindestens zwei zweiten Videostreams innerhalb des Ansehbarkeitsschwellenwerts der Wiedergabevorrichtung befinden, das Decodieren der mindestens zwei zweiten Videostreams, und nach dem Bestimmen, dass sich die mindestens zwei zweiten Videostreams nicht innerhalb des Ansehbarkeitsschwellenwerts der Wiedergabevorrichtung befinden, das Überspringen des Decodierens der mindestens zwei zweiten Videostreams.

[0009] Bei einem anderen allgemeinen Aspekt umfasst ein Verfahren das Codieren eines Frames eines Videos bei einer ersten Qualität, das Codieren von mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos bei einer zweiten Qualität, wobei die zweite Qualität verglichen mit der ersten Qualität eine höhere Qua-

lität ist, das Speichern des Frames des Videos und das Speichern der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos.

[0010] Implementierungen können eines oder mehrere der folgenden Merkmale beinhalten. Das Verfahren kann beispielsweise ferner das Streamen des Frames des Videos und das Streamen der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos umfassen. Das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos bei der zweiten Qualität umfasst das Codieren von jedem von den mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos unter Verwendung von Keyframes mit unterschiedlichen Zeitstempeln. Das Verfahren kann beispielsweise ferner das Empfangen eines Hinweises auf einen Betrag an Bewegung umfassen, die mit einer Wiedergabevorrichtung verknüpft ist, und das Anpassen einer Größe, die mit den mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos verknüpft ist, basierend auf der Bewegung. Das Empfangen einer Anforderung, ein Video zu streamen, das Konstruieren eines Frames unter Verwendung des Frames des Videos und von einem der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos und das Streamen des konstruierten Frames. Der Frame des Videos ist mit einem sphärischen Video verknüpft, das Codieren des Frames des Videos umfasst das Projizieren des Frames des Videos als eine Würfelkarte und das Codieren der Würfelkarte unter Verwendung eines gleichwinkligen Sampling-Algorithmus.

[0011] Der Frame des Videos ist mit einem sphärischen Video verknüpft und das Verfahren umfasst ferner das Projizieren des Frames des Videos als eine Würfelkarte und das Auswählen einer Würfelseite der Würfelkarte. Das Codieren des Frames des Videos umfasst das Codieren der Würfelseite bei der ersten Qualität und das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos umfasst das Codieren von mindestens zwei Abschnitten der Würfelseite bei der zweiten Qualität. Das Verfahren kann beispielsweise ferner das Streamen des Frames des Videos, das Streamen der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos, das Empfangen eines Hinweises, dass die Wiedergabe auf einer Wiedergabevorrichtung pausiert wurde, das Codieren des Frames des Videos bei der zweiten Qualität und das Streamen des Frames des bei der zweiten Qualität codierten Videos umfassen. Die erste Qualität basiert auf mindestens einem von einem Stream mit niedriger Framerate und hoher Auflösung, einem Monostream, einem reduzierten Farbenstream und einem Schwarzweissstream. Das Verfahren kann beispielsweise ferner das Streamen des Frames des Videos als mehrere codierte Frames und Fallenlassen von mindestens einem Frame der mehreren codierten Frames während des Streamens des Videos umfassen, um eine dritte Qualität zu erreichen.

[0012] Bei noch einem weiteren allgemeinen Aspekt umfasst ein Server und/oder ein Streaming-Server einen Codierer, Speicher und eine Steuerung. Der Codierer ist konfiguriert, einen Frame eines Videos bei einer ersten Qualität zu codieren und mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos bei einer zweiten Qualität zu codieren, wobei die zweite Qualität verglichen mit der ersten Qualität eine höhere Qualität ist. Der Speicher ist konfiguriert, den Frame des Videos zu speichern und die mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos zu speichern. Die Steuerung ist konfiguriert, ein Video zu streamen, das den codierten Frame und einen oder mehrere von den codierten mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos umfasst.

[0013] Implementierungen können eines oder mehrere der folgenden Merkmale beinhalten. Beispielsweise umfasst das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos bei der zweiten Qualität das Codieren von jedem von den mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos unter Verwendung von Keyframes mit unterschiedlichen Zeitstempeln. Der Frame des Videos ist mit einem sphärischen Video verknüpft und der Codierer ist ferner konfiguriert, den Frame des Videos als eine Würfelkarte zu projizieren und eine Würfelseite der Würfelkarte auszuwählen. Das Codieren des Frames des Videos umfasst das Codieren der Würfelseite bei der ersten Qualität und das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos umfasst das Codieren von mindestens zwei Abschnitten der Würfelseite bei der zweiten Qualität.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Beispielhafte Ausführungsformen werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung und den begleitenden Zeichnungen vollständiger verstanden, wobei gleiche Elemente mit gleichen Bezugsnrnummern dargestellt sind, die lediglich zur Veranschaulichung angegeben sind und somit die beispielhaften Ausführungsformen nicht einschränken, und wobei:

[0015] Die **Fig. 1** bis **Fig. 4** veranschaulichen verschiedene Verfahren gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0016] **Fig. 5** veranschaulicht ein Zeitdiagramm von mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0017] Die **Fig. 6** bis **Fig. 14** veranschaulichen verschiedene Verfahren gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0018] **Fig. 15** ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Systems zum Erfassen und Rendern stereoskopischer Bilder und/oder von Video in einer virtuellen Realität-(VR)-3D-Umgebung.

[0019] **Fig.** 16A veranschaulicht ein Videocodierersystem gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0020] **Fig.** 16B veranschaulicht ein Videokamera-decodierersystem gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0021] **Fig.** 17A veranschaulicht ein Ablaufdiagramm für ein Videocodierersystem gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0022] **Fig.** 17B veranschaulicht ein Ablaufdiagramm für ein Videokameradecodierersystem gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0023] **Fig.** 18 veranschaulicht eine zweidimensionale (2D) Darstellung einer Sphäre gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0024] **Fig.** 19 veranschaulicht ein System gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform.

[0025] **Fig.** 20 ein schematisches Blockdiagramm einer Computervorrichtung und einer mobilen Computervorrichtung ist, die verwendet werden können, um die hierin beschriebenen Techniken zu implementieren.

[0026] Es ist zu beachten, dass diese Figuren dazu dienen, die allgemeinen Merkmale von Verfahren, Struktur und/oder Materialien zu veranschaulichen, die in bestimmten beispielhaften Ausführungsformen verwendet werden, und um die nachfolgende schriftliche Beschreibung zu ergänzen. Diese Zeichnungen sind jedoch nicht maßstabsgerecht und bilden möglicherweise die genauen strukturellen oder Leistungsmerkmale jedweder gegebenen Ausführungsform nicht genau ab und sollten nicht als Definition oder Beschränkung des Bereichs von Werten oder Eigenschaften, die in beispielhaften Ausführungsformen umfasst sind, verstanden werden. Beispielsweise können die relativen Dicken und die Anordnung von strukturellen Elementen aus Gründen der Deutlichkeit reduziert oder übertrieben sein. Die Verwendung von ähnlichen oder identischen Bezugsnummern in den verschiedenen Zeichnungen soll das Vorhandensein eines ähnlichen oder identischen Elements oder Merkmals angeben.

[0027] Während beispielhafte Ausführungsformen verschiedene Modifikationen und alternative Formen beinhalten können, werden Ausführungsformen davon als Beispiel in den Zeichnungen gezeigt und hierin ausführlich beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass keine Absicht besteht, beispielhafte Ausführungsformen auf die bestimmten offenbarten Formen zu beschränken, sondern vielmehr beispielhafte Ausführungsformen alle Modifikationen, Äquiva-

lente und Alternativen einbeziehen sollen, die sich innerhalb des Umfangs der Ansprüche befinden. Gleiche Nummern bezeichnen gleiche Elemente überall in der Beschreibung der Figuren.

[0028] Die **Fig.** 1 bis **Fig.** 4 und **Fig.** 6 bis **Fig.** 14 sind Ablaufdiagramme von Verfahren gemäß beispielhaften Ausführungsformen. Die in Bezug auf die **Fig.** 1 bis **Fig.** 4 und **Fig.** 6 bis **Fig.** 14 beschriebenen Schritte können aufgrund der Ausführung von Softwarecode, der in einem Speicher (z. B. mindestens einem Speicher **1610**) gespeichert ist, der mit einer Vorrichtung (z. B. wie gezeigt in **Fig.** 16) verknüpft ist, ausgeführt werden, und von mindestens einem Prozessor (z. B. mindestens einem Prozessor **1605**), der mit der Vorrichtung verknüpft ist, ausgeführt werden. Es sind jedoch alternative Ausführungsformen, wie z. B. ein als Spezialprozessor ausgeführtes System, denkbar. Obwohl die nachfolgend beschriebenen Schritte als, durch einen Prozessor ausgeführt beschrieben sind, werden die Schritte nicht zwangsläufig durch ein und denselben Prozessor ausgeführt. Mit anderen Worten kann mindestens ein Prozessor die nachfolgend in Bezug auf die **Fig.** 1 bis **Fig.** 4 und **Fig.** 6 bis **Fig.** 14 beschriebenen Schritte ausführen.

[0029] Gemäß beispielhaften Implementierungen in Bezug auf ein sphärisches Video und/oder eines Frames von sphärischem Video können mehrere unterschiedliche Betrachtungsperspektiven, die unterschiedliche Teile der Sphäre abdecken, codiert sein. In einem Intervall kann ein Stream (des sphärischen Videos), der die Qualität am besten fokussiert, wo der Benutzer zusieht, ausgewählt oder dahin gewechselt werden (z. B. während sich der Benutzer bewegt). Gemäß beispielhaften Implementierungen kann eine Videoschicht mit niedriger Auflösung der vollen Sphäre des sphärischen Videos gestreamt werden und ein dynamisch gewechseltes hochauflösendes Video kann gestreamt werden und oben auf dem niedrigauflösenden Video zusammengesetzt werden. Zwischen einem Stream von hoher Qualität und einem Stream von niedriger Qualität, die jeweils einen Abschnitt der Sphäre abdecken, kann basierend auf einer Betrachtungsperspektive eines Benutzers dynamisch gewechselt werden. Die Begrenzung zwischen Video mit hoher Auflösung und Video mit niedriger Auflösung kann gemischt werden (z. B. können Pixel dazwischen abgewechselt werden), um eine Änderung in der Auflösung zu maskieren. Eine Art volle Quadtree-Struktur von Videokacheln kann verwendet werden, um Detail einzufüllen und die Auflösung und daher die Qualität eines gerenderten Videos zu erhöhen. Außerdem kann ein einzelner dynamisch gewechselter Stream, der eine hohe Auflösung für den angesehenen Abschnitt der Sphäre packt, und auch eine niedrigauflösende Darstellung des Rests der Sphäre im gleichen Frame verwendet werden. Beispielhafte Implementierungen können ein Bild aufweisen, um die volle Sphäre zu zeigen, im Fal-

le, dass der Benutzer sich schnell dreht, aber nur ein hochauflösendes Bild bzw. hochauflösende Bilder zu liefern, wo der Benutzer schaut. Beispielhafte Implementierungen können Kompromisse bei der clientseitigen Komplexität (Synchronisieren/Decodieren mehrerer Streams), bei Serverspeicherkosten und der gleichen berücksichtigen.

[0030] **Fig.** 1 veranschaulicht ein Verfahren zum Wechseln zwischen Streams eines sphärischen Streaming-Videos gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform. Wie gezeigt in **Fig.** 1 wird in Schritt S105 ein Frame eines sphärischen Videos bei einer ersten Qualität codiert. Der Frame kann beispielsweise bei einer Qualität (z. B. Bitrate und Auflösung) codiert werden, die konfiguriert ist, eine minimale Benutzererfahrung bereitzustellen, wenn das sphärische Video auf einem Display (z. B. einem Head Mount Display (HMD)) wiedergeben wird. Daraus kann die Bitrate auf einem minimalen Kommunikationskanalvermögen basieren und die Auflösung kann auf einer minimalen Pixeldichte basieren.

[0031] In Schritt S110 wird der codierte Frame in einer Servervorrichtung als ein Frame eines ersten Videostreams gespeichert. Der codierte Frame kann beispielsweise für die zukünftige Wiedergabe basierend auf einer Anforderung von einer Benutzervorrichtung gespeichert werden.

[0032] In Schritt S115 werden mehrere Abschnitte des Frames basierend auf einer Betrachtungsperspektive bei einer zweiten Qualität codiert. Beispielsweise kann die zweite Qualität eine höhere Qualität sein als die erste Qualität. Die zweite Qualität kann auf einer Auflösung mit einer höheren Pixeldichte bei der Wiedergabe basieren und/oder für eine höhere (z. B. mehr Daten) Bitrate konfiguriert sein als die mit der ersten Qualität verknüpfte Bitrate. Die mehreren Abschnitte des Frames können Abschnitte sein, von denen antizipiert wird, dass sie von einem Benutzer von beispielsweise einem HMD angesehen werden. Bei einer Beispielimplementierung wird der gesamte Frame in Abschnitte geteilt und als die mehreren Abschnitte des Frames codiert.

[0033] In Schritt S120 werden die mehreren Abschnitte des Frames in der Servervorrichtung als die mehreren zweiten Videostreams gespeichert. Beispielsweise können die codierten mehreren Abschnitte des Frames für die zukünftige Wiedergabe basierend auf einer Anforderung von einer Benutzervorrichtung gespeichert werden.

[0034] In Schritt S125 wird der erste Videostream zu einer Wiedergabevorrichtung gestreamt. Der erste Videostream kann beispielsweise als ein Basis- oder Minimalerfahrungsvideo für die Wiedergabe auf dem HMD gestreamt werden.

[0035] In Schritt S130 wird mindestens einer von den mehreren der zweiten Videostreams zur Wiedergabevorrichtung gestreamt. Ein zweiter Stream kann beispielsweise von den mehreren zweiten Videostreams basierend auf einer Betrachtungsperspektive (oder auf was ein Betrachter des sphärischen Videos sich gegenwärtig konzentriert) ausgewählt werden.

[0036] In Schritt S135 wird an der Wiedergabevorrichtung der erste Videostream wiedergeben oder gerendert (zum Anzeigen) auf der Wiedergabevorrichtung. Beispielsweise kann der erste Videostream gerendert und auf dem HMD angezeigt werden. In Schritt S140 wird an der Wiedergabevorrichtung die Wiedergabe von zwei (oder mehr) der mehreren zweiten Videostreams basierend auf einer bestimmten Betrachtungsperspektive gewechselt. Während ein Benutzer des HMD eine Betrachtungsperspektive ändert (z. B. seinen Kopf und/oder seine Augen bewegt), können die unterschiedlichen zweiten Videostreams für die Wiedergabe auf dem HMD ausgewählt werden. Mit anderen Worten wechselt die Wiedergabe auf dem HMD zwischen mindestens zwei der zweiten Videostreams basierend auf einer (bestimmten) geänderten Betrachtungsperspektive.

[0037] **Fig.** 2 veranschaulicht ein Verfahren zum Puffern eines Streams von niedriger/mittlerer Qualität einer vollen Sphäre. Wie gezeigt in **Fig.** 2 wird in Schritt S205 ein Frame eines sphärischen Videos bei einer ersten Qualität codiert. Der Frame kann beispielsweise bei einer Qualität (z. B. Bitrate und Auflösung) codiert werden, die konfiguriert ist, eine minimale Benutzererfahrung bereitzustellen, wenn das sphärische Video auf einem Display (z. B. einem Head Mount Display (HMD)) wiedergeben wird. Daraus kann die Bitrate auf einem minimalen Kommunikationskanalvermögen basieren und die Auflösung kann auf einer minimalen Pixeldichte basieren. Die codierten Frames werden dann zu einer Wiedergabevorrichtung gestreamt (S210). Die codierten Frames werden dann an der Wiedergabevorrichtung gepuffert (S215). Beispielsweise werden die codierten gestreamten Frames in einem Speicher der Wiedergabevorrichtung (oder einem Speicher, der damit verknüpft ist) gepuffert (oder eingereiht).

[0038] In Schritt S220 werden mehrere Abschnitte des Frames basierend auf einer Betrachtungsperspektive bei einer zweiten Qualität codiert. Beispielsweise kann die zweite Qualität eine höhere Qualität sein als die erste Qualität. Die zweite Qualität kann auf einer Auflösung mit einer höheren Pixeldichte bei der Wiedergabe basieren und/oder für eine höhere (z. B. mehr Daten) Bitrate konfiguriert sein als die mit der ersten Qualität verknüpfte Bitrate. Die mehreren Abschnitte des Frames können Abschnitte sein, von denen antizipiert wird, dass sie von einem Benutzer von beispielsweise einem HMD angesehen werden. Bei einer Beispielimplementierung wird der gesam-

te Frame in Abschnitte geteilt und als die mehreren Abschnitte des Frames codiert. Die codierten mehreren Abschnitte des Frames werden dann zu einer Wiedergabevorrichtung gestreamt (S225). Die Wiedergabevorrichtung kann den codierten Frame bei einer minimalen oder ersten Qualität und (einen oder mehrere) der mehreren Abschnitte des bei der zweiten Qualität codierten Frames kombinieren. Das Resultat kann dann auf der Wiedergabevorrichtung gerendert werden.

[0039] In Schritt S230 wird bestimmt, ob ein Problem mit dem codierten Abschnitt der Frames an der Wiedergabevorrichtung existiert. Es kann beispielsweise eine Latenzzeit (z. B. beim Herunterladen des Streams) existieren, die bewirkt, dass das Video unabsichtlich pausiert, während der Stream zu einer Wiedergabeposition aufholt. Wenn ein Problem existiert (S230) mit dem codierten Abschnitt der Frames, wird die Wiedergabe des sphärischen Videos zu einem entsprechenden gepufferten Video gewechselt. Mit anderen Worten, wenn ein Problem existiert, wird der gepufferte Videostream auf der Wiedergabevorrichtung gerendert. Beispielsweise kann die Wiedergabevorrichtung das gepufferte sphärische Video (niedrigerer Qualität), das im Puffer (oder der Warteschlange) gespeichert ist, lesen, decodieren, rendern und anzeigen.

[0040] Wenn der Benutzer sich kürzlich verhältnismäßig langsam bewegt hat oder sich auf einen Bereich fixiert hat, kann eine beispielhafte Implementierung eine verhältnismäßig kleinere Region der Sphäre in einer verhältnismäßig höheren Qualität streamen. Wenn der Benutzer seinen Kopf häufig herumbewegt hat, kann eine beispielhafte Implementierung einen größeren Abschnitt der Sphäre in mittelmäßiger Qualität streamen. Gemäß einer beispielhaften Implementierung kann ein Durchschnittswert einer Kopfbewegung (Geschwindigkeit, Betrag an abgedeckter Sphäre und dergleichen) über einen Zeitraum bestimmt (oder gemessen) werden, eine geeignete Regionsgröße hoher Qualität kann ausgewählt werden.

[0041] **Fig. 3** veranschaulicht ein Verfahren zum Anpassen einer Größe einer Region hoher Qualität basierend auf einem Betrag an Kopfbewegung. Wie gezeigt in **Fig. 3**, wird in Schritt S305 ein Betrag an Kopf- und/oder Augenbewegung bestimmt. Es kann beispielsweise ein Ausrichtungssensor konfiguriert sein, eine Ausrichtung (oder Änderung in der Ausrichtung) der Augen eines Betrachters (oder seines Kopfes) zu detektieren. Beispielsweise kann der Ausrichtungssensor einen Beschleunigungsmesser umfassen, um eine Bewegung zu detektieren, und ein Gyroskop, um eine Ausrichtung zu detektieren. Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Ausrichtungssensor eine Kamera oder einen Infrarotsensor umfassen, der auf die Augen oder den Kopf des Betrachters fokussiert

ist, um eine Ausrichtung der Augen oder des Kopfes des Betrachters zu bestimmen. Die Menge an Bewegung kann auf einem Schwellenwert oder Bereich von Schwellenwerten basieren.

[0042] Wenn die Menge an Bewegung sich über einem Schwellenwert befindet oder innerhalb eines Bereichs eines Bereichs von Schwellenwerten (Schritt S310), wird eine Größe eines Abschnitts eines sphärischen Videos basierend auf der Bewegung angepasst. Wenn der Benutzer beispielsweise seinen Kopf verhältnismäßig langsam bewegt oder sich auf einen Bereich fixiert, kann eine beispielhafte Implementierung eine verhältnismäßig kleinere Region der Sphäre in einer verhältnismäßig höheren Qualität streamen. Wenn der Benutzer seinen Kopf häufig herumbewegt hat, kann eine beispielhafte Implementierung einen größeren Abschnitt der Sphäre in mittelmäßiger Qualität streamen.

[0043] Wenn eine Reihe von vorcodierten Abschnitten der Sphäre, die ein sphärisches Video darstellen, bei einer Qualität codiert werden, kann das sphärische Video (oder ein Abschnitt davon) unter Verwendung der vorcodierten Abschnitte durch Zusammenheften der vorcodierten Abschnitte in einen einzelnen Videobitstream basierend auf beispielsweise einer gegenwärtigen Betrachtungsperspektive rekonstruiert werden. Die Rekonstruktion des sphärischen Videos kann auf Anforderung erfolgen und auf dem Server ausgeführt werden.

[0044] **Fig. 4** veranschaulicht ein Verfahren zum Konstruieren eines Videobitstreams auf Anforderung. Wie gezeigt in **Fig. 4** werden in Schritt S405 mehrere Abschnitte eines Frames eines sphärischen Videos basierend auf einem Bild im Frame erzeugt. Die mehreren Abschnitte können beispielsweise derart erzeugt werden, dass sie gleiche oder ähnliche benachbarte Begrenzungen aufweisen. Die mehreren Abschnitte des Frames von sphärischem Video (S410). Beispielsweise kann jeder Abschnitt basierend auf einer gleichen gewünschten Qualität codiert sein.

[0045] In Schritt S415 werden die codierten mehreren Abschnitte des Frames von sphärischem Video als mehrere Kacheln gespeichert. Die mehreren Kacheln weisen beispielsweise eine gleiche Größe auf, die eine gleiche Pixelanzahl darstellt. In Schritt S420 eine Anforderung, das sphärische Video zu streamen. Beispielsweise fordert eine Benutzervorrichtung (z. B. HMD) das sphärische Video zur Wiedergabe an. Der Server kann einen Videoframe basierend auf den mehreren Kacheln konstruieren (S425). Beispielsweise können Bits, die Pixel von angrenzenden Kacheln darstellen, in einem Datenpaket unter Verwendung einer Technik gespeichert werden, das, wenn es decodiert wird, in einem rekonstruierten Frame resultiert, der gerendert und auf der Benutzer-

vorrichtung angezeigt werden kann. Der konstruierte Frame als einer von mehreren Frames von sphärischem Video gestreamt (S430).

[0046] **Fig. 5A** veranschaulicht n Keyframes **525, 530, 535, 540** die zu einer entsprechenden Zeit (T) erzeugt sind **505, 510, 515, 520**. Das Keyframetiming kann über Betrachtungsperspektiven gestaffelt werden, um eine Wechseltaktzeit zu reduzieren. Beispielsweise kann eine erste Betrachtungsperspektive Keyframes bei den Zeitstempeln 0, 2, 4 usw. aufweisen (z. B. Sekunden, Millisekunden und dergleichen) und eine zweite Betrachtungsperspektive kann Keyframes bei 1, 3, 5, 7 usw. (z. B. Sekunden, Millisekunden und dergleichen) aufweisen. Bei Zeitstempel 2 könnte die erste Betrachtungsperspektive ausgewählt werden, bei Zeitstempel 3 könnte die zweite Betrachtungsperspektive ausgewählt werden und bei Zeitstempel 4 könnte die erste Betrachtungsperspektive ausgewählt werden. Der bzw. die gestaffelten (variablen oder unterschiedlichen) Zeitstempel können das schnellere Umschalten zwischen einer Betrachtungsperspektive ermöglichen, als wenn die Betrachtungsperspektiven mit bei einem gleichen Zeitstempelintervall erzeugten Keyframes codiert wurden.

