



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 052 946 A1 2009.04.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 052 946.7

(22) Anmeldetag: 07.11.2007

(43) Offenlegungstag: 16.04.2009

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G07C 11/00** (2006.01)

(66) Innere Priorität:  
 10 2007 049 497.3 15.10.2007

(71) Anmelder:  
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
 angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:  
**PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 10719 Berlin**

(72) Erfinder:  
**Bernhard, Josef, 92507 Nabburg, DE; Leipold,  
 Thomas, 91056 Erlangen, DE**

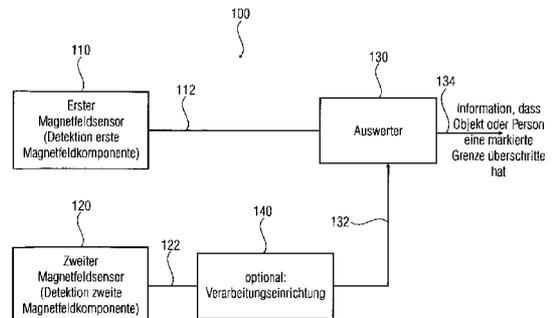
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**US 51 94 844 A**  
**US2006/02 47 847 A1**  
**DE10 2006 047376 B3**  
**US 40 14 117 A**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung, Verfahren, Computerprogramm und System zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschreitet**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschreitet, umfasst einen ersten Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine erste Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren, um ein zugehöriges Magnetfeld-Sensor-Signal zu liefern. Die Vorrichtung umfasst einen zweiten Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine zweite Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren. Die Vorrichtung umfasst ferner einen Auswerter, der ausgelegt ist, um ansprechend auf eine Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen dem von dem ersten Magnetfeld-Sensor gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal und einem Referenz-Signal, das auf der Detektion der zweiten Magnetfeld-Komponente durch den zweiten Magnetfeld-Sensor basiert, eine Information zu liefern, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf eine Vorrichtung, ein Verfahren, ein Computerprogramm und ein System zum Erkennen, wenn eine Person eine durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschreitet.

**[0002]** Einige Ausführungsbeispiele beziehen sich auch auf ein Verfahren zur Überwachung eines Areals und zur Überwachung von Objekten, die das Areal verlassen.

**[0003]** Es existieren viele verschiedene Anwendungen, bei denen es gewünscht ist, zu Überwachen, ob ein Objekt oder eine Person in einem bestimmten Bereich eintritt oder den bestimmten Bereich verlässt. So kann beispielsweise das Eintreten eines Objekts oder einer Person in einen Bereich oder das Verlassen dieses Bereichs ein ökonomisches Risiko oder sogar ein Sicherheitsrisiko mit sich bringen.

**[0004]** In manchen Fällen erscheint es als vorteilhaft, eine Grenze eines bestimmten Bereichs zu markieren, beispielsweise durch ein elektrisches Feld oder auch durch ein Magnetfeld. So existieren beispielsweise zur Diebstahlüberwachung von Einkaufswagen in Supermärkten Systeme auf dem Markt, die bei Überschreiten einer Grundstücksfläche (z. B. bei Verlassen des Parkplatzes über eine Ausfahrt) ein Rad des Einkaufswagens blockieren und somit einen Dieb, der versucht, den Einkaufswagen zu stehlen, an der Weiterfahrt hindern.

**[0005]** Einige dieser Systeme umfassen ein Kabel, das als Antenne im Boden vergraben ist, sowie einen Empfänger in dem Rad (z. B. des Einkaufswagens). Das in dem Boden vergrabene Kabel kann beispielsweise um das komplette zu überwachende Areal bzw. Gebiet verlegt sein. Ferner ist das im Boden vergrabene Kabel in der Regel mit einem Sender verbunden, der bei einer bestimmten Frequenz (z. B. 8 kHz) ein moduliertes (oder unmoduliertes) Signal erzeugt. Dieses Signal wird von dem Kabel abgestrahlt, wodurch ein elektromagnetisches Feld um das Kabel herum erzeugt wird. Nähert sich beispielsweise der Einkaufswagen der vergrabenen Leitung bzw. dem vergrabenen Kabel an, so detektiert der Empfänger (der sich beispielsweise in dem Rad des Einkaufswagens befindet) ab einer bestimmten Annäherung das (von dem Kabel abgestrahlte) Signal und löst eine Blockierung des Rades aus. Zur Deaktivierung der Blockierung des Rades wird beispielsweise ein zweites Signal entweder (A) von einer zweiten Leitung oder (B) von einem mobilen Gerät ausgesendet. Wenn der Empfänger das zweite Signal empfängt, kann die Blockierung des Rades wieder gelöst werden.

**[0006]** Wird das zweite Signal von einer zweiten Lei-

tung abgestrahlt, so ist es in vielen Fällen erforderlich, eine zweite Leitung im Boden zu vergraben. Wird das zweite Signal hingegen von einem mobilen Gerät abgestrahlt, so ist meist ein zusätzliches Bedienpersonal notwendig, das mit dem Gerät zu dem Einkaufswagen hingeht.

**[0007]** In der US 5,194,844 ist ein Verfahren beschrieben, mit dem Aktivierung und Deaktivierung des Blockiermechanismus über nur ein Signal bzw. eine vergrabene Leitung realisiert werden kann. Bei diesem Verfahren wird ein unsymmetrisches (Rechteck-)Signal mit einem Tastverhältnis (Duty Cycle) von kleiner als 40% übertragen. Das Signal wird über eine Empfangsspule empfangen und ausgewertet. Durch die Unsymmetrie des Signals ergibt sich ein Gleichanteil, aufgrund dessen ein Empfänger entscheiden kann, ob er sich innerhalb oder außerhalb des überwachten Bereichs befindet. Das Verfahren erfordert allerdings eine spezielle Signalform und ist deshalb bei den am Markt befindlichen Systemen, die ein moduliertes oder unmoduliertes symmetrisches (Sinus-)Trägersignal verwenden, nicht anwendbar.

**[0008]** Aus dem Stand der Technik sind im Übrigen eine Vielzahl von weiteren Systemen bekannt, um einen Diebstahlschutz bei Einkaufswagen zu realisieren oder eine Positionsbestimmung zu ermöglichen.

**[0009]** So beschreiben die WO 99/03720, die US 6,362,728, die US 6,945,366, die US 6,353,388, die US 6,127,927 und die US 6,037,869 jeweils ähnliche Diebstahlschutzsysteme für Fahrzeuge wie z. B. Einkaufswagen. Das in den genannten Schriften beschriebene System umfasst ein vergrabenes Kabel, das einen vorbestimmten räumlichen Umfang definiert. Das System umfasst ferner einen Empfänger, der einem Rad des Fahrzeugs zugeordnet ist. Der Empfänger ist ausgelegt, um ein vorbestimmtes Signal zu empfangen, und um ansprechend darauf ein Blockierbauteil zum Blockieren des Rades von einem gelösten Zustand in einen blockierten Zustand zu bewegen oder umgekehrt. Eine Entscheidung darüber, ob das Blockierbauteil in den gelösten oder den blockierten Zustand verschoben wird, erfolgt basierend darauf, ob das Rad bei der Annäherung an das vergrabene Kabel blockiert oder frei beweglich war.

