



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 012 621.7**

(22) Anmeldetag: **24.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **29.09.2011**

(51) Int Cl.: **A61B 19/00 (2006.01)**

A61B 6/03 (2006.01)

A61F 2/84 (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE

(72) Erfinder:
Pfister, Marcus, Dr., 91088, Bubenreuth, DE;
Roden, Martin von, Aurora, Ohio, US

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

DE 10 2007 057096 A1

DE 10 2007 052123 A1

DE 10 2007 032786 A1

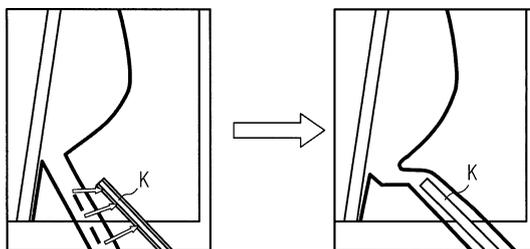
US 2008/01 47 086 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

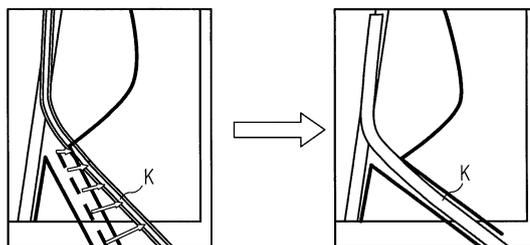
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Adaption eines Referenzbildes**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft insbesondere das Gebiet der fluoroskopiegesteuerten, interventionellen Reparatur von abdominellen Aortenaneurysmen auf Angiographieanlagen. Gegenstand der Erfindung ist eine Adaption eines Referenzbildes, die automatisch Verschiebungen korrigiert, die durch das Einbringen von Instrumenten, z. B. beim Einsatz eines Stents in einer Aorta entstehen kann. Hierbei können auch solche Verschiebungen korrigiert werden, die im Bild zunächst aufgrund des Blickwinkels nicht wahrgenommen werden können.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der fluoroskopiegesteuerten, interventionellen Reparatur von abdominellen Aortenaneurysmen (= AAA) auf Angiographieanlagen.

[0002] Ein abdominelles Aortenaneurysma ist eine Gefäßaussackung an der abdominellen Aorta. Behandelt wird dies durch Einsetzen eines sogenannten Stent Grafts, also Gefäßplastiken. Über die beiden Leisten werden Führungsdrähte und Katheder in die Aorta eingebracht, über die ein oder mehrere Stent Grafts eingebracht werden. In der **Fig. 1a** ist beispielsweise ein solches abdominelles Aortenaneurysma A gezeigt. Behandelt wird dies durch Einsetzen eines Stent Grafts S. Über die beiden Leisten werden Führungsdrähte bzw. Katheder K in die Aorta eingebracht, mit Hilfe derer die Stent Grafts eingebracht werden.

[0003] Ziel beim Einsetzen dieser Stent Grafts ist es, die "Ladungszone" der Gefäßprothese so weit wie möglich im gesunden Gefäßwandbereich zu platzieren, dabei aber keine wichtigen Gefäßabgänge zu überdecken. Insbesondere sind die Abgänge der Nierenarterien, der oberen Eingeweidearterie (Arteria Mesenterica Superior), des Truncus coeliacus, und der internen Beckenarterien (A. iliaca interna) freizuhalten. Ein sensibler Punkt ist das Absetzen des "Hauptstents" in der Aorta, bei dem die genannten Gefäßabgänge nicht verschlossen werden dürfen. Beim komplexen Stents, die die Beinarterien mit umfassen, wie es beispielsweise in **Fig. 1c** gezeigt ist, muss der endgültige Stent manchmal aus "Teilstents" zusammengesetzt werden (z. B. einem Aortenstent (I), an den, durch ein sogenanntes Fenster, der Stent für die Beinarterie (II) angesetzt wird).

[0004] Um zur Kontrolle während der komplexen Stent-Positionierung nicht zur ständigen Gefäßdarstellung Kontrastmittel injizieren zu müssen, kann zur Positionierungshilfe ein Referenzbild (anatomisch korrekt) überlagert werden, das die Gefäße (in dem Falle Aorta und abgehende Gefäße) darstellt. Wie in **Fig. 2a** gezeigt, kann dieses Referenzbild entweder eine 2D-Angiographie (DSA) sein oder, wie in **Fig. 2b** gezeigt, zweckmäßigerweise ein vorher aufgenommenen 3D-Datensatz (z. B. eine CT-Angiographie) des Aneurysmas sein. Diese zeigen mehr Details und können unter beliebiger Angulation des C-Arms überlagert werden.

[0005] Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist es möglich, das Aneurysma aus den Referenzbildern vorzusegmentieren. Hierbei kann z. B. der Gefäßverlauf (Centerline) bzw. der Umriss der Gefäße ermittelt werden. Dies kann sowohl beim 2D-Referenzbild, wie in

Fig. 3a gezeigt, als auch beim 3D-Referenzbild, wie in **Fig. 3b** gezeigt, geschehen. Zudem ist es möglich, Instrumente (z. B. Katheder oder Führungsgeräte) in 2D-Bildern zu erkennen und zu verfolgen. Wie in **Fig. 2** bereits gezeigt, ist eine zum Teil flexible 2D-3D- oder 3D-3D-Registrierung, z. B. von 2D- und 2D-Angiographien, möglich.

