



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 22 014 T2** 2004.04.08

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 923 746 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 22 014.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR97/01584**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 940 199.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/010313**

(86) PCT-Anmeldetag: **09.09.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **12.03.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.06.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.04.2004**

(51) Int Cl.⁷: **G01V 3/15**
G01V 3/38, G01V 15/00

(30) Unionspriorität:
9611224 09.09.1996 FR

(73) Patentinhaber:
Plymouth Française, Feyzin, FR

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**BELLOIR, Fabien, F-51380 Trepail, FR; BUI DUC,
Hao, F-69100 Villeurbanne, FR**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN FÜR DIE DETEKTION, IDENTIFIZIERUNG UND VERFOLGEN VON UNSICHTBAREN GEGENSTÄNDEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Das Ziel der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Erfassen, Identifizieren und Verfolgen von optisch nicht erkennbaren Objekten, insbesondere von unter der Erde verlegten Rohrleitungen.

[0002] Es ist bereits bekannt, ein unter der Erde verlegtes Leitungsrohr mit Hilfe eines Codierbandes zu lokalisieren. Dieses Codierband umfasst elektromagnetisch erfassbare Elemente, die in vorbestimmten Abständen voneinander entfernt sind und so sich wiederholende Muster bilden, die als Codes bezeichnet werden. Die Länge jedes erfassbaren Elements und der Abstand zwischen den erfassbaren Elementen geben Informationen bezüglich des Typs des entsprechenden Leitungsrohrs. Das Codierband befindet sich genau über der Rohrleitung, dessen Anwesenheit es anzeigen soll, oder es kann diese Rohrleitung ummanteln.

[0003] Das französische Patent FR-2 667 953 beschreibt ein Codierband zum Identifizieren von unter der Erde verlegten Rohrleitungen, und das Patent FR-2 667 952 beschreibt eine Vorrichtung zum Erfassen und Identifizieren von unter der Erde verlegten Rohrleitungen. Die im zweiten Patent beschriebene Detektiervorrichtung kann zum Beispiel in Kombination mit dem im ersten Patent offenbarten Codierband verwendet werden.

[0004] Nachteilig an den bekannten Systemen ist, dass es notwendig ist, dass eine ausreichende Länge vorhanden ist, damit eine Rohrleitung erfasst werden kann. Es ist daher oft schwierig und sogar unmöglich, quer verlaufende Rohrleitungen zu erfassen, die eine Hauptrohrleitung mit einem Benutzer des Netzes verbinden. Wenn sich zwei Rohrleitungen überkreuzen, ist es außerdem schwierig, sie voneinander zu unterscheiden.

[0005] Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, das es erlaubt, die Leistungsfähigkeit der Detektiervorrichtungen zu erhöhen, und Codiervorrichtungen vorzuschlagen, die es in Kombination mit diesem neuen Detektierverfahren erlauben, Rohrleitungen zu erfassen und zu identifizieren, und dabei nur eine geringe Messlänge benötigen, und zwar auf eine zuverlässige Weise, auch wenn sich diese Rohrleitungen überkreuzen.

[0006] Hierzu ist das von ihr vorgeschlagene Verfahren ein Verfahren zum Erfassen, Identifizieren und Verfolgen von unter der Erde verlegten Rohrleitungen oder anderen Objekten, die optisch nicht erkennbar sind, mittels eines Detektors und einer erfassbaren Anzeigevorrichtung, die entsprechend einem vorbestimmten Muster Codierelemente umfasst, die elektromagnetisch aus der Ferne erfassbar sind.

[0007] Erfindungsgemäß besteht das Verfahren darin, eine Ablesung mittels eines Impulsgenerators durchzuführen, der einem Abstandsmesssystem zugeordnet ist, welches es ermöglicht, unabhängig von der Geschwindigkeit der Fortbewegung des Bedienungspersonals zu arbeiten, um ein zu analysieren-

des und zu erkennendes Signal zu erhalten, dieses Signal nach mindestens zwei verschiedenen Techniken zu verarbeiten, die aus der euklidischen Distanztechnik, der Neuronennetztechnik und der Fuzzy-Logic-Technik ausgewählt werden, die durch die verwendeten Techniken erhaltenen Ergebnisse zu vergleichen und ein entgültiges Ergebnis in Abhängigkeit von den durch die verschiedenen verwendeten Techniken erhaltenen Ergebnissen zu geben,

wobei die euklidische Distanztechnik darin besteht:

- einerseits das zu erkennende Signal zu laden, es dann zu filtern und Parameter daraus zu extrahieren und andererseits eine Lerndatei zu laden, die bei einem Lernprozess erhalten wurde, der mit einem Minimum an Störgrößen für alle Gestaltungsfälle verwirklicht wurde, und die jedem Typ von zu erfassenden Anzeigevorrichtungen entspricht,
- die euklidische Distanz zwischen den extrahierten Parametern und den Parametern der in der Lerndatei gespeicherten Signale zu messen,
- die geringste euklidische Distanz aus den vorgenommenen Messungen zu extrahieren, und
- anzugeben, welchem Codierelement das zu erkennende Signal entspricht,

wobei die Neuronennetztechnik darin besteht:

- einerseits das zu erkennende Signal zu laden, es dann zu filtern, daraus Komponenten zu extrahieren, diese Komponenten an den Eingang eines Neuronennetzes zu legen und dieses Netz zu aktivieren, und andererseits eine Lerndatei zu laden, die bei einem Lernprozess erhalten wurde, der mit einem Minimum an Störgrößen für alle Gestaltungsfälle verwirklicht wurde, und die jedem Typ von zu erfassenden erfassbaren Anzeigevorrichtungen entspricht,
- das Neuron, dessen Anregung die höchste ist, mit der Lerndatei zu vergleichen, und
- zu bestimmen, welchem Codierelement das zu erkennende Signal entspricht,

wobei die Fuzzy-Logic-Technik darin besteht,

- einerseits das zu erkennende Signal zu laden und daraus Parameter zu extrahieren und andererseits eine Lerndatei zu laden, die bei einem Lernprozess erhalten wurde, der mit einem Minimum an Störgrößen für alle Gestaltungsfälle verwirklicht wurde, und die jedem Typ von zu erfassenden erfassbaren Anzeigevorrichtungen entspricht, und Unterteilung eines Repräsentierendes in verschiedene Bereiche, die Felder genannt werden, wobei jeder Bereich einem Code zugeordnet ist, der einem Codierelement entspricht,
- den Grad der Zugehörigkeit der extrahierten Parameter zu jedem Feld zu berechnen,
- das Maximum dieses Zugehörigkeitsgrades zu suchen, und
- den Code zu bestimmen, der dem Feld zugeordnet ist, dem dieses Maximum entspricht.