[0047] Einige Forschung hat gezeigt, dass, wenn einem Auge ein hochauflösendes Bild gezeigt wird und dem anderen Auge ein niedrigauflösendes Bild gezeigt wird, das Gehirn gewissermaßen die „Lücke schließen“ kann und das Bild okay aussieht. Dementsprechend weisen gestaffelte Keyframes über die Augen (z. B. hat das linke Auge einen Stream zu jeder geraden Sekunde und das rechte Auge einen Stream zu jeder ungeraden Sekunde), die wahrgenommene Streamwechselzeit verdoppelt werden könnte beim Wechseln von einem Video geringer Qualität zu einem Video hoher Qualität.

[0048] Ein variables Keyframe-Intervall könnte auch verwendet werden. Wenn der interessanteste Teil einer Szene eine große Bewegung macht, dann könnte das Keyframe-Intervall für den Zeitraum der Bewegung um diese Bewegung herum verringert werden. Weiter können Fokuspunkte und durchschnittliche Bewegungen aus dem Protokollieren eines Benutzerverhaltens während der Wiedergabe gelernt werden. Oder das Verwenden von Computer-Visionsanalyse bezüglich Herausragungsbewegung könnte anfängliche Bewegungshotspots geben.

[0049] Wenn Keyframes in einem festen Intervall erzeugt werden sollten (z. B. alle 4 Sekunden), könnten alternative Streams mit Keyframes codiert werden, die an unterschiedlichen Punkten in der Zeitschiene angeordnet sind, um das Wechseln schneller zu ermöglichen. Für vier mit einer einzelnen Betrachtungsperspektive verknüpften Streams, könnte beispielsweise Stream A Keyframes bei 0, 4, 8 Sekunden aufweisen, Stream B könnte Keyframes bei 1, 5, 9 Se-

kunden aufweisen, Stream C könnte Keyframes bei 2, 6, 10 Sekunden aufweisen und Stream D könnte Keyframes bei 3, 7, 11 Sekunden aufweisen. Dementsprechend könnten Betrachtungsperspektiven bei Wechseln von 0, 1, 2 oder 3 Sekunden erreicht werden, ohne einen einzelnen I-Frame-schweren (z. B. reduzierte Komprimierungseffizienz) Stream zu benötigen.

[0050] Bei einer Beispielimplementierung könnten diese Clips bei unterschiedlichen Längen codiert werden (z. B. alle 4 Sekunden hat man einen vollen 4-Sekunden-Stream, der mit einem Keyframe startet, dann versetzt um eine Sekunde einen 3-Sekunden-Stream mit einem Keyframe von einer Sekunde in diese Zeitschiene, dann einen 2-Sekunden-Stream versetzt um 2 Sekunden und einen 1-Sekunde-Stream versetzt um 3 Sekunden), um Speicher-Overhead zu reduzieren. Beispielsweise könnte Stream A bei 0 starten und eine Dauer von 4 aufweisen, Stream B könnte bei 1 starten und eine Dauer von 3 aufweisen, Stream C könnte bei 2 starten und eine Dauer von 2 aufweisen und Stream D könnte bei 3 starten und eine Dauer von 1 aufweisen.

[0051] **Fig. 5B** veranschaulicht ein Verfahren zum Codieren von sphärischem Video unter Verwendung einer Vielzahl von Keyframes mit Zeitstempel. Wie gezeigt in **Fig. 5B**, werden in Schritt S505 mehrere Keyframes zu mehreren Zeiten (oder Zeitstempeln) innerhalb eines sphärischen Videos codiert. Beispielsweise können wie vorstehend beschrieben die Keyframes über Betrachtungsperspektiven und/oder stereoskopische (linkes Auge/rechtes Auge) Ansichten oder Bilder gestaffelt werden. Die Keyframes könnten zu festen Intervallen erzeugt werden.

[0052] In Schritt S510 wird ein zu codierender Frame mit einem der mehreren Keyframes verknüpft. Beispielsweise könnte eine erste Betrachtungsperspektive mit einem ersten Keyframe verknüpft werden und eine zweite Betrachtungsperspektive könnte mit einem zweiten Keyframe verknüpft werden. Ein Frame des linken Auges könnte mit einem ersten Keyframe verknüpft werden und ein Frame des rechten Auges könnte mit einem zweiten Keyframe verknüpft werden. Der zu codierende Frame wird dann basierend auf dem verknüpften Keyframe codiert (S515).

[0053] Bei einem Anwendungsfall, bei dem vom Benutzer nicht erwartet wird, einen Abschnitt von geringer Qualität des sphärischen Videos zu sehen, könnte das Decodieren einiger Frames oder Abschnitte eines Frames übersprungen werden. **Fig. 6** veranschaulicht ein Verfahren zum Überspringen des Decodierens eines Abschnitts von geringer Qualität eines sphärischen Videos. Wie gezeigt in **Fig. 6**, wird in Schritt S605 ein Frame von sphärischem Streaming-Video empfangen. Der Frame umfasst mehrere codierte Abschnitte.

[0054] In Schritt S610 wird bestimmt, ob sich ein codierter Abschnitt innerhalb eines ansehbaren Schwellenwerts befindet. Wenn sich ein codierter Abschnitt nicht innerhalb des ansehbaren Abschnitts befindet, fährt die Verarbeitung mit Schritt S620 fort und das Decodieren wird nicht ausgeführt oder übersprungen. Anderweitig fährt die Verarbeitung mit Schritt S615 fort, wo der Abschnitt decodiert wird.

[0055] Eine Äquirektangularprojektion kann für einige sphärische Videos und/oder Bilder ineffizient sein. Beispielsweise wird der Pixeldichte der Pole mehr Pixel zugewiesen, als gewünscht wird, wohingegen ein Betrachter typischerweise mehr am Äquator interessiert ist. Weiter kann eine Äquirektangularprojektion gerade Linien biegen, was das Codieren schwieriger macht. Das Codieren eines sphärischen Bildes unter Verwendung von Würfelkarten kann effizienter sein, da jede Fläche wie ein normales Video aussieht. Daraus kann jede Fläche codiert werden, ohne Kom pensieren für varierende Pixeldichte zu kompensieren. Würfelkarten können jedoch ein sehr ungleichmäßiges Sampeln der Sphäre (mehr Pixel in Richtung auf die Kanten/Ecken der Flächen) erzeugen. Bei beispielhaften Ausführungsformen kann eine Würfelkarte gleichmäßig über die 90×90 -Grad-Winkel für jede Fläche gesampelt werden. Dies resultiert in einer Projektion, die ein gleichförmiges (oder etwas gleichförmiges) Sampeln oder gleichwinkeligen Sampeln der Sphäre bereitstellt. Als solches kann jede Fläche einigermaßen gut mit konventionellen Codecs komprimiert werden. Beispielsweise kann jede Würfelfläche wie eine reguläre Videoprojektion mit einem geringen Fischaugeneffekt erscheinen.

[0056] **Fig. 7** veranschaulicht ein Verfahren zum Codieren eines sphärischen Videos. Wie gezeigt in **Fig. 7** wird in Schritt S705 ein sphärisches Bild oder Frame als eine Würfelkarte projiziert. In Schritt S710 wird die Würfelkarte unter Verwendung eines gleichwinkeligen Samplingalgorithmus codiert. Es wird beispielsweise jede Fläche der Würfelkarte mit einer höheren Abtastrate in der Mitte der Fläche gesampelt als an der Kante oder Begrenzung der Fläche.

[0057] **Fig. 8** veranschaulicht ein Verfahren zum Streamen eines sphärischen Videos. Wie gezeigt in **Fig. 8** wird in Schritt S805 eine Würfelseite einer Würfelkartenprojektion eines sphärischen Bildes oder Frames zum Codieren ausgewählt.

[0058] In Schritt S810 wird die Würfelseite bei einer ersten Qualität codiert. Der Frame kann beispielsweise bei einer Qualität (z. B. Bitrate und Auflösung) codiert werden, die konfiguriert ist, eine minimale Benutzerfahrung bereitzustellen, wenn das sphärische Video auf einem Display (z. B. einem Head Mount Display (HMD)) wiedergeben wird. Daher kann die Bitrate auf einem minimalen Kommunikationskanalvermögen basieren und die Auflösung kann auf ei-

ner minimalen Pixeldichte basieren. Weiter kann die Würfelseite unter Verwendung eines gleichwinkeligen Sampling-Algorithmus gesampelt werden.

[0059] In Schritt S815 wird die codierte Würfelseite in einer Servervorrichtung als ein Abschnitt eines Frames eines ersten Videostreams gespeichert. Die codierte Würfelseite kann beispielsweise basierend auf einer Anforderung von einer Benutzervorrichtung für die zukünftige Wiedergabe gespeichert werden.

[0060] In Schritt S820 werden mehrere Abschnitte der Würfelseite basierend auf einer Betrachtungsperspektive bei einer zweiten Qualität codiert. Beispielsweise kann die zweite Qualität eine höhere Qualität sein als die erste Qualität. Die zweite Qualität kann auf einer Auflösung mit einer höheren Pixeldichte bei der Wiedergabe basieren und/oder für eine höhere (z. B. mehr Daten) Bitrate konfiguriert sein als die mit der ersten Qualität verknüpfte Bitrate. Die mehreren Abschnitte der Würfelseite können Abschnitte sein, von denen antizipiert wird, dass sie von einem Benutzer von beispielsweise einem HMD angesehen werden. Bei einer Beispielimplementierung wird die gesamte Würfelseite in Abschnitte geteilt und als die mehreren Abschnitte des Frames codiert.

[0061] In Schritt S825 werden die mehreren Abschnitte der Würfelseite in der Servervorrichtung als die mehreren zweiten Videostreams gespeichert. Beispielsweise können die codierten mehreren Abschnitte der Würfelseite basierend auf einer Anforderung von einer Benutzervorrichtung für die zukünftige Wiedergabe gespeichert werden.

[0062] In Schritt S830 wird der erste Videostream zu einer Wiedergabevorrichtung gestreamt. Der erste Videostream kann beispielsweise als ein Basis- oder Minimalerfahrungsvideo für die Wiedergabe auf dem HMD gestreamt werden.

[0063] In Schritt S835 wird mindestens einer von den mehreren zweiten Videostreams zur Wiedergabevorrichtung gestreamt. Ein zweiter Stream kann beispielsweise von den mehreren zweiten Videostreams basierend auf einer Betrachtungsperspektive (oder auf was ein Betrachter des sphärischen Videos sich gegenwärtig konzentriert) ausgewählt werden.

[0064] In Schritt S840 wird an der Wiedergabevorrichtung der erste Videostream wiedergegeben. Beispielsweise kann der erste Videostream gerendert und auf dem HMD angezeigt werden. In Schritt S845 wird an der Wiedergabevorrichtung die Wiedergabe von zwei (oder mehr) der mehreren zweiten Videostreams basierend auf einer bestimmten Betrachtungsperspektive gewechselt. Während ein Benutzer des HMD eine Betrachtungsperspektive ändert (z. B. seinen Kopf und/oder seine Augen bewegt), können

die unterschiedlichen zweiten Videostreams für die Wiedergabe auf dem HMD ausgewählt werden.

[0065] In beispielhaften Implementierungen kann Video ohne eine gleichförmige Qualität aufzuweisen innerhalb von Frames und zwischen Frames gestreamt werden. Wenn ein Benutzer pausiert und sich umsieht, kann ein Inhalt mit hoher Qualität (z. B. hohe Auflösung) für die gesamte Sphäre des sphärischen Bildes gestreamt werden. Diese Technik könnte unter Verwendung der vorhandenen Streams implementiert werden: Hineinsuchen und Frames von allen erforderlichen Betrachtungsperspektiven decodieren und sie zu einem hochauflösenden Standbild zusammensetzen. Alternativ oder zusätzlich zu einem zusätzlichen Stream könnte ausgewählt und heruntergeladen werden. Bei einer Beispielimplementierung könnte eine höhere als die höchste Videoqualität (z. B. als ein Standbild) verwendet werden, wodurch ein Pausieren, um feine Details zu untersuchen, zu einer besseren Erfahrung gemacht wird.

[0066] **Fig. 9** veranschaulicht ein Verfahren zum Streamen eines sphärischen Videos. Wie gezeigt in **Fig. 9** wird in Schritt S905 bestimmt, ob ein sphärisches Streaming-Video pausiert wurde. Das Streaming-Video wird bei einer ersten Qualität gestreamt. Die Pause kann auf Benutzerinteraktion mit einer Wiedergabevorrichtung basieren und/oder das sphärische Streaming-Video kann konfiguriert sein, bei einem Zeitstempel(n) zu pausieren. Die Wiedergabevorrichtung kann die Pause zum Streaming-Server kommunizieren.

[0067] In Schritt S910 wird das Streamen des sphärischen Videos bei einer zweiten Qualität ausgelöst. Das Streamen kann die gesamte Sphäre des sphärischen Videos oder einen Abschnitt davon umfassen.

[0068] In Schritt S915 wird das mit der ersten Qualität gestreamte Video mit dem bei der zweiten Qualität gestreamten Video zusammengesetzt. Beispielsweise kann das bei der zweiten Qualität gestreamte Video Pixel einfüllen, die beim bei der ersten Qualität gestreamten Video fehlen. Beispielsweise kann das bei der zweiten Qualität gestreamte Video Pixel im bei der ersten Qualität gestreamten Video ersetzen. Beispielsweise kann das bei der zweiten Qualität gestreamte Video Pixel vom bei der ersten Qualität gestreamten Video überlagern.

[0069] Bei einem Anwendungsfall, der HMDs umfasst, sollte der Mittelabschnitt des Displays ein Bild hoher Qualität anzeigen. Dementsprechend sollten beispielhafte Implementierungen hochauflösenden Inhalt für die Mitte des Displays streamen. Weiter könnte mit dem Hinzufügen von Eyetracking hochauflösender Inhalt dorthin, wo das Auge sieht, geliefert werden. Auf der Streamingebene könnte ein schmales Video hoher Qualität in der Betrachtungsperspek-

tive gestreamt werden. Auf der Decodierungsebene könnte ein Codec angepasst sein, nur den Mittelbereich vollständig zu decodieren (z. B. unter Verwendung von SVC). Beim Rendern könnte nur der Mittelbereich zur GPU in hoher Qualität hochgeladen werden (es ist auch möglich einige GPU-Bandbreite einzusparen).

[0070] **Fig. 10** veranschaulicht ein Verfahren zum Streamen eines sphärischen Videos. Wie gezeigt in **Fig. 10** wird in Schritt S1005 eine Betrachtungsperspektive für ein sphärisches Streaming-Video basierend auf einer Head Mount Display-(HMD)-Position und/oder Eyetracking bestimmt. Es kann beispielsweise ein Ausrichtungssensor konfiguriert sein, eine Ausrichtung (oder Änderung in der Ausrichtung) der Augen eines Betrachters (oder seines Kopfes) zu detektieren. Beispielsweise kann der Ausrichtungssensor einen Beschleunigungsmesser umfassen, um eine Bewegung zu detektieren, und ein Gyroskop, um eine Ausrichtung zu detektieren. Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Ausrichtungssensor eine Kamera oder einen Infrarotsensor umfassen, der auf die Augen oder den Kopf des Betrachters fokussiert ist, um eine Ausrichtung der Augen oder des Kopfes des Betrachters zu bestimmen.

[0071] In Schritt S1010 wird eine foveale Referenz, die eine Referenz auf die foveale Struktur und foveale Position des menschlichen Auges ist, basierend auf der Betrachtungsperspektive bestimmt. Beispielsweise kann die foveale Referenz eine Betrachtungsperspektive und eine Betrachtungstiefe, die unter Verwendung von Eyetracking bestimmt wird, berücksichtigen. Bei einer Beispielimplementierung kann die Betrachtungstiefe basierend auf einem fovealen Abstand zwischen jedem Auge bestimmt werden. Da sich menschliche Augen auf eine variierende Tiefe fokussieren, kann sich mit anderen Worten der Abstand zwischen der Fovea (z. B. Pupille) jedes Auges ändern. Das sphärische Video wird dann (S1015) derart gestreamt, dass ein Bild hoher Qualität auf dem HMD an der fovealen Referenz angezeigt wird.

[0072] **Fig. 11** veranschaulicht ein Verfahren zum Streamen eines sphärischen Videos. Wie gezeigt in **Fig. 11** wird in Schritt S1105 ein erster Abschnitt eines sphärischen Streaming-Videos bestimmt, bei einer ersten Qualität gestreamt zu werden, die niedriger ist als eine mit einem zweiten Abschnitt des sphärischen Streaming-Videos verknüpfte zweite Qualität. Beispielsweise könnte der erste Abschnitt eines sphärischen Streaming-Videos als außerhalb einer Betrachtungsperspektive eines Betrachters bestimmt werden. Daher ist ein Video hoher Qualität wahrscheinlich nicht wichtig für eine Benutzererfahrung.

[0073] In Schritt S1110 wird das Streamen des sphärischen Videos ausgelöst, sodass der erste Abschnitt des sphärischen Streaming-Videos mindestens eines

von (1) einer niedrigen Framerate, einem Stream mit hoher Auflösung, (2) einem Monostream und/oder (3) einer reduzierten Farbe (oder schwarzweiss) ist. Beispielsweise kann ein Stream mit hoher Auflösung und einer niedrigen Framerate bevorzugt sein, da das Bild selbst klarer ist, obwohl die Änderungen an dem Bild weniger reibungslos sein können. Ein Monostream kann gegenüber einem 3D-Stream mit geringer Qualität bevorzugt sein. Eine reduzierte Farbe eines Bildes kann nicht so scharf sein, aber das Bild kann klarer sein.

[0074] Streams können basierend auf dem erwarteten Verhalten des Beobachters gewechselt werden. Beispielsweise kann eine beispielhafte Implementierung in der Lage sein, vorherzusagen, wo der Benutzer einer Wiedergabevorrichtung als Nächstes hinsehen wird. Beim Überwachen einer Kopfbewegung eines Benutzers wird dieser dazu tendieren, ihn nach links/rechts zu drehen, wenn er die Szene erforscht. Indem die Richtung und die relative Bewegung bestimmt werden, kann der Stream durch das Vorhersagen, wo der Kopf des Benutzers beim nächsten Keyframe sein wird, geändert werden. Dies kann verwendet werden, um sicherzustellen, dass hochauflösender Inhalt so häufig wie möglich ansehbar ist.

[0075] **Fig. 12** veranschaulicht ein Verfahren zum Streamen von einem sphärischen Video. Wie gezeigt in **Fig. 12** wird in Schritt S1205 ein Verhalten eines Benutzers eines Head Mount Displays (HMD) bestimmt. Es kann beispielsweise ein Ausrichtungssensor konfiguriert sein, eine Ausrichtung (oder Änderung in der Ausrichtung) der Augen eines Betrachters (oder seines Kopfes) zu detektieren. Beispielsweise kann der Ausrichtungssensor einen Beschleunigungsmesser umfassen, um eine Bewegung zu detektieren, und ein Gyroskop, um eine Ausrichtung zu detektieren. Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Ausrichtungssensor eine Kamera oder einen Infrarotsensor umfassen, der auf die Augen oder den Kopf des Betrachters fokussiert ist, um eine Ausrichtung der Augen oder des Kopfes des Betrachters zu bestimmen. Historisch (z. B. eine letzte Bewegung) Ausrichtungsänderungen können verwendet werden, um das Verhalten oder die nächste Bewegung zu bestimmen.

[0076] In Schritt S1210 wird von einem Stream des sphärischen Videos vorhergesagt, dass er auf das HMD gestreamt wird, basierend auf dem bestimmten Verhalten. Beispielsweise kann eine Links-Rechts-Bewegung (oder Verhalten) bestimmt werden. Die Links-Rechts-Bewegung kann verwendet werden, um einen nächsten zu streamenden Stream (z. B. hohe Qualität) vorherzusagen. Der nächste zu streamende Stream kann beim nächsten Keyframeintervall codiert werden. Dann wird in Schritt S1215 der vorhergesagte Stream des sphärischen

Videos zum HMD (oder einer Computervorrichtung, die mit dem HMD verknüpft ist) gestreamt.

[0077] Skalierbare Videocodierung (SVC) kann konfiguriert sein, eine schnellere Anpassung der Qualität zu ermöglichen als Streamwechseln. Ein Hybrid aus Streamwechseln und skalierbarem Stream könnte auch bevorzugt sein.

[0078] **Fig. 13** veranschaulicht ein Verfahren zum Streamen von einem sphärischen Video. Wie gezeigt in **Fig. 13** in Schritt S1305 ein sphärisches Video bei einer ersten Qualität. In Schritt S1310 wird das Streamen des sphärischen Videos ausgelöst. Es kann beispielsweise eine Wiedergabevorrichtung anfordern, dass das Video über eine Kommunikationsverbindung gestreamt wird. In Schritt S1315 wird mindestens ein Frame des sphärischen Videos während des Streamens des sphärischen Videos fallen gelassen, um eine zweite Qualität für das sphärische Video zu erreichen. Die zweite Qualität für das sphärische Video ist niedriger als die erste Qualität für das sphärische Video. Es könnte beispielsweise jeder zweite Frame in einem Anwendungsfall fallengelassen werden, wo der Stream als ein Stream von geringer Qualität gekennzeichnet ist. Bei einer Beispiimplemmentierung könnte der Stream von einer Kennzeichnung von geringer Qualität zu hoher Qualität wechseln. Dementsprechend könnte das Fallengelassen von Frames beendet werden und/oder geringere Frames könnten fallen gelassen werden, was in einem Stream höherer Qualität resultiert.

[0079] Das Verwenden mosaikartiger Netze und eine Ausführung von Verzerrungskorrektur auf der Eckpunktebene kann eine stückweise Annäherung der Verzerrungskorrektur geben. Unter der Annahme von gleicher Dreiecksgröße entspricht dies beispielsweise dem Ausführen der Verzerrungskorrektur nach dem Rendern an dem fertiggestellten Netz. Ein zusätzlicher Renderingdurchgang kann jedoch nicht erforderlich sein. Das Verwenden mosaikartiger Netze kann die folgenden Vorteile aufweisen (1) Nach-Verzerrung erfordert das Rendern zu einem Netz mit größerer Textur, (2) das Sampeln kann pro Bildschirmpixel ausgeführt werden, (3) entfernt einen Renderingdurchgang, (3) nicht ansehbare Bilder können vor der Renderzeit entfernt werden und (4) chromatische Aberration kann auf Kosten der Verdreifachung der Menge an Geometrie, die verarbeitet wird, korrigiert werden.

[0080] **Fig. 14** veranschaulicht ein Verfahren zum Streamen von einem sphärischen Video. Wie gezeigt in **Fig. 14** werden in Schritt S1405 decodierte Pixel in mehrere Eckpunktreihe gruppiert. Beispielsweise können die angrenzenden Pixel in eine Polygon-(z. B. dreieckige)-Form gruppiert werden.

[0081] In Schritt S1410 werden die mehreren Eckpunktreihe in ein mosaikartiges Netz gruppiert. Beispielsweise kann das mosaikartige Netz die Form eines Würfels aufweisen.

[0082] In Schritt S1415 wird eine Verzerrungskorrektur auf das mosaikartige Netz angewandt. Beispielsweise kann die Wiedergabevorrichtung (z. B. HMD) eine bekannte oder bestimmte Verzerrung aufweisen, die beispielsweise mit einer Linse und/oder einem Display verknüpft ist. Diese Verzerrung kann durch Anwenden einer Korrektur auf das mosaikartige Netz korrigiert werden. Dann wird in Schritt S1420 das verzerrungskorrigierte mosaikartige Netz, zum Anzeigen auf dem HMD gerendert.