[0006] Problem dieser Überlagerungen ist, dass das Referenzbild (2D oder 3D) die Gefäßanatomie zu einem bestimmten Zeitpunkt zeigt. Bringt der Arzt, wie z. B. in **Fig. 4** gezeigt, sehr steife bzw. starre Instrumente, z. B. einen Katheder A ein, verformt sich die Anatomie. Wird in überlagerten Referenzbild diese Verformung nicht korrigiert (siehe **Fig. 4a** und **Fig. 4b**), entsteht eine Ungenauigkeit bzw. eine Nichtübereinstimmung bei der Überlagerung. Dies kann zu Unsicherheiten bei der Navigation während einer Intervention führen, bei dem die Überlagerung als Navigationshilfsmittel dient.

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, derartige Verformungen, wie eingangs erwähnt, zu korrigieren.

Darstellung der Erfindung

[0008] Die Aufgabe wird mit dem Verfahren sowie der Vorrichtung gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sowie der Vorrichtung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche bzw. lassen sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie den Ausführungsbeispielen entnehmen.

[0009] Gegenstand der Erfindung ist eine Adaption zumindest eines Referenzbildes, insbesondere geeignet für den Einsatz eines Stents in eine Aorta, die automatisch Verschiebungen korrigiert, die durch das Einbringen von Instrumenten, z. B. eines Katheters, entstehen kann. Auch können hierbei vorzugsweise solche Verschiebungen korrigiert werden, die im Bild bei entsprechendem Betrachtungswinkel zunächst nicht wahrgenommen werden können bzw. nicht sichtbar sind.

[0010] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zur vorstehend beschriebenen Adaption aufweisend Mittel zur Durchführung der genannten Adaption. Die in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Ausführungsformen hinsichtlich eines erfindungsgemäßen Verfahrens gelten auch in Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0011] Die Erfindung erhöht dadurch die Genauigkeit im überlagerten Referenzbild, welches als Navigationshilfsmittel während einer medizinischen Intervention dient.

Beschreibung eines oder
mehrerer Ausführungsbeispiele

[0012] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen.

[0013] In der Zeichnung zeigen:

[0014] Die eingangs erwähnten **Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3** und **Fig. 4** den möglichen Stand der Technik und das oben dargestellte Problem der Verformung, und die

[0015] **Fig. 5a** und **Fig. 5b** die erfindungsgemäße Korrektur in der Bildebene, und

[0016] **Fig. 6a, Fig. 6b** und **Fig. 6c** die erfindungsgemäße Korrektur in dreidimensionaler Darstellung.

[0017] Im Folgenden wird das Prinzip der erfindungsgemäßen Korrektur anhand der Reparatur eines Aorta-Aneurysmas in den folgenden Ausführungsformen beschrieben: Idealerweise sind folgende Voraussetzungen gegeben:

1. Ein zum C-Arm (bzw. zu den jeweiligen Durchleuchtungsbildern) registrierter Referenz-Datensatz, der entweder ein 3D-Volumen, z. B. eine vorher durchgeführte CT-Angiographie oder ein während der Intervention aufgenommenes C-Arm-CT oder auch 2D-Bilder, z. B. Angiographien (DAS) der entsprechenden Gefäße,
2. Information über den Gefäßverlauf (z. B. die sogenannte Centerline) der Gefäße bzw. der Verlauf von Gefäßumrissen und/oder andere entsprechende Informationen, wie es beispielsweise in **Fig. 3** gezeigt ist, in den Referenzbildern, z. B. über eine (semi-)automatische 2D- bzw. 3D-Segmentierung (je nach verwendetem Datensatz) sowie
3. eine Möglichkeit, das oder die eingebrachten Instrumente, z. B. das Instrument zum Einbringen der Stents, zum Erkennen und Verfolgen. Dies kann z. B. über eine entsprechende Erkennung oder Verfolgung der Instrumente in den Durchleuchtungsbildern geschehen.

[0018] Wie in **Fig. 5** gezeigt, läuft das erfindungsgemäße Vorgehen vorzugsweise wie folgt ab:

- Die im Durchleuchtungsbild erkannte Position kennzeichnet den aktuellen Verlauf des Gefäßes, da sich das Instrument innerhalb des Gefäßes befindet.
- Das Referenzbild (bzw. die Centerline der Segmentierung des Referenzbildes) wird dann entsprechend verzerrt, so dass der aktuelle und angenommene Gefäßverlauf wieder übereinstimmen. Hierbei wird der entsprechende Teil des Gefäßes mit dem jeweiligen Teil des erkannten Instrumentes, z. B. ein Katheder K, in Deckung ge-

bracht, wie es beispielsweise in **Fig. 5a** dargestellt ist. Die Überlagerung des Referenzbildes wird je nach Position und Eindringtiefe des Instrumentes unterschiedlich angepasst, s. z. B. auch **Fig. 5b**.