[0008] Dieses Verfahren erlaubt es, das Problem zu lösen, das dieser Erfindung zugrunde liegt.

[0009] Die von der vorliegenden Erfindung vorgeschlagene Codiervorrichtung umfasst ein elektrisch isolierendes Trägerband, auf dem Gruppen mit einer gleichen Anzahl von elektromagnetisch erfassbaren aktiven Elementen regelmäßig aufeinanderfolgend vorgesehen sind. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass die erfassbaren Elemente so angeordnet sind, dass sie Gruppen bilden, die jeweils eine gleiche Anzahl von erfassbaren Elementen umfassen, wobei der Abstand zwischen zwei benachbarten Gruppen konstant ist, dass der Abstand zwischen zwei erfassbaren Elementen innerhalb einer Gruppe konstant ist, und dass der letztere Abstand wesentlich geringer ist als der Abstand zwischen zwei Gruppen von erfassbaren Elementen.

[0010] Jedenfalls wird die Erfindung anhand der folgenden Beschreibung gut verstanden werden, welche mit Bezug auf die beigefügte schematische Zeichnung gegeben wird, die beispielhaft und nicht begrenzend ein erfindungsgemäßes Verfahren veranschaulicht und verschiedene vorteilhafte Ausführungsformen von Codierbändern darstellt, die bei Anwendung des Verfahrens verwendet werden können.

[0011] Weitere vorteilhafte Kennzeichen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Codiervorrichtung erscheinen beim Lesen dieser Beschreibung.

[0012] **Fig. 1** ist eine Ansicht, die die Erfassung einer Rohrleitung durch Bedienungspersonal veranschaulicht,

[0013] **Fig. 2** ist ein Ornigramm, das die euklidische Distanztechnik zusammenfasst,

[0014] **Fig. 3** ist ein Ornigramm, das die Kohonen-Neuronennetztechnik zusammenfasst,

[0015] **Fig. 4** ist ein Ornigramm, das die Fuzzy-Logic-Technik zusammenfasst,

[0016] **Fig. 5** ist ein Ornigramm, das die Fenster-Klassifizierungstechnik zusammenfasst, die **Fig. 6 bis 9** stellen verschiedene vorteilhafte Gestaltungen von Codierbändern sowie des diesen entsprechenden idealen Signals dar.

[0017] **Fig. 1** stellt einen Bedienungsmann dar, der mit einem Detektiersystem **2** ausgestattet ist, das zum Identifizieren einer unter der Erde verlegten Rohrleitung **4** bestimmt ist, sowie ein Codierband **6**, das elektromagnetisch erfassbare Elemente **8** mit geringer Dicke umfasst.

[0018] Das Detektiersystem **2** umfasst einen Inkrementalcodierer, der vorteilhafterweise mit einem Rad verbunden ist, welches der Vorrichtung ermöglicht, auf einem Boden **10** zu rollen. Dieser Inkrementalcodierer liefert bei jeder Radumdrehung eine vorbestimmte Impulsanzahl. Diese Impulse erlauben es, in regelmäßigen Abständen Erfassungen auszuführen.

[0019] Dieses Detektiersystem **2** erlaubt es, unabhängig von der Fortbewegungsgeschwindigkeit des Bedienungspersonals zu arbeiten und ein von der zurückgelegten Distanz abhängiges Signal zu erhalten. So ist es viel einfacher, die Entfernung zwischen er-

fassbaren Elementen **8** auf dem Codierband **6** zu messen.

[0020] Bevor ein Signal zur Bestimmung der Position und der Art einer unter der Erde verlegten Rohrleitung **4** aufgezeichnet wird, werden Lernsignale unter idealstmöglichen Bedingungen aufgezeichnet, das heißt mit einem Minimum an Störgrößen, zum Beispiel in einem Labor.

[0021] Die Anzahl an verschiedenen Typen von Codierbändern **6**, die auftreten kann, ist begrenzt. Die Aufzeichnung jedes dieser Bänder **6** und die Einspeicherung erfolgt in Form eines Codes in einer Lerndatei. Diese Aufzeichnung umfasst also Codes, die "Ideal"-Signalen mit sehr wenig Stör- oder Hintergrundgeräuschen entsprechen. Die Lerndatei umfasst ebensoviele Codes wie es verschiedene zu identifizierende Codierbänder **6** gibt.

[0022] Um den Leitungsröhrtyp zu bestimmen, der einem aufgezeichneten, zu erkennenden Signal entspricht, wird dieses Signal durch verschiedene Techniken mit den gespeicherten Codes verglichen, um festzusetzen, welchem aufgezeichneten Signal es am nächsten kommt. Mindestens zwei der drei nachfolgend beschriebenen Techniken werden angewendet. Wenn die zwei erhaltenen Ergebnisse übereinstimmen und identisch sind, wird das Ergebnis validiert. Wenn die Ergebnisse nicht übereinstimmen, wird die dritte Technik angewandt, um zwischen den zwei Ergebnissen das Richtige zu bestimmen.

[0023] Eine erste Technik ist die euklidische Distanztechnik. Ein Ornigramm, das diese Technik zusammenfasst, ist in **Fig. 2** dargestellt.

[0024] Das zu erkennende Signal wird zunächst in einer Datei aufgezeichnet, die Rohdatei genannt wird. Um die folgenden Schritte zu vereinfachen, wird dieses Signal gefiltert. Parameter wie zum Beispiel die Peakhöhe des Signals, die mittlere Höhe der Peaks, die Peakfläche, das Verhältnis einer Peakfläche zur vorhergehenden Peakfläche, die Entfernung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Peaks, etc. werden aus dem gefilterten Signal extrahiert.

[0025] Andererseits wird die Lerndatei geladen. Dasselben Parameter wie die aus dem zu erkennenden Signal extrahierten werden ebenfalls aus jedem in der Lerndatei aufgezeichneten Code extrahiert.

[0026] Bei jedem Code der Lerndatei wird der euklidische Abstand zwischen den Parametern dieses Codes und den Parametern des zu erkennenden Signals gemessen. Man erhält so den euklidischen Abstand des zu erkennenden Signals für jeden in der Lerndatei gespeicherten Code. Es genügt dann, den kleinsten euklidischen Abstand zu berechnen, um zu bestimmen, welchem Code das zu erkennende Signal am nächsten kommt.