[0083] **Fig. 15** ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Systems **1500** zum Erfassen und Rendern stereoskopischer Panoramen in einer virtuellen Realität-(VR)-3D-Umgebung. Im beispielhaften System **1500** kann ein Kameraträgersystem **1502** Bilder über ein Netzwerk **1504** erfassen und bereitstellen oder kann alternativ die Bilder direkt an ein Bildverarbeitungssystem **1506** zur Analyse und zum Verarbeiten bereitstellen. Bei einigen Implementierungen des Systems **1500** kann eine mobile Vorrichtung **1508** als das Kameraträgersystem **1502** fungieren, um Bilder überall im Netzwerk **1504** bereitzustellen. Sobald die Bilder erfasst wurden, kann das Bildverarbeitungssystem **1506** eine Anzahl an Berechnungen und Prozesse an den Bildern ausführen und beispielsweise die verarbeiteten Bilder an eine Head Mounted Display-(HMD)-Vorrichtung **1510** zum Rendern über das Netzwerk **1504** bereitstellen. Bei einigen Implementierungen kann das Bildverarbeitungssystem **1506** auch die verarbeiteten Bilder an die mobile Vorrichtung **1508** und/oder an die Computervorrichtung **1512** zum Rendern, Speichern oder für weiteres Verarbeiten bereitstellen.

[0084] Die HMD-Vorrichtung **1510** kann ein Headset der virtuellen Realität, eine Brille, ein Okular oder eine andere tragbare Vorrichtung darstellen, die fähig ist, Inhalte mit virtueller Realität anzuzeigen. Im Betrieb die HMD-Vorrichtung **1510** eine VR-Anwendung (nicht gezeigt) ausführen, die gegenüber einem Benutzer empfangene und/oder verarbeitete Bilder wiedergeben kann. Bei einigen Implementierungen kann die VR-Anwendung durch eine oder mehrere von den Vorrichtungen **1506**, **1508** oder **1512** gehostet werden, die in **Fig. 15** gezeigt sind. Bei einem Beispiel kann die HMD-Vorrichtung **1510** eine Videowiedergabe einer Szene bereitstellen, die durch das Kameraträgersystem **1502** erfasst wurde. Bei einem weiteren Beispiel kann die HMD-Vorrichtung **1510** die Wiedergabe von Standbildern, die in eine einzelne panoramaartige Szene zusammengeheftet sind, bereitstellen.

[0085] Das Kameraträgersystem-**1502** kann zur Verwendung als eine Kamera konfiguriert sein (die auch als Erfassungsvorrichtung bezeichnet werden kann) und/oder Verarbeitungsvorrichtung, um Bilddaten zum Rendern von Inhalt in einer VR-Umgebung zu sammeln. Obwohl das Kameraträgersystem **1502** als ein Blockdiagramm beschrieben mit bestimmter Funktionalität hierin gezeigt ist, kann das Trägersystem **1502** andere Formen annehmen und zusätzlich Zusatzfunktionalität aufweisen. Der Einfachheit halber beim Beschreiben der Funktionalität des Systems **1500** zeigt **Fig. 15** beispielsweise das Kameraträgersystem **1502** ohne um das Trägersystem herum angeordnete Kameras, um Bilder zu erfassen. Andere Implementierungen des Kameraträgersystems **1502** können jegliche Anzahl von Kameras umfassen, die um den Umfang eines kreisförmigen Kameraträgersystems herum angeordnet sein können, wie beispielsweise das Trägersystem **1502**.

[0086] Wie gezeigt in **Fig. 15** umfasst das Kameraträgersystem **1502** eine Anzahl an Kameras **1530** und ein Kommunikationssystem **1532**. Die Kameras **1530** können eine einzelne Fotokamera oder eine einzelne Videokamera umfassen. Bei einigen Implementierungen können die Kameras **1530** mehrere Fotokameras oder mehrere Videokameras umfassen, die nebeneinander entlang dem Außenumfang (z. B. Ring) des Trägersystems **1502** angeordnet (z. B. gesetzt) sind. Die Kameras **1530** können eine Videokamera, ein Bildsensor, eine Stereokamera, eine Infrarotkamera und/oder eine mobile Vorrichtung sein. Das Kommunikationssystem **1532** kann zum Hochladen und Herunterladen von Bildern, Befehlen und/oder anderem mit einer Kamera in Zusammenhang stehendem Inhalt verwendet werden. Die Kommunikation kann verdrahtet oder drahtlos sein und kann über ein privates oder öffentliches Netzwerk erfolgen.

[0087] Das Kameraträgersystem **1502** kann konfiguriert sein, als stationäres Trägersystem oder als ein drehbares Trägersystem zu fungieren. Jede Kamera auf dem Trägersystem ist versetzt von einem Drehpunkt für das Trägersystem angeordnet (z. B. platziert). Das Kameraträgersystem **1502** kann konfiguriert sein, um 360 Grad drehbar zu sein, um beispielsweise alles oder einen Abschnitt einer 360-Grad-Ansicht einer Szene zu durchlaufen und zu erfassen. Bei einigen Implementierungen kann das Trägersystem **1502** konfiguriert sein, in einer Ruhelage zu arbeiten, und bei einer derartigen Konfiguration können zusätzliche Kameras zu dem Trägersystem hinzugefügt werden, um zusätzlichen Blickwinkel nach außen für eine Szene zu erfassen.

[0088] Bei einigen Implementierungen umfasst das Kameraträgersystem **1502** mehrere digitale Videokameras, die in einer Seite-an-Seite- oder einer fortlaufenden Anordnung angeordnet sind, sodass ihre Lin-

sen jeweils in eine radial nach außen gerichtete Richtung zeigen, um einen unterschiedlichen Abschnitt der umgebenden Szene oder Umgebung anzusehen. Bei einigen Implementierungen sind die mehreren digitale Videokameras in einer tangentialen Konfiguration mit einer Betrachtungsrichtungstangente zum kreisförmigen Kameraträgersystem **1502** angeordnet. Das Kameraträgersystem **1502** kann beispielsweise mehrere digitale Videokameras umfassen, die derart angeordnet sind, dass ihre Linsen jeweils in einer radial nach außen gerichteten Richtung weisen, während sie tangential zu einer Basis des Trägersystems angeordnet sind. Die digitalen Videokameras können derart gerichtet werden, dass sie Inhalt in unterschiedlichen Richtungen erfassen, um Abschnitte mit unterschiedlichen Winkeln der umgebenden Szene anzusehen.

[0089] Bei einigen Implementierungen sind die Kameras in Stereopaaren an dem Kameraträgersystem **1502** angeordnet. Bei einer derartigen Konfiguration ist jede erste Kamera in jedem Stereopaar tangential zu einer Kreisbahn der Kameraträgersystembasis angeordnet (z. B. platziert) und (z. B. mit der Kameralinse) in einer Richtung nach links zeigend ausgerichtet. Jede zweite Kamera in jedem Stereopaar ist tangential zur Kreisbahn der Kameraträgersystembasis angeordnet (z. B. platziert) und (z. B. mit der Kameralinse) in einer Richtung nach rechts zeigend ausgerichtet.

[0090] Beispielhafte Einstellungen für die auf dem Kameraträgersystem verwendeten Kameras **1502** können einen Progressive Scan-Modus bei ungefähr 60 Frames pro Sekunde umfassen (d. h., ein Modus, bei dem jede Rasterlinie gesampelt wird, um jeden Frame des Videos zu erzeugen, anstatt jede zweite Linie, wie es der Standardaufnahmemodus der meisten Videokameras ist). Außerdem kann jede der Kameras mit identischen (oder ähnlichen) Einstellungen konfiguriert sein. Indem jede Kamera mit identischen (oder ähnlichen) Einstellungen konfiguriert wird, kann dies den Vorteil bereitstellen, Bilder zu erfassen, die nach der Erfassung in einer wünschenswerten Art und Weise aneinandergeheftet werden können. Beispielhafte Einstellungen können das Einstellen von einer oder mehreren der Kameras auf den gleichen Zoom, die gleiche Bildschärfe, Belichtung und Verschlusszeit sowie das Einstellen der Kameras, sodass sie einen Weißabgleich aufweisen, wobei die Stabilisierungsmerkmale entweder korreliert oder ausgeschaltet sind, umfassen.

[0091] Bei einigen Implementierungen kann das Kameraträgersystem **1502** vor dem Verwenden kalibriert werden, um ein oder mehrere Bilder oder Video zu erfassen. Jede Kamera auf dem Kameraträgersystem **1502** kann beispielsweise kalibriert und/oder konfiguriert sein, ein Panoramavideo aufzunehmen. Die Einstellungen können das Konfigurieren

des Trägersystems umfassen, sodass es beispielsweise bei einer bestimmten Drehgeschwindigkeit um einen 360-Grad-Durchlauf mit einem breiten Sichtfeld und im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn arbeitet. Bei einigen Implementierungen können die Kameras auf dem Trägersystem **1502** konfiguriert sein, beispielsweise einen Frame pro Grad eines 360-Grad-Durchlaufs eines Erfassungswegs um eine Szene herum zu erfassen. Bei einigen Implementierungen können die Kameras auf dem Trägersystem **1502** konfiguriert sein, beispielsweise mehrere Frames pro Grad eines 360-Grad-(oder weniger)-Durchlaufs eines Erfassungswegs um eine Szene herum zu erfassen. Bei einigen Implementierungen können die Kameras auf dem Trägersystem **1502** konfiguriert sein, beispielsweise mehrere Frames um einen Durchlauf eines Erfassungswegs herum um eine Szene herum zu erfassen, ohne insbesondere gemessene Frames pro Grad erfassen zu müssen.

[0092] Bei einigen Implementierungen können die Kameras konfiguriert (z. B. eingerichtet) sein, synchron zu arbeiten, um Video von den Kameras auf dem Kameraträgersystem zu einem spezifischen Zeitpunkt zu erfassen. Bei einigen Implementierungen können die Kameras konfiguriert sein, synchron zu arbeiten, um bestimmte Abschnitte von Video von einem oder mehreren der Kameras über einen Zeitraum zu erfassen. Ein weiteres Beispiel des Kalibrierens des Kameraträgersystems kann das Konfigurieren umfassen, wie eingehende Bilder gespeichert werden. Es können beispielsweise eingehende Bilder als Bilder oder Video gespeichert werden (z. B. .avi-Dateien, mpg-Dateien) und diese gespeicherten Bilder können ins Internet, zu einem anderen Server oder einer anderen Vorrichtung hochgeladen werden oder lokal mit jeder Kamera auf dem Kameraträgersystem **1502** gespeichert werden. Bei einigen Implementierungen können eingehende Bilder als codiertes Video gespeichert werden.

[0093] Das Bildverarbeitungssystem **1506** umfasst ein Interpolationsmodul **1514**, ein Erfassungskorrekturmodul **1516** und ein Heftmodul **1518**. Das Interpolationsmodul **1516** stellt Algorithmen dar, die beispielsweise verwendet werden können, um Abschnitte von Digitalbildern und digitalem Video zu sampeln und eine Anzahl an interpolierten Bildern zu bestimmen, von denen es wahrscheinlich ist, dass sie zwischen angrenzenden vom Kameraträgersystem erfassten Bildern **1502** auftreten. Bei einigen Implementierungen kann das Interpolationsmodul **1514** konfiguriert sein, interpolierte Bildfragmente, Bildabschnitte und/oder vertikale oder horizontale Bildstreifen zwischen angrenzenden Bildern zu bestimmen. Bei einigen Implementierungen kann das Interpolationsmodul **1514** konfiguriert sein, Flussfelder (und/oder Flussvektoren) zwischen in Beziehung stehenden Pixeln in angrenzenden Bildern zu bestimmen. Flussfelder können verwendet werden, um sowohl

Transformationen zu kompensieren, denen Bilder unterzogen wurden, als auch für das Verarbeiten von Bildern, die Transformationen unterzogen wurden. Es können beispielsweise Flussfelder verwendet werden, um eine Transformation eines bestimmten Pixelrasters eines erlangten Bildes zu kompensieren. Bei einigen Implementierungen kann das Interpolationsmodul **1514** durch Interpolation von Umgebungsbildern ein oder mehrere Bilder erzeugen, die nicht Teil der erfassten Bilder sind, und kann die erzeugten Bilder in die erfassten Bilder verschachteln, um zusätzliche Inhalte mit virtueller Realität für eine Szene zu erzeugen.

[0094] Das Erfassungskorrekturmodul **1516** kann konfiguriert sein, erfasste Bilder durch Kompensation einer nichtidealen Erfassungseinrichtung zu korrigieren. Beispielhafte Erfassungseinrichtungen können mittels nicht begrenzendem Beispiel eine kreisförmige Kameratrajektorie, eine parallele Haupt-(Kamera)-Achse, eine Betrachtungsrichtung, die zur Kameratrajektorie senkrecht ist, eine Betrachtungsrichtung, die zur Kameratrajektorie tangential ist, und/oder andere Erfassungsbedingungen umfassen. Bei einigen Implementierungen kann das Erfassungskorrekturmodul **1516** konfiguriert sein, eines oder beide von einer nicht kreisförmigen Kameratrajektorie während der Bilderfassung und/oder einer nichtparallelen Hauptachse während der Bilderfassung zu kompensieren.

[0095] Das Erfassungskorrekturmodul **1516** kann konfiguriert sein, eine bestimmte Reihe von Bildern anzupassen, um Inhalt, der unter Verwendung mehrerer Kameras erfasst wurde, zu kompensieren, bei denen die Kameratrennung größer als ungefähr 30 Grad ist. Wenn beispielsweise der Abstand zwischen den Kameras 40 Grad beträgt, kann das Erfassungskorrekturmodul **1516** jeden fehlenden Inhalt in einer bestimmten Szene basierend auf zu wenig Bildfeld durch Sammeln von Inhalt von zusätzlichen Kameras oder durch Interpolieren des fehlenden Inhalts berücksichtigen.

[0096] Bei einigen Implementierungen kann das Erfassungskorrekturmodul **1516** auch konfiguriert sein, die Reihe von Bildern anzupassen, um Kameraausrichtungsfehler aufgrund von Kamerahaltungsfehlern und dergleichen zu kompensieren. Wenn Kamerahaltungsfehler (z. B. Fehler aufgrund von Ausrichtung und Position der Kamera) während der Bilderfassung auftreten, kann das Modul **1516** beispielsweise zwei oder mehr Spalten von Pixeln von mehreren Bildframes mischen, um Artefakte einschließlich Artefakten aufgrund dürfiger Belichtung (oder Änderungen der Belichtung von Bildframe zu Bildframe) und/oder aufgrund von Ausrichtungsfehlern von einer oder mehreren Kameras zu entfernen. Das Heftmodul **1518** kann konfiguriert sein, stereoskopische 3D-Bilder basierend auf definierten, erlang-

ten und/oder interpolierten Bildern zu erzeugen. Das Heftmodul **1518** kann zum Mischen/Zusammenheften von Pixeln und/oder Bildstreifen von mehreren Bildabschnitten konfiguriert sein. Zusammenheften kann beispielsweise auf Flussfeldern wie bestimmt, durch das Interpolationsmodul **1514** basieren. Das Heftmodul **1518** kann interpolierte Bildframes (vom Interpolationsmodul **1514**) empfangen, die nicht Teil der Reihe von Bildern sind, und die Bildframes in die Reihe von Bildern verschachteln. Das Verschachteln kann umfassen, dass das Modul **1518** die Bildframes und die Reihe von Bildern basierend mindestens teilweise auf dem optischen Fluss, der durch das Interpolationsmodul **1514** erzeugt wird, aneinanderheftet. Die zusammengeheftete Kombination kann verwendet werden, um ein Omnistereopanorama zum Anzeigen in einem VR-HMD zu erzeugen. Die Bildframes können auf erfassten Videostreams basieren, die von einer Anzahl an Stereopaaren von Kameras, die auf einem bestimmten Trägersystem angeordnet sind, gesammelt wurden. Solch ein Trägersystem kann ungefähr 6 bis zu ungefähr 8 Kamerastereopaare umfassen. Andere Kombinationen solch eines Trägersystems können beispielsweise 12 bis 16 nicht gepaarte Kameras umfassen. Bei einigen Implementierungen kann das Trägersystem ein oder zwei Kamerastereopaare umfassen. Bei einigen Implementierungen kann das Trägersystem so viele Kamerastereopaare umfassen, die nebeneinander auf das Trägersystem gesetzt werden können. Bei einigen Implementierungen kann das Heftmodul **1518** Haltungsinformationen verknüpft mit mindestens einem Stereopaar verwenden, um einen Abschnitt der Reihe von Bildern vor dem Ausführen des Verschachtelns vorab zusammenzuheften.

[0097] Bei einigen Implementierungen des Bildverarbeitungssystems **1506** kann das Heftmodul **1518** eine optionale Komponente sein. Wenn beispielsweise Bilder in einer korrekten überstreichenden Bewegung über 360 Grad ohne Fehler erfasst werden, kann das Aneinanderheften der Bilder nicht erforderlich sein, um ein stereoskopisches 3D-Panorama einer Szene zu erlangen.

[0098] Das Bildverarbeitungssystem **1506** umfasst auch ein Projektionsmodul **1520** und ein Bildkorrekturmodul **1522**. Das Projektionsmodul **1520** kann konfiguriert sein, stereoskopische 3D-Bilder durch Projizieren von Bildern in eine ebene Perspektivebene zu erzeugen. Das Projektionsmodul **1520** kann beispielsweise eine Projektion der bestimmten Reihe von Bildern erlangen und kann eine Umprojektion eines Abschnitts der Reihe von Bildern durch Konvertieren von einigen der Bilder von einer ebenen perspektivischen Projektion in eine sphärische (d. h. äquirektanguläre) perspektivische Projektion konfigurieren. Die Konvertierungen umfassen Projektionsmodelliertechniken.

[0099] Projektionsmodellieren kann das Definieren eines Projektionszentrums und einer Projektionsebene umfassen. In den in dieser Offenbarung beschriebenen Beispielen kann das Projektionszentrum einen optischen Mittelpunkt bei einem Ursprung (0,0,0) eines vordefinierten xyz-Koordinatensystems darstellen. Die Projektionsebene kann vor dem Projektionszentrum angeordnet sein, wobei eine Kamera derart gerichtet ist, dass sie Bilder entlang einer z-Achse im xyz-Koordinatensystem erfasst. Im Allgemeinen kann eine Projektion unter Verwendung der Schnittfläche der ebenen Perspektivebene eines bestimmten Bildstrahls von einer Koordinate (x, y, z) zum Projektionszentrum berechnet werden. Konvertierungen der Projektion können durch Manipulieren der Koordinatensysteme unter Verwendung von Matrixberechnungen erfolgen.

[0100] Projektionsmodellieren für stereoskopische Panoramen umfasst generell das Verwenden von Mehrperspektivebildern, die kein einzelnes Projektionszentrum aufweisen. Die Mehrperspektive ist typischerweise als eine Kreisform (z. B. sphärisch) (siehe **Fig. 13B**) gezeigt. Rendern kann die Sphäre als eine Annäherung beim Umwandeln von einem Koordinatensystem in ein anderes verwenden.

[0101] Im Allgemeinen stellt eine sphärische (d. h. äquirektangulare) Projektion eine Ebene bereit, die eine Sphärenform aufweist, wobei das Zentrum der Sphäre das Projektionszentrum gleichmäßig umgibt. Ein perspektivische Projektion stellt eine Ansicht bereit, die Bilder von 3D-Objekten auf einer ebenen (z. B. 2D-Fläche) Perspektivebene bereitstellt, um die tatsächliche visuelle Wahrnehmung eines Benutzers anzunähern. Im Allgemeinen können Bilder auf flachen Bildebenen (z. B. Computermonitor, LCD-Bildschirm einer mobilen Vorrichtung) gerendert werden, sodass die Projektion in ebener Perspektive gezeigt wird, um eine unverzerrte Ansicht bereitzustellen. Eine ebene Projektion ermöglicht jedoch keine 360-Grad-Sichtfelder, sodass erfasste Bilder (z. B. Video) in äquirektangularer (d. h. sphärischer) Perspektive gespeichert und in eine ebene Perspektive zur Rendertime reprojiziert werden können.

[0102] Nachdem bestimmte Umprojektionen abgeschlossen sind, kann das Projektionsmodul **1520** umprojizierte Abschnitte von Bildern zum Rendern in einem HMD senden. Das Projektionsmodul **1520** kann beispielsweise Abschnitte einer Umprojektion an ein Display für das linke Auge im HMD **1510** und Abschnitte der Umprojektionen an ein Display für das rechte Auge im HMD **1510** bereitstellen. Bei einigen Implementierungen kann das Projektionsmodul **1520** konfiguriert sein, Vertikalparallaxe durch Umprojizieren von einer ebenen perspektivischen Projektion in eine sphärische perspektivische Projektion zu berechnen und zu reduzieren.

[0103] Das Bildkorrekturmodul **1522** kann konfiguriert sein, stereoskopische 3D-Bilder durch Kom pensieren von Verzerrung zu erzeugen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, perspektivische Verzerrung. Bei einigen Implementierungen kann das Bildkorrekturmodul **1522** einen bestimmten Abstand bestimmen, bei dem ein optischer Fluss für 3D-Stereo aufrechterhalten wird, und es kann die Bilder segmentieren, um nur Abschnitte einer Szene zu zeigen, in der solch ein Fluss aufrechterhalten wird. Das Bildkorrekturmodul **1522** kann beispielsweise bestimmen, dass der optische Fluss von 3D-Stereobildern zwischen ungefähr einem radialen Meter von einer Außenkante des kreisförmigen Kameraträgersystems **1502** beispielsweise bis zu ungefähr fünf radialen Metern von der Außenkante des Kameraträgersystems **1502** aufrechterhalten wird. Dementsprechend kann das Bildkorrekturmodul **1522** sicherstellen, dass das Muster zwischen einem Meter und fünf Metern zum Rendern im HMD **1510** in einer Projektion ausgewählt wird, die verzerrungsfrei ist, während auch geeignete 3D-Stereoeffekte bereitgestellt werden, die eine geeignete Parallaxe zu einem Benutzer des HMD **1510** sind.

[0104] Bei einigen Implementierungen kann das Bildkorrekturmodul **1522** einen optischen Fluss durch Anpassen bestimmter Bilder abschätzen. Die Anpassungen können beispielsweise das Berichtigten eines Abschnitts von Bildern, Bestimmen einer abgeschätzten Kamerahaltung, die mit dem Abschnitt von Bildern verknüpft ist, und das Bestimmen eines Flusses zwischen Bildern im Abschnitt umfassen. In einem nicht begrenzenden Beispiel kann das Bildkorrekturmodul **1522** einen Unterschied in einer Drehung zwischen zwei bestimmten Bildern kompensieren, in denen ein Fluss berechnet wird. Diese Korrektur kann derart fungieren, dass sie die Flusskomponente entfernt, die durch einen Drehungsunterschied (d. h. Drehungsfluss) bewirkt wird. Solch eine Korrektur resultiert in durch die Übersetzung bewirktem Fluss (z. B. Parallaxe-Fluss), der die Komplexität von Flussabschätzungs berechnungen, während des Herstellens der resultierenden Bilder korrekt und robust reduzieren kann. Bei einigen Implementierungen können Prozesse zusätzlich zur Bildkorrektur vor dem Rendern an den Bildern ausgeführt werden. Beispielsweise können Heft-, Misch- oder zusätzliche Korrekturprozesse an den Bildern ausgeführt werden, bevor das Rendern erfolgt.

[0105] Bei einigen Implementierungen kann das Bildkorrekturmodul **1522** die Projektionsverzerrung korrigieren, die durch Bildinhalt bewirkt ist, der mit Kamerageometrien erfasst wurde, die nicht auf ebenen perspektivischen Projektionen basieren. Beispielsweise können Korrekturen an den Bildern durch Interpolieren von Bildern von einer Anzahl an unterschiedlichen Betrachtungswinkeln und durch Konditionieren von Betrachtungsstrahlen angewandt werden, die mit

den Bildern als von einem gemeinsamen Ursprung herstammend verknüpft sind. Die interpolierten Bilder können in erfasste Bilder verschachtelt werden, um virtuellen Inhalt zu erzeugen, der am menschlichen Auge mit einem angenehmen Niveau einer Drehungsparallaxe für das menschliche Auge korrekt erscheint.