– Der Rest des Gefäßverlaufes (also der Teil, in dem noch kein Instrument eingebracht wurde) wird z. B. unter der Annahme von "Glattheitsbedingungen", d. h. die Gefäße weisen im Allgemeinen keine abrupten Knickpunkte oder ähnliches auf, extrapoliert. Dabei werden weit vom erkannten Instrument entfernte Bereiche nicht verformt (z. B. die Nierenarterien, wenn ein Instrument in die Beinarterien eingebracht wird) und nähern sich so verformt, dass ein glatter Gefäßverlauf erhalten bleibt.

– Bei der Verformung des Referenzbildes (insbesondere eines 3D-Gefäßes kann insbesondere auch noch auf eine "Längentreue" geachtet werden, da ein eingebrachtes Instrument die Länge der Centerline des Gefäßes nicht verändert. Über diese Randbedingungen können insbesondere Abweichungen korrigiert werden, die im Bild zunächst aufgrund des Blickwinkels nicht sichtbar sind, wie es beispielsweise in **Fig. 6a** dargestellt ist. Ist das Gefäß z. B. "in Blickrichtung" gekrümmt, also senkrecht zur Bildebene, erzeugt ein eingebrachtes Instrument zunächst keine sichtbare Verschiebung zwischen überlagertem Referenzbild und Durchleuchtungsbild. Ist über die Segmentierung jedoch die Krümmung der Centerline bekannt, kann die durch das Instrument erzeugte Aufstreckung berechnet werden und somit z. B. die Verschiebung einer Gefäßabzweigung an ihren tatsächlichen Ort berechnet, und die Überlagerung dann entsprechend angepasst werden, wie es beispielsweise in **Fig. 6b** und **Fig. 6c** gezeigt ist.

[0019] Optional sind folgende Ausführungsformen denkbar. Die Information über den Gefäßverlauf (in 2D oder in 3D)

- kann auch manuell durch den Benutzer definiert (z. B. durch eine Markierung) werden,
- auch durch eine mathematische Beschreibung, z. B. ein höhergradiges Polynom oder eine andere geeignete Funktion gegeben sein. Die Adaptation der Überlagerung kann dann z. B. über die Anpassung der Funktionsparameter je nach Position des erkannten Instrumentes geschehen.

[0020] Optional bzw. alternativ kann die Position des eingebrachten Instrumentes

- manuell durch den Benutzer definiert werden,
- über einen Positionssender bestimmt werden,
- mit Hilfe von zwei oder mehreren Röntgenbildern aus mehreren Winkeln dreidimensional bestimmt oder rekonstruiert werden.

[0021] Es ist vorteilhaft, dass nicht nur eines, sondern mehrere Instrumente erkannt oder verfolgt werden. So können z. B. auch weitere stationäre In-

strumente (z. B. in die Nierenarterien eingebrachte Führungsdrähte) erkannt und verfolgt werden, um die Übereinstimmung der Überlagerung in mehreren Punkten zu gewährleisten.

[0022] Es ist auch denkbar, dass das Verfahren bei weiteren interventionellen Prozeduren angewandt wird, die von der Überlagerung von vorzugsweise vorsegmentierten Referenzbildern profitieren. Als weitere interventionelle Prozeduren sind denkbar, der Austausch von Aortenklappen, Interventionen in Herzkranzgefäßen usw.

Bezugszeichenliste

- A** abdominelles Aorten-Aneurysma
- S** Stent Graft
- K** Katheter

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Adaption eines Referenzbildes, aufweisend folgende Schritte:

- Verwendung mindestens eines Durchleuchtungsbildes von Blutgefäßen in einem Zielbereich (A) und mindestens eines zuvor vom Zielbereich (A) aufgenommenen, mehrdimensionalen Referenzbildes, wobei das Durchleuchtungsbild mit dem Referenzbild registriert wird und beide Bilder überlagert werden,
- Extrahierung von Informationen über einen angenommenen Gefäßverlauf der Blutgefäße und/oder der Blutgefäßumrisse aus dem Referenzbild,
- Verwendung von Positionsinformationen über zumindest ein im Zielbereich eingebrachtes Instrument (K), wobei ein aktueller Gefäßverlauf aus den Positionsinformationen ermittelt werden wird,
- **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des Referenzbildes so verzerrt wird, dass der aktuelle und angenommene Gefäßverlauf in Übereinstimmung gebracht werden, wobei ein dem Gefäßverlauf entsprechender Teil des Gefäßes mit dem jeweiligen Teil des eingebrachten Instrumentes (K), für das die Positionsinformationen vorliegen, in Deckung gebracht werden und die Überlagerung des Referenzbildes je nach Position und Eindringtiefe des Instrumentes (K) angepasst wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Teil des Gefäßverlaufs, der vom eingebrachten Instrument (K) weiter entfernt ist, nicht im Referenzbild verzerrt wird und der Teil des Gefäßverlaufs nahe am eingebrachten Instrument (K) so im Referenzbild verzerrt wird, dass ein glatter Gefäßverlauf erhalten bleibt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Abweichungen hinsichtlich der Länge des Gefäßverlaufs korrigiert werden, die aufgrund des Betrachtungswinkels auf das Referenzbild verborgen sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationen über den Gefäßverlauf manuell definiert werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dass die Informationen über den Gefäßverlauf durch eine mathematische Funktion, vorzugsweise ein höhergradiges Polynom beschrieben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anpassung der Funktionsparameter abhängig von der Position des eingebrachten Instrumentes (K) vorgenommen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des eingebrachten Instruments manuell durch definiert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des eingebrachten Instruments über einen Positionssender bestimmt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des eingebrachten Instruments mit Hilfe mindestens eines Durchleuchtungsbildes gegebenenfalls aus mehreren Aufnahmewinkeln bestimmt oder rekonstruiert wird.