[0027] Eine zweite Technik ist die Neuronennetztechnik. Ein Ornigramm, das diese Technik zusammenfasst, ist in **Fig. 3** für Kohonen-Netze dargestellt. Natürlich können andere Neuronennetze verwendet werden.

[0028] Ein Raum von vorbestimmter Größe, ge-

nannt Neuronennetz oder hier Kohonen-Netz, wird ausgehend von der Lerndatei festgelegt. Dieses Netz wird in mehrere Klassen geteilt, in denen sich Punkte befinden. Neuronen werden aleatorisch auf Punkten des Netzes angeordnet, um eine Kohonenkarte zu erhalten.

[0029] Die zu erkennende Datei wird in einer Lern-datei aufgezeichnet. Die in dieser Datei enthaltenen Daten werden gefiltert und Parameter vom gleichen Typ wie die bei der euklidischen Distanztechnik extrahierten, werden aus dieser Datei extrahiert. Die so erhaltenen Parameter werden am Eingang des Kohonen-Netzes angeordnet und aktivieren die Kohonenkarte. Die Neuronen dieses Netzes werden durch die Eingangsparameter unterschiedlich aktiviert, und das Neuron, dessen Anregung die höchste ist, wird gewinnendes Neuron genannt.

[0030] Das gewinnende Neuron wird dann mit der Lerndatei verglichen. In Abhängigkeit von der Klasse dieses gewinnenden Neurons kann man bestimmen, welchem Code das zu erkennende Signal am nächsten kommt.

[0031] Die dritte von der Erfindung vorgeschlagene Technik ist die Fuzzy-Logic-Technik. Ein Ornigramm, das diese Technik zusammenfasst, ist in **Fig. 4** dargestellt.

[0032] Die zu erkennende Datei wird in einer Roh-datei aufgezeichnet. Die in dieser Datei enthaltenen Daten werden gefiltert und Parameter vom gleichen Typ wie die bei der euklidischen Distanztechnik extrahierten, werden aus dieser Datei extrahiert.

[0033] Die Lerndatei wird ebenfalls geladen. Ein Repräsentiererraum, der ausgehend von der Lerndatei erhalten wurde, wird im Lauf des Lernprozesses in ein quadratisches Liniennetz unterteilt, so dass er mehrere Bereiche oder Felder umfasst, die jeweils einem Code zugeordnet sind.

[0034] Zu jedem erhaltenen Feld wird der Zugehörigkeitsgrad der extrahierten Parameter des zu erkennenden Signals zu diesem Feld berechnet. Dann wird das Maximum dieses Zugehörigkeitsgrades gesucht und man bestimmt den Code, der dem gefundenen Feld zugeordnet ist, für das der Zugehörigkeitsgrad am höchsten ist.

[0035] Mit jeder dieser drei oben beschriebenen Techniken kann bestimmt werden, welchem das Code das aufgezeichnete zu erkennende Signal am nächsten kommt. Wenn es die beiden ersten Techniken gestatten, auf ein gleiches Ergebnis zu kommen, wird dieses Ergebnis validiert und man geht davon aus, dass die unter der Erde verlegte Rohrleitung dem durch dieses Ergebnis angezeigten Typ entspricht.

[0036] Wenn die beiden ersten Ergebnisse nicht übereinstimmen, wird eine dritte Technik angewandt, um eines der zwei erhaltenen Ergebnisse zu validieren. Wenn das dritte Ergebnis einem der beiden erhaltenen Ergebnisse ähnelt, wird dieses zweimal erhaltene Ergebnis als richtiges Ergebnis angesehen. Jedoch können die drei Ergebnisse voneinander ver-

schieden sein. Dann bieten sich zwei Alternativen an: eine Messung zu wiederholen und diese wie die erste Messung zu analysieren oder aber leistungsfähigere Analysemittel anzuwenden.

[0037] Bei dieser letzten Alternative wird das Signal zum Beispiel direkt verarbeitet, um darin enthaltene mögliche Fehler zu beheben, und ausgehend von diesem berichtigten Signal wird eine Analyse durchgeführt, um zu bestimmen, welchem Code diese neue Signal entspricht.

[0038] Das an Ort und Stelle aufgezeichnete Signal enthält oft Störgrößen. Diese rühren zum Beispiel von einem unterirdischen metallischen Gegenstand her, der ein Signal aussendet, das sich über das des zu erfassenden Codes legt, oder aber von einem Fehler, der beim Anbringen des Codierbandes **6** aufgetreten ist.

[0039] Die drei oben beschriebenen Techniken ergeben sehr gute Ergebnisse, wenn die aufgezeichneten Störgrößen nicht zu groß sind. Ab einer bestimmten Störschwelle sind die relevanten Parameter, die aus dem Signal extrahiert werden, so sehr verändert, dass die durch diese Methoden erhaltenen Ergebnisse ungültig werden.

[0040] Die folgende Technik verarbeitet das aufgezeichnete Signal selbst und nicht mehr die aus diesem Signal extrahierten Parameter. Daher ist die Rechenzeit größer. Aus diesem Grunde werden zunächst die vorhergehenden Techniken verwendet und die nachfolgend genauer erklärte Technik wird nur dann angewendet, wenn die vorhergehenden Techniken kein zufriedenstellendes Ergebnis liefern können.

[0041] Ein Ornigramm, das die Fenster-Klassifizierungstechnik zusammenfasst, ist in **Fig. 5** dargestellt.

[0042] Das zu erkennende Signal, das in der Roh-datei aufgezeichnet ist, wird zunächst gefiltert. Ein Fehlererfassungsprogramm wird ausgeführt, wobei das gefilterte Signal die Eingabedaten darstellt. Dieses Programm basiert auf Varianz- und Mittelwertänderungsmethoden sowie auf Methoden der Änderung des mittleren quadratischen Fehlers. Ausgehend von den Ergebnissen, die dieses Programm ergibt, kann man bestimmen, ob das zu erkennende Signal Fehler enthält. Diese Fehler werden gegebenenfalls behoben. Diese Fehlerbehebung geschieht, indem die Bereiche des Signals weggeschnitten werden, die die aufgefundenen Fehler enthalten.