[0106] Im beispielhaften System **1500** können die Vorrichtungen **1506**, **1508** und **1512** ein Laptop, ein Desktop-Computer, eine mobile Computervorrichtung oder eine Spielkonsole sein. Bei einigen Implementierungen können die Vorrichtungen **1506**, **1508** und **1512** eine mobile Computervorrichtung sein, die innerhalb der HMD-Vorrichtung **1510** angeordnet (z. B. platziert/lokaliert) werden kann. Die mobile Computervorrichtung kann eine Anzeigevorrichtung umfassen, die beispielsweise als der Bildschirm für die HMD-Vorrichtung **1510** verwendet werden kann. Die Vorrichtungen **1506**, **1508** und **1512** können Hardware und/oder Software umfassen, um eine VR-Anwendung auszuführen. Außerdem können die Vorrichtungen **1506**, **1508** und **1512** Hardware und/oder Software umfassen, die 3D-Bewegung der HMD-Vorrichtung **1510** erkennen, überwachen und nachverfolgen kann, wenn diese Vorrichtungen vor der HMD-Vorrichtung **1510** platziert oder innerhalb eines Bereichs von Positionen relativ dazu gehalten werden. Bei einigen Implementierungen können die Vorrichtungen **1506**, **1508** und **1512** zusätzlichen Inhalt an die HMD-Vorrichtung **1510** über das Netzwerk **1504** bereitstellen. Bei einigen Implementierungen können die Vorrichtungen **1502**, **1506**, **1508**, **1510** und **1512** mit einer oder mehreren zueinander verbunden sein/ eine Schnittstelle bilden entweder gepaart mit oder verbunden durch Netzwerk **1504**. Die Verbindung kann verdrahtet oder drahtlos sein. Das Netzwerk **1504** kann ein allgemeines Kommunikationsnetzwerk oder ein privates Kommunikationsnetzwerk sein.

[0107] Das System **1500** kann elektronischen Informationsspeicher umfassen. Der elektronische Informationsspeicher kann ein nicht flüchtiges Speichermedium umfassen, das elektronisch Informationen speichert. Der elektronische Speicher kann konfiguriert sein, erfasste Bilder, erlangte Bilder, vorverarbeitete Bilder, nachverarbeitete Bilder usw. zu speichern. Mit irgendwelchen der offenbarten Kameraträgersysteme erfasste Bilder können als ein oder mehrere Videostreams verarbeitet und gespeichert oder als individuelle Frames gespeichert werden. Bei einigen Implementierungen kann ein Speichern während der Erfassung erfolgen und Rendern kann direkt nach Abschnitten von Erfassung erfolgen, um schnelleren Zugriff auf panoramaartigen Stereoinhalt zu ermöglichen, früher als wenn die Erfassung und Verarbeitung gleichzeitig erfolgen würden.

[0108] Im Beispiel von **Fig. 16A** kann ein Videocodiersystem **1600** mindestens eine Computervor-

richtung sein oder umfassen und sollte als praktisch jede Computervorrichtung darstellend verstanden werden, die konfiguriert ist, die hierin beschriebenen Verfahren auszuführen. Als solches kann das Videocodiersystem **1600** als verschiedene Komponenten umfassend, die verwendet werden können, um die hierin beschriebenen Techniken oder unterschiedliche oder zukünftige Versionen davon zu implementieren, verstanden werden. Beispielsweise ist das Videocodiersystem **1600** als mindestens einen Prozessor **1605** sowie mindestens einen Speicher **1610** (z. B. ein nicht flüchtiges computerlesbares Speichermedium) umfassend veranschaulicht.

[0109] **Fig. 16A** veranschaulicht das Videocodiersystem gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform. Wie gezeigt in **Fig. 16A** umfasst das Videocodiersystem **1600** den mindestens einen Prozessor **1605**, den mindestens einen Speicher **1610**, eine Steuerung **1620** und einen Videocodierer **1625**. Der mindestens eine Prozessor **1605**, der mindestens eine Speicher **1610**, die Steuerung **1620** und der Videocodierer **1625** sind kommunikativ über Bus **1615** gekoppelt.

[0110] Es ist denkbar, dass der mindestens eine Prozessor **1605** verwendet werden kann, um Befehle auszuführen, die in dem mindestens einen Speicher **1610** gespeichert sind, um die verschiedenen hierin beschriebenen Merkmale und Funktionen oder zusätzliche oder alternative Merkmale und Funktionen dadurch zu implementieren. Natürlich können der mindestens eine Prozessor **1605** und der mindestens eine Speicher **1610** für verschiedene andere Zwecke verwendet werden. Es ist insbesondere offensichtlich, dass der mindestens eine Speicher **1610** als ein Beispiel unterschiedlicher Arten von Speicher und zugehöriger Hardware und Software darstellend verstanden werden kann, die verwendet werden könnten, um irgendwelche der hierin beschriebenen Module zu implementieren.

[0111] Der mindestens eine Speicher **1610** kann konfiguriert sein, Daten und/oder Informationen zu speichern, die mit dem Videocodiersystem **1600** verknüpft sind. Der mindestens eine Speicher **1610** kann eine geteilte Ressource sein. Beispielsweise kann das Videocodiersystem **1600** ein Element eines größeren Systems (z. B. eines Servers, eines Personal-Computers, einer mobilen Vorrichtung und dergleichen) sein. Daher kann der mindestens eine Speicher **1610** konfiguriert sein, Daten und/oder Informationen zu speichern, die mit anderen Elementen (z. B. Bild/Video-Serving, Webbrowsing oder verdrahtete/drahtlose Kommunikation) innerhalb des größeren Systems verknüpft sind.

[0112] Die Steuerung **1620** kann konfiguriert sein, verschiedene Steuersignale zu erzeugen und die Steuersignale zu verschiedenen Blöcken im Videoco-

dierersystem **1600** zu kommunizieren. Die Steuerung **1620** kann konfiguriert sein, die Steuersignale zu erzeugen, um die nachfolgend beschriebenen Techniken zu implementieren. Die Steuerung **1620** kann konfiguriert sein, den Videocodierer **1625** zu steuern, um ein Bild, eine Sequenz von Bildern, einen Videoframe, eine Videosequenz und dergleichen gemäß beispielhaften Ausführungsformen zu codieren. Die Steuerung **1620** kann beispielsweise Steuersignale erzeugen, die Videoqualität entsprechen.

[0113] Der Videocodierer **1625** kann konfiguriert sein, eine Videostreameingabe **5** zu empfangen und komprimierte (z. B. codierte) Videobits **10** auszugeben. Der Videocodierer **1625** kann die Videostreameingabe **5** in diskrete Videoframes umwandeln. Die Videostreameingabe **5** kann auch ein Bild sein und dementsprechend können die komprimierten (z. B. codierten) Videobits **10** auch komprimierte Bildbits sein. Der Videocodierer **1625** kann ferner jeden diskreten Videoframe (oder jedes Bild) in eine Matrix von Blöcken (im Folgenden als Blöcke bezeichnet) umwandeln. Beispielsweise kann eine Videoframe (oder Bild) in eine 16×16 -, eine 16×8 -, eine 8×8 -, eine 4×4 - oder 2×2 -Matrix von Blöcken umgewandelt werden, von denen jede eine Anzahl an Pixeln aufweist. Obwohl fünf beispielhafte Matrizen aufgeführt sind, sind beispielhafte Ausführungsformen nicht darauf begrenzt.

[0114] Die komprimierten Videobits **10** können die Ausgabe des Videocodierersystems **1600** darstellen. Beispielsweise können die komprimierten Videobits **10** einen codierten Videoframe (oder ein codiertes Bild) darstellen. Beispielsweise können die komprimierten Videobits **10** zur Übertragung zu einer Empfangsvorrichtung (nicht gezeigt) bereit sein. Beispielsweise können die Videobits zu einem Systemtransceiver (nicht gezeigt) zur Übertragung zur Empfangsvorrichtung gesendet werden.

[0115] Der mindestens eine Prozessor **1605** kann konfiguriert sein, Computeranweisungen auszuführen, die mit der Steuerung **1620** und/oder dem Videocodierer **1625** verknüpft sind. Der mindestens eine Prozessor **1605** kann eine geteilte Ressource sein. Beispielsweise kann das Videocodierersystem **1600** ein Element eines größeren Systems (z. B. einer mobilen Vorrichtung) sein. Daher kann der mindestens eine Prozessor **1605** konfiguriert sein, Computeranweisungen auszuführen, die mit anderen Elementen (z. B. Bild/Video-Serving, Webbrowsing oder verdrahtete/drahtlose Kommunikation) innerhalb des größeren Systems verknüpft sind.

[0116] Im Beispiel von **Fig. 16B** kann ein Videodecodierersystem **1650** mindestens eine Computervorrichtung sein oder umfassen und sollte als praktisch jede Computervorrichtung darstellend verstanden werden, die konfiguriert ist, die hierin beschrie-

benen Verfahren auszuführen. Als solches kann das Videodecodierersystem **1650** als verschiedene Komponenten umfassend, die verwendet werden können, um die hierin beschriebenen Techniken oder unterschiedliche oder zukünftige Versionen davon zu implementieren, verstanden werden. Beispielsweise ist das Videodecodierersystem **1650** als mindestens einen Prozessor **1655** sowie mindestens einen Speicher **1660** (z. B. ein nicht flüchtiges computerlesbares Speichermedium) umfassend veranschaulicht.

[0117] Daher versteht es sich, dass der mindestens eine Prozessor **1655** verwendet werden kann, um Befehle auszuführen, die in dem mindestens einen Speicher **1660** gespeichert sind, um die verschiedenen hierin beschriebenen Merkmale und Funktionen oder zusätzliche oder alternative Merkmale und Funktionen dadurch zu implementieren. Natürlich können der mindestens eine Prozessor **1655** und der mindestens eine Speicher **1660** für verschiedene andere Zwecke verwendet werden. Es ist insbesondere offensichtlich, dass der mindestens eine Speicher **1660** als ein Beispiel unterschiedlicher Arten von Speicher und zugehöriger Hardware und Software darstellend verstanden werden kann, die verwendet werden könnten, um irgendwelche der hierin beschriebenen Module zu implementieren. Gemäß beispielhaften Ausführungsformen können das Videocodierersystem **1600** und das Videodecodierersystem **1650** in einem gleichen größeren System (z. B. einem Personal-Computer, einer mobilen Vorrichtung und dergleichen) umfasst sein.

[0118] Der mindestens eine Speicher **1660** kann konfiguriert sein, Daten und/oder Informationen zu speichern, die mit dem Videodecodierersystem **1650** verknüpft sind. Der mindestens eine Speicher **1660** kann eine geteilte Ressource sein. Beispielsweise kann das Videodecodierersystem **1650** ein Element eines größeren Systems (z. B. eines Personal-Computers, einer mobilen Vorrichtung und dergleichen) sein. Daher kann der mindestens eine Speicher **1660** konfiguriert sein, Daten und/oder Informationen zu speichern, die mit anderen Elementen (z. B. Webbrowsing oder drahtloser Kommunikation) innerhalb des größeren Systems verknüpft sind.

[0119] Die Steuerung **1670** kann konfiguriert sein, verschiedene Steuersignale zu erzeugen und die Steuersignale zu verschiedenen Blöcken im Videodecodierersystem **1650** zu kommunizieren. Die Steuerung **1670** kann konfiguriert sein, die Steuersignale zu erzeugen, um die nachfolgend beschriebenen Videocodierungs-/decodierungstechniken zu implementieren. Die Steuerung **1670** kann konfiguriert sein, den Videodecodierer **1675** zu steuern, um einen Videoframe gemäß beispielhaften Ausführungsformen zu decodieren.

[0120] Der Videodecodierer **1675** kann konfiguriert sein, eine Eingabe komprimierter (z. B. codiert) Videobits **10** zu empfangen und einen Videostream **5** auszugeben. Der Videodecodierer **1675** kann diskrete Videoframes der komprimierten Videobits **10** in den Videostream **5** umwandeln. Die komprimierten (z. B. codierten) Videobits **10** können auch komprimierte Bildbits sein und dementsprechend kann der Videostream **5** auch ein Bild sein.

[0121] Der mindestens eine Prozessor **1655** kann konfiguriert sein, Computerbefehle auszuführen, die mit der Steuerung **1670** und/oder dem Videodecodierer **1675** verknüpft sind. Der mindestens eine Prozessor **1655** kann eine geteilte Ressource sein. Beispielsweise kann das Videodecodiersystem **1650** ein Element eines größeren Systems (z. B. eines Personal-Computers, einer mobilen Vorrichtung und der gleichen) sein. Daher kann der mindestens eine Prozessor **1655** konfiguriert sein, Computeranweisungen auszuführen, die mit anderen Elementen (z. B. Webrowsing oder drahtloser Kommunikation) innerhalb des größeren Systems verknüpft sind.

[0122] Die **Fig. 17A** und **Fig. 17B** veranschaulichen entsprechend ein Ablaufdiagramm für den Videodecodierer **1625**, der in **Fig. 16A** gezeigt ist, und den Videodecodierer **1675**, der in **Fig. 16B** gezeigt ist, gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform. Der Videodecodierer **1625** (vorstehend beschrieben) umfasst einen sphärischen zu 2D-Darstellungsblock **1705**, einen Vorhersageblock **1710**, einen Transformationsblock **1715**, einen Quantisierungsblock **1720**, einen Entropiecodierungsblock **1725**, einen Rückquantisierungsblock **1730**, einen Rücktransformationsblock **1735**, einen Rekonstruktionsblock **1740** und einen Schleifenfilterblock **1745**. Andere strukturelle Variationen des Videodecodierers **1625** können verwendet werden, um den eingegebenen Videostream **5** zu codieren. Wie gezeigt in **Fig. 17A** stellen gestrichelte Linien einen Rekonstruktionspfad unter den mehreren Blöcken dar und durchgezogene Linien stellen einen Vorwärtspfad unter den mehreren Blöcken dar.

[0123] Jeder der vorstehend beschriebenen Blöcke kann als Softwarecode ausgeführt werden, der in einem Speicher (z. B. mindestens einem Speicher **1610**) gespeichert ist, verknüpft mit einem Videodecodiersystem (z. B. wie gezeigt in **Fig. 16A**) und kann von mindestens einem Prozessor (z. B. mindestens einem Prozessor **1605**) ausgeführt werden, der mit dem Videodecodiersystem verknüpft ist. Es sind jedoch alternative Ausführungsformen wie ein als ein Spezialprozessor verkörperter Videodecodierer denkbar. Beispielsweise kann jeder der vorstehend beschriebenen Blöcke (allein und/oder in Kombination) eine anwenderspezifisch-integrierte Schaltung oder ASIC sein. Beispielsweise kann der ASIC als der

Transformationsblock **1715** und/oder der Quantisierungsblock **1720** konfiguriert sein.

[0124] Die sphärische zu 2D-Darstellungsblock **1705** kann konfiguriert sein, einen sphärischen Frame oder ein Bild zu einer 2D-Darstellung des sphärischen Frames oder Bildes zuzuordnen. **Fig. 18** veranschaulicht beispielsweise die Sphäre **1800** (z. B. als ein Frame oder ein Bild). Die Sphäre **1800** (oder ein Abschnitt davon) kann auf eine 2D-Fläche projiziert werden. Die Projektion kann beispielsweise äquirektangular, semi-äquirektangular oder kubisch sein.

[0125] Der Vorhersageblock **1710** kann konfiguriert sein, Videoframe-Kohärenz zu verwenden (z. B. Pixel, die sich verglichen mit zuvor codierten Pixeln nicht geändert haben). Eine Vorhersage kann zwei Arten umfassen. Beispielsweise kann eine Vorhersage Intra-Frame-Vorhersage und Zwischen-Frame-Vorhersage umfassen. Intra-Frame-Vorhersage steht in Zusammenhang mit dem Vorhersagen der Pixelwerte in einem Block eines Bildes relativ zu Referenzmustern in angrenzenden zuvor codierten Blöcken des gleichen Bildes. Bei der Intra-Frame-Vorhersage wird eine Probe von rekonstruierten Pixeln innerhalb des gleichen Frames zum Zweck des Reduzierens des Restfehlers vorhergesagt, der durch den Transformations-(z. B. Entropiecodierungsblock **1725**) und Entropiecodierungs-(z. B. Entropiecodierungsblock **1725**)-Teil eines vorhersagenden Transformationscodecs codiert wird. Zwischen-Frame-Vorhersage steht in Zusammenhang mit dem Vorhersagen der Pixelwerte in einem Block eines Bildes relativ zu Daten eines zuvor codierten Bildes.

[0126] Der Transformationsblock **1715** kann konfiguriert sein, die Werte der Pixel von der räumlichen Domäne zu konvertieren, um Transformationskoeffizienten in einer Transformationsdomäne umzuwandeln. Die Transformationskoeffizienten können einer zweidimensionalen Matrix von Koeffizienten entsprechen, die für gewöhnlich die gleiche Größe wie der Originalblock ist. Mit anderen Worten kann es soviel Transformationskoeffizienten geben wie Pixel im Originalblock. Aufgrund der Umwandlung kann ein Abschnitt der Transformationskoeffizienten Werte, die gleich Null sind, aufweisen.

[0127] Der Transformationsblock **1715** kann zum Transformieren des Rests (von dem Vorhersageblock **1710**) in Transformationskoeffizienten in beispielsweise der Frequenzdomäne konfiguriert sein. Gewöhnlich umfassen Transformationen die Karhunen-Loeve-Transformation (KLT), die diskrete Cosinustransformation (DCT), die Singularwertzerlegungstransformation (SVD) und die asymmetrische diskrete Sinustransformation (ADST).

[0128] Der Quantisierungsblock **1720** kann konfiguriert sein, die Daten in jedem Transformationskoeffizienten zu reduzieren. Quantisierung kann das Zuordnen von Werten innerhalb eines verhältnismäßig großen Bereichs zu Werten in einem verhältnismäßig kleinen Bereich einbeziehen, was daher die Menge an erforderlichen Daten reduziert, um die quantisierten Transformationskoeffizienten darzustellen. Der Quantisierungsblock **1720** kann die Transformationskoeffizienten in diskrete Werte der Menge transformieren, die als quantisierte Transformationskoeffizienten oder Quantisierungsniveaus bezeichnet werden. Beispielsweise kann der Quantisierungsblock **1720** konfiguriert sein, Nullen zu den mit einem Transformationskoeffizienten verknüpften Daten hinzuzufügen. Beispielsweise kann ein Codierstandard **128** Quantisierungsniveaus in einem Skalarquantisierungsprozess definieren.

[0129] Die quantisierten Transformationskoeffizienten werden dann durch den Entropiecodierungsblock **1725** entropiecodiert. Die entropiecodierten Koeffizienten werden zusammen mit den Informationen, die zum Decodieren des Blocks erforderlich sind, wie beispielsweise die Art der verwendeten Vorhersage, Bewegungsvektoren und Quantisiererwert, dann als die komprimierten Videobits **10** ausgegeben. Die komprimierten Videobits **10** können unter Verwendung verschiedener Techniken, wie Lauflängenkodierung (RLE) und Nulllaufcodierung formatiert werden.

[0130] Der Rekonstruktionspfad in **Fig. 17A** ist vorhanden, um sicherzustellen, dass sowohl der Videocodierer **1625** als auch der Videodecodierer **1675** (nachfolgend beschrieben in Bezug auf **Fig. 17B**) die gleichen Bezugsframes verwenden, um komprimierte Videobits **10** (oder komprimierte Bildbits) zu decodieren. Der Rekonstruktionspfad führt Funktionen aus, die Funktionen ähnlich sind, die während des Decodierprozesses erfolgen, die ausführlicher beschrieben werden, einschließlich Rückquantisierung der quantisierten Transformationskoeffizienten am Rückquantisierungsblock **1730** und Rücktransformieren der rückquantisierten Transformationskoeffizienten am Rücktransformationsblock **1735**, um einen abgeleiteten Restblock (abgeleiteter Rest) zu erzeugen. Im Rekonstruktionsblock **1740** kann der Vorhersageblock, der am Vorhersageblock **1710** vorhergesagt wurde, zum abgeleiteten Rest hinzugefügt werden, um einen rekonstruierten Block zu erzeugen. Die Schleifenfilterstufe **1745** kann dann auf den rekonstruierten Block angewandt werden, um Verzerrung, wie beispielsweise blockierende Artefakte, zu reduzieren.

[0131] Der vorstehend beschriebene Videocodierer **1625** in Bezug auf **Fig. 17A** umfasst die gezeigten Blöcke. Beispielhafte Ausführungsformen sind jedoch nicht darauf begrenzt. Zusätzliche Blöcke können basierend auf den unterschiedlichen verwende-

ten Videocodierungskonfigurationen und/oder -techniken hinzugefügt werden. Weiter kann jeder der Blöcke, der im Videocodierer **1625** gezeigt und vorstehend in Bezug auf **Fig. 17A** beschrieben ist, optionale Blöcke sein basierend auf den verwendeten unterschiedlichen Videocodierungskonfigurationen und/oder -techniken.

[0132] **Fig. 17B** ist ein schematisches Blockdiagramm eines Decoders **1675**, der konfiguriert ist, komprimierte Videobits **10** (oder komprimierte Bildbits) zu decodieren. Der Decoder **1675** umfasst ähnlich der Rekonstruktionsbahn des Codierers **1625**, die zuvor beschrieben wurde, einen Entropiedecodierblock **1750**, einen Rückquantisierungsblock **1755**, einen Rücktransformationsblock **1760**, einen Rekonstruktionsblock **1765**, einen Schleifenfilterblock **1770**, einen Vorhersageblock **1775**, einen Deblockierungsfilterblock **1780** und einen 2D-Darstellung-zu-sphärisch-Block **1785**.

[0133] Die Datenelemente innerhalb der komprimierten Videobits **10** können durch den Entropiedecodierblock **1750** (unter Verwendung von beispielsweise Context Adaptive Binary Arithmetic Decoding) decodiert werden, um eine Reihe von quantisierten Transformationskoeffizienten zu erzeugen. Der Rückquantisierungsblock **1755** dequantisiert die quantisierten Transformationskoeffizienten und der Rücktransformationsblock **1760** rücktransformiert (unter Verwendung von ADST) die dequantisierten Transformationskoeffizienten, um einen abgeleiteten Rest zu erzeugen, der identisch mit dem sein kann, der durch die Rekonstruktionsstufe im Codierer **1625** erzeugt wurde.

[0134] Unter Verwendung von Headerinformationen, die von den komprimierten Videobits **10** decodiert wurden, kann der Decoder **1675** den Vorhersageblock **1775** verwenden, um den gleichen Vorhersageblock zu erzeugen, wie er im Codierer **1675** erzeugt wurde. Beim Rekonstruktionsblock **1765** kann der Vorhersageblock zum abgeleiteten Restblock hinzugefügt werden, um einen rekonstruierten Block zu erzeugen. Die Schleifenfilterstufe **1770** kann auf den rekonstruierten Block angewandt werden, um blockierende Artefakte zu reduzieren. Der Deblockierungsfilterblock **1780** kann auf den rekonstruierten Block angewandt werden, um eine Blockierungsverzerrung zu reduzieren, und das Ergebnis wird als Videostream **5** ausgegeben.

[0135] Der 2D-Darstellung-zu-sphärisch-Block **1785** kann konfiguriert sein, eine 2D-Darstellung eines sphärischen Frames oder Bildes zu einem sphärischen Frame oder Bild zuzuordnen. **Fig. 18** veranschaulicht beispielsweise die Sphäre **1800** (z. B. als ein Frame oder ein Bild). Die Sphäre **1800** könnte zuvor auf eine 2D-Fläche projiziert worden sein. Die Projektion kann beispielsweise äquirektangular, se-

mi-äquirektangular oder kubisch sein. Das Zuordnen der 2D-Darstellung eines sphärischen Frames oder Bildes zu dem sphärischen Frame oder Bild kann die Umkehrung des vorhergehenden Zuordnens sein.