10. Vorrichtung zur automatischen Adaption eines Referenzbildes, aufweisend:

- Mittel zur Verwendung mindestens eines Durchleuchtungsbildes von Blutgefäßen in einem Zielbereich (A) und mindestens eines zuvor vom Zielbereich (A) aufgenommenen, mehrdimensionalen Referenzbildes, wobei das Durchleuchtungsbild mit dem Referenzbild registriert ist und beide Bilder überlagert werden können,
- Mittel zur Extrahierung von Informationen über einen angenommenen Gefäßverlauf der Blutgefäße und/oder der Blutgefäßumrisse aus dem Referenzbild,
- Mittel zur Verwendung von Positionsinformationen über zumindest ein im Zielbereich eingebrachtes Instrument (K), wobei ein aktueller Gefäßverlauf aus den Positionsinformationen ermittelt werden kann,
- dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil des Referenzbildes so verzerrbar ist, dass der aktuelle und angenommene Gefäßverlauf in Übereinstimmung gebracht werden kann, wobei ein dem Gefäßverlauf entsprechender Teil des Gefäßes mit dem jeweiligen Teil des eingebrachten Instrumentes (K), für das die Positionsinformationen vorliegen, in Deckung gebracht werden kann und die Überlagerung des Re-

ferenzbildes je nach Position und Eindringtiefe des Instrumentes (K) anpassbar ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

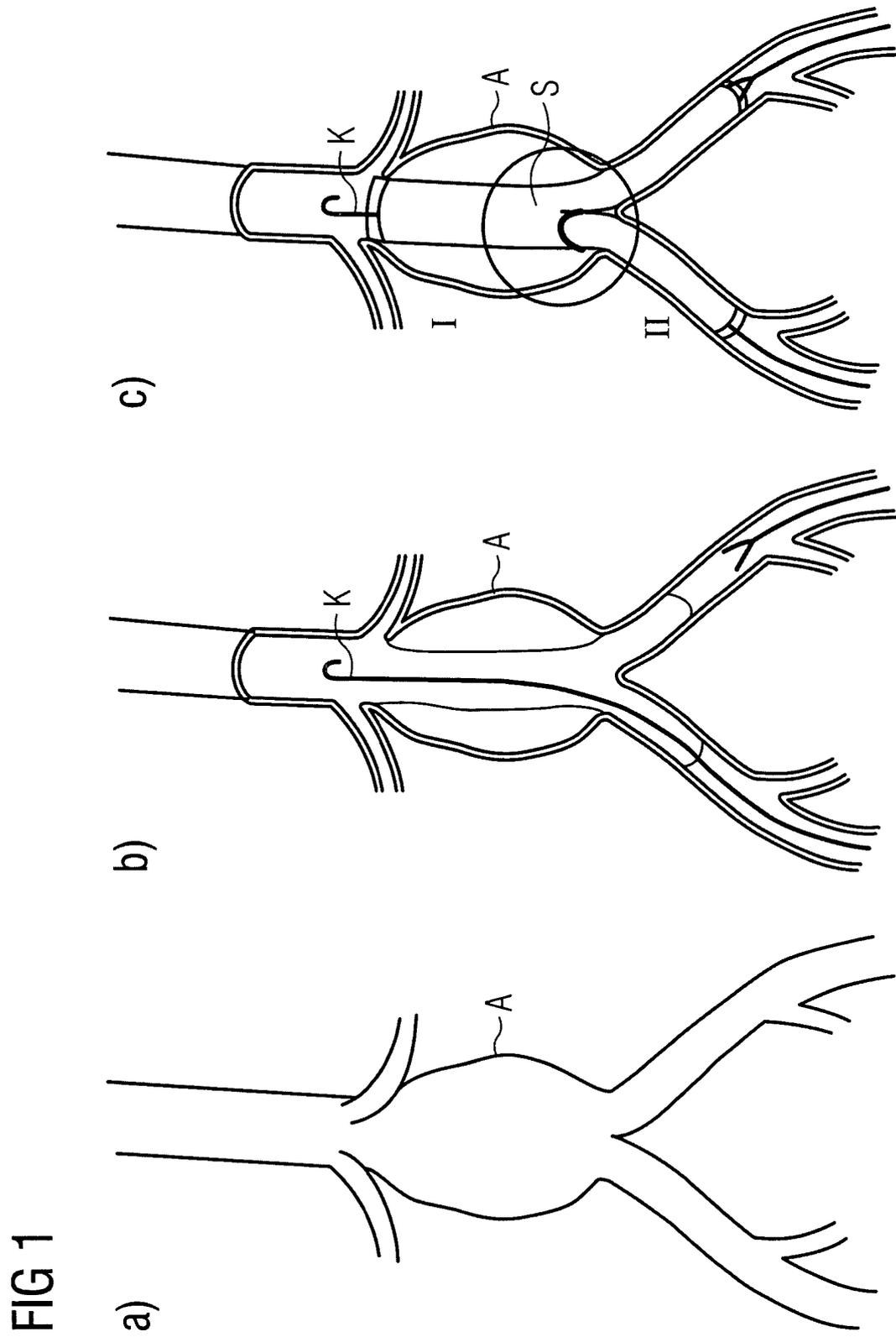
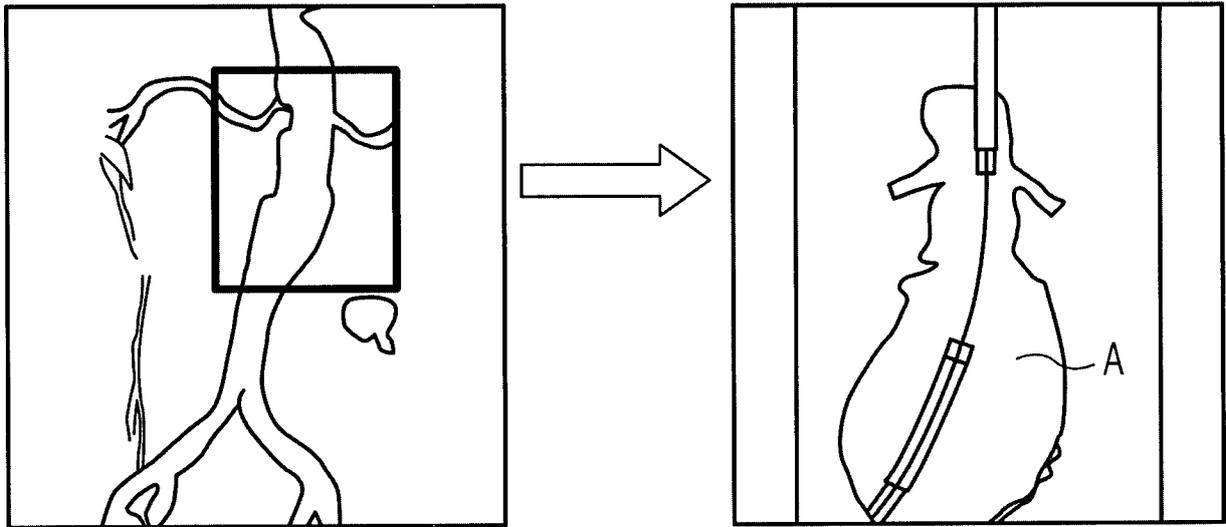