**[0010]** Die US 5,315,290 beschreibt einen Mechanismus zur Blockierung eines Wagens. Der Mechanismus spricht auf Signale an, die einen zulässigen Verwendungsbereich des Wagens beschreiben, und ist vollständig innerhalb des Rades des Wagens enthalten. Der Mechanismus umfasst eine Platine mit einem Hochfrequenzempfänger, einen Decoder und einen Logiktreiber. Der Mechanismus umfasst ferner eine Festkörpereinrichtung. Wenn der Empfänger detektiert, dass der Wagen aus dem vorgeschriebenen Verwendungsgebiet heraus bewegt worden ist, wird die Festkörpereinrichtung mit Energie versorgt, um

eine Rotation des Rades zu blockieren und um den Wagen somit zu blockieren. Das genannte System basiert im Wesentlichen darauf, eine Signalstärke eines von einer zentralen Antenne abgestrahlten Signals zu detektieren. Wenn der Empfänger das Signal verliert, so zeigt dies an, dass der Wagen aus dem vorgeschriebenen Verwendungsbereich heraus bewegt wurde. Wenn das Signal hingegen wieder gefunden wird, so zeigt dies an, dass der Wagen sich wieder innerhalb des vorgeschriebenen Verwendungsbereichs befindet.

**[0011]** Die US 6,125,972 beschreibt einen weiteren Sicherheitsapparat für einen Einkaufswagen oder andere Fahrzeuge. Ein Bremsbauteil ist drehbar auf einer Achse eines der Räder montiert. Das Bremsbauteil ist ausgelegt, um in einer Betriebsposition das Rad von dem Boden zu trennen und so eine Bewegung des Fahrzeugs zu blockieren. Eine Verriegelungseinrichtung verriegelt das Bremsbauteil in einer gehobenen Position. Das Bremsbauteil wird ferner ansprechend auf ein Signal von einem Signalisierungssystem, das sich um einen Bereich herum erstreckt, in dem der Wagen festgehalten werden soll, freigegeben. In diesem Fall rotiert das Bremsbauteil in eine Betriebsposition, und stoppt so eine normale Bewegung des Wagens. Das System umfasst im Übrigen eine vergrabene Schleifenantenne, die entlang eines Umfangs des zu überwachenden Bereichs vergraben ist. Ein Empfänger, der das Bremsbauteil ansteuert, umfasst einen Resonator, einen Hochfrequenzverstärker, einen Gleichrichter, einen Schwellwertdetektor und einen Pulsgenerator zur Ansteuerung eines Festkörpers. Der Verriegelungsmechanismus wird im Übrigen unter Verwendung eines speziellen Schlüssels wieder deaktiviert. Zu diesem Zweck weist ein Gehäuse ein Schlüsselloch auf.

**[0012]** Die US 2006/0247847 A1 beschreibt ein Navigationssystem, das ein Koppelnavigationsverfahren verwendet, um eine gegenwärtige Position eines Objekts relativ zu einer oder mehreren früheren Positionen zu schätzen. Das Koppelnavigationsverfahren bestimmt eine Veränderung der Position aus der Richtung und Geschwindigkeit des Objekts während eines Zeitintervalls. Das System umfasst unter anderem auch einen Magnetfeld-Sensor. Mit Hilfe von zwei Magnetfeld-Sensoren, die beispielsweise entlang einer x-Achse und entlang einer z-Achse angeordnet sind, kann im Übrigen beispielsweise ein magnetischer Richtungsmarkierer erkannt werden. Ferner kann beispielsweise eine Markierung mit einem magnetischen Streifen-Code (Barcode) ausgewertet werden. Ein Zwei-Achsen-Magnetsensor ist beispielsweise ausgelegt, um Magnetfeld-Komponenten in der Bewegungsrichtung des Objekts und senkrecht zu der Bewegungsrichtung des Objekts zu erkennen. Ein z-Achsen-Sensor kann beispielsweise verwendet werden, um den Anfang und das Ende eines Bits zu erkennen. Ein y-Achsen-Sensor hinge-

gen erkennt, ob es sich bei dem Bit um eine „1“ oder eine „0“ handelt.

**[0013]** Die US 2006/0244588 A1 beschreibt ein Zwei-Richtungs-Kommunikationssystem zum Verfolgen von Positionen und Zuständen von Fahrzeugen. Das Fahrzeugverfolgungssystem umfasst ein Rad, das eine Sensorschaltung enthält. Die Sensorschaltung ist in der Lage, verschiedene Bedingungen zu erkennen, wie z. B. eine Rotation des Rades, eine Vibration des Rades oder spezifische elektromagnetische und/oder magnetische Signale, die eine bestimmte Position des Rades anzeigen. Die genannte Schrift beschreibt unter anderem die Verwendung von magnetischen Markierungen oder Streifen, um einen zusätzlichen Positions-Verfolgungsmechanismus zu realisieren. Jeder magnetische Streifen hat ein eindeutiges magnetisches Muster, das durch einen Magnetfeld-Sensor, der in jedem Rad enthalten ist, erkannt werden kann. Das System umfasst ferner eine Signalleitung für ein Signal mit einer sehr niederen Frequenz. Ein Code, der über diese Leitung übertragen wird, kann eindeutig dem Ausgang oder Eingang eines Ladens entsprechen. Ein Eintreten des Wagens in den Laden kann von einem Verlassen des Ladens unterschieden werden, indem ein Timing, mit dem der Sendeempfänger des Wagens das Signal mit der sehr niederen Frequenz empfängt, relativ zu einem Timing, mit dem der Wagen verschiedene RS-SI-Pegel von an den Ausgängen montierten Zugriffspunkten sieht, ausgewertet wird.

**[0014]** Die US 6,161,849 beschreibt eine Lenkrad-Verriegelungseinrichtung zur Verwendung mit Einkaufswägen, die zumindest ein gelenktes Rad haben. Die Verriegelungseinrichtung verriegelt das drehbare Rad in einer gedrehten Konfiguration, so dass der Wagen sich nur noch entlang eines kreisförmigen Pfades bewegen kann. Ein Rücksetzen der Verriegelungseinrichtung kann beispielsweise durch die Verwendung eines tragbaren Senders erfolgen. Alternativ dazu kann auch ein mechanischer Schlüssel zum Rücksetzen der Verriegelung verwendet werden.

**[0015]** Die US 5,357,182 beschreibt ein weiteres Diebstahlverhinderungssystem für Einkaufswagen. Das System zielt darauf ab, ein Fahrzeug abzubremsen, wenn versucht wird, das Fahrzeug aus einem definierten Umfang heraus zu bewegen. Zumindest ein Rad des Fahrzeugs ist mechanisch mit einer Achse gekoppelt, die eine Einrichtung trägt, um ansprechend auf eine Rotation der Achse einen elektrischen Strom zu erzeugen. Das System umfasst ferner eine Schaltung, die ausgelegt ist, um ansprechend auf ein vorbestimmtes Signal die Anschlüsse kurzzuschließen, um somit eine Rotation der Achse zu behindern und um das Rad zu bremsen. Das System umfasst ferner eine Einrichtung zur Erzeugung des vorbestimmten Signals sowie eine Einrichtung zum lokalen

Ausstrahlen eines Signals entlang des Umfanges. Bei dem genannten System werden zwei Antennen verwendet, die verschiedene Signale ausstrahlen. Ein Signal, das von der ersten Antenne ausgestrahlt wird, bewirkt ein Blockieren des Rades. Ein Signal, das von der zweiten Antenne ausgestrahlt wird, bewirkt ein Lösen der Blockierung des Rades.