[0136] Der vorstehend in Bezug auf **Fig. 17B** beschriebene Videodecodierer **1675** umfasst die gezeigten Blöcke. Beispielhafte Ausführungsformen sind jedoch nicht darauf begrenzt. Zusätzliche Blöcke können basierend auf den unterschiedlichen verwendeten Videocodierungskonfigurationen und/oder -techniken hinzugefügt werden. Weiter kann jeder der Blöcke, der im Videodecodierer **1675** gezeigt und vorstehend in Bezug auf **Fig. 17B** beschrieben ist, basierend auf den verwendeten unterschiedlichen Videocodierungskonfigurationen und/oder -techniken optionale Blöcke sein.

[0137] Der Codierer **1625** und der Decoder können konfiguriert sein, entsprechend sphärisches Video und/oder sphärische Bilder zu codieren und sphärisches Video und/oder sphärische Bilder zu decodieren. Ein sphärisches Bild ist ein Bild, das mehrere sphärisch organisierte Pixel umfasst. Mit anderen Worten ist ein sphärisches Bild ein Bild, das in allen Richtungen kontinuierlich ist. Dementsprechend kann sich ein Betrachter eines sphärischen Bildes neu positionieren (z. B. seinen Kopf oder seine Augen bewegen) in jeder Richtung (z. B. nach oben, nach unten, links, rechts oder jede Kombination davon) und sieht kontinuierlich einen Abschnitt des Bildes.

[0138] Ein sphärisches Bild kann Perspektive aufweisen. Beispielsweise könnte ein sphärisches Bild ein Bild eines Erdballs sein. Eine Perspektive innerhalb könnte eine Ansicht von einer Mitte des Erdballs sein, von der nach außen gesehen wird. Oder die Perspektive innerhalb könnte auf dem Erdball sein, von dem in den Raum gesehen wird. Eine äußere Perspektive könnte eine Ansicht vom Raum sein, von dem auf den Erdball herabgesehen wird. Als ein weiteres Beispiel kann Perspektive darauf basieren, was ansehbar ist. Mit anderen Worten kann eine ansehbare Perspektive diejenige sein, die durch einen Betrachter gesehen werden kann. Die ansehbare Perspektive kann ein Abschnitt des sphärischen Bildes sein, das sich vor dem Betrachter befindet. Wenn beispielsweise von einer Perspektive innerhalb gesehen wird, könnte ein Betrachter auf dem Boden (z. B. Erde) liegen und in den Raum hinaussehen. Der Betrachter kann in dem Bild den Mond, die Sonne oder spezifische Sterne sehen. Obwohl sich der Boden, auf dem der Betrachter liegt, in dem sphärischen Bild beinhaltet ist, befindet sich der Boden außerhalb der gegenwärtig ansehbaren Perspektive. Bei diesem Beispiel könnte der Betrachter seinen Kopf wenden und der Boden würde in einer peripheren ansehbaren Perspektive beinhaltet sein. Der Betrachter könnte sich umdrehen und der Boden befände sich in

der ansehbaren Perspektive, wohingegen der Mond, die Sonne oder die Sterne sich nicht darin befänden.

[0139] Eine ansehbare Perspektive von einer äußeren Perspektive kann ein Abschnitt des sphärischen Bildes sein, das (z. B. durch einen anderen Abschnitt des Bildes) nicht blockiert ist, und/oder ein Abschnitt des sphärischen Bildes, der nicht aus der Ansicht heraus ist. Ein weiterer Abschnitt des sphärischen Bildes kann von einer äußeren Perspektive in eine ansehbare Perspektive durch Bewegen (z. B. Drehen) des sphärischen Bildes und/oder durch eine Bewegung des sphärischen Bildes gebracht werden. Daher ist die ansehbare Perspektive ein Abschnitt des sphärischen Bildes, der sich innerhalb eines ansehbaren Bereichs eines Betrachters des sphärischen Bildes befindet.

[0140] Ein sphärisches Bild ist ein Bild, das sich in Bezug auf Zeit nicht ändert. Ein sphärisches Bild von einer Perspektive innerhalb in Bezug auf die Erde kann beispielsweise den Mond und die Sterne in einer Position zeigen. Wohingegen sich ein sphärisches Video (oder eine Sequenz von Bildern) in Bezug auf Zeit ändern kann. Ein sphärisches Video von einer Perspektive innerhalb in Bezug auf die Erde kann beispielsweise den Mond und die Sterne zeigen, die sich bewegen (z. B. aufgrund der Erddrehung) und/oder einen Strahl eines Flugzeugs über das Bild (z. B. den Himmel) hinweg.

[0141] **Fig. 18** ist eine zweidimensionale (2D) Darstellung einer Sphäre. Wie gezeigt in **Fig. 18** veranschaulicht die Sphäre **1800** (z. B. als ein sphärisches Bild) eine Richtung der Perspektive innerhalb **1805**, **1810**, der Perspektive außerhalb **1815** und der ansehbaren Perspektive **1820**, **1825**, **1830**. Die ansehbare Perspektive **1820** kann ein Abschnitt eines sphärischen Bildes **1835** wie gesehen von der Perspektive innerhalb **1810** sein. Die ansehbare Perspektive **1820** kann ein Abschnitt der Sphäre **1800** wie gesehen aus der Perspektive innerhalb **1805** sein. Die ansehbare Perspektive **1825** kann ein Abschnitt der Sphäre **1800** wie gesehen, von der Perspektive außerhalb **1815** sein.

[0142] **Fig. 19** veranschaulicht ein System **1900** gemäß mindestens einer beispielhaften Ausführungsform. Wie gezeigt in **Fig. 19** umfasst das System **1900** die Steuerung **1620**, die Steuerung **1670**, den Codierer **1625**, einen Ansichtsframespeicher **1930** und einen Ausrichtungssensor **1925**. Die Steuerung **120** umfasst ferner ein Ansichtspositionssteuerungsmodul **1905** und ein Kachelauswahlmodul **1910**. Die Steuerung **1670** umfasst ferner ein Ansichtspositionsbestimmungsmodul **1915** und ein Kachelanforderungsmodul **1920**.

[0143] Gemäß einer beispielhaften Implementierung detektiert der Ausrichtungssensor **1925** eine Ausrich-

tung (oder Änderung in der Ausrichtung) der Augen (oder des Kopfes) eines Betrachters, das Ansichtspositionsbestimmungsmodul **1915** bestimmt eine Ansicht, Perspektive oder Betrachtungsperspektive basierend auf der detektierten Ausrichtung und das Kachelanforderungsmodul **1920** kommuniziert die Ansicht, Perspektive oder Betrachtungsperspektive als Teil einer Anforderung für eine Kachel oder mehrere Kacheln oder einen Videostream. Gemäß einer weiteren beispielhaften Implementierung detektiert der Ausrichtungssensor **1925** eine Ausrichtung (oder Änderung in der Ausrichtung) basierend auf einer Bildverschiebungsausrichtung, wie sie auf einem Display gerendert wird. Beispielsweise kann ein Benutzer eine Maus, ein Trackpad oder eine Geste (z. B. auf einer berührungsempfindlichen Anzeige) verwenden, um einen Abschnitt des sphärischen Videos oder Bildes, wie es auf der Anzeige gerendert wird, auszuwählen, zu bewegen, zu ziehen, zu erweitern und/oder dergleichen.

[0144] Die Anforderung für die Kachel kann zusammen mit oder getrennt von einer Anforderung für einen Frame des sphärischen Videos kommuniziert werden. Die Anforderung für die Kachel kann zusammen oder getrennt von einer Anforderung für einen Frame des sphärischen Videos kommuniziert werden. Beispielsweise kann die Anforderung für die Kachel als Reaktion auf eine geänderte Ansicht, Perspektive oder Betrachtungsperspektive erfolgen, die in einer Notwendigkeit resultiert, zuvor angeforderte und/oder eingereihte Kacheln zu ersetzen.

[0145] Das Ansichtspositionssteuerungsmodul **1905** empfängt und verarbeitet die Anforderung für die Kachel, die mehreren Kacheln und/oder den Stream. Das Ansichtspositionssteuerungsmodul **1905** kann beispielsweise einen Frame und eine Position der Kachel oder der mehreren Kacheln im Frame basierend auf der Ansicht bestimmen. Dann kann das Ansichtspositionssteuerungsmodul **1905** das Kachelauswahlmodul **1910** anweisen, die Kachel, die mehreren Kacheln oder den Stream auszuwählen. Das Auswählen der Kachel, der mehreren Kacheln oder kann das Weitergeben eines Parameters an den Codierer **1625** umfassen. Der Parameter kann während des Codierens des sphärischen Videos, des Streams und/oder der Kachel verwendet werden. Alternativ kann das Auswählen der Kachel oder der mehreren Kacheln das Auswählen der Kachel oder der mehreren Kacheln aus dem Ansichtsframespeicher **1930** umfassen. Die ausgewählten Kacheln oder ausgewählten mehreren Kacheln können dann an den Codierer **1625** weitergegeben werden. Bei einer weiteren Beispielimplementierung kann das Auswählen der Kachel oder der mehreren Kacheln das Auswählen einer Kachel, mehrerer Kacheln oder eines Streams aus dem Ansichtsframespeicher **1930** als eine vorcodierte (oder vorverarbeitete) Kachel, mehrere Kacheln oder Stream umfassen.

[0146] Dementsprechend kann der Ausrichtungssensor **1925** konfiguriert sein, eine Ausrichtung (oder Änderung in der Ausrichtung) der Augen eines Betrachters (oder seines Kopfes) zu detektieren. Beispielsweise kann der Ausrichtungssensor **1925** einen Beschleunigungsmesser umfassen, um eine Bewegung zu detektieren, und ein Gyroskop, um eine Ausrichtung zu detektieren. Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Ausrichtungssensor **1925** eine Kamera oder einen Infrarotsensor umfassen, der auf die Augen oder den Kopf des Betrachters fokussiert ist, um eine Ausrichtung der Augen oder des Kopfes des Betrachters zu bestimmen. Alternativ oder zusätzlich zum Ausrichtungssensor **1925** kann einen Abschnitt des sphärischen Videos oder Bildes, wie auf dem Display gerendert bestimmen, um eine Ausrichtung des sphärischen Videos oder Bildes zu detektieren. Der Ausrichtungssensor **1925** kann konfiguriert sein, eine Ausrichtung und Änderung in Ausrichtungsinformationen zum Ansichtspositionsbestimmungsmodul **1915** zu kommunizieren.

[0147] Das Ansichtspositionsbestimmungsmodul **1915** kann konfiguriert sein, eine Ansicht oder perspektivische Ansicht (z. B. ein Abschnitt eines sphärischen Videos, das ein Betrachter gegenwärtig ansieht) in Bezug auf das sphärische Video zu bestimmen. Die Ansicht, Perspektive oder Betrachtungsperspektive kann als eine Position, ein Punkt oder Fokuspunkt auf dem sphärischen Video bestimmt werden. Beispielsweise könnte die Ansicht eine Breitengrad- und Längengradposition auf dem sphärischen Video sein. Die Ansicht, Perspektive oder Betrachtungsperspektive kann als eine Seite eines Würfels basierend auf dem sphärischen Video bestimmt werden. Die Ansicht (z. B. Breitengrad- und Längengradposition oder Seite) kann zum Ansichtspositionssteuerungsmodul **1905** unter Verwendung von beispielsweise Hypertext Transfer-Protokoll (HTTP) kommuniziert werden.

[0148] Das Ansichtspositionssteuerungsmodul **1905** kann konfiguriert sein, eine Ansichtsposition (z. B. Frame und Position innerhalb des Frames) von einer Kachel oder mehreren Kacheln innerhalb des sphärischen Videos zu bestimmen. Das Ansichtspositionssteuerungsmodul **1905** kann ein Rechteck auswählen, das auf die Ansichtsposition, den Punkt oder den Fokuspunkt (z. B. Breitengrad- und Längengradposition oder Seite) zentriert ist. Das Kachelauswahlmodul **1910** kann konfiguriert sein, das Rechteck als Kachel oder mehrere Kacheln auszuwählen. Das Kachelauswahlmodul **1910** kann konfiguriert sein den Codierer **1625** anzuweisen (z. B. über einen Parameter oder eine Konfigurationseinstellung), die ausgewählte Kachel oder die ausgewählten mehreren Kacheln zu codieren, und/oder das Kachelauswahlmodul **1910** kann konfiguriert sein, die Kachel oder die mehreren Kacheln aus dem Ansichtsframespeicher **1930** auszuwählen.

[0149] Es ist offensichtlich, dass das System **1600** und **1650**, das in den **Fig. 16A** und **Fig. 16B** veranschaulicht ist, als ein Element und/oder eine Erweiterung der generischen Computervorrichtung **2000** und/oder der generischen mobilen Computervorrichtung **2050**, die nachfolgend in Bezug auf **Fig. 20** beschrieben wird, implementiert sein kann. Alternativ oder zusätzlich dazu kann das System **1600** und **1650**, das in den **Fig. 16A** und **Fig. 16B** veranschaulicht ist, in einem getrennten System von der generischen Computervorrichtung **2000** und/oder der generischen mobilen Computervorrichtung **2050** mit einigen oder allen der Merkmale, die nachfolgend in Bezug auf die generische Computervorrichtung **2000** und/oder die generische mobile Computervorrichtung **2050** beschrieben werden, implementiert sein kann.

[0150] **Fig. 20** ist ein schematisches Blockdiagramm einer Computervorrichtung und einer mobilen Computervorrichtung, die verwendet werden können, um die hierin beschriebenen Techniken zu implementieren. **Fig. 20** ist ein Beispiel einer generischen Computervorrichtung **2000** und einer generischen mobilen Computervorrichtung **2050**, die mit den hier beschriebenen Techniken verwendet werden können. Die Computervorrichtung **2000** soll verschiedene Formen von digitalen Computern wie Laptops, Desktops, Arbeitsstationen, Personal Digital Assistants, Fernseher, Server, Blade-Server, Mainframes und andere geeignete Computer darstellen. Die Computervorrichtung **2050** soll verschiedene Formen mobiler Vorrichtungen, wie Personal Digital Assistants, Mobiltelefone, Smartphones und andere ähnliche Computervorrichtungen darstellen. Die hier gezeigten Komponenten, ihre Verbindungen und Beziehungen und ihre Funktionen sollen nur beispielhaft sein und sollen Implementierungen der in diesem Dokument beschriebenen und/oder beanspruchten Erfindungen nicht einschränken.

[0151] Die Computervorrichtung **2000** umfasst einen Prozessor **2002**, einen Speicher **2004**, eine Speichervorrichtung **2006**, eine Hochgeschwindigkeitschnittstelle **2008**, die mit Speicher **2004** und Hochgeschwindigkeitserweiterungsanschlüssen **2010** verbindet, und eine Niedergeschwindigkeitsschnittstelle **2012**, die mit dem Niedergeschwindigkeitsbus **2014** und der Speichervorrichtung **2006** verbindet. Alle Komponenten **2002**, **2004**, **2006**, **2008**, **2010** und **2012** sind unter Verwendung verschiedener Busse miteinander verbunden und können auf einem gängigen Motherboard oder gegebenenfalls in anderer Weise angebracht sein. Der Prozessor **2002** kann Befehle zur Ausführung innerhalb der Computervorrichtung **2000** verarbeiten, die Befehle umfassen, die in dem Speicher **2004** oder auf der Speichervorrichtung **2006** gespeichert sind, um grafische Informationen für eine GUI auf einer externen Eingabe-/Ausgabevorrichtung wie dem Display **2016**, das mit der Hochgeschwindigkeitsschnittstelle **2008** ge-

koppelt ist, anzuzeigen. Bei anderen Implementierungen können mehrere Prozessoren und/oder mehrere Busse, wie jeweils anwendbar, zusammen mit mehreren Speichern und Speicherarten verwendet sein. Es können außerdem auch mehrere Computervorrichtungen **2000** verbunden sein, wobei jede Vorrichtung Teile der notwendigen Vorgänge bereitstellt (z. B. als eine Serverbank, eine Gruppe von Blade-Servern oder ein Mehrprozessorsystem).

[0152] Der Speicher **2004** speichert Informationen innerhalb der Computervorrichtung **2000**. Bei einer Implementierung ist der Speicher **2004** eine nicht flüchtige Speichereinheit oder -einheiten. Bei einer anderen Implementierung ist der Speicher **2004** eine nicht flüchtige Speichereinheit oder -einheiten. Der Speicher **2004** kann auch eine andere Form von computerlesbarem Medium sein, wie beispielsweise ein magnetischer oder optischer Datenträger.

[0153] Die Speichervorrichtung **2006** ist in der Lage, Massenspeicher für die Computervorrichtungen **2000** bereitzustellen. Bei einer Implementierung kann die Speichervorrichtung **2006** ein computerlesbares Medium sein oder beinhalten, wie ein Floppy-Disk-Laufwerk, ein Festplattenlaufwerk, ein optisches Laufwerk, eine Magnetbandeinheit, ein Flash-Speicher oder eine andere ähnliche Solid-State-Speichervorrichtung oder eine Reihe von Vorrichtungen, einschließlich Vorrichtungen in einem Speichernetzwerk oder anderen Konfigurationen. Ein Computerprogrammprodukt kann greifbar in einem Informationsträger verkörpert sein. Das Computerprogrammprodukt kann auch Befehle enthalten, die bei Ausführung ein oder mehrere Verfahren wie diejenigen, die vorstehend beschrieben sind, ausführen. Der Informationsträger ist ein computer- oder maschinenlesbares Medium wie der Speicher **2004**, die Speichervorrichtung **2006** oder Speicher auf Prozessor **2002**.

[0154] Die Hochgeschwindigkeitssteuerung **2008** verwaltet bandbreitenintensive Operationen für die Computervorrichtung **2000**, während die Niedergeschwindigkeitssteuerung **2012** niedrigere bandbreitenintensive Operationen verwaltet. Eine solche Zuordnung von Funktionen ist nur beispielhaft. Bei einer Implementierung ist die Hochgeschwindigkeitssteuerung **2008** mit Speicher **2004**, Display **2016** (z. B. über einen Grafikprozessor oder -beschleuniger) und mit den Hochgeschwindigkeitserweiterungsanschlüssen **2010**, die verschiedene Erweiterungskarten (nicht gezeigt) aufnehmen können, gekoppelt. Bei der Implementierung ist die Niedergeschwindigkeitssteuerung **2012** mit der Speichervorrichtung **2006** und dem Niedergeschwindigkeitserweiterungsanschluss **2014** gekoppelt. Der Niedergeschwindigkeitserweiterungsanschluss, der verschiedene Kommunikationsanschlüsse (z. B. USB, Bluetooth, Ethernet, Funkethernet) umfassen kann, kann an ein oder mehrere Eingabe-/Ausgabevorrichtungen wie eine

Tastatur, eine Zeigevorrichtung, einen Scanner oder eine Netzwerkvorrichtung wie einen Switch oder Router z. B. durch einen Netzwerkadapter gekoppelt sein.

[0155] Die Computervorrichtung **2000** kann in einer Anzahl von unterschiedlichen Formen implementiert sein, wie es in der Figur gezeigt ist. So kann sie beispielsweise als ein Standardserver **2020** oder in einer Gruppe solcher Server mehrfach implementiert sein. Sie kann außerdem als Teil eines Rackserver-systems **2024** implementiert sein. Zusätzlich kann sie in einem Personal Computer wie einem Laptop **2022** implementiert sein. Alternativ können Komponenten von Computervorrichtung **2000** mit anderen Komponenten in einer mobilen Vorrichtung (nicht dargestellt), wie z. B. Vorrichtung **2050**, kombiniert sein. Jede dieser Vorrichtungen kann eine oder mehrere der Computervorrichtungen **2000**, **2050** enthalten und ein gesamtes System kann aus mehreren Computervorrichtungen **2000**, **2050**, die miteinander kommunizieren, zusammengesetzt sein.

[0156] Die Computervorrichtung **2050** umfasst neben anderen Komponenten einen Prozessor **2052**, einen Speicher **2064**, eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung wie ein Display **2054**, eine Kommunikations-schnittstelle **2066** und einen Transceiver **2068**. Die Vorrichtung **2050** kann ebenfalls mit einer Speicher-vorrichtung, wie z. B. einem Microdrive, oder einer anderen Vorrichtung ausgestattet sein, um zusätzlichen Speicher bereitzustellen. Alle Komponenten **2050**, **2052**, **2064**, **2054**, **2066** und **2068** sind unter Verwendung verschiedener Busse miteinander ver-bunden und mehrere der Komponenten können auf einem gängigen Motherboard oder gegebenenfalls in anderer Weise angebracht sein.

[0157] Der Prozessor **2052** kann Befehle in der Computervorrichtung **2050** ausführen, einschließlich im Speicher **2064** gespeicherter Befehle. Der Prozessor kann als ein Chipsatz von Chips implemen-tiert sein, die separate und mehrere analoge und digitale Prozessoren umfassen. Der Prozessor kann beispielsweise die Koordination der anderen Kompo-nenten der Vorrichtung **2050** bereitstellen, wie bei-spielsweise die Steuerung von Benutzerschnittstel- len, von Anwendungen, die von Vorrichtung **2050** ausgeführt werden, und von drahtloser Kommunikation durch die Vorrichtung **2050**.

[0158] Der Prozessor **2052** kann mit einem Benutzer über die Steuerschnittstelle **2058** und die Anzeigeschnittstelle **2056**, die mit einem Display **2054** gekoppelt ist, kommunizieren. Das Display **2054** kann beispielsweise ein TFT-LCD-(Dünnschichttransistor-Flüssigkristallanzeige) oder ein OLED-(organische Leuchtdiode)-Display oder eine andere geeig-nete Anzeigetechnologie sein. Die Anzeigeschnitt-stelle **2056** kann geeignete Schaltungen zum Ansteuern des Display **2054** umfassen, um einem Benutzer

grafische und andere Informationen zu präsentieren. Die Steuerschnittstelle **2058** kann Befehle von einem Benutzer empfangen und sie zur Eingabe in den Prozessor **2052** konvertieren. Zusätzlich kann eine externe Schnittstelle **2062** in Verbindung mit dem Prozes-sor **2052** vorgesehen sein, um eine Nahbereichskom-munikation von Vorrichtung **2050** mit anderen Vor-richtungen zu ermöglichen. Die externe Schnittstelle **2062** kann beispielsweise bei manchen Implementie-rungen eine drahtgestützte Verbindung oder bei an-deren Implementierungen eine drahtlose Verbindung sein, und es können auch mehrere Schnittstellen ver-wendet werden.

[0159] Der Speicher **2064** speichert Informationen innerhalb der Computervorrichtung **2050**. Der Spei-cher **2064** kann als ein oder mehrere von einem com-puterlesbaren Medium oder Medien, einem flüchti-gen Speicher oder Speichern oder einem nicht flüch-tigen Speicher oder Speichern implementiert sein. Der Erweiterungsspeicher **2074** kann ebenfalls be-richtgestellt und mit der Vorrichtung **2050** über die Er-weiterungsschnittstelle **2072** verbunden werden, die zum Beispiel eine SIMM-(Single In Line Memory Modu-le)-Kartenschnittstelle umfassen kann. Ein solcher Erweiterungsspeicher **2074** kann zusätzlichen Spei-cherplatz für die Vorrichtung **2050** bereitstellen oder kann auch Anwendungen oder andere Informatio-nen für die Vorrichtung **2050** speichern. Insbeson-dere kann der Erweiterungsspeicher **2074** Befehle zum Ausführen oder Ergänzen der vorstehend be-schriebenen Prozesse umfassen und er kann au-ßerdem sichere Informationen umfassen. Demnach kann der Erweiterungsspeicher **2074** beispielsweise als ein Sicherheitsmodul für Vorrichtung **2050** bereit-gestellt und mit Befehlen programmiert werden, die eine sichere Benutzung von Vorrichtung **2050** erlaub-en. Zusätzlich dazu können über die SIMM-Karten sichere Anwendungen zusammen mit zusätzlichen Infor-mationen, wie dem Ablegen von Identifizierungs-informationen auf der SIMM-Karte auf eine Weise, die nicht gehackt werden kann, bereitgestellt werden.