FIG 2

a)



b)

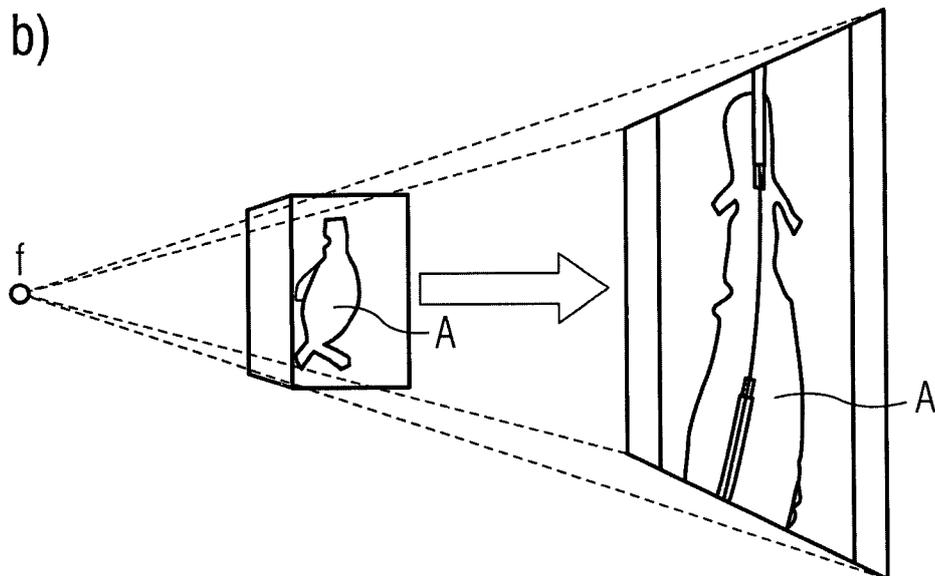
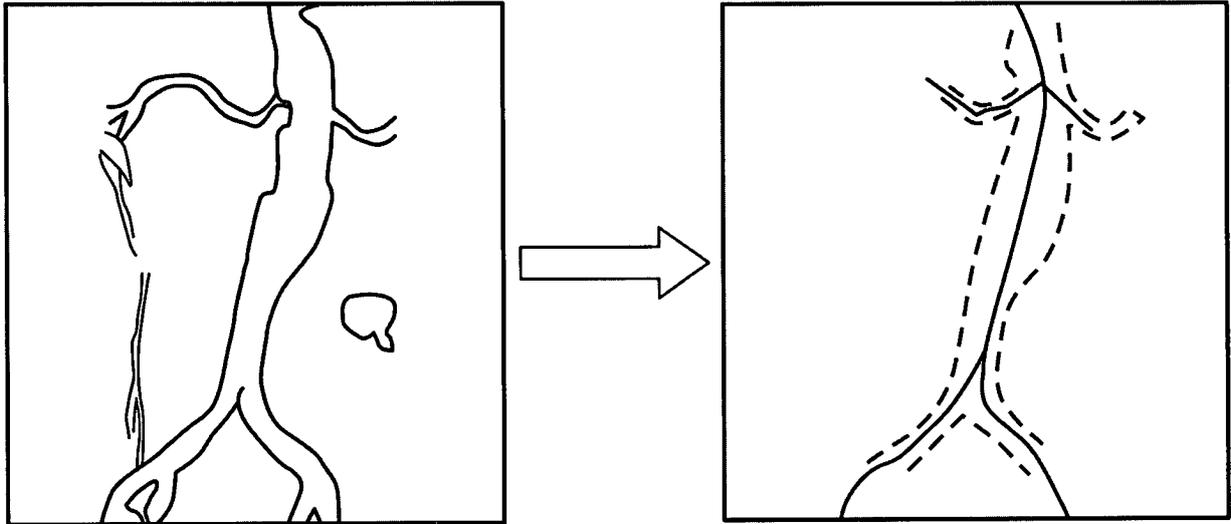