**[0016]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Konzept zu schaffen, das es ermöglicht, besonders, zuverlässig zu erkennen, wenn ein Objekt eine durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschreitet.

**[0017]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß dem Patentanspruch 1 oder dem Patentanspruch 20, ein Verfahren gemäß dem Patentanspruch 21, ein System gemäß dem Patentanspruch 24, oder eine Spielanlage gemäß dem Patentanspruch 25 gelöst.

**[0018]** Die vorliegende Erfindung schafft eine Vorrichtung zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschreitet. Die Vorrichtung umfasst einen ersten Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine erste Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren, und um ein zugehöriges Magnetfeld-Sensor-Signal zu liefern. Die Vorrichtung umfasst zudem einen zweiten Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine zweite Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren. Eine Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors unterscheidet sich von einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors.

**[0019]** Die Vorrichtung umfasst ferner einen Auswerter, der ausgelegt ist, um ansprechend auf eine Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen dem von dem ersten Magnetfeld-Sensor gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal und einem Referenzsignal, das auf der Detektion der zweiten Magnetfeld-Komponente durch den zweiten Magnetfeld-Sensor basiert, eine Information zu liefern, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat.

**[0020]** Einige Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung basieren auf der Erkenntnis, dass sich ein Überschreiten einer durch ein magnetisches Wechselfeld markierten Grenze in einer Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen verschiedenen Magnetfeld-Komponenten widerspiegelt. Während nämlich beispielsweise innerhalb der durch das magnetische Wechselfeld markierten Grenze zwei verschiedene Magnetfeld-Komponenten in Phase zueinander sein können, sind die entsprechenden Magnetfeld-Komponenten beispielsweise außerhalb der durch das magnetische Wechselfeld markierten

Grenze gegenphasig. So wurde im Übrigen erkannt, dass die Phasenbeziehung zwischen zwei verschiedenen Magnetfeld-Komponenten bei einigen Ausführungsbeispielen ein wesentlich zuverlässigeres Maß dafür ist, ob die durch das magnetische Wechselfeld markierte Grenze überschritten wird, als beispielsweise die Amplitude der entsprechenden Magnetfeld-Komponente.

**[0021]** Im Übrigen wurde erkannt, dass durch die Auswertung einer Phasenbeziehung zwischen verschiedenen Magnetfeld-Komponenten in einigen Fällen, wenn auch nicht in allen Fällen, festgestellt werden kann, auf welcher Seite der durch das magnetische Wechselfeld markierten Grenze sich die Vorrichtung bzw. das Objekt oder die Person gerade befindet.

**[0022]** Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass bei einigen Ausführungsbeispielen eine Phasenbeziehung zwischen verschiedenen Magnetfeld-Komponenten eine zuverlässige Erkennung ermöglicht, ob die Vorrichtung bzw. ein Objekt oder eine Person, die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung versehen ist, die durch das magnetische Wechselfeld markierte Grenze überschritten hat oder nicht.

**[0023]** Eine erste Magnetfeld-Komponente wird dabei durch den ersten Magnetfeld-Sensor ausgewertet, während hingegen eine zweite Magnetfeld-Komponente (deren Orientierung sich beispielsweise von der Orientierung der ersten Magnetfeld-Komponente unterscheidet) beispielsweise durch den zweiten Magnetfeld-Sensor ausgewertet werden kann, um ein Referenzsignal zur Auswertung der Phasenbeziehung zwischen den zumindest zwei verschiedenen Magnetfeld-Komponenten zu erhalten. Das Referenzsignal kann allerdings natürlich auch unter Verwendung zusätzlicher Magnetfeld-Sensoren erzeugt werden, wie es später noch beschrieben wird.

**[0024]** Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung können einige wesentliche Vorteile mit sich bringen. So ermöglichen einige Ausführungsbeispiele eine präzise Erkennung, ob eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze von einem Objekt oder von einer Person überschritten wurde, ohne dass dem zur Markierung der Grenze verwendeten Magnetfeld ein Gleichanteil überlagert sein muss. Vielmehr erfolgt beispielsweise eine synchrone Detektion unter Verwendung eines Referenzsignals. Somit wird es möglich, die zu markierende Grenze beispielsweise durch ein Magnetfeld zu markieren, dessen zeitlicher Verlauf zumindest näherungsweise sinusförmig ist. Das zur Markierung verwendete Magnetfeld muss bei einigen Ausführungsbeispielen keinen Gleichanteil aufweisen. Ferner ist es nicht erforderlich, dass das zur Markierung verwendete Magnetfeld einen erheblichen Oberwellenanteil aufweist, wie dies bei man-

chen herkömmlichen Lösungen der Fall ist. Somit können besonders einfache Generatoren verwendet werden, um das zur Markierung der Grenze verwendete Magnetfeld zu erzeugen. Dadurch können die zur Realisierung des erfindungsgemäßen Konzepts erforderlichen Kosten deutlich gesenkt werden.

**[0025]** Zudem ermöglichen es einige Ausführungsbeispiele durch die Verwendung eines Referenzsignals und durch die Auswertung einer Phasenbeziehung zwischen dem Magnetfeld-Sensor-Signal und dem Referenzsignal, eine besonders störungsarme Positionsbestimmung zu erreichen. So wird die genannte Phasenbeziehung beispielsweise weder durch ein störendes magnetisches Gleichfeld noch durch andere störende magnetische Wechselfelder wesentlich beeinflusst. Dies gilt umso mehr, als bei einigen Ausführungsbeispielen nur eine signifikante Veränderung der Phasenbeziehung, beispielsweise um etwa  $180^\circ$ , ausgewertet wird.

**[0026]** Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass es Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ermöglichen, ein besonders kostengünstiges System zur Erkennung, ob ein Objekt oder eine Person eine markierte Grenze überschritten hat, zu realisieren.

**[0027]** Bei einigen Ausführungsbeispielen wird es ermöglicht, ein Verlassen und Wiederbetreten des markierten Bereichs automatisch zu erkennen. Somit kann bei einigen Ausführungsbeispielen auf die Verwendung eines zweiten Kabels zur Erkennung, ob ein Gebiet betreten oder verlassen wurde, verzichtet werden. Im Übrigen kann bei der Erzeugung des magnetischen Felds zur Markierung der Grenze mit einem sinusförmigen Signal (beispielsweise ohne einen wesentlichen Gleichanteil und ohne wesentliche Oberwellenanteile) gearbeitet werden, wodurch die Markierung der Grenze im Vergleich zu einigen existierenden Systemen wesentlich vereinfacht wird.

**[0028]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist der Auswerter ausgelegt, um eine Bereitstellung einer Information, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat, zu verhindern, wenn eine Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen dem durch den ersten Magnetfeld-Sensor gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal und dem Referenzsignal aufgrund einer Drehung der Vorrichtung erfolgt.