[0160] Der Speicher kann zum Beispiel Flash-speicher und/oder NVRAM-Speicher umfassen, wie nachstehend beschrieben. Bei einer Implementie-rung ist ein Computerprogrammprodukt in einem Infor-mationsträger greifbar verkörpert. Das Computer-programmprodukt enthält Befehle, die bei Ausfüh-ruung ein oder mehrere Verfahren wie die vorste-hend beschriebenen durchführen. Der Informations-träger ist ein computer- oder maschinenlesbares Me-dium, wie der Speicher **2064**, die Speichererweite-rung **2074** oder der Prozessorspeicher **2052**, das bei-spielsweise über den Transceiver **2068** oder die ex-terne Schnittstelle **2062** empfangen werden kann.

[0161] Die Vorrichtung **2050** kann über die Kommu-nikationsschnittstelle **2066** drahtlos kommunizieren, die bei Bedarf eine digitale Signalverarbeitungsschal-

tung umfassen kann. Die Kommunikationsschnittstelle **2066** kann Verbindungen mit verschiedenen Kommunikationstypen oder -protokollen, wie beispielsweise unter anderen GSM-Sprachanrufe, SMS, EMS oder MMS-Messaging, CDMA, TDMA, PDC, WCDMA, CDMA2000 oder GPRS, konstruieren. Eine solche Kommunikation kann beispielsweise durch Funkfrequenztransceiver **2068** stattfinden. Zusätzlich kann eine Kurzstreckenkommunikation stattfinden, wie unter Verwendung eines Bluetooth-, WLAN- oder anderen solchen Transceivers (nicht gezeigt). Außerdem kann das GPS-(Global Positioning System)-Empfängermodul **2070** zusätzliche navigations- und ortsbezogene drahtlose Daten für die Vorrichtung **2050** bereitstellen, die gegebenenfalls von Anwendungen verwendet werden können, die auf der Vorrichtung **2050** ausgeführt werden.

[0162] Die Vorrichtung **2050** kann ebenfalls unter Verwendung des AudioCodec **2060**, der gesprochene Informationen von einem Benutzer empfangen und diese in nutzbare digitale Informationen konvertieren kann, hörbar kommunizieren. Der AudioCodec **2060** kann ebenfalls hörbaren Ton für einen Benutzer erzeugen, wie beispielsweise durch einen Lautsprecher zum Beispiel in einer Handvorrichtung von Vorrichtung **2050**. Ein derartiger Ton kann einen Ton von Sprachanrufen beinhalten, kann aufgenommene Töne (z. B. Sprachnachrichten, Musikdateien usw.) beinhalten und kann auch Töne, beinhalten, die von Anwendungen erzeugt werden, die auf Vorrichtung **2050** betrieben werden.

[0163] Die Computervorrichtung **2050** kann in einer Anzahl von unterschiedlichen Formen implementiert sein, wie es in der Figur gezeigt ist. Sie kann beispielsweise als ein Mobiltelefon **2080** implementiert sein. Sie kann außerdem als Teil eines Smartphones **2082**, Personal Digital Assistant oder einer anderen ähnlichen mobilen Vorrichtung implementiert sein.

[0164] Einige der vorstehenden beispielhaften Ausführungsformen werden als Prozesse oder Verfahren anhand von Ablaufdiagrammen beschrieben. Obwohl die Ablaufdiagramme die Operationen als sequentielle Prozesse darstellen, können viele der Operationen parallel, gleichzeitig oder simultan ausgeführt werden. Zusätzlich kann die Reihenfolge der Operationen neu angeordnet werden. Die Prozesse können beendet werden, wenn die Operationen abgeschlossen sind, können aber auch zusätzliche Schritte aufweisen, die nicht in der Figur dargestellt sind. Die Prozesse können Verfahren, Funktionen, Prozeduren, Subroutinen, Subprogrammen usw. entsprechen.

[0165] Die vorstehend erörterten Verfahren, von denen einige durch die Ablaufdiagramme veranschaulicht sind, können durch Hardware, Software, Firmware, Middleware, Mikrocode, Hardwarebeschrei-

bungssprachen oder eine beliebige Kombination davon implementiert werden. Sofern durch Software, Firmware, Middleware oder Microcode implementiert, kann der Programmcode oder Codesegmente, um die erforderlichen Aufgaben ausführen, auf einem maschinen- oder computerlesbaren Medium, wie z. B. einem Speichermedium, gespeichert werden. Ein Prozessor bzw. Prozessoren können die erforderlichen Aufgaben durchführen.

[0166] Spezifische strukturelle und funktionelle Details, die hier offenbart sind, sind lediglich zum Zwecke der Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen angegeben. Beispielhafte Ausführungsformen können in vielen alternativen Formen umgesetzt werden und sollten nicht als auf die hierin beschriebenen Ausführungsformen begrenzt angesehen werden.

[0167] Es versteht sich, dass obgleich die Begriffe erste, zweite usw. hier verwendet sein können, um verschiedene Elemente zu beschreiben, die verschiedenen Elementen nicht durch diese Begriffe eingeschränkt werden sollten. Diese Begriffe werden nur dazu verwendet, ein Element vom anderen zu unterscheiden. Es könnte beispielsweise ein erstes Element ein zweites Element genannt werden und ähnlich könnte ein zweites Element ein erstes Element genannt werden, ohne vom Umfang der beispielhaften Ausführungsformen abzuweichen. Wie hier verwendet, schließt der Ausdruck „und/oder“ sämtliche Kombinationen von einem oder mehreren der zugehörigen angegebenen Elementen ein.

[0168] Es versteht sich, dass wenn ein Element als mit einem anderen Element verbunden oder gekoppelt bezeichnet wird, es mit dem anderen Element direkt verbunden oder gekoppelt sein kann, oder da zwischen geschaltete Elemente vorhanden sein können. Im Gegensatz dazu sind keine dazwischenliegenden Elemente vorhanden, wenn auf ein Element als direkt verbunden mit oder direkt gekoppelt mit einem anderen Element verwiesen wird. Andere Worte, die verwendet werden, um die Beziehung zwischen Elementen zu beschreiben, sollten in gleicher Weise interpretiert werden (z. B. „zwischen“ gegenüber „direkt zwischen“, „angrenzend“ gegenüber „direkt angrenzend“ usw.).

[0169] Die hier verwendete Terminologie dient lediglich der Beschreibung bestimmter Ausführungsformen und soll die beispielhaften Ausführungsformen in keiner Weise einschränken. Wie hierin verwendet sind die Singularformen „ein“ und „der/die/das“ dazu beabsichtigt, die Mehrzahlformen ebenfalls einzuschließen, sofern aus dem Kontext nicht eindeutig das Gegenteil hervorgeht. Es sei weiter klargestellt, dass die Begriffe „umfasst“, „umfassend“, „beinhaltet“ und/oder „beinhaltend“, sofern hier verwendet, das Vorhandensein von angeführten Funktionen, ganzen Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen und/oder

Komponenten angeben, aber nicht das Vorhandensein oder das Hinzufügen von ein oder mehreren anderen Funktionen, ganzen Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen und/oder Gruppen davon ausschließen.

[0170] Es ist außerdem zu beachten, dass in einigen alternativen Implementierungen die angegebenen Funktionen/Handlungen in einer anderen als der in den Figuren dargestellten Reihenfolge auftreten können. Zwei Figuren, die nacheinander gezeigt sind, können je nach den involvierten Funktionalitäten/Handlungen tatsächlich gleichzeitig oder manchmal in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden.

[0171] Sofern nicht anders definiert haben alle Begriffe (einschließlich technischer und wissenschaftlicher Begriffe), die hier verwendet werden, die gleiche Bedeutung, die gewöhnlich von einem Fachmann für die beispielhaften Ausführungsformen verwendet wird. Es sei weiter klargestellt, dass Begriffe, die z. B. in allgemein verwendeten Wörterbüchern definiert sind, so auszulegen sind, dass sie im Einklang mit ihrer Bedeutung im Kontext der relevanten Technik verwendet werden und nicht in einem idealisierten oder allzu formalen Sinne, sofern sie hier nicht ausdrücklich derart definiert sind.

[0172] Teile der vorstehenden beispielhaften Ausführungsformen und die entsprechende ausführliche Beschreibung sind im Sinne von Software oder Algorithmen und symbolischen Darstellungen der Operationen an Datenbits innerhalb eines Computerspeichers dargestellt. Diese Beschreibungen und Darstellungen sind von einem Durchschnittsfachmann verwendete Mittel, um das Wesentliche seiner Arbeit einem anderen Durchschnittsfachmann zu vermitteln. Ein Algorithmus, so wie der Begriff hier verwendet und im Allgemeinen verstanden wird, wird als selbstkonsistente Sequenz von Schritten verstanden, die zu einem erwünschten Ergebnis führen. Bei diesen Schritten handelt es sich um solche, die eine physische Manipulation physischer Quantitäten erfordern. Gewöhnlich, obwohl nicht notwendigerweise, nehmen diese Mengen die Form von optischen, elektrischen oder magnetischen Signalen an, die gespeichert, übertragen, kombiniert, verglichen und anderweitig manipuliert werden können. Es hat sich grundsätzlich aus Gründen des allgemeinen Sprachgebrauchs als geeignet erwiesen, diese Signale als Bits, Werte, Elemente, Symbole, Zeichen, Begriffe, Zahlen oder Ähnliches zu bezeichnen.

[0173] Bei den vorstehenden beispielhaften Ausführungsformen umfasst die Bezugnahme auf Handlungen und symbolische Darstellungen von Operationen (z. B. in Form von Ablaufdiagrammen), die als Programmmodul oder funktionale Prozesse implementiert werden können, Routinen, Programme, Objekte, Komponenten, Datenstrukturen usw., die bestimmt

te Aufgaben durchführen oder bestimmte abstrakte Datentypen implementieren, und sie können unter Verwendung bestehender Hardware an vorhandenen Strukturelementen beschrieben und/oder implementiert werden. Diese bestehende Hardware kann eine oder mehrere zentrale Recheneinheiten (CPUs), digitale Signalprozessoren (DSPs), anwendungsspezifische integrierte Schaltungen, feldprogrammierbare Gate-Arrays-(FPGAs)-Computer oder dergleichen beinhalten.

[0174] Es sollte jedoch beachtet werden, dass all diese und ähnliche Begriffe den geeigneten physikalischen Mengen zuzuordnen sind, und lediglich geeignete Bezeichnungen sind, die auf diese Mengen angewandt werden. Wenn nicht spezifisch anders angegeben oder wie offensichtlich aus der Erörterung hierin, verweisen die Begriffe, wie z. B. „Verarbeiten“ oder „Berechnen“ oder „Ausrechnen“ oder „Bestimmen“ oder „Darlegen“ und dergleichen, auf die Handlungen und Prozesse eines Computersystems oder einer ähnlichen elektronischen Computervorrichtung, die Daten, die als physische (elektronische) Mengen innerhalb der Register und Speicher des Computersystems dargestellt sind, in andere Daten transformiert und manipuliert, die gleichermaßen als physische Mengen innerhalb der Computersystemspeicher oder -register oder innerhalb anderer solcher Informationsspeicher, Übertragungs- oder Displayvorrichtungen dargestellt sind.

[0175] Es ist außerdem zu beachten, dass die softwareimplementierten Aspekte der beispielhaften Ausführungsformen normalerweise auf irgendeiner Form eines nicht flüchtigen Programmspeichermediums codiert oder über irgendeine Art von Übertragungsmedium implementiert sind. Das Programmspeichermedium kann magnetisch (z. B. eine Diskette oder ein Festplattenlaufwerk) oder optisch (z. B. eine nicht beschreibbare „CD-ROM“) sein und als Nur-Lese oder Direktzugriffsspeicher dienen. Auf gleiche Weise kann das Übertragungsmedium verdrillte Adernpaare, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter oder ein anderes geeignetes, dem Fach bekanntes Übertragungsmedium sein. Die beispielhaften Ausführungsformen sind nicht auf die Aspekte der beschriebenen Implementierungen beschränkt.

[0176] Und schließlich sollte auch beachtet werden, dass, obgleich die beigefügten Ansprüche spezielle Kombinationen von hier beschriebenen Merkmalen darstellen, der Umfang der vorliegenden Offenbarung nicht auf die nachstehend beanspruchten speziellen Kombinationen beschränkt ist, sondern stattdessen eine beliebige Kombination von hierin offebarten Merkmalen oder Ausführungsformen umfasst, unabhängig davon, ob diese spezifische Kombination in den beigefügten Ansprüchen zu diesem Zeitpunkt speziell aufgezählt wurde oder nicht.

Patentansprüche**1. Verfahren, umfassend:**

Empfangen eines ersten Videostreams an einer Wiedergabevorrichtung, wobei der erste Videostream eine erste Qualität aufweist;

Empfangen von mindestens zwei zweiten Videostreams an der Wiedergabevorrichtung, wobei die mindestens zwei zweiten Videostreams jeweils einem Abschnitt des ersten Videostreams entsprechen und die mindestens zwei zweiten Videostreams eine zweite Qualität aufweisen und die zweite Qualität verglichen mit der ersten Qualität eine höhere Qualität ist;

Wiedergeben des ersten Videostreams an der Wiedergabevorrichtung;

Auswählen eines dritten Videostreams von den mindestens zwei zweiten Videostreams basierend auf einer Betrachtungsperspektive eines Benutzers der Wiedergabevorrichtung; und

Wiedergeben des dritten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend: Bestimmen, dass sich die Betrachtungsperspektive des Benutzers der Wiedergabevorrichtung geändert hat;

Auswählen eines vierten Videostreams von den mindestens zwei zweiten Videostreams basierend auf der geänderten Betrachtungsperspektive; und Wiedergeben des vierten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei
die erste Qualität auf Bitrate und Auflösung basiert, die Bitrate auf einem minimalen Kommunikationskanalvermögen basiert und
die Auflösung auf einer minimalen Pixeldichte basiert, die mit der Wiedergabevorrichtung verknüpft ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend: Puffern des ersten Videostreams, wobei das Wiedergeben des dritten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung umfasst;

Ersetzen eines entsprechenden Abschnitts des ersten Videostreams mit dem dritten Videostream, Rendern des Resultats an der Wiedergabevorrichtung,

Bestimmen, dass ein Problem mit dem dritten Videostream existiert, und

nach dem Bestimmen, dass ein Problem mit dem dritten Videostream existiert, wird der gepufferte erste Videostream an der Wiedergabevorrichtung gerendert.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei

die Wiedergabevorrichtung ein Head Mount Display (HMD) ist und
das Wiedergeben des dritten Videostreams zusammen mit dem ersten Videostream an der Wiedergabevorrichtung umfasst:
Rendern des ersten Videostreams an einer von einem Display für das linke Auge oder für das rechte Auge des HMD, und
Rendern des dritten Videostreams an einem anderen von dem Display für das linke Auge oder für das rechte Auge des HMD.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die mindestens zwei zweiten Videostreams verknüpfte Keyframes aufweisen, die bei unterschiedlichen Zeitsämpeln codiert sind.

7. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend: Bestimmen, ob sich jeder der mindestens zwei zweiten Videostreams innerhalb eines Ansehbarkeitswellenwerts der Wiedergabevorrichtung befindet; nach dem Bestimmen, dass sich die mindestens zwei zweiten Videostreams innerhalb des Ansehbarkeitswellenwerts der Wiedergabevorrichtung befinden, Decodieren der mindestens zwei zweiten Videostreams; und
nach dem Bestimmen, dass sich die mindestens zwei zweiten Videostreams nicht innerhalb des Ansehbarkeitswellenwerts der Wiedergabevorrichtung befinden, Überspringen des Decodierens der mindestens zwei zweiten Videostreams.

8. Verfahren, umfassend:
Codieren eines Frames eines Videos bei einer ersten Qualität;
Codieren von mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos bei einer zweiten Qualität, wobei die zweite Qualität verglichen mit der ersten Qualität eine höhere Qualität ist;
Speichern des Frames des Videos; und
Speichern der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos.

9. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend: Streamen des Frames des Videos; und
Streamen der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos bei der zweiten Qualität das Codieren von jedem von mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos unter Verwendung von Keyframes mit unterschiedlichen Zeitstempeln umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend: Empfangen eines Hinweises auf einen Betrag an Bewegung, die mit einer Wiedergabevorrichtung verknüpft ist; und

Anpassen einer Größe, die mit den mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos verknüpft ist, basierend auf der Bewegung.

12. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend: Empfangen einer Anforderung, ein Video zu streamen;

Konstruieren eines Frames unter Verwendung des Frames des Videos und einem der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos; und Streamen des konstruierten Frames.

13. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Frame des Videos mit einem sphärischen Video verknüpft ist,

das Codieren des Frames des Videos umfasst: Projizieren des Frames des Videos als eine Würfelkarte, und Codieren der Würfelkarte unter Verwendung eines gleichwinkligen Sampling-Algorithmus.

14. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Frame des Videos mit einem sphärischen Video verknüpft ist und das Verfahren ferner umfasst:

Projizieren des Frames des Videos als eine Würfelkarte, und Auswählen einer Würfelseite der Würfelkarte, wobei das Codieren des Frames des Videos das Codieren der Würfelseite bei der ersten Qualität umfasst, und das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos das Codieren von mindestens zwei Abschnitten der Würfelseite bei der zweiten Qualität umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend: Streamen des Frames des Videos;

Streamen der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos; Empfangen eines Hinweises, dass eine Wiedergabe an einer Wiedergabevorrichtung pausiert wurde; Codieren des Frames des Videos bei der zweiten Qualität; und Streamen des Frames des Videos, das bei der zweiten Qualität codiert wurde.

16. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die erste Qualität auf mindestens einem von einem Stream mit niedriger Framerate und hoher Auflösung, einem Monostream, einem reduzierten Farbenstream und einem Schwarzweissstream basiert.

17. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend: Streamen des Frames des Videos als mehrere codierte Frames; und

Fallenlassen von mindestens einem Frame der mehreren codierten Frames während des Streamens des Videos, um eine dritte Qualität zu erreichen.

18. Streaming-Server, umfassend:

einen Codierer, der konfiguriert ist: einen Frame eines Videos bei einer ersten Qualität zu codieren, mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos bei einer zweiten Qualität zu codieren, wobei die zweite Qualität verglichen mit der ersten Qualität eine höhere Qualität ist; Speicher, der konfiguriert ist: den Frame des Videos zu speichern, und die mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos zu speichern; und eine Steuerung, die konfiguriert ist zum: Streamen eines Videos, das den codierten Frame und einen oder mehrere von den codierten mindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos umfasst.

19. Streaming-Server nach Anspruch 18, wobei das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos bei der zweiten Qualität das Codieren von jedem vonmindestens zwei Abschnitten des Frames des Videos unter Verwendung von Keyframes mit unterschiedlichen Zeitstempeln umfasst.

20. Streaming-Server nach Anspruch 18, wobei der Frame des Videos mit einem sphärischen Video verknüpft ist und der Codierer ferner konfiguriert ist zum:

Projizieren des Frames des Videos als eine Würfelkarte, und Auswählen einer Würfelseite der Würfelkarte, wobei das Codieren des Frames des Videos das Codieren der Würfelseite bei der ersten Qualität umfasst, und das Codieren der mindestens zwei Abschnitte des Frames des Videos das Codieren von mindestens zwei Abschnitten der Würfelseite bei der zweiten Qualität umfasst.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