FIG 3

a)



b)

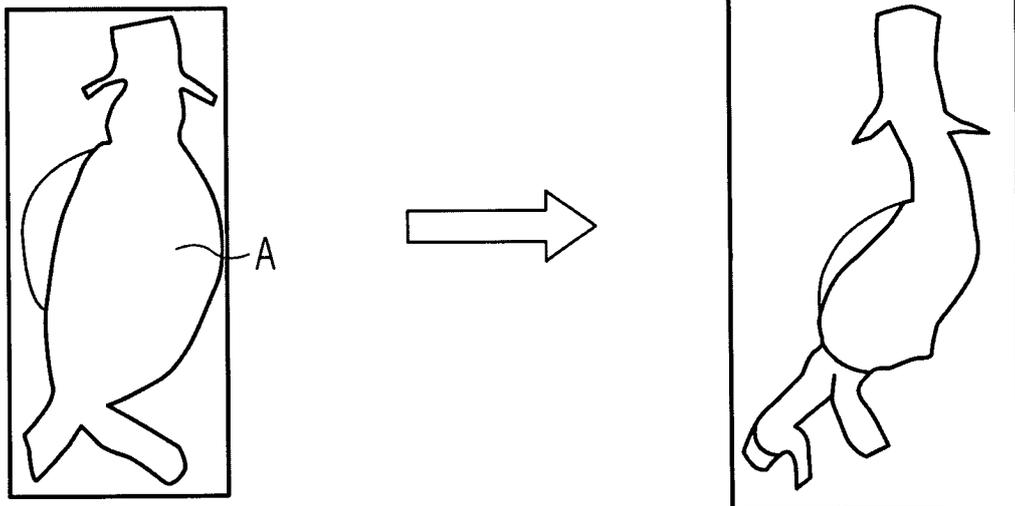


FIG 4

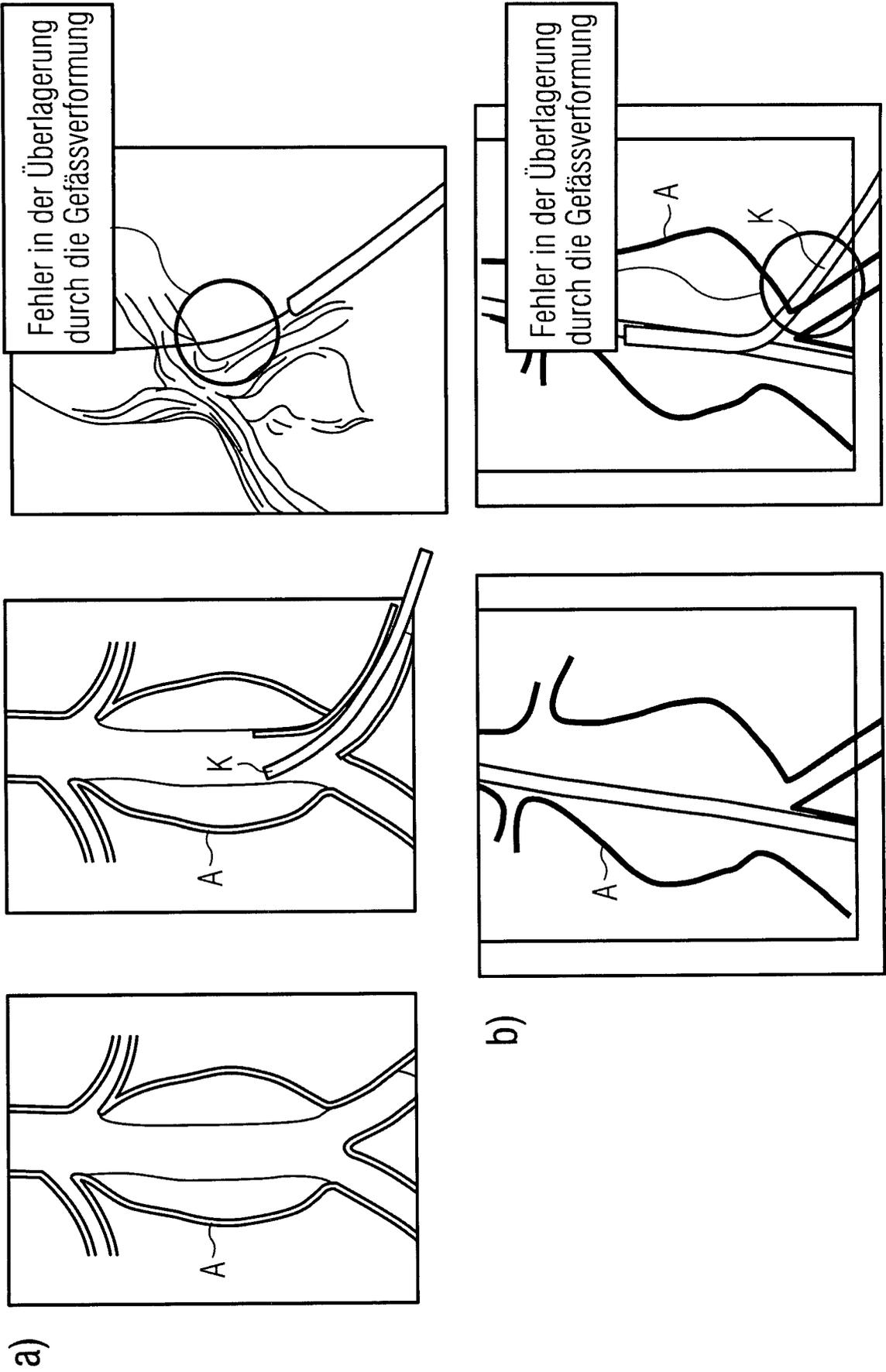