**[0029]** Die genannte Verbesserung basiert auf der Erkenntnis, dass die Phasenlage des Referenzsignals beispielsweise durch eine Drehung der Vorrichtung bzw. des Objekts oder der Person, die mit der Vorrichtung ausgestattet ist, verändert werden kann. Eine Drehung der Vorrichtung (bzw. des mit der Vorrichtung versehenen Objekts oder der mit der Vorrichtung versehenen Person) soll aber nicht als ein

Überschreiten der markierten Grenze detektiert werden. Insofern lässt sich die Zuverlässigkeit bei einigen Ausführungsbeispielen noch merklich verbessern, indem erkannt wird, wenn sich eine Phasenbeziehung zwischen dem Magnetfeld-Sensor-Signal und dem Referenzsignal nicht aufgrund der Überschreitung der markierten Grenze, sondern aufgrund einer Drehung der Vorrichtung ändert. Damit ist das hier beschriebene Konzept auch in solchen Situationen einsetzbar, in denen eine Drehung der Vorrichtung innerhalb des zur Markierung der Grenze verwendeten Wechselfelds erfolgen kann. Die Zuverlässigkeit des hier beschriebenen Konzepts kann somit bei einigen Ausführungsbeispielen deutlich erhöht werden.

**[0030]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung für den genannten Zweck einen Referenzsignal-Korrigierer aufweisen, der ausgelegt ist, um basierend auf einem ursprünglichen Referenzsignal und einer Information über eine Drehung der Vorrichtung relativ zu dem magnetischen Wechselfeld ein phasenkorrigiertes Referenzsignal zu erzeugen. Auf diesem Weg kann beispielsweise zuverlässig verhindert werden, dass sich das Referenzsignal aufgrund einer Drehung der Vorrichtung in dem magnetischen Wechselfeld im Hinblick auf seine Phasenlage wesentlich verändert. Das korrigierte Referenzsignal kann somit zur Bestimmung der Phasenbeziehung und zur Erzeugung der Information, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person eine markierte Grenze überschritten hat, verwendet werden.

**[0031]** Bei einem Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung einen Drehungs-Erkenner aufweisen, der ausgelegt ist, um basierend auf einer Information über zumindest eine der Magnetfeld-Komponenten eine Drehung der Vorrichtung relativ zu dem magnetischen Wechselfeld zu erfassen. In anderen Worten, zur Erkennung von möglichen Drehungen der Vorrichtung sind nicht notwendigerweise irgendwelche zusätzlichen Sensoren erforderlich, die die erfindungsgemäße Vorrichtung unnötig verteuern würden. Vielmehr kann auf die ohnehin vorhandenen Magnetfeld-Sensoren zurückgegriffen werden, um die Drehung der Vorrichtung zu erfassen.

**[0032]** Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung zusätzlich zu den oben genannten zwei Magnetfeld-Sensoren einen dritten Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine dritte Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren. Der Drehungs-Erkenner kann beispielsweise ausgelegt sein, um die Drehung der Vorrichtung relativ zu dem magnetischen Wechselfeld basierend auf einem von dem zweiten Magnetfeld-Sensor gelieferten Sensorsignal und auf einem von dem dritten Magnetfeld-Sensor gelieferten Sensorsignal zu detektieren. In anderen Worten, bei einer Vorrichtung mit insgesamt zumindest drei Mag-

netfeld-Sensoren können zwei der Magnetfeld-Sensoren in vorteilhafter Weise verwendet werden, um einerseits ein Referenzsignal zu erzeugen und um andererseits Drehungen der Vorrichtung zu kompensieren. Das Magnetfeld-Sensorsignal eines weiteren Magnetfeld-Sensors kann im Übrigen im Wesentlichen für die Hauptfunktionalität der Vorrichtung, nämlich für die Erkennung, ob die markierte Grenze überschritten wurde, herangezogen werden. Es hat sich gezeigt, dass bei einigen Ausführungsbeispielen durch eine Verwendung von insgesamt drei Magnetfeld-Sensoren eine besonders hohe Zuverlässigkeit des Systems erreicht werden kann.

**[0033]** Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung einen Referenzsignal-Erzeuger, der ausgelegt ist, um das Referenzsignal abhängig von zumindest zwei Magnetfeld-Sensor-Signalen von zumindest zwei Magnetfeld-Sensoren zu bestimmen. Eine derartige Bestimmung des Referenzsignals abhängig von zumindest zwei Magnetfeld-Sensor-Signalen ermöglicht eine besonders hohe Zuverlässigkeit des Referenzsignals. Somit kann die Phasenbeziehung zwischen dem Referenzsignal und dem Magnetfeld-Sensor-Signal von dem ersten Magnetfeld-Sensor besonders zuverlässig bestimmt werden, wodurch auch ein Überschreiten der markierten Grenze besonders zuverlässig detektiert werden kann.

**[0034]** Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung insgesamt drei Magnetfeld-Sensoren, die ausgelegt sind, um zumindest drei verschiedene Magnetfeld-Komponenten des magnetischen Wechselfelds zu detektieren. Der Referenzsignal-Erzeuger ist ausgelegt, um das Referenzsignal abhängig von einem Magnetfeld-Sensor-Signal des zweiten Magnetfeld-Sensors und einem Magnetfeld-Sensor-Signal des dritten Magnetfeld-Sensors zu bestimmen. Durch die genannte Vorgehensweise wird es ermöglicht, zwei Magnetfeld-Komponenten, die durch den zweiten Magnetfeld-Sensor und den dritten Magnetfeld-Sensor detektiert werden, gezielt für die Erzeugung des Referenzsignals heranzuziehen und ferner eine Phasenbeziehung zwischen einer weiteren Magnetfeld-Komponente, die durch den ersten Magnetfeld-Sensor detektiert wird und dem Referenzsignal auszuwerten. Durch die Verwendung von drei Magnetfeld-Komponenten wird somit die gesamte dreidimensionale Struktur des Magnetfelds ausgewertet, wodurch sich eine sehr gute Zuverlässigkeit ergibt. So kann bei dem genannten Ausführungsbeispiel das Referenzsignal ggf. sogar unabhängig von dem durch den ersten Magnetfeld-Sensor gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal erzeugt werden, was eine besonders hohe Güte bei der Auswertung der Phasenbeziehung ermöglicht.

**[0035]** Weitere Ausführungsbeispiele sind im Übrigen durch die abhängigen Patentansprüche definiert.

**[0036]** Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

**[0037]** Fig. 1a ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschreitet;

**[0038]** Fig. 1b eine schematische Darstellung eines Magnetfelds, das durch einen von einem Wechselstrom durchflossenen Leiter erzeugt wird, zu verschiedenen Zeitpunkten;

**[0039]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Anwendungsszenarios für die Vorrichtung gemäß Anspruch 1;

**[0040]** Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine mit einem magnetischen Feld markierte Grenze;

**[0041]** Fig. 4 eine graphische Darstellung einer Polarität eines durch einen Magnetfeld-Sensor gelieferten Signals;

**[0042]** Fig. 5 eine graphische Darstellung eines Sensor-Koordinatensystems für Spulen an einem Wagenrad;

**[0043]** Fig. 6 eine schematische Darstellung, die eine mögliche Bewegung eines Wagenrads beschreibt;

**[0044]** Fig. 7 eine schematische Darstellung von Magnetfeld-Komponenten in einem Sensor-Koordinatensystem für verschiedene Orientierungen des Sensor-Koordinatensystems;

**[0045]** Fig. 8 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0046]** Fig. 9 ein Flussdiagramm eines Verfahrens, gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0047]** Fig. 10a eine schematische Darstellung einer Spielanlage gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0048]** Fig. 10b eine schematische Darstellung einer Spielanlage, gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0049]** Fig. 11 eine Querschnittsdarstellung eines Tores sowie der im Bereich des Tores vorhandenen Magnetfelder;

**[0050]** Fig. 12 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Erfassen eines Torereignisses, gemäß einem

Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

**[0051]** Fig. 13 eine schematische Darstellung von verschiedenen Möglichkeiten bei einer Erkennung eines Torereignisses.