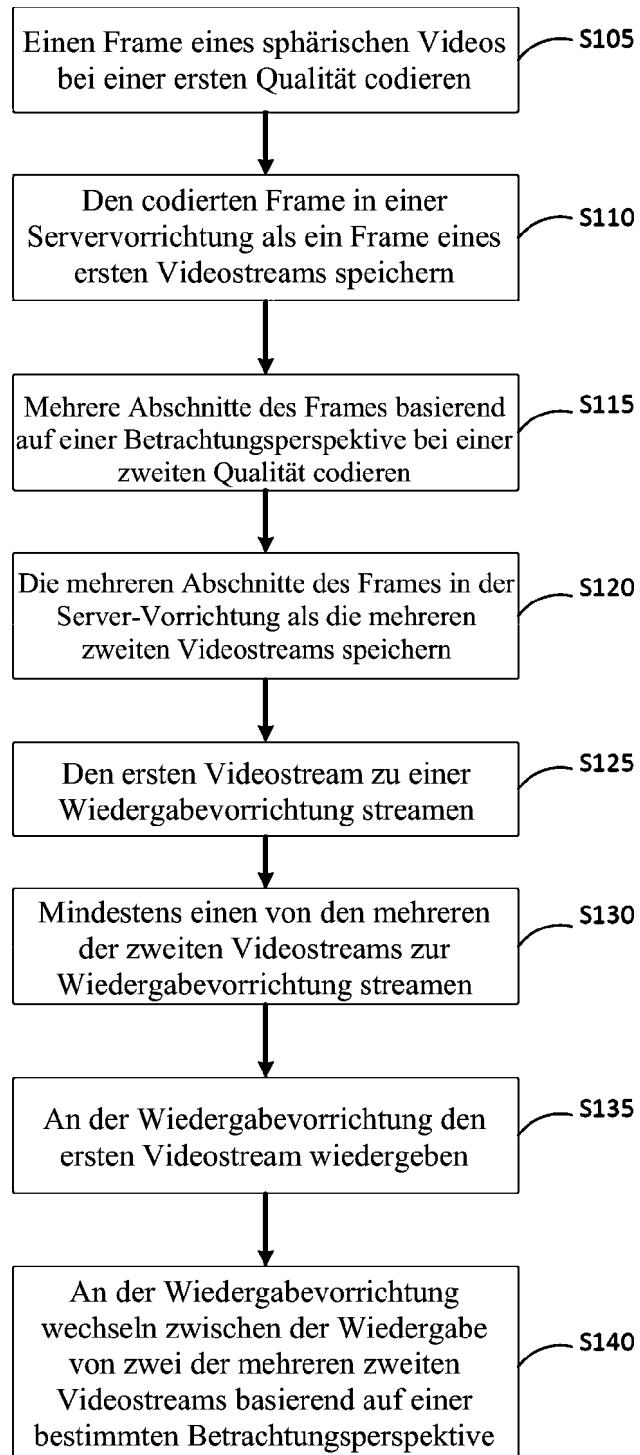


FIG. 1

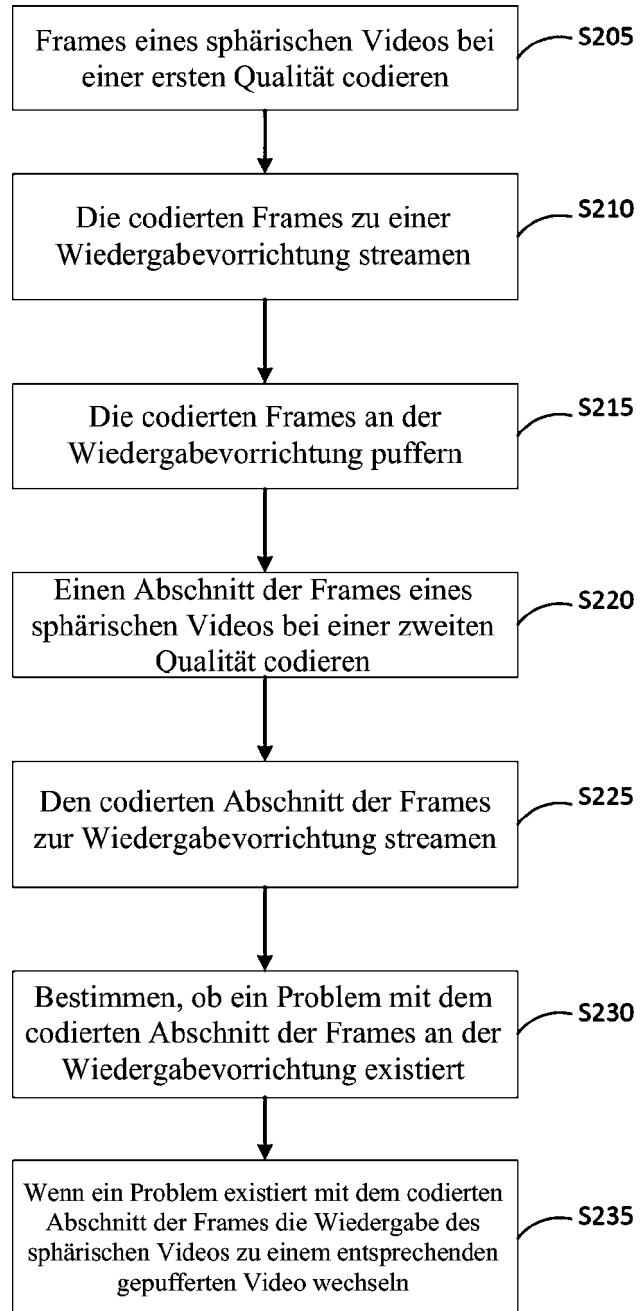


FIG. 2

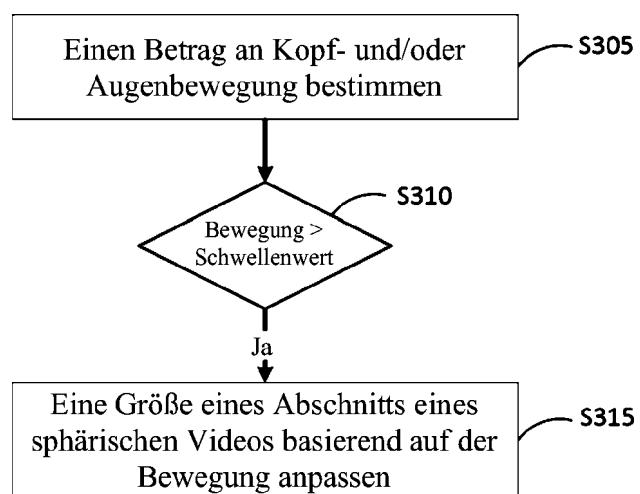


FIG. 3

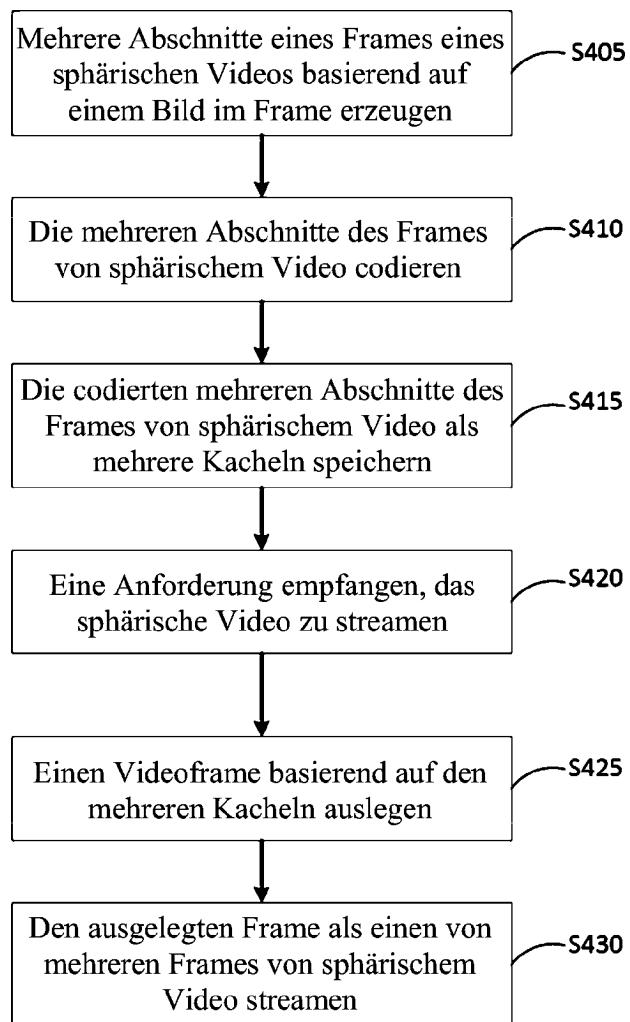


FIG. 4

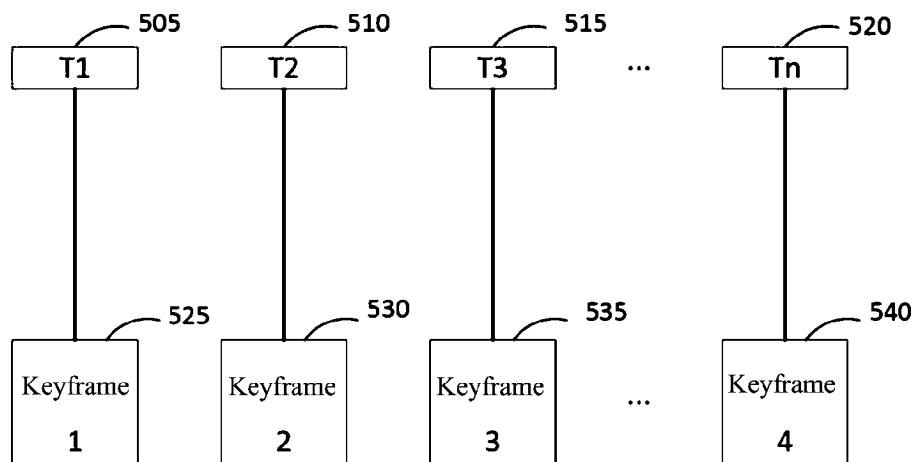


FIG. 5A

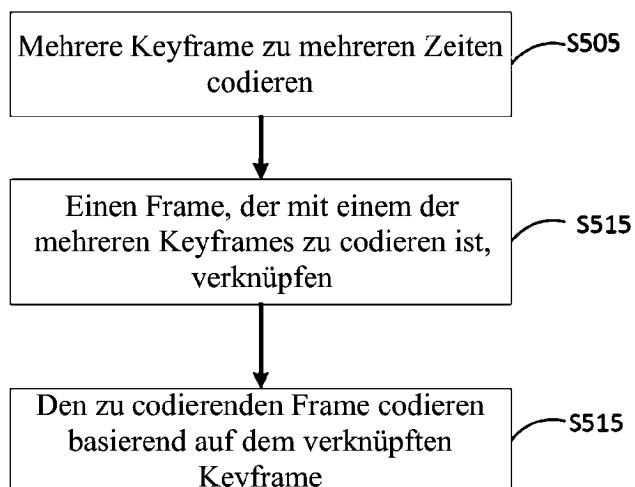


FIG. 5B

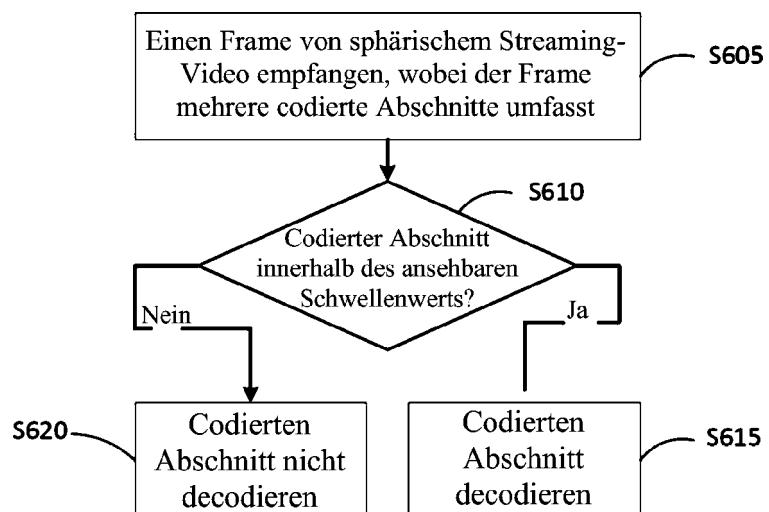


FIG. 6

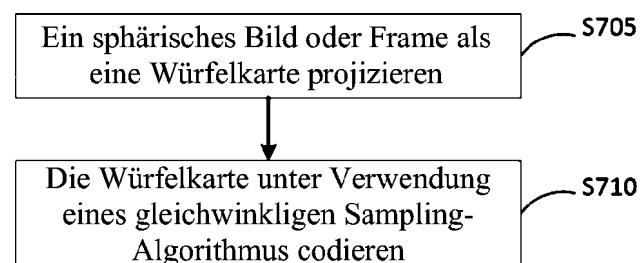


FIG. 7

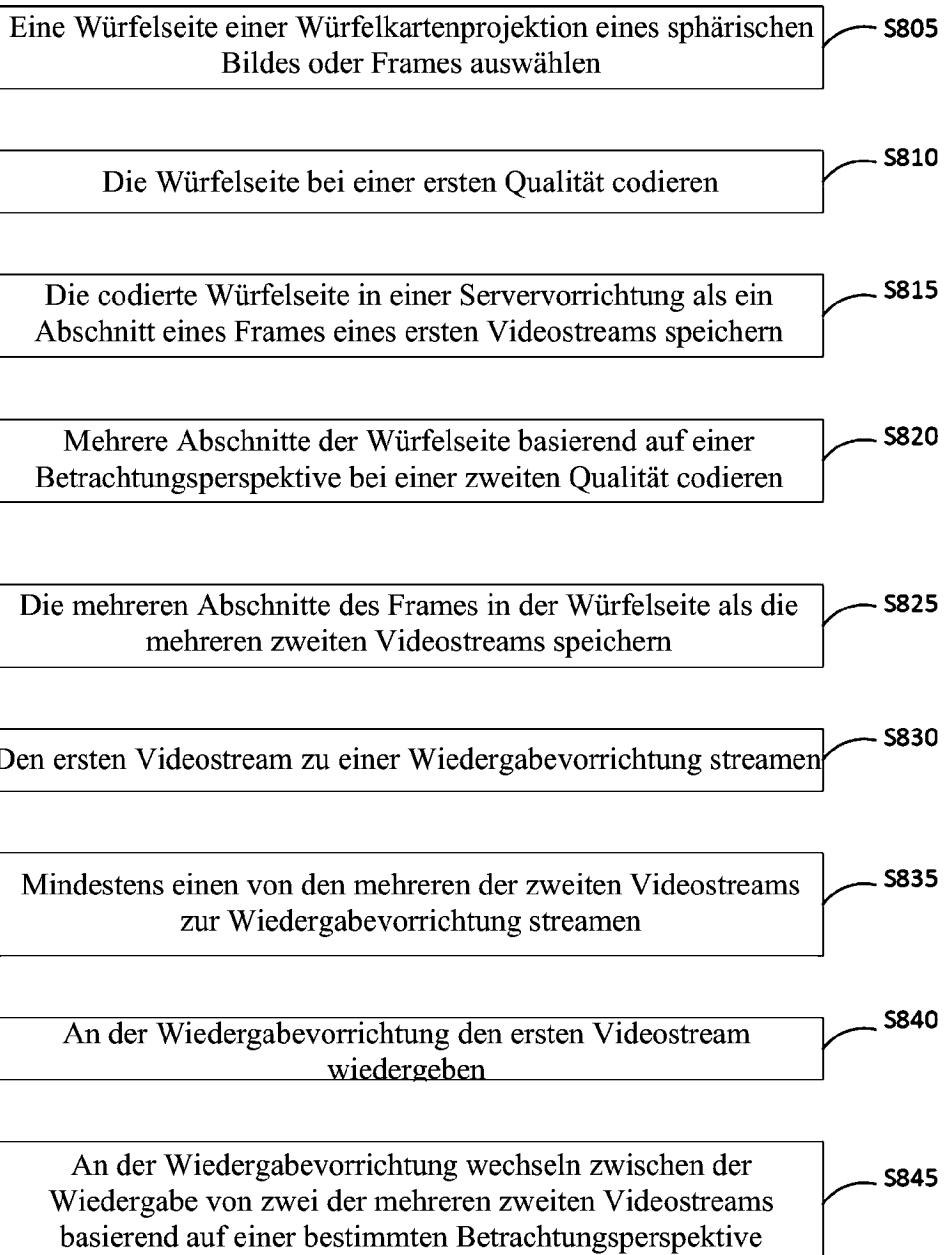


FIG. 8

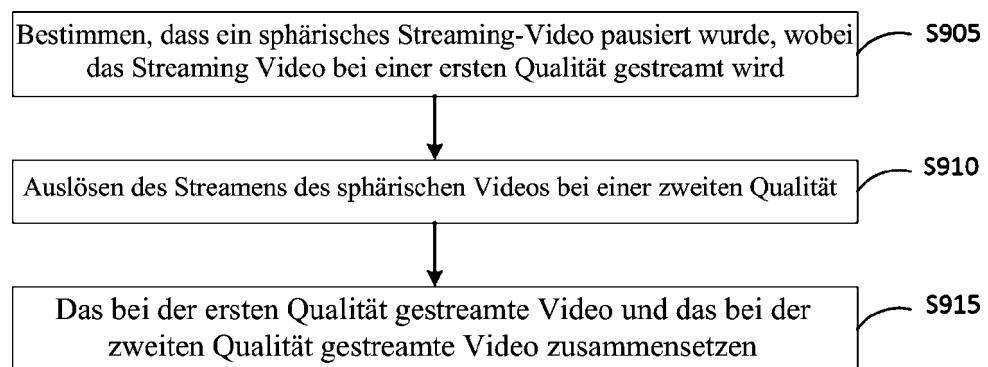


FIG. 9

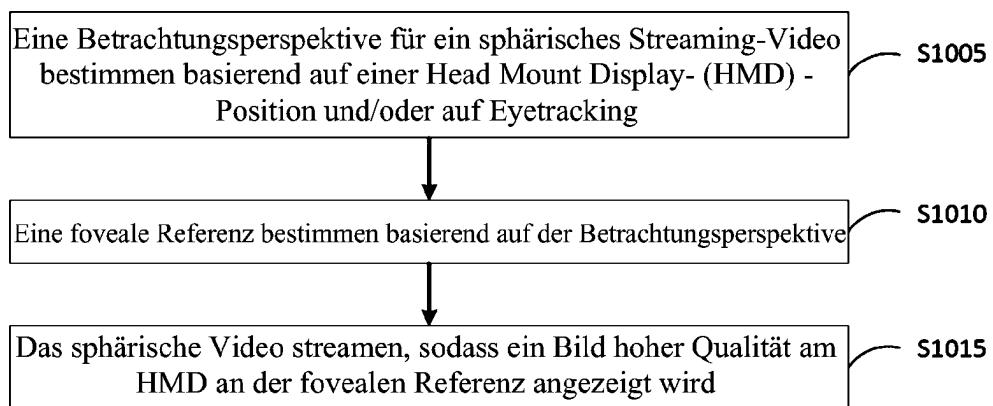


FIG. 10