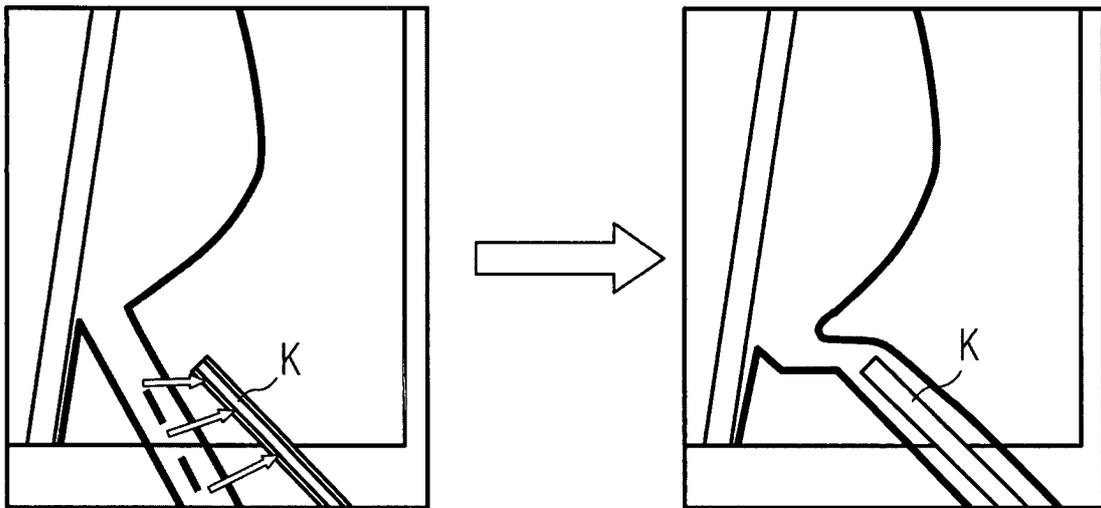
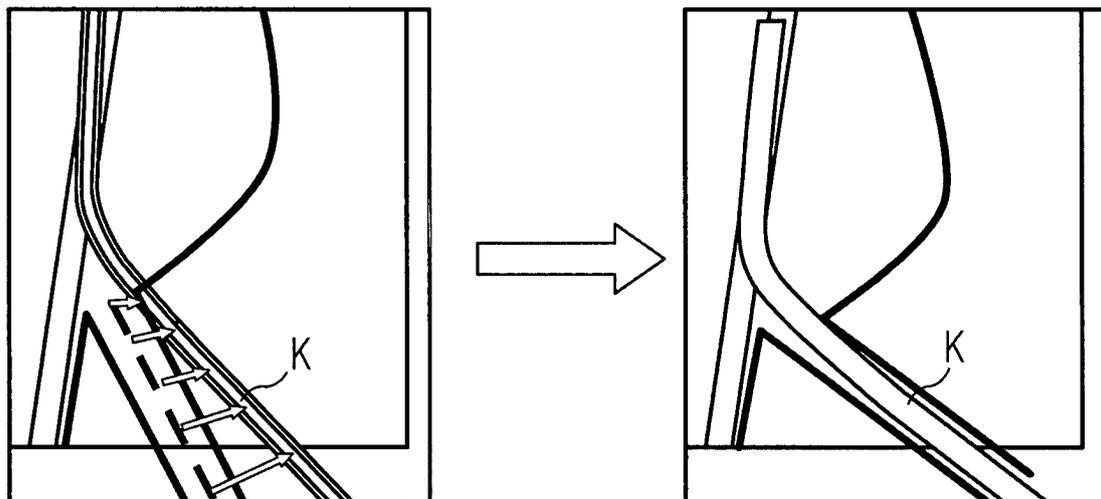