**[0052]** Fig. 1a zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschreitet. Die Vorrichtung gemäß der Fig. 1a ist in ihrer Gesamtheit mit **100** bezeichnet.

**[0053]** Die Vorrichtung **100** umfasst einen ersten Magnetfeld-Sensor **110**. Der erste Magnetfeld-Sensor **110** ist ausgelegt, um eine erste Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren, um ein zugehöriges Magnetfeld-Komponente-Signal **112** zu liefern.

**[0054]** Die Vorrichtung **100** umfasst ferner einen zweiten Magnetfeld-Sensor **120**, der ausgelegt ist, um eine zweite Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren. Der zweite Magnetfeld-Sensor kann beispielsweise ein zugehöriges Magnetfeld-Sensor-Signal **122** liefern. Eine Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors **120** unterscheidet sich beispielsweise (aber nicht notwendigerweise) von einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors.

**[0055]** Die Vorrichtung **100** umfasst ferner einen Auswerter **130**. Der Auswerter **130** ist ausgelegt, um das von dem ersten Magnetfeld-Sensor **110** gelieferte Magnetfeld-Sensor-Signal **112** zu empfangen. Ferner ist der Auswerter **130** ausgelegt, um ein Referenzsignal **132** zu empfangen. Bei dem Referenzsignal **132** kann es sich in dem einfachsten Fall unmittelbar um das von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **120** gelieferte Magnetfeld-Sensor-Signal **122** handeln. Das Referenzsignal **132** kann aber auch, durch eine optionale Verarbeitungseinrichtung **140**, unter Verwendung des durch den zweiten Magnetfeld-Sensor **120** gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signals **122** bzw. basierend auf dem durch den zweiten Magnetfeld-Sensor **120** gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal **122** erzeugt werden.

**[0056]** Der Auswerter **130** ist beispielsweise ausgelegt, um eine Phasenbeziehung (z. B. einen Phasenunterschied) zwischen dem von dem ersten Magnetfeld-Sensor **110** gelieferten zugehörigen Magnetfeld-Sensor-Signal **112** und dem Referenzsignal **132**, das auf der Detektion der zweiten Magnetfeld-Komponente durch den zweiten Magnetfeld-Sensor **120** basiert, zu ermitteln. Der Auswerter **130** ist ferner beispielsweise ausgelegt, um ansprechend auf eine Veränderung der genannten Phasenbeziehung eine Information **134** zu liefern, die anzeigt, dass die Vor-

richtung **100**, bzw. ein Objekt oder eine Person, die mit der Vorrichtung **100** versehen bzw. verbunden ist, die markierte Grenze überschritten hat.

**[0057]** Basierend auf der obigen strukturellen Beschreibung der Vorrichtung **100** wird im Folgenden die Funktionsweise der Vorrichtung **100** beschrieben. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine bestimmte Grenze bzw. Grenzlinie durch ein Magnetfeld, beispielsweise durch ein magnetisches Wechselfeld, markiert ist. Es sei allerdings ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung, mit geringen Modifikationen, auch dann zum Einsatz kommen kann, wenn die Grenze durch ein magnetisches Gleichfeld markiert ist.

**[0058]** Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass eine Grenze bzw. eine Grenzlinie durch ein magnetisches Wechselfeld markiert ist. Es wird angenommen, dass das magnetische Wechselfeld beispielsweise entlang der Grenze bzw. Grenzlinie räumlich konzentriert ist. Dadurch ergibt sich im Regelfall, dass das magnetische Wechselfeld in dem Bereich der Grenze bzw. Grenzlinie eine deutliche Inhomogenität aufweist. Die entsprechende Inhomogenität spiegelt sich beispielsweise darin wieder, dass eine der Magnetfeld-Komponenten zu einem in der Nähe der Grenze bestimmten festgelegten Zeitpunkt an verschiedenen Orten verschiedene Orientierungen aufweist.

**[0059]** Es sei im Übrigen darauf hingewiesen, dass unter einer Magnetfeld-Komponente an Anteil des dreidimensionalen magnetischen Wechselfeldes entlang einer bestimmten Richtung verstanden wird. Wird beispielsweise von einem Koordinatensystem mit den Richtungen x, y und z ausgegangen, so kann beispielsweise eine erste Magnetfeld-Komponente durch den Anteil des Magnetfeldes in z-Richtung gebildet werden. Eine zweite Magnetfeld-Komponente kann beispielsweise durch den Anteil des Magnetfeldes in x-Richtung gebildet werden. Eine dritte Magnetfeld-Komponente kann beispielsweise durch den Anteil des Magnetfeldes in y-Richtung gebildet werden. Die x-Richtung, y-Richtung und z-Richtung können beispielsweise jeweils zueinander orthogonal sein. Allerdings ist dies nicht zwingend erforderlich.

**[0060]** Zur weiteren Veranschaulichung zeigt die Fig. 1b eine schematische Darstellung eines Magnetfeldes, das durch einen von einem Wechselstrom durchflossenen Leiter erzeugt wird.

**[0061]** Eine erste schematische Darstellung **150** zeigt das Magnetfeld zu einem Zeitpunkt  $t = t_0$ , und eine zweite schematische Darstellung **170** zeigt das Magnetfeld zu einem Zeitpunkt  $t = t_0 + T/2$ , wobei  $T/2$  eine halbe Periodendauer des den Leiter durchfließenden Stroms ist. Der Stromdurchflossene Leiter ist in den graphischen Darstellungen **150**, **170** der

**Fig. 1b** jeweils mit **152** bezeichnet. Ein Koordinatensystem, das die Richtungen  $x$ ,  $y$  und  $z$  umfasst, ist im Übrigen mit **154** bezeichnet. An einem ersten Ort **156** liegt zu dem Zeitpunkt  $t = t_0$  ein Magnetfeld an, das eine Komponente (bzw. einen Anteil)  $H_x$  in positiver  $x$ -Richtung und eine Komponente  $H_z$  in positiver  $z$ -Richtung aufweist. An einem zweiten Ort **158** liegt zu dem Zeitpunkt  $t = t_0$  ein Magnetfeld an, das einen Anteil  $H_x$  in positiver  $x$ -Richtung und einen Anteil  $H_z$  in negativer  $z$ -Richtung aufweist.

**[0062]** Zu dem Zeitpunkt  $t = t_0 + T/2$  (also eine halbe Periodendauer des Wechselstromsignals später) haben sich die Richtungen aller Magnetfelder umgekehrt. An dem ersten Ort **156** liegt also zu dem Zeitpunkt  $t = t_0 + T/2$  ein Magnetfeld mit einer Komponente  $H_x$  in negativer  $x$ -Richtung und einer Komponente  $H_z$  in negativer  $z$ -Richtung an. Ferner liegt zu dem Zeitpunkt  $t = t_0 + T/2$  an dem zweiten Ort **158** ein Magnetfeld mit einer Komponente  $H_x$  in negativer  $x$ -Richtung und einer Komponente  $H_z$  in positiver  $z$ -Richtung an.

**[0063]** Aus der **Fig. 1b** ist somit ersichtlich, dass die Magnetfeld-Komponente  $H_z$  in  $z$ -Richtung zu einem vorgegebenen Zeitpunkt (z. B. zu dem Zeitpunkt  $t = t_0$  (oder zu dem Zeitpunkt  $t = t_0 + T/2$ ) an den Orten **156**, **158** jeweils unterschiedliche Richtungen aufweist. Allerdings ist ebenso ersichtlich, dass die Magnetfeld-Komponente  $H_z$  auch an einem einzigen Ort, beispielsweise an dem ersten Ort **156**, ihre Richtung über der Zeit ändert. Eine bloße Detektion der Richtung der Magnetfeld-Komponente  $H_z$  in  $z$ -Richtung ist somit bei einigen Ausführungsbeispielen nicht ausreichend, um eine Information darüber zu erhalten, ob sich die Vorrichtung **100** an dem ersten Ort **156** oder an dem zweiten Ort **158** befindet.

**[0064]** Allerdings ist aus der **Fig. 1b** auch ersichtlich, dass die Magnetfeld-Komponenten  $H_x$  und  $H_z$  in  $x$ -Richtung und  $z$ -Richtung an dem ersten Ort **156** sowohl zu dem ersten Zeitpunkt in gleiche Richtungen (in positive Richtungen) weisen als auch zu dem zweiten Zeitpunkt ( $t = t_0 + T/2$ ) in gleiche Richtungen (negative Richtungen) weisen. In anderen Worten, die Magnetfeld-Komponenten  $H_x$  und  $H_z$  in  $x$ -Richtung und  $z$ -Richtung sind an dem ersten Ort **156** (zumindest bei Verwendung eines unveränderten Koordinatensystems **154**) in Phase. An dem zweiten Ort **158** weisen die Magnetfeld-Komponente  $H_x$  in  $x$ -Richtung und die Magnetfeld-Komponente  $H_z$  in  $z$ -Richtung zu dem Zeitpunkt  $t = t_0$  unterschiedliche Orientierungen auf, wobei die Magnetfeld-Komponente  $H_x$  zu dem Zeitpunkt  $t = t_0$  in positive  $x$ -Richtung weist, während hingegen die Magnetfeld-Komponente  $H_z$  zu dem selben Zeitpunkt in negative  $z$ -Richtung weist. Zu dem Zeitpunkt  $t = t_0 + T/2$  weist die Magnetfeld-Komponente  $H_x$  an dem Ort **158** in negative  $x$ -Richtung, während hingegen die Magnetfeld-Komponente  $H_z$  an dem Ort **158** in positive  $z$ -Richtung

weist. Somit ist festzuhalten, dass die Magnetfeld-Komponenten  $H_x$  und  $H_z$  in  $x$ -Richtung und  $z$ -Richtung an dem zweiten Ort **158** gegenphasig sind bzw. eine Phasenverschiebung von  $180^\circ$  aufweisen.

**[0065]** Somit ist insgesamt festzuhalten, dass bei Verwendung eines magnetischen Wechselfeldes zur Markierung einer Grenze die Orientierung einer Magnetfeld-Komponente zu einem einzigen Zeitpunkt keinen Aussagewert im Hinblick auf die Position, an der sich die Vorrichtung befindet, hat. Eine Auswertung einer Phasenbeziehung (z. B. „gleichphasig“ bzw. „gegenphasig“) zwischen zwei verschiedenen Magnetfeld-Komponenten (z. B. in Magnetfeld-Komponenten  $H_x$  und  $H_z$ ) ermöglicht allerdings auch in einem magnetischen Wechselfeld eine Bestimmung eines Ortes, an dem sich die Vorrichtung befindet.

**[0066]** Bezug nehmend auf das Beispiel der **Fig. 1b** kann beispielsweise darauf geschlossen werden, dass sich die Vorrichtung an dem ersten Ort **156** (oder, allgemeiner, auf einer ersten Seite bzw. links von dem stromdurchflossenen Leiter **152**) befindet, wenn festgestellt wird, dass die Magnetfeld-Komponenten  $H_x$  und  $H_z$  in Phase sind bzw. gleichphasig sind. Ferner kann darauf geschlossen werden, dass sich die Vorrichtung an dem zweiten Ort **158** (oder, allgemeiner, auf einer zweiten Seite bzw. rechts von dem stromdurchflossenen Leiter **152**) befindet, wenn festgestellt wird, dass die Magnetfeld-Komponenten  $H_x$  und  $H_z$  außer Phase sind bzw. gegenphasig sind.

**[0067]** Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass sich eine Phasenbeziehung zwischen den Magnetfeld-Komponenten  $H_x$  und  $H_z$  beispielsweise mit hoher Präzision dann ändert, wenn sich die Vorrichtung an einem dritten Ort **160** befindet, wobei der dritte Ort **160** beispielsweise mit hoher Präzision oberhalb des stromdurchflossenen Leiters **152** (bzw. an der Grenze zwischen zwei Bereichen) liegt.

**[0068]** Erfasst somit beispielsweise der erste Magnetfeld-Sensor **110** der Vorrichtung **100** die Magnetfeld-Komponente  $H_z$  in  $z$ -Richtung, und erfasst ferner der zweite Magnetfeld-Sensor **120** der Vorrichtung **100** die Magnetfeld-Komponente  $H_x$  in  $x$ -Richtung, kann beispielsweise in einem einfachsten Fall der Auswerter **130** durch Bestimmung der Phasenbeziehung zwischen den Magnetfeld-Sensor-Signalen **112** und **122** von den beiden Magnetfeld-Sensoren **110**, **120** darauf schließen, ob sich die Vorrichtung links von dem stromdurchflossenen Leiter **152** oder rechts von dem stromdurchflossenen Leiter **152** befindet. Eine Veränderung der Phasenbeziehung zwischen den Magnetfeld-Sensor-Signalen **112**, **122** deutet somit darauf hin, dass die Vorrichtung die Grenze zwischen einem ersten Bereich, z. B. einem linksseitigen Bereich, links des stromdurchflossenen Leiters **152**, und einem zweiten Bereich, z. B. einem rechtsseitigen

gen Bereich, rechts des stromdurchflossenen Leiters **152**, überschritten hat. Somit kann der Auswerter **130**, ansprechend auf eine Veränderung der Phasenbeziehung zwischen den Magnetfeld-Sensor-Signalen **112**, **122** in sehr zuverlässiger Weise die Information **134** liefern, die anzeigt, dass die Vorrichtung (bzw. das Objekt oder die Person, die mit der Vorrichtung **100** versehen ist), die markierte Grenze überschritten hat.

[0069] Im Hinblick auf die Vorrichtung **100** sei darauf hingewiesen, dass natürlich das Referenzsignal **132** nicht notwendigerweise unmittelbar dem von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **120** gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal **122** entsprechen muss. Vielmehr kann das Referenzsignal **132** auch unter Verwendung zusätzlicher Signalverbesserungsmechanismen bzw. Korrekturmechanismen unter Verwendung des von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **120** gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signals **122** erzeugt werden, wie im Folgenden noch ausführlich beschrieben wird. Dies ändert aber nichts an der grundsätzlichen Funktionsweise, wie sie anhand der [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) beschrieben wurde.

[0070] Im Folgenden wird ein typisches Anwendungsszenario beschrieben, in dem die Vorrichtung **100** eingesetzt werden kann. [Fig. 2](#) zeigt zu diesem Zweck ein Funktionsprinzip eines Einkaufswagendiebstahl-schutzsystems bzw. eines Einkaufswagendiebstahl-schutzsystems. In anderen Worten, [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Szenarios, in dem die Vorrichtung **100** gemäß [Fig. 1](#) eingesetzt werden kann. Das System gemäß der [Fig. 2](#) ist in seiner Gesamtheit mit **200** bezeichnet.

[0071] [Fig. 2](#) zeigt ganz allgemein ein Gelände eines Ladengeschäfts bzw. eines Einkaufszentrums. Das Gelände umfasst beispielsweise einen Vorplatz bzw. Parkplatz **210** sowie ein Geschäftsgebäude **220**. Der Vorplatz oder Parkplatz **210** ist beispielsweise außerhalb des Geschäftsgebäudes **220** angeordnet. Der Vorplatz oder Parkplatz **210** kann aber auch Teil des Geschäftsgebäudes **210** sein oder beispielsweise überdacht sein. Der Vorplatz oder Parkplatz **210** umfasst im Übrigen beispielsweise eine oder mehrere Ausfahrten **230**, **232**, durch die ein Verlassen des Vorplatzes oder Parkplatzes **210** möglich ist.

[0072] Auf dem Parkplatz **210** sowie in dem Geschäftsgebäude **220** dürfen Kunden bzw. Angestellte beispielsweise Einkaufswägen **240a**, **240b**, **240c**, **240d** im Wesentlichen frei herumbewegen.

[0073] Allerdings soll bei einigen Ausführungsbeispielen vermieden werden, dass die Einkaufswägen den Bereich des Geschäftsgebäudes **220** bzw. des Vorplatzes oder Parkplatzes **210** verlassen. Zu diesem Zweck ist beispielsweise ein äußerer Umfang des Parkplatzes bzw. Vorplatzes **210**, also des Be-

reichs, in dem die Einkaufswägen **240a**, **240b**, **240c**, **240d** bewegt werden dürfen, markiert. Der äußere Umfang des genannten Bereichs kann beispielsweise durch ein Magnetfeld markiert sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen wird es bevorzugt, dass der äußere Umfang des genannten Bereichs, innerhalb dessen die Einkaufswägen **240a** bis **240d** bewegt werden dürfen, durch ein magnetisches Wechselfeld markiert ist. Das magnetische Wechselfeld kann beispielsweise durch einen Stromfluss erzeugt werden, der in einem verlegten Kabel **250**, gekennzeichnet durch eine gestrichelte Linie, erzeugt wird. Das Kabel kann beispielsweise entlang einer Oberflächen in Form eines Flachkabels verlegt sein. Alternativ kann das Kabel aber auch unterirdisch, also beispielsweise vergraben, verlegt sein. Der Stromfluss in dem Kabel **250** kann beispielsweise durch einen Generator **260** erzeugt werden. Der Generator kann an jedem beliebigen Ort, also beispielsweise innerhalb des Geschäftsgebäudes **220** angeordnet sein, wie dies in der [Fig. 2](#) gezeigt ist.

[0074] Weitere Details werden im Folgenden anhand der [Fig. 3](#) erläutert. Die [Fig. 3](#) zeigt zu diesem Zweck eine Querschnitt durch eine Anordnung mit einem unterirdisch verlegten Kabel. Die graphische Darstellung gemäß der [Fig. 3](#) ist in ihrer Gesamtheit mit **300** bezeichnet. In anderen Worten, die [Fig. 3](#) zeigt einen Querschnitt durch das Kabel und den Boden.

[0075] Die [Fig. 3](#) zeigt in einer Querschnittsdarstellung **310** eine Momentaufnahme von magnetischen Feldlinien **312a–312e**, die durch einen in dem Erdreich (bzw. Bodenbereich) **314** vergrabenen Leiter **316** erzeugt werden. Im Hinblick auf die Feldlinien **312a–312e** in dem Erdreich **314**, also unterhalb einer Oberfläche bzw. Erdoberfläche **318** verlaufen, da ja der Leiter **316** in dem Erdreich **314** vergraben (bzw. allgemein unterhalb der Oberfläche **318** verlegt) ist. Ein gewisser Teil der Feldlinien **312c–312e** erstreckt sich jedoch in den Bereich oberhalb der Oberfläche bzw. Erdoberfläche **318**, wie aus der [Fig. 3](#) unschwer ersichtlich ist.

[0076] Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass in der Querschnittsdarstellung **310** Richtungen der Feldlinien **312a–312e** durch Pfeile angedeutet sind. Die entsprechende Feldrichtung ergibt sich beispielsweise zu einem Zeitpunkt, zu dem in dem vergrabenen Leiter **316** ein Stromfluss in die Zeichenebene hinein (angedeutet durch das Symbol  $\otimes$ ) herrscht.

[0077] Fließt allerdings in dem vergrabenen Leiter **316** ein Wechselstrom, so liegt nach einer halben Periodendauer eine umgekehrte Stromrichtung vor. Damit kehren sich nach einer halben Periodendauer des Wechselstroms die Richtungen des Magnetfelds bzw. die Richtungen der Feldlinien **312a–312e** um.

**[0078]** In der **Fig. 3** ist ferner ein Einkaufswagen **330** gezeigt, der durch eine Kraft **332** entlang der Oberfläche bzw. Erdoberfläche **318** geschoben werden kann. Der Einkaufswagen **330** umfasst beispielsweise ein drehbar gelagertes Vorderradbauteil **334**. An dem drehbar gelagerten Vorderradbauteil **334** kann eine Vorrichtung **100**, wie sie anhand der **Fig. 1a** beschrieben wurde, angebracht sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Vorrichtung **100** sogar innerhalb des Vorderradbauteils **334** angeordnet sein.

**[0079]** Im Folgenden wird erläutert, welche Magnetfelder an dem Ort des Vorderradbauteils **334** auftreten, wenn sich der Einkaufswagen **330** in x-Richtung entlang der Oberfläche **318** (bei der er sich um eine Erdoberfläche bzw. um eine Oberfläche eines Bodenbelags handeln kann) bewegt.