[0043] Wenn kein Fehler gefunden wurde, wird bei dem gefilterten Ausgangssignal weiterhin die Fenster-Klassifizierungstechnik verwendet. Andernfalls ist das verwendete Signal so wie nach Behebung der Fehler. Im Folgenden ist das zu erkennende Signal je nachdem entweder das gefilterte Ausgangssignal oder dieses gleiche Signal nach Behebung der aufgefundenen Fehler.

[0044] Dieses zu erkennende Signal wird dann in ein bewegliches Fenster eingepasst, das sich bei Bezugserfassungen verschiebt, welche vorzugsweise

im Labor ausgeführt werden. Diese Bezugserfassungen werden auf die gleiche Weise wie die Lerndateien aufgenommen, aber sie sind wesentlich größer als das zu erkennende Signal und größer als die in der Lerndatei aufgezeichneten Codes. Diese Bezugserfassungen sind nacheinander von verschiedenen Mustern eines Codes gebildet, und dies gilt für alle zu erfassenden Codes. Sie werden in Bezugsdateien gespeichert, die geladen werden, sobald das zu erkennende Signal festgelegt wurde.

[0045] Dieses zu erkennende Signal verschiebt sich der Reihe nach auf der gesamten Länge jeder Bezugserfassung, d. h. auf sovielen verschiedenen Erfassungen wie es verschiedene Codierbänder **6** gibt.

[0046] Es genügt dann, das Kriterium des Abstands anzuwenden, um zu bestimmen, welchem Platz auf einer gegebenen Erfassung das zu erkennende Signal am ähnlichsten ist. Sobald dieses Kriterium auf alle Bezugserfassungen angewendet wurde, muss bestimmt werden, welche Bezugserfassung dem zu erkennenden Signal am ähnlichsten ist. Sobald diese Bezugserfassung bestimmt ist, wird angenommen, dass das Leitungsrohr, auf für das das zu erkennende Signal aufgezeichnet wurde, von dem Typ ist, der dieser Bezugserfassung entspricht.

[0047] Anstatt das Kriterium des Zustandsabstands anzuwenden, kann ein anderes Kriterium gewählt werden, wie zum Beispiel das Kriterium des euklidischen Abstands, das Korrelationskriterium oder aber die sogenannte Technik der adaptiven Filtration.

[0048] Um das durch diese Technik der Fenster-Klassifizierung erhaltene Ergebnis zu bestätigen, ist es möglich, das zu erkennende Signal ohne Fehler zu nehmen, und eine oder mehrere der oben verwendeten Techniken anzuwenden, nämlich die euklidische Distanztechnik, die Neuronennetztechnik oder die Fuzzy-Logic-Technik.

[0049] Diese Bestätigung ist optional, da die Fenster-Klassifizierungstechnik die leistungsfähigste aller dieser Techniken ist. Sie wird jedoch nicht sofort verwendet, da für sie ein Zeitaufwand zum Berechnen benötigt wird, der wesentlich höher ist als bei den anderen Techniken.

[0050] Für die Integration von Abtastungssoftware, die für das Anwenden der oben beschriebenen Techniken notwendig ist, ist die Verwendung einer Detektierhardware notwendig, die hohen Ansprüchen genügt. Vorteilhafterweise umfasst diese Hardware einen Prozessor, der auf die Signalverarbeitung spezialisiert ist, und gewöhnlich D. S. P. genannt wird, was für Digital Signal Processing (digitale Signalverarbeitung) steht.

[0051] Um jegliche Gefahr von Störungen des Detektors zu vermeiden, welcher unter anderem einen Detektierkopf und eine Elektronik umfasst, in der der D. S.-P.-Prozessor integriert ist, ist der Detektor vorteilhafterweise mit einer Elektronikwärmeregulierung ausgestattet und der Detektierkopf ist möglicherweise mit einem Wärmeschutz ausgestattet.

[0052] Um die Leistungsfähigkeit der Vorrichtung zu

steigern, ist vorzugsweise ein System zum Schutz vor Sättigung vorgesehen, um den Ausgangspegel des Detektors bei Anwesenheit von Gegenständen aus Metall, die in geringer Tiefe unter der Erde liegen, zu verringern.

[0053] Die wie im Patent FR-2 667 953 beschriebenen Registerstreifen sind hervorragend für eine Erfassung mit dem oben beschriebenen Verfahren geeignet.

[0054] Dieses Verfahren erlaubt es jedoch, bessere Ergebnisse zu erzielen, das heißt erleichterte Erkennung der unterirdischen erfassbaren Anzeigevorrichtung, Erkennung dieser Vorrichtung durch ein zu erkennendes Signal, das auf einer kurzen Distanz aufgenommen wurde, größere Zuverlässigkeit etc., wenn diese Anzeigevorrichtung ein Codierband **6** ist, das durch Anordnen von elektromagnetisch erfassbaren aktiven Elementen **8** auf einem elektrisch isolierendem Schutzträgerband nach einem bestimmten Muster verwirklicht wurde. Erfindungsgemäß sind diese erfassbaren Elemente **8** in regelmäßig voneinander beabstandeten Gruppen angeordnet, die jeweils eine gleiche Anzahl von erfassbaren Elementen aufweisen. Der Abstand zwischen zwei Elementen **8** einer gleichen Gruppe ist konstant. Das gleiche gilt für den Abstand zwischen zwei Gruppen mit erfassbaren Elementen **8**. Eine Gruppe mit erfassbaren Elementen **8** wird Markierung genannt.

[0055] Die **Fig. 6** bis **9** zeigen vier Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Codierbändern **6**. In den **Fig. 6** und **7** umfassen die Gruppen mit erfassbaren Elementen jeweils zwei Elemente **8** und der Abstand zwischen zwei Gruppen ist bei Band **6** von **Fig. 6** L1 und L2 bei dem Band von **Fig. 7**. Bei den **Fig. 8** und **9** umfassen die Markierungen auf die gleiche Weise drei erfassbare Elemente **8** und sind mit einem Abstand L1 (**Fig. 8**) bzw. L2 (**Fig. 9**) voneinander beabstandet.

[0056] So ist es mit zwei Parametern, nämlich der Anzahl von erfassbaren Elementen **8** pro Markierung und dem Abstand zwischen zwei Markierungen möglich, zahlreiche Typen von Codierbändern **6** zu konstruieren.