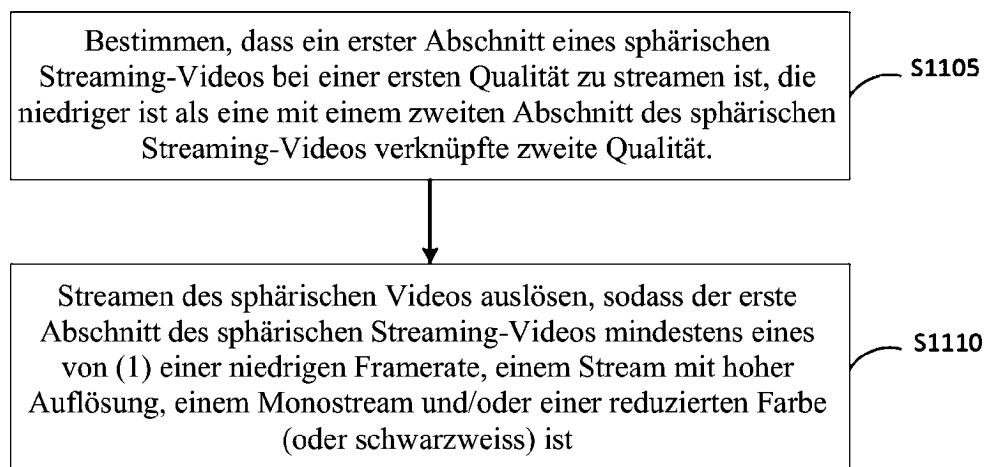


FIG. 11

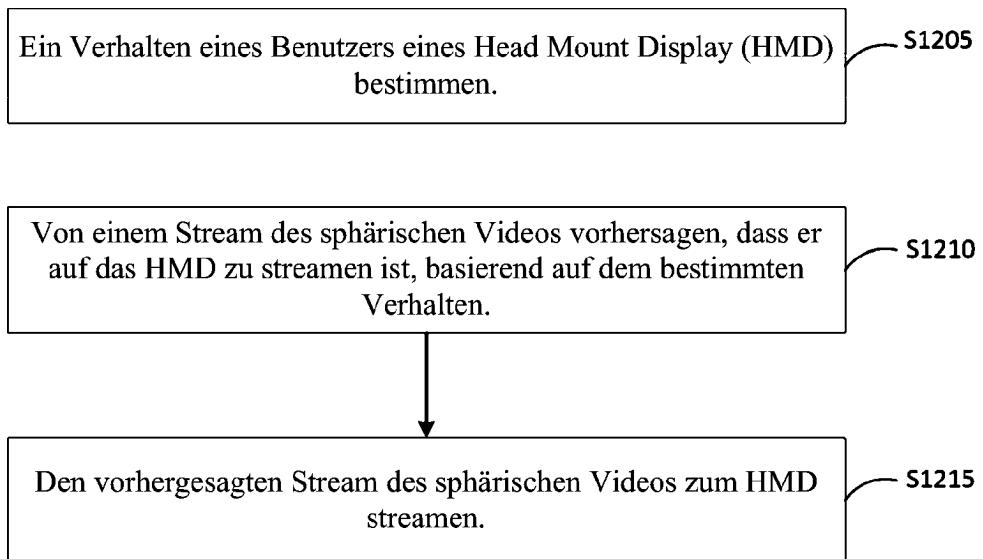


FIG. 12

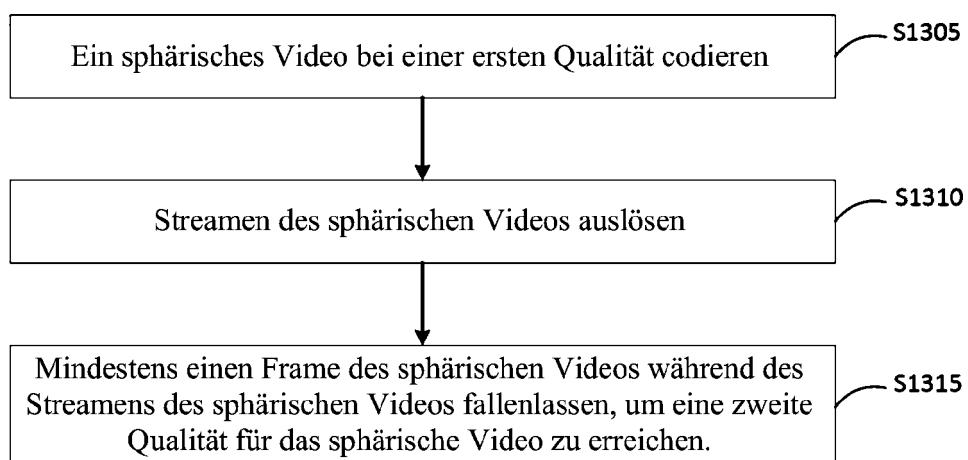


FIG. 13

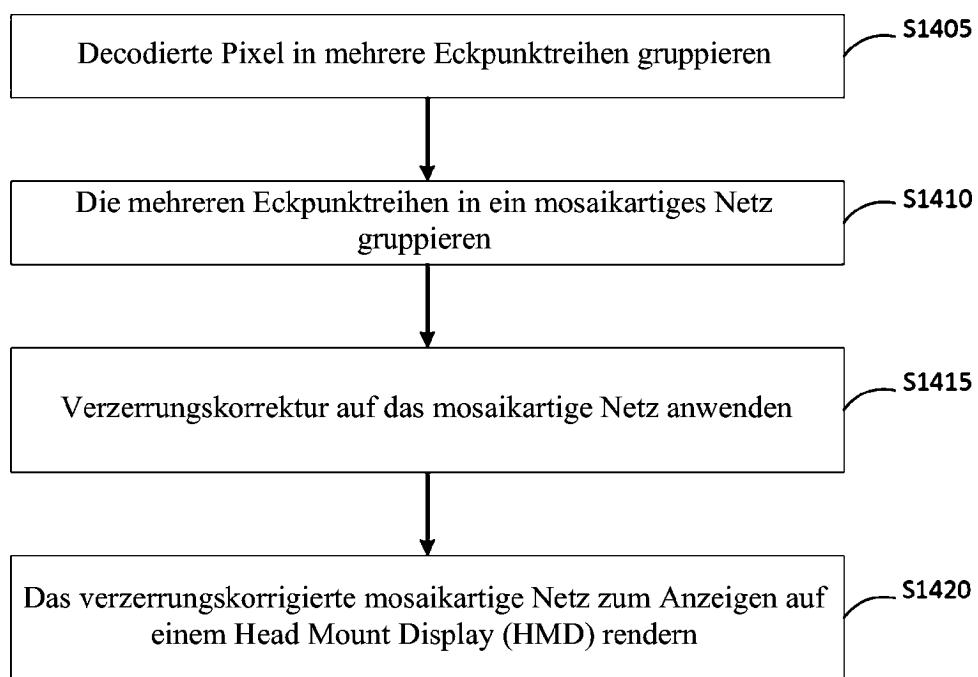


FIG. 14

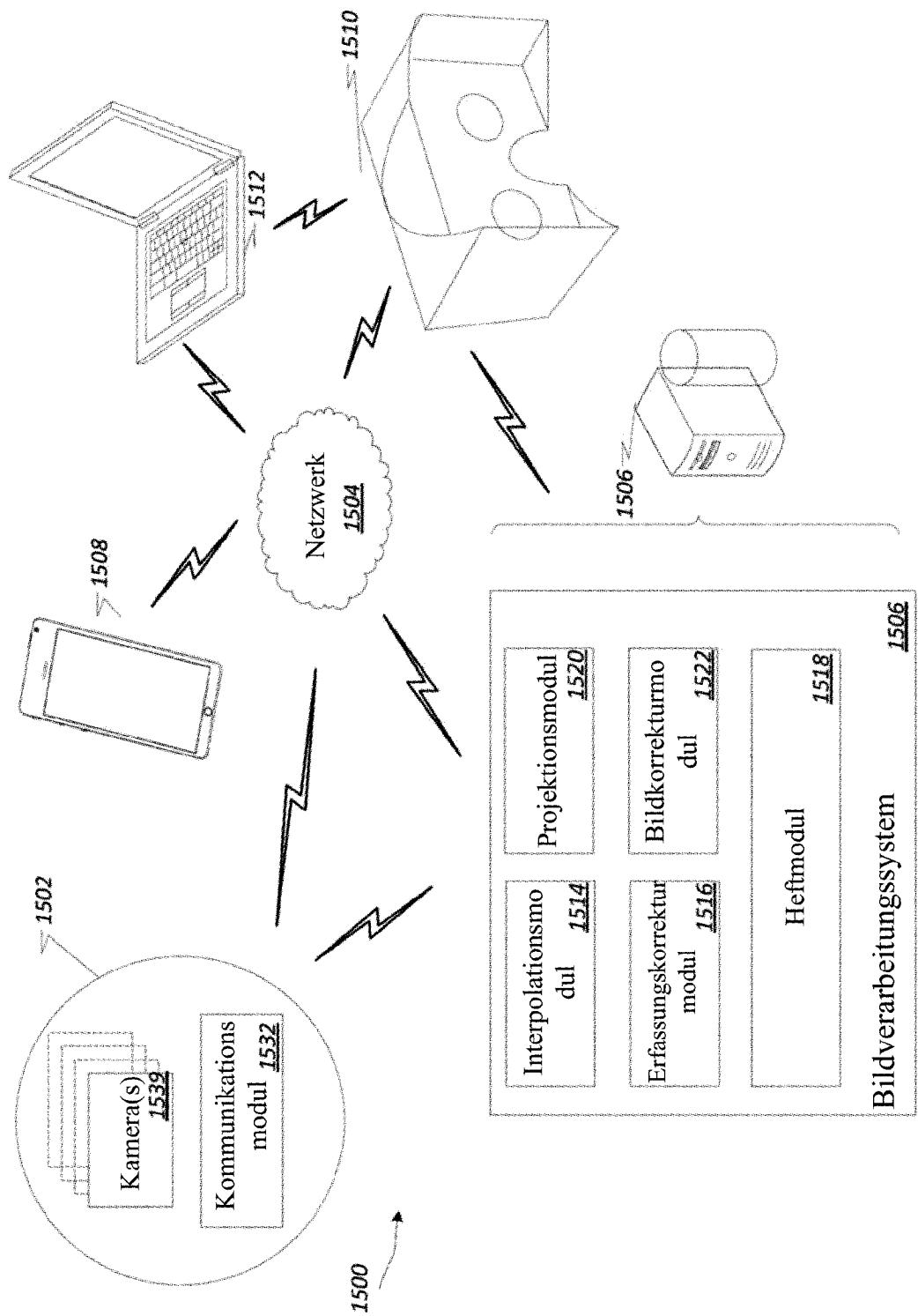
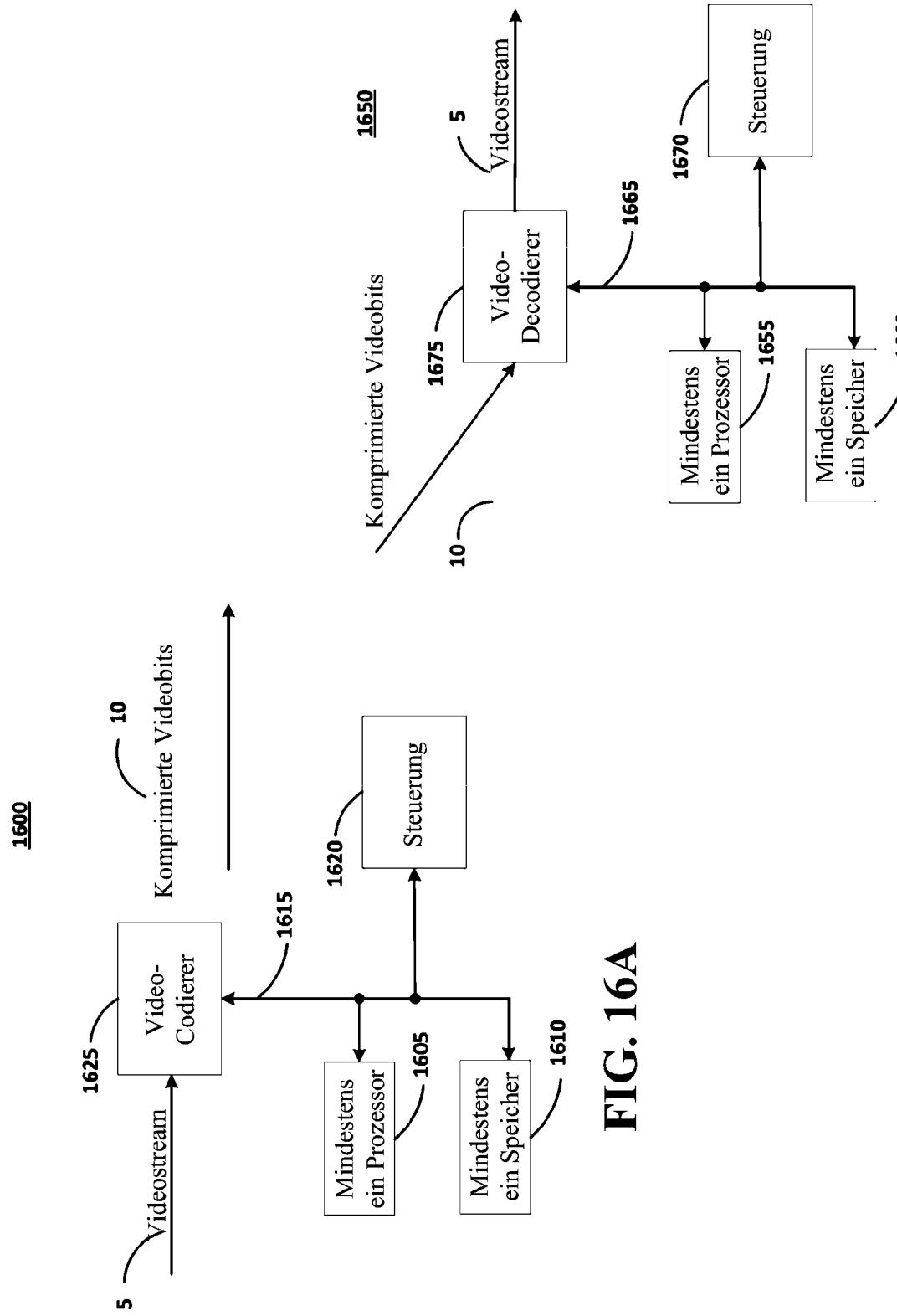


FIG. 15



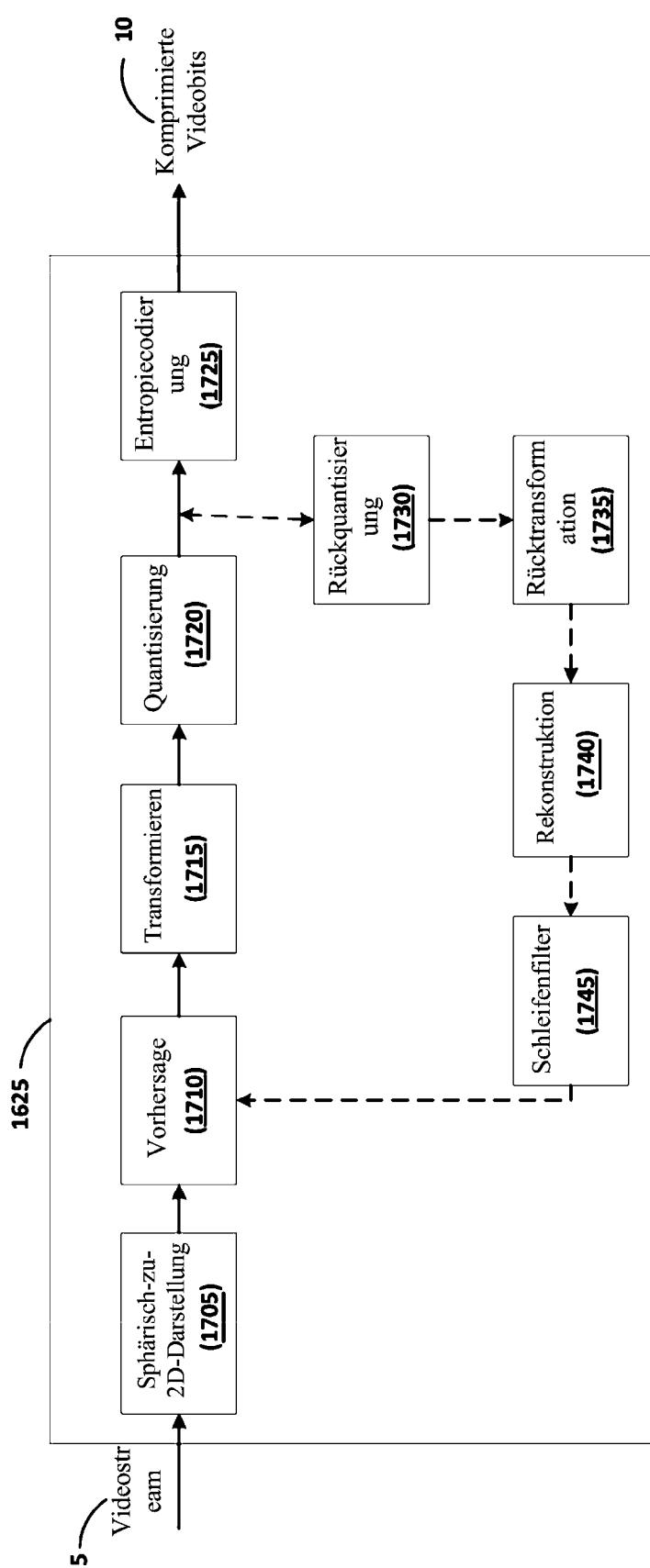


FIG. 17A

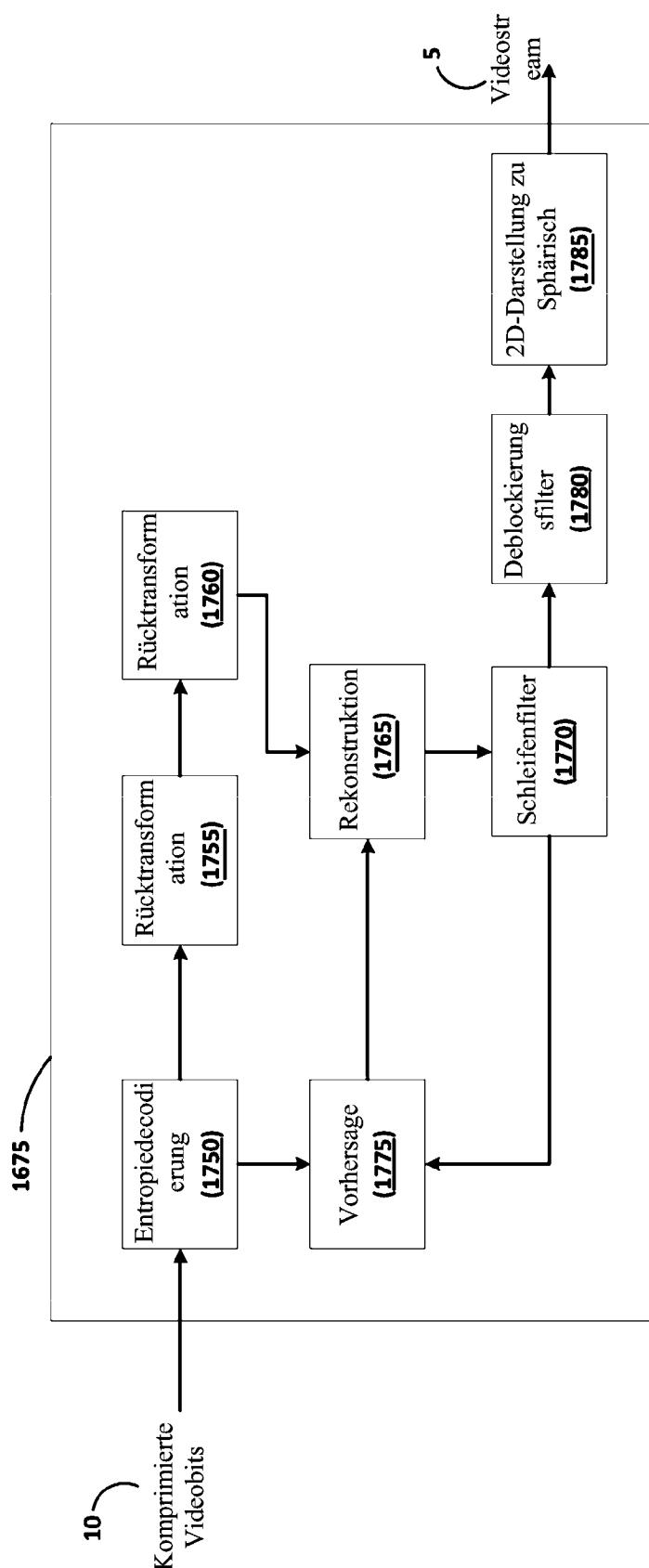
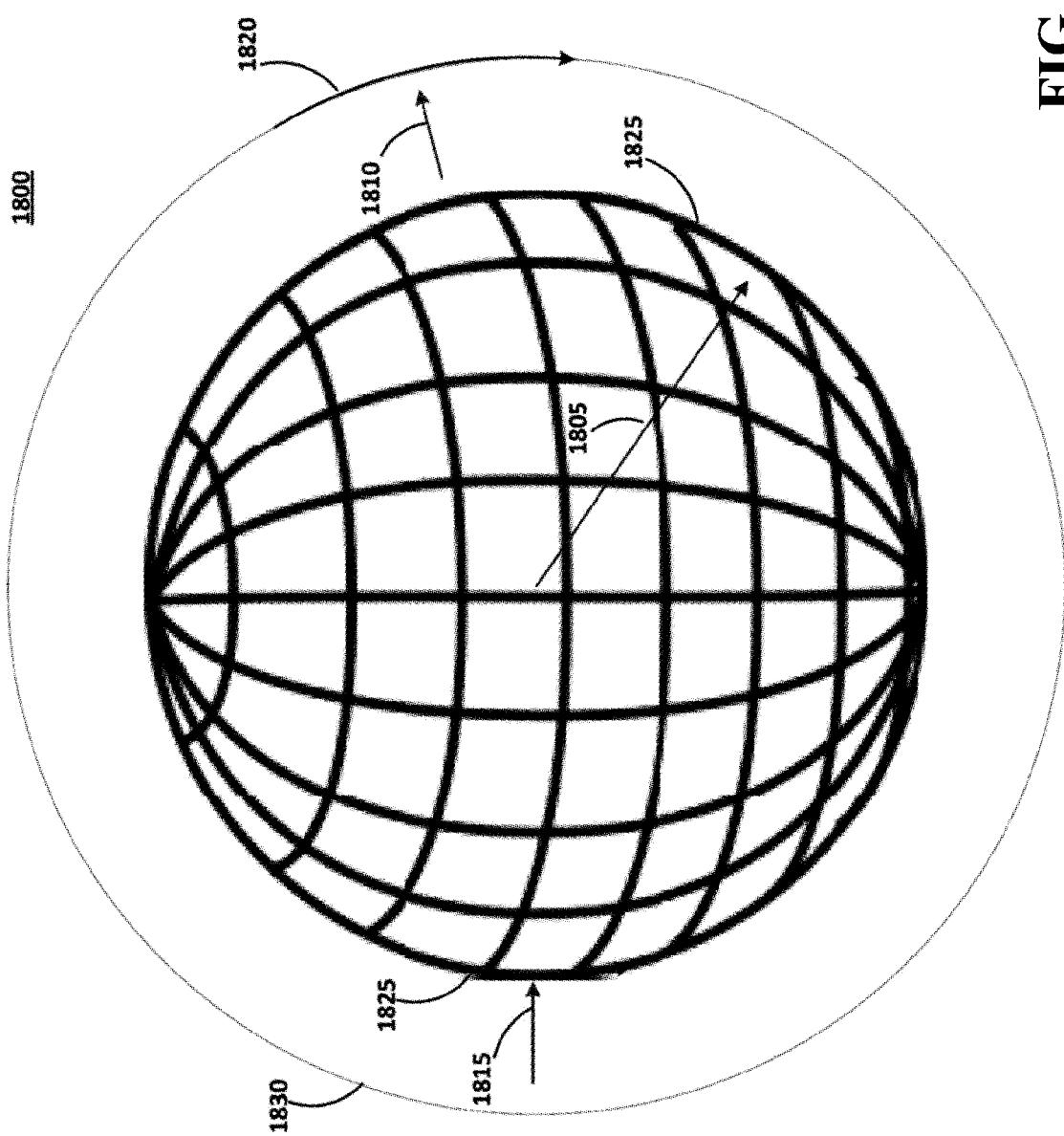


FIG. 17B

FIG. 18



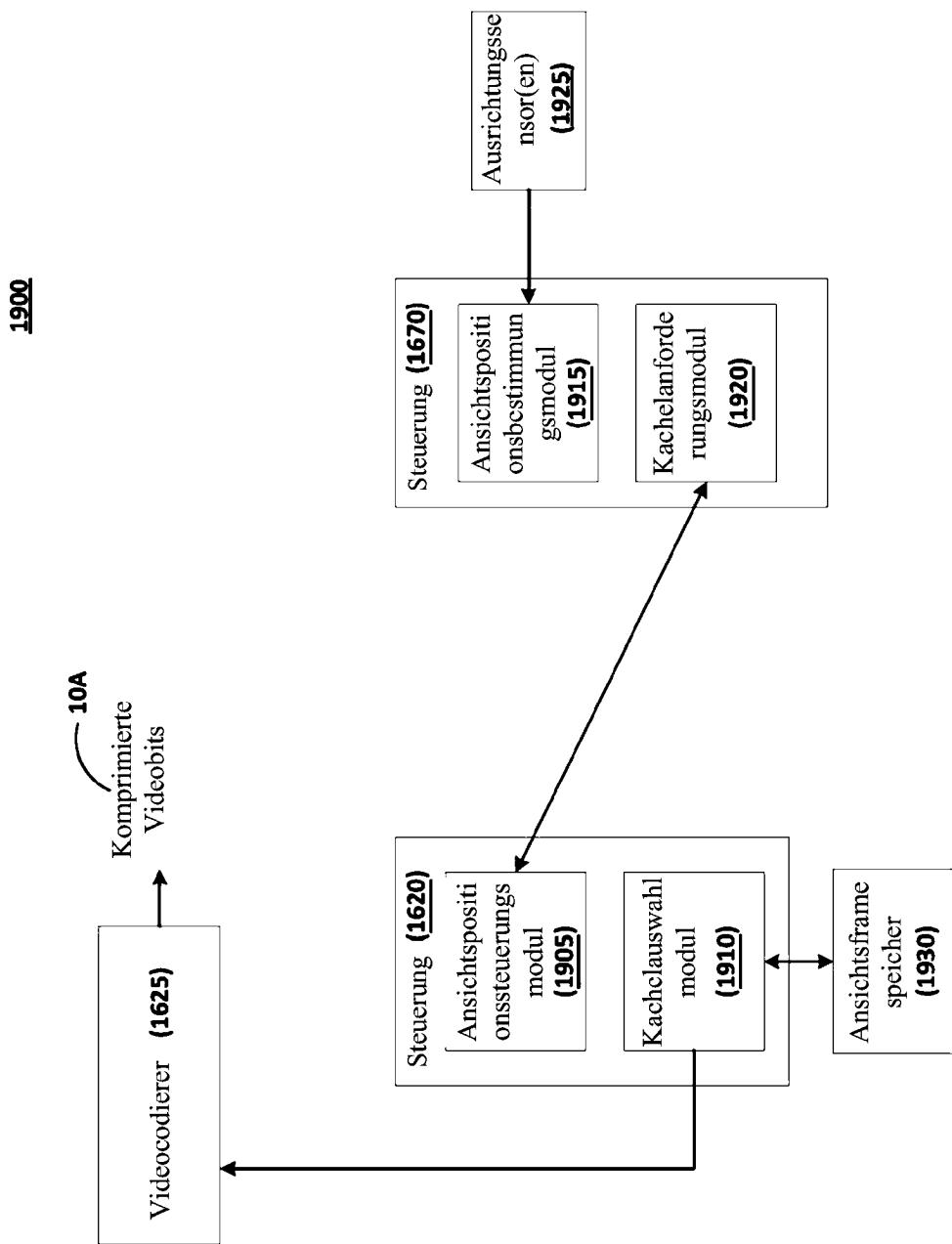


FIG. 19

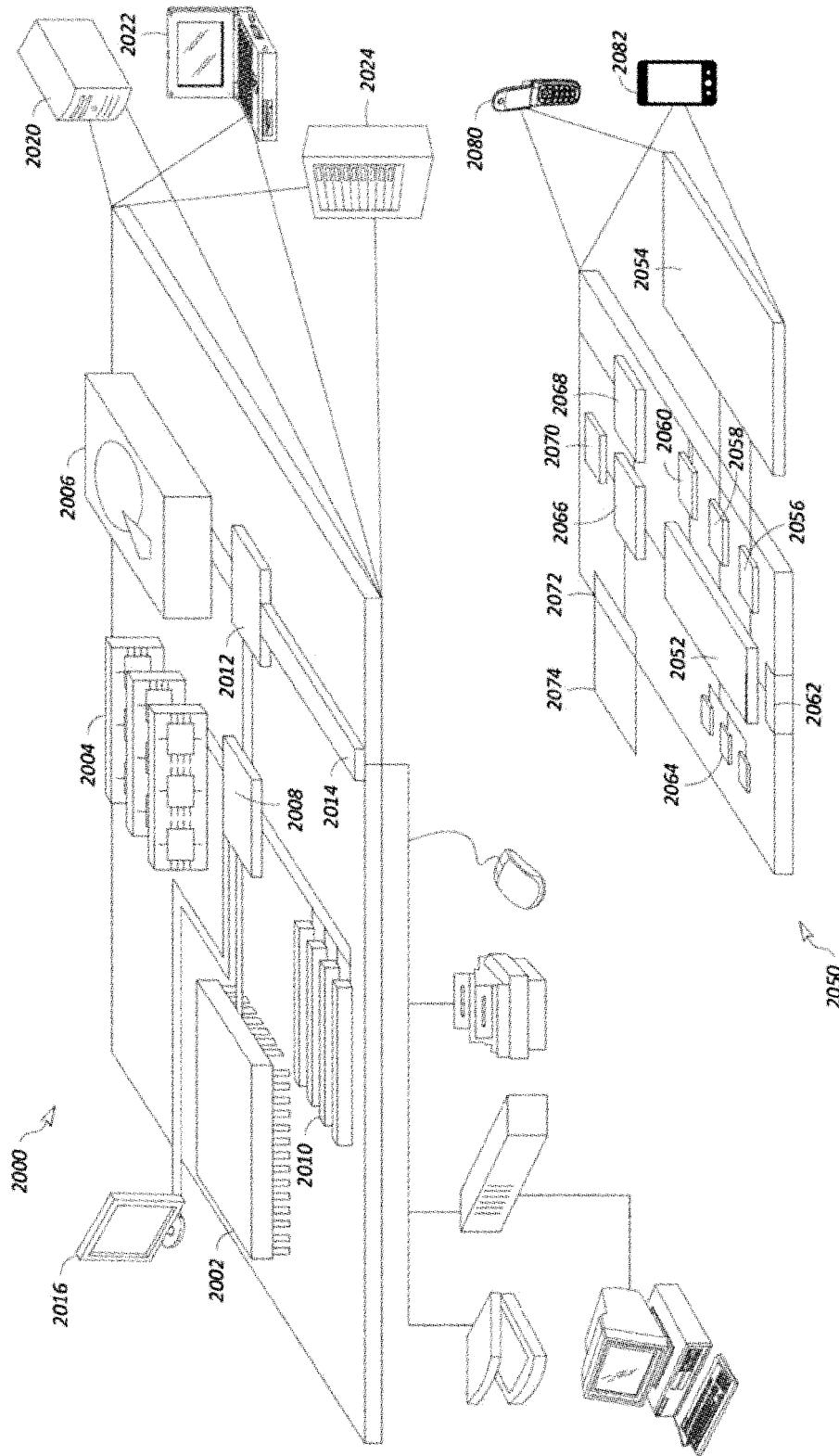


FIG. 20