**[0080]** Eine graphische Darstellung **350** beschreibt qualitativ einen örtlichen Verlauf einer Magnetfeldstärke entlang der x-Richtung. An einer Abszisse **352** ist die x-Position angetragen, und an einer Ordinate **354** ist ein Betrag  $|H_z|$  einer Komponente der magnetischen Feldstärke  $H$  in z-Richtung angetragen. Eine Kurve, die den Betrag  $|H_z|$  der z-Komponente der magnetischen Feldstärke in Abhängigkeit von einer Position in x-Richtung beschreibt, ist mit **356** bezeichnet. Wird ferner davon ausgegangen, dass die magnetische Feldstärkenkomponente in z-Richtung, also  $H_z$ , durch eine Spule **358** erfasst wird, deren Achse sich in z-Richtung erstreckt, so ist die in dieser z-Spule **358** induzierte Spannung  $U_z$  von ihrem Betrage  $|U_z|$  her zumindest näherungsweise parallel zu der z-Komponente  $H_z$  der magnetischen Feldstärke  $H$ . Insofern beschreibt die Kurve **356** nicht nur einen örtlichen Verlauf des Betrags der magnetischen Feldstärke in z-Richtung ( $|H_z|$ ), sondern auch den Betrag der in der z-Spule **358** induzierten Spannung  $|U_z|$ .

**[0081]** Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass eine Phasenverschiebung zwischen der in der z-Spule induzierten Spannung  $U_z$  und der z-Komponente  $H_z$  der magnetischen Feldstärke bestehen kann, wie dies für einen Fachmann wohlbekannt ist.

**[0082]** Aus der graphischen Darstellung **350** ist ersichtlich, dass der Betrag  $|H_z|$  der z-Komponente der magnetischen Feldstärke  $H$  in großer Entfernung von dem stromdurchflossenen Leiter **316** sehr klein ist. Dies ergibt sich einfach dadurch, dass die magnetische Feldstärke in einem idealisierten Fall umgekehrt proportional zu dem Abstand von dem stromdurchflossenen Leiter **316** ist. Bei Annäherung an den stromdurchflossenen Leiter steigt die z-Komponente der magnetischen Feldstärke zunehmend an. Allerdings nimmt der Betrag der z-Komponente der magnetischen Feldstärke im Idealfall an einem Ort senkrecht oberhalb des stromdurchflossenen Leiters einen Wert von Null an. Dies ist anhand der Feldlinien

**312a–312e** leicht verständlich. Senkrecht oberhalb des stromdurchflossenen Leiters **316** verlaufen die Feldlinien nämlich im Idealfall waagrecht. In anderen Worten, bei Annäherung an den stromdurchflossenen Leiter steigt der Betrag der z-Komponente der magnetischen Feldstärke ausgehend von einem sehr geringen Wert zunächst auf einen Maximalwert **360** an und sinkt dann bei weiterer Annäherung an den Leiter **316** wieder ab. An einem Ort senkrecht oberhalb des stromdurchflossenen Leiters **316** geht der Betrag der z-Komponente der magnetischen Feldstärke im Idealfall sogar auf einen Minimalwert **362** von etwa Null zurück. Bei einer weiteren Bewegung steigt der Betrag der z-Komponente der magnetischen Feldstärke wieder an, um einen zweiten Maximalwert **364** zu erreichen. Daraufhin nimmt der Betrag der magnetischen Feldstärke bei weiterer Fortbewegung in x-Richtung wieder ab.

**[0083]** Eine weitere graphische Darstellung **370** beschreibt einen örtlichen Verlauf einer x-Komponente der magnetischen Feldstärke. Eine Abszisse **372** beschreibt eine Position in x-Richtung, und eine Ordinate **374** beschreibt einen Betrag der x-Komponente der magnetischen Feldstärke.

**[0084]** Eine Kurve **376** beschreibt den Betrag der x-Komponente der magnetischen Feldstärke in Abhängigkeit von der x-Koordinate. Der Betrag der x-Komponente der magnetischen Feldstärke  $H$  ist mit  $|H_x|$  bezeichnet. Der Betrag  $|H_x|$  der x-Komponente der magnetischen Feldstärke ist in großem Abstand von dem stromdurchflossenen Leiter **316** sehr gering. Bei Annäherung an den stromdurchflossenen Leiter **316** steigt der Betrag der x-Komponente der magnetischen Feldstärke zunächst rasch an und bleibt dann in der Nähe des stromdurchflossenen Leiters **316** auf einem zumindest näherungsweise gleichmäßig hohen Niveau. Nach dem Überschreiten des Leiters nimmt der Betrag der x-Komponente der magnetischen Feldstärke schließlich wieder ab.

**[0085]** Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass die x-Komponente der magnetischen Feldstärke beispielsweise durch eine Spule **378** erfasst werden kann, deren Achse in x-Richtung orientiert ist. Ein Betrag der in der x-Spule **378** induzierten Spannung (auch mit  $|U_x|$  bezeichnet) ist beispielsweise zumindest näherungsweise proportional zu einem Betrag der x-Komponente der magnetischen Feldstärke. Freilich kann eine Phasenverschiebung, z. B. um  $90^\circ$ , zwischen der in der x-Spule **378** induzierten Spannung  $U_x$  und der x-Komponente  $H_x$  der magnetischen Feldstärke  $H$  bestehen, wie es dem Fachmann wohl bekannt ist.

**[0086]** Aus den graphischen Darstellungen **350**, **370** ist ersichtlich, dass zumindest im Idealfall im Hinblick auf die Beträge der Komponenten  $H_x$  und  $H_z$  der magnetischen Feldstärke keine Unterschiede zwi-

schen einem Bereich linksseitig des stromdurchflossenen Leiters **316** und einem Bereich rechtsseitig des stromdurchflossenen Leiters **316** bestehen.

**[0087]** In einer graphischen Darstellung **380** ist eine Phasenverschiebung zwischen der x-Komponente  $H_x$  und der z-Komponente  $H_z$  der magnetischen Feldstärke  $H$  gezeigt. Eine Abszisse **382** beschreibt wiederum die x-Koordinate, und eine Ordinate **384** beschreibt eine Phasenverschiebung  $\varphi(H_x) - \varphi(H_z)$ . Die Phasenverschiebung zwischen der in der x-Spule **378** induzierten Spannung  $U_x$  und der in der z-Spule **358** induzierten Spannung  $U_z$ , die auch mit  $\varphi(U_x) - \varphi(U_z)$  bezeichnet ist, entspricht im Wesentlichen der Phasenverschiebung zwischen der x-Komponente der magnetischen Feldstärke und der z-Komponente der magnetischen Feldstärke.

**[0088]** Ein Verlauf der genannten Phasenverschiebung in Abhängigkeit von der x-Koordinate ist durch eine Kurve **386** beschrieben. Wie aus der graphischen Darstellung **380** ersichtlich ist, beträgt die Phasenverschiebung in einem Bereich links des stromdurchflossenen Leiters **316** (auch mit „a“ bezeichnet) beispielsweise etwa  $0^\circ$ . So ist aus der **Fig. 3** ersichtlich, dass die Feldlinien **312a–312e** in einem Bereich links des stromdurchflossenen Leiters **316** und oberhalb der Oberfläche **318** nach rechts oben, also in positive x-Richtung und positive z-Richtung verlaufen. In einem Bereich rechts des stromdurchflossenen Leiters **316**, der auch mit „b“ gekennzeichnet ist, beträgt die genannte Phasenverschiebung  $\varphi(H_x) - \varphi(H_z)$   $180^\circ$  bzw.  $-180^\circ$ . So ist es