FIG 5

a)



b)



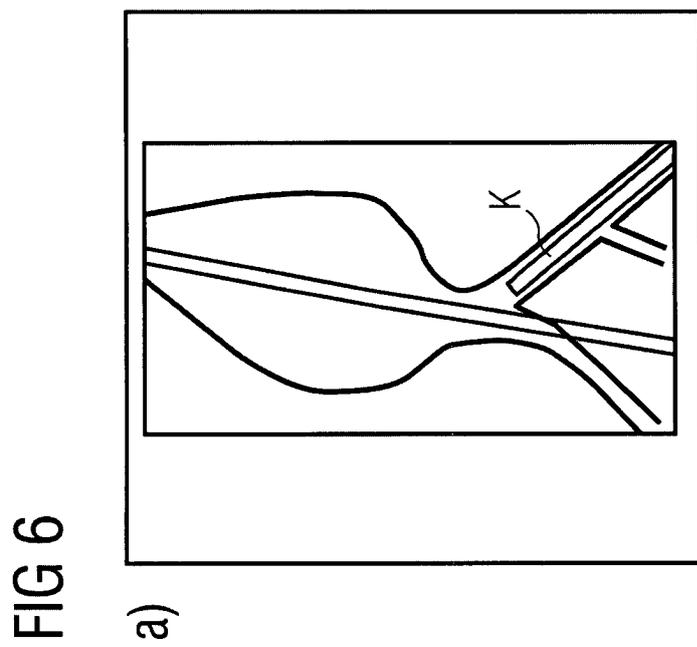
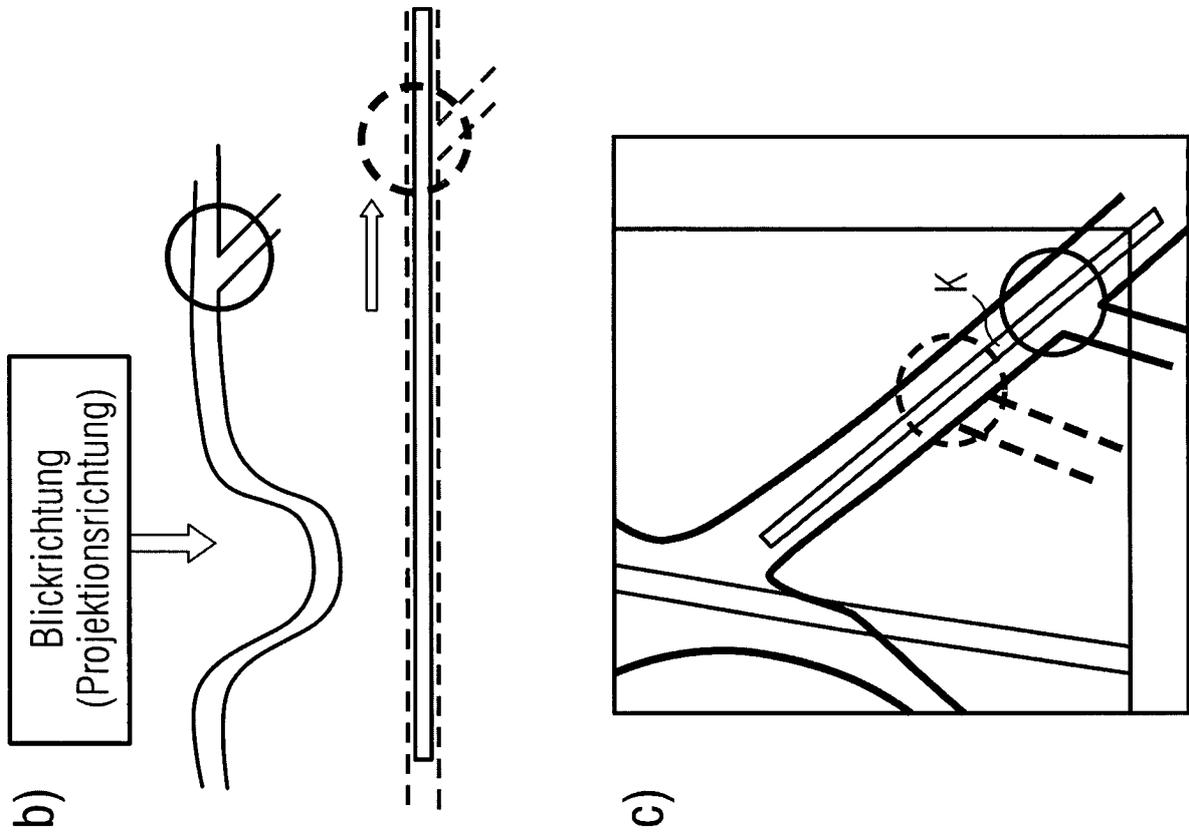


FIG 6