[0057] Es ist jedoch besser, wenn die Längen L1 und L2 so sind, dass die eine nicht ein vielfaches Ganzes, insbesondere nicht das Doppelte der anderen ist. Sollte der Detektor aus irgendwelchen Gründen tatsächlich eine Markierung nicht identifizieren können, darf der Abstand, der durch Identifizieren der folgenden Markierung bestimmt wurde, nicht zur Erkennung eines anderen Typs von Rohrleitung führen können.

[0058] Das ideale Signal für ein erfindungsgemäßes Codierband, das dem in den Lerndateien aufgezeichneten ähnelt, umfasst ein Plateau mit relativen Maxima, die jeweils einem erfassbaren Element **8** entsprechen, sowie ein Nullsignal mit einer gegebenen Länge und wieder ein dem ersten Plateau identisches Plateau. Diese Plateaus legen einen Codeanfang und/oder ein Codeende fest. So kann man Rei-

hen von Signalen festlegen, die jeweils durch die Länge des Nullsignals gekennzeichnet sind, und in jeder Reihe kann ein Code abhängig von der Anzahl der für jedes Plateau vorhandenen relativen Maxima festgelegt werden.

[0059] Mit solchen Signalen wird die Identifizierung vereinfacht und das beschriebene Verfahren erlaubt es, hervorragende Ergebnisse zu erzielen.

[0060] Wie sich von selbst versteht, ist die Erfindung nicht auf die oben beispielhaft und nicht begrenzend beschriebenen Ausführungsformen begrenzt; sie umfasst vielmehr alle Varianten.

[0061] So könnte der einem Rad zugeordnete Inkrementalcodierer durch andere Vorrichtungen ersetzt werden, die es erlauben, ein zu analysierendes Signal zu erhalten.

[0062] Impulse können zum Beispiel durch Fernmeldesender erzeugt werden, die vorher an Ort und Stelle angeordnet wurden. Ein in den Detektierkopf integrierter Empfänger, der für die gesendeten Impulse geeignet ist, empfängt dann diese Impulse, um die Erfassungen zu steuern/regeln. Die Validierung der durch den Empfänger erfolgten Erfassung erfolgt nur, wenn sich der Detektor zwischen zwei Impulsen um eine vorbestimmte Strecke fortbewegt hat. Das System zum Messen der zurückgelegten Strecke kann beispielsweise die Laser-Entfernungsmesstechnik verwenden, die G. P. S.-Technik (Global Positioning System oder globales Positionierungssystem) oder weitere dem Fachmann bekannte Systeme.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen, Identifizieren und Verfolgen von unter der Erde verlegten Rohrleitungen oder anderen Objekten, die optisch nicht erkennbar sind, mittels eines Detektors und einer erfassbaren Anzeigevorrichtung, die entsprechend einem vorbestimmten Muster Codierelemente umfasst, die elektromagnetisch aus der Ferne erfassbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass es darin besteht, eine Ablesung mittels eines Impulsgenerators durchzuführen, der einem Abstandsmesssystem zugeordnet ist, welches es ermöglicht, unabhängig von der Geschwindigkeit der Fortbewegung des Bedienungspersonals zu arbeiten, um ein zu analysierendes und zu erkennendes Signal zu erhalten, dieses Signal nach mindestens zwei verschiedenen Techniken zu verarbeiten, die aus der euklidischen Distanztechnik, der Neuronennetztechnik und der Fuzzy-Logic-Technik ausgewählt werden, die durch die verwendete Technik erhaltenen Ergebnisse zu vergleichen und ein entgültiges Ergebnis in Abhängigkeit von den durch die verschiedenen verwendeten Techniken erhaltenen Ergebnissen zu geben, wobei die euklidische Distanztechnik darin besteht:

- einerseits das zu erkennende Signal zu laden, es dann zu filtern und Parameter daraus zu extrahieren und andererseits eine Lerndatei zu laden, die bei einem Lernprozess erhalten wurde, der mit einem Mi-

nimum an Störgrößen für alle Gestaltungsfälle verwirklicht wurde, und die jedem Typ von zu erfassenden Anzeigevorrichtungen entspricht,

- die euklidische Distanz zwischen den extrahierten Parametern und den Parametern der in der Lerndatei gespeicherten Signale zu messen,

- die geringste euklidische Distanz aus den vorgenommenen Messungen zu extrahieren, und

- anzugeben, welchem Codierelement das zu erkennende Signal entspricht, wobei die Neuronennetztechnik darin besteht:

- einerseits das zu erkennende Signal zu laden, es dann zu filtern, daraus Komponenten zu extrahieren, diese Komponenten an den Eingang eines Kohonen-Neuronennetzes zu legen und dieses Netz zu aktivieren, und andererseits eine Lerndatei zu laden, die bei einem Lernprozess erhalten wurde, der mit einem Minimum an Störgrößen für alle Gestaltungsfälle verwirklicht wurde, und die jedem Typ von zu erfassenden erfassbaren Anzeigevorrichtungen entspricht,

- das Neuron, dessen Anregung die höchste ist, mit der Lerndatei zu vergleichen, und

- zu bestimmen, welchem Codierelement das zu erkennende Signal entspricht,

wobei die Fuzzy-Logic-Technik darin besteht,

- einerseits das zu erkennende Signal zu laden und daraus Parameter zu extrahieren und andererseits eine Lerndatei zu laden, die bei einem Lernprozess erhalten wurde, der mit einem Minimum an Störgrößen für alle Gestaltungsfälle verwirklicht wurde, und die jedem Typ von zu erfassenden erfassbaren Anzeigevorrichtungen entspricht, und Unterteilung eines Repräsentierraumes in verschiedene Bereiche, die Felder genannt werden, wobei jeder Bereich einem Code zugeordnet ist, der einem Codierelement entspricht,

- den Grad der Zugehörigkeit der extrahierten Parameter zu jedem Feld zu berechnen,

- das Maximum dieses Zugehörigkeitsgrades zu suchen, und

- den Code zu bestimmen, der dem Feld zugeordnet ist, dem dieses Maximum entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Impulsgenerator, der einem Abstandsmesssystem zugeordnet ist, welches es ermöglicht, unabhängig von der Geschwindigkeit der Fortbewegung des Bedienungspersonals zu arbeiten, ein Inkrementalcodierer ist, der mit einem Rad verbunden ist, wobei der Codierer bei jeder Radumdrehung eine vorbestimmte Impulsanzahl liefert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Impulsgenerator, der einem Abstandsmesssystem zugeordnet ist, welches es ermöglicht, unabhängig von der Geschwindigkeit der Fortbewegung des Bedienungspersonals zu arbeiten, von einer Vielzahl von Fernmeldesendern gebildet ist, die kadenzierte Impulse senden, und dass der

die Impulse empfangende Detektor diese nur validiert, wenn eine vorbestimmte Distanz zwischen den beiden Impulsen zurückgelegt wurde.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zu erkennende Signal weiterhin nach der Technik der Fenster-Klassifizierungstechnik verarbeitet wird, die darin besteht:

- das zu erkennende Signal zu laden und es zu filtern,
- die möglichen Fehler dieses Signals zu erfassen,
- wenn ein oder mehrere Fehler aufgefunden wurden, diese Fehler zu beheben,
- das zu erkennende Signal, das gegebenenfalls geändert wurde, in ein bewegliches Fenster zu einzu-
passen,
- Bezugsdateien zu laden, von denen jede eine Bezugserfassung umfasst, die bei einer Aufzeichnung erhalten wurde, die mit einem Minimum an Störgrößen für einen Gestaltungsfall erhalten wurde, der einem Typ von zu erfassenden erfassbaren Anzeigevorrichtungen entspricht, wobei die Bezugserfassung mehrere Male das vorbestimmte Muster aufweist, das kennzeichnend für die entsprechende Anzeigevorrichtung ist,
- jede Bezugserfassung mit dem das zu erkennende Signal umfassende Fenster abzusuchen,
- für jede Erfassung die Position des Fenster zu bestimmen, in dem das zu erkennende Signal dem entsprechenden vorbestimmten Muster am ähnlichsten ist.
- zu bestimmen, für welche Erfassung das zu erkennende Signal dem entsprechenden vorbestimmten Signal am ähnlichsten ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor eine Elektronik umfasst, in der ein Prozessor zum numerischen Verarbeiten der Signale integriert ist (D. S. P.).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor eine Elektronik umfasst, die mit einer Vorrichtung zur Wärmeregulierung ausgestattet ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor einen Detektierkopf umfasst, der mit einem Wärmeschutz ausgestattet ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor ein System zum Schutz vor elektronischer Sättigung umfasst.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erfassbare Anzeigevorrichtung ein elektrisch isolierendes Trägerband umfasst, auf dem Gruppen mit einer gleichen Anzahl von elektromagnetisch erfassbaren aktiven Elementen

regelmäßig aufeinanderfolgend vorgesehen sind, wobei der Abstand zwischen zwei erfassbaren Elementen einer gleichen Gruppe konstant ist ebenso wie der Abstand zwischen zwei benachbarten Gruppen und wobei der Abstand zwischen zwei erfassbaren Elementen wesentlich geringer ist als der Abstand zwischen zwei Gruppen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei zwei erfassbaren Anzeigevorrichtungen der Abstand zwischen zwei benachbarten Gruppen mit erfassbaren Elementen der einen Vorrichtung nicht einem vielfachen Ganzen dieses Abstandes der anderen Vorrichtung entspricht.

11. Codiervorrichtung zum Anwenden des Verfahrens nach Anspruch 9 und 10, umfassend ein elektrisch isolierendes Trägerband, auf dem Gruppen mit elektromagnetisch auffindbaren aktiven Elementen vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass die erfassbaren Elemente so vorgesehen sind, dass sie Gruppen bilden, die jeweils eine gleiche Anzahl von erfassbaren Elementen umfassen, wobei jede Gruppe mit einem konstanten Abstand (L1, L2) von der Nachbargruppe entfernt ist, dass der Abstand zwischen zwei erfassbaren Elementen innerhalb einer Gruppe konstant ist und dass der letztere Abstand wesentlich geringer ist als der Abstand (L1, L2) zwischen zwei Gruppen mit erfassbaren Elementen.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

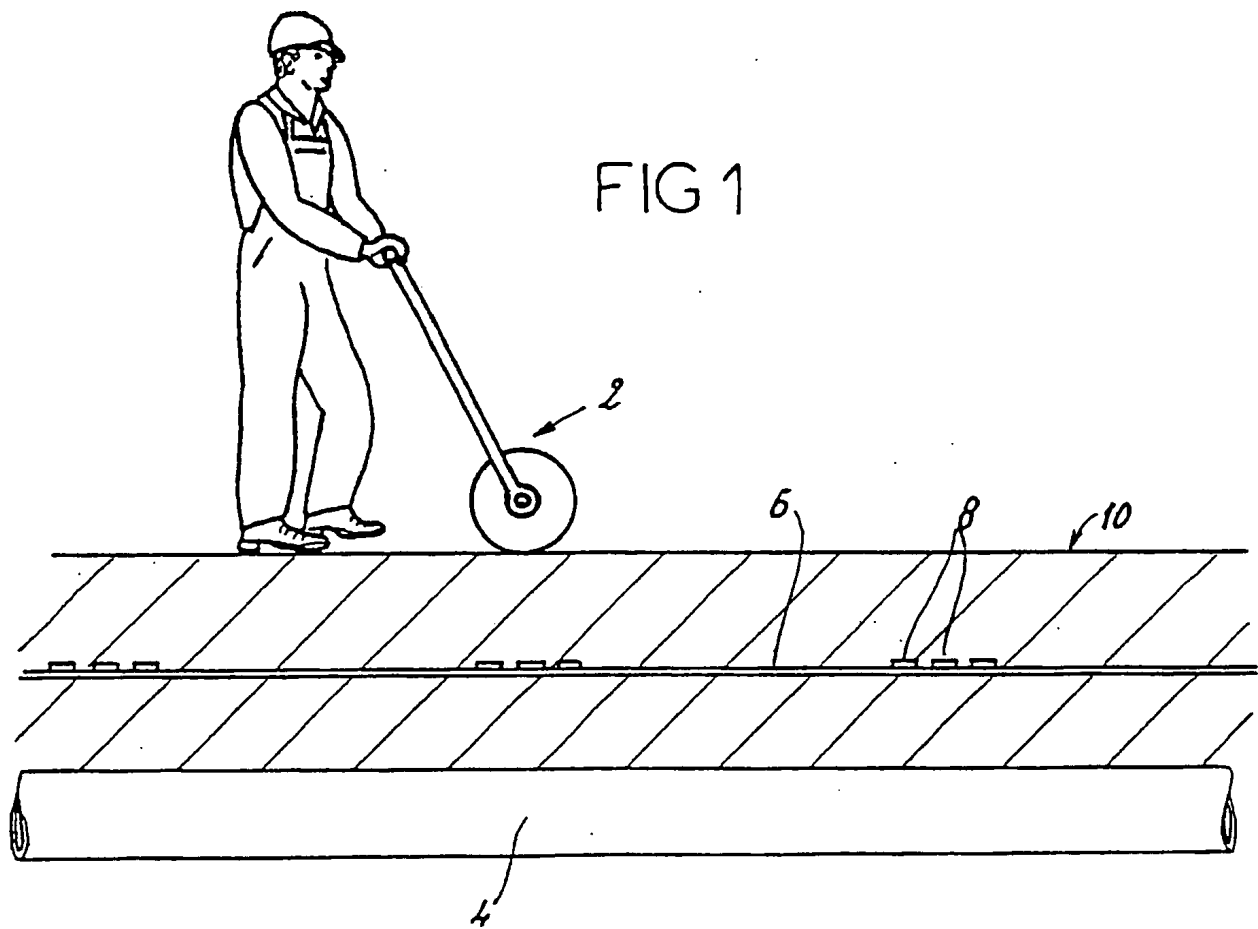


FIG 2

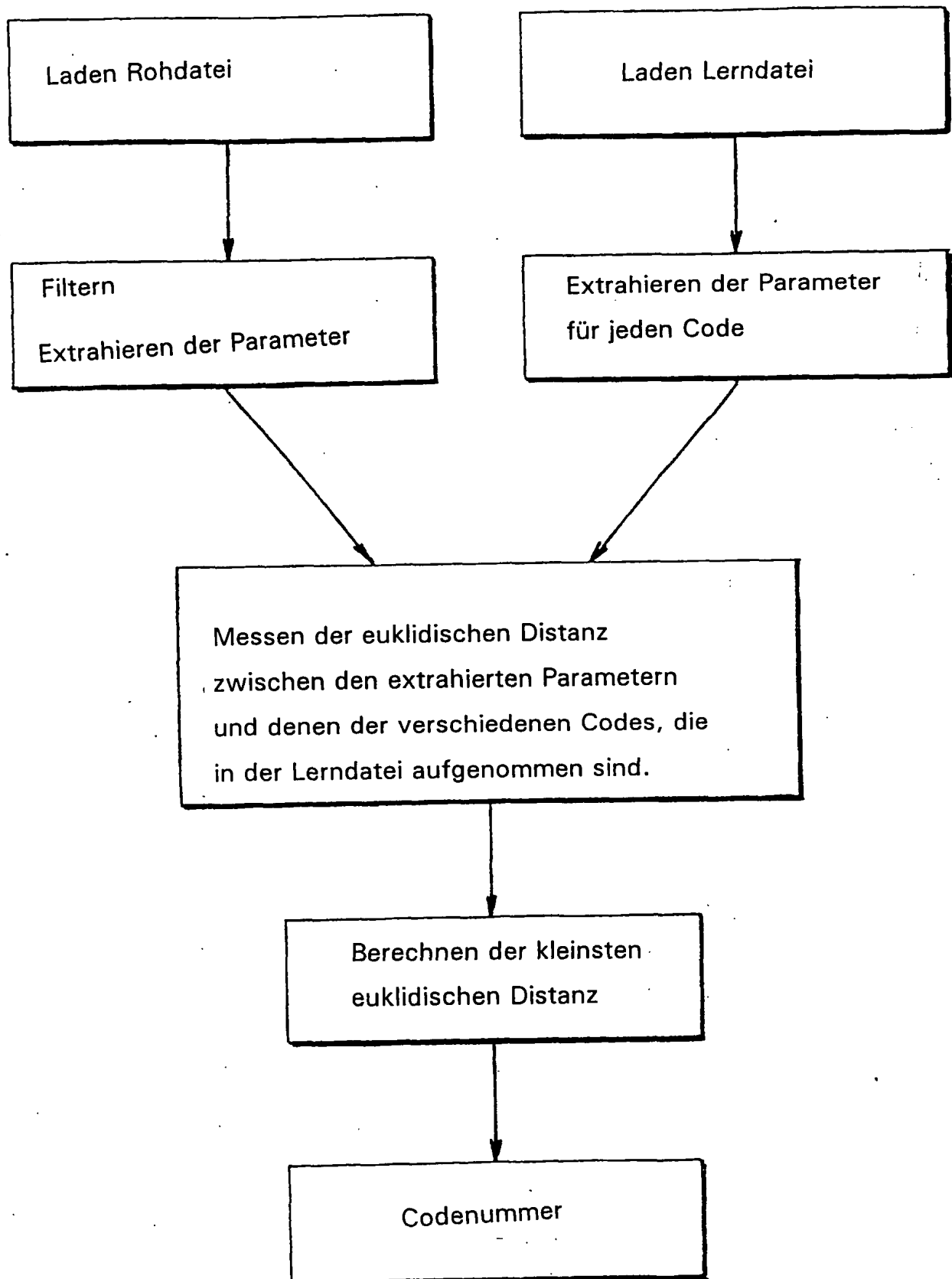


FIG 3

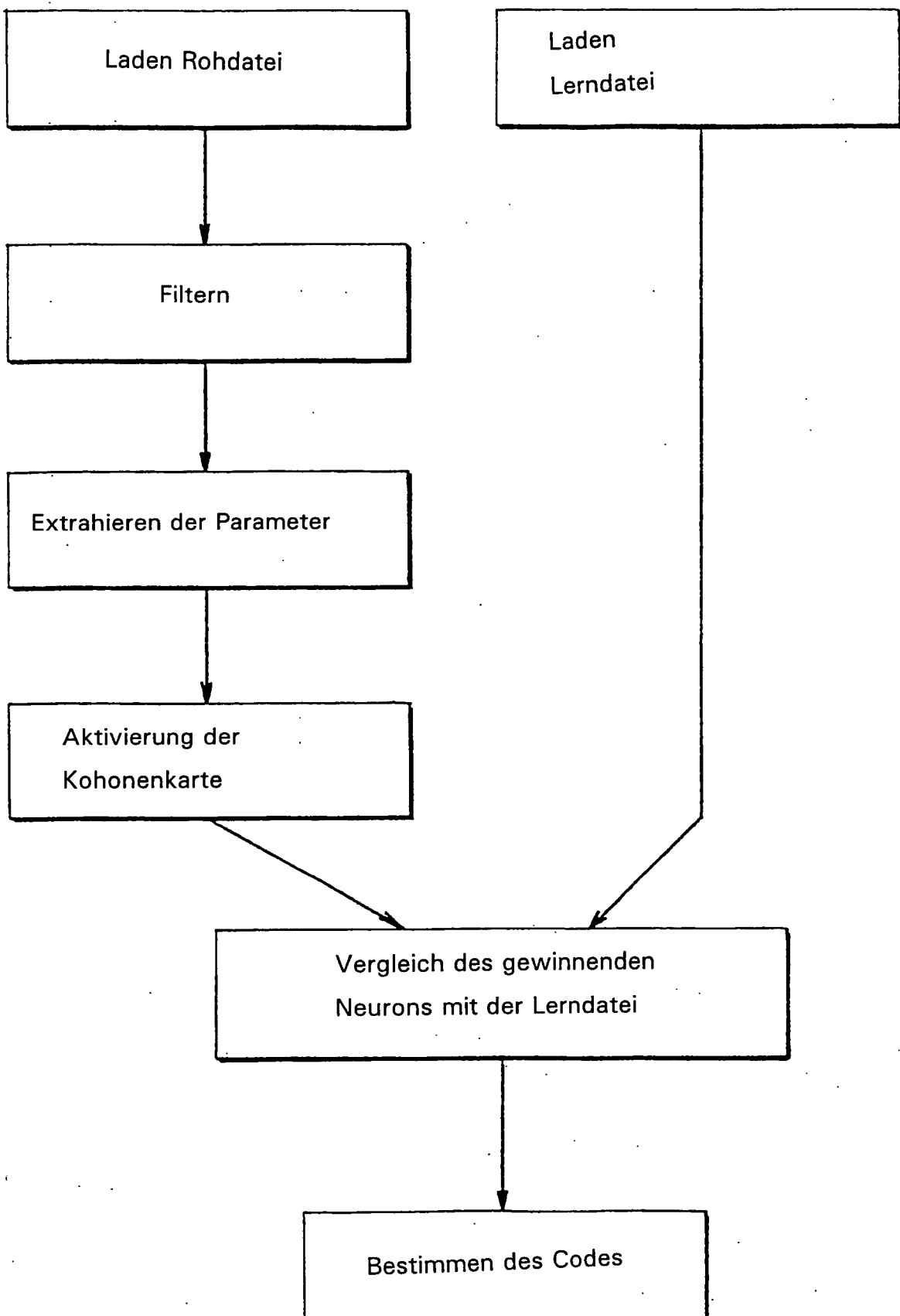


FIG4

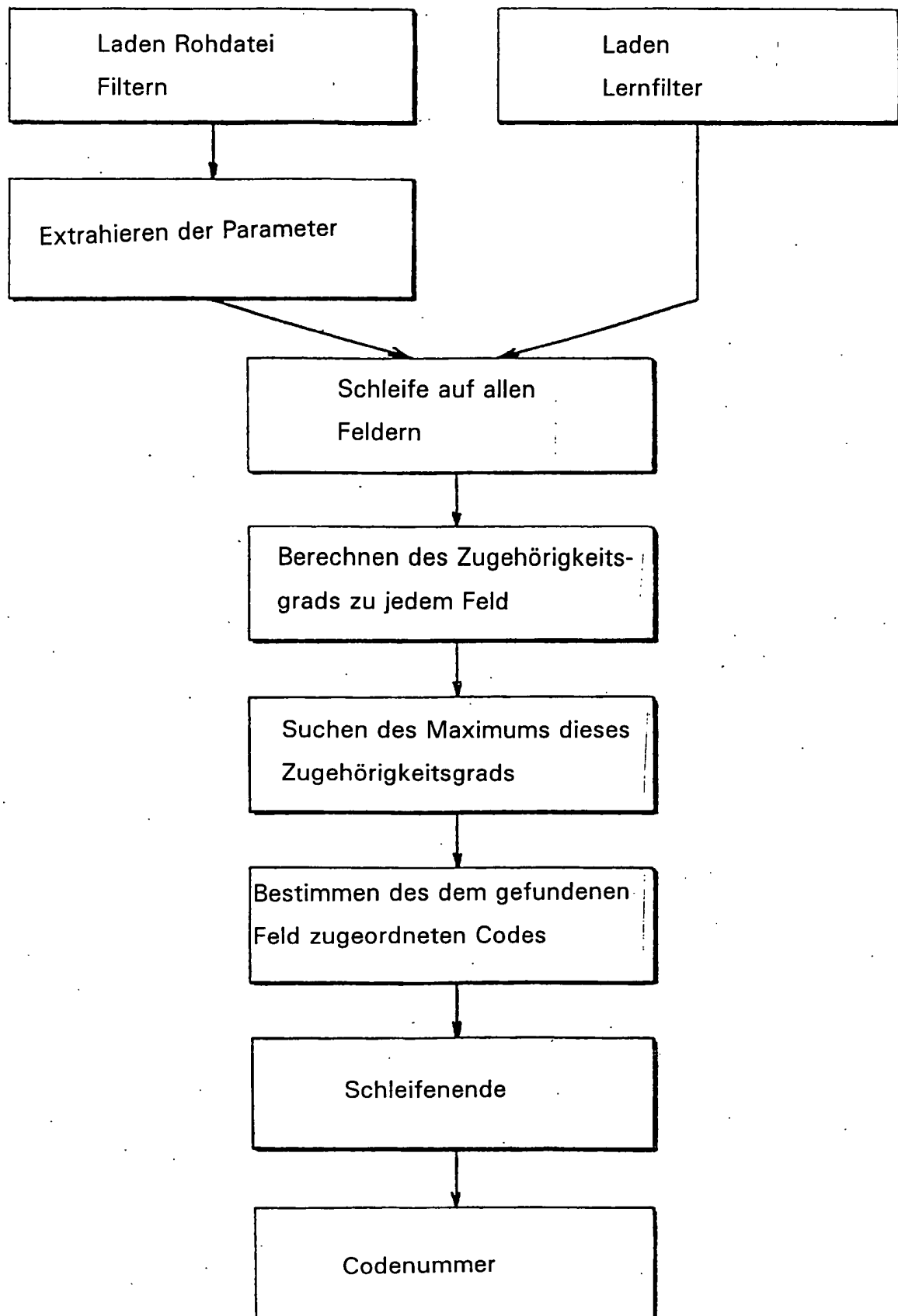


FIG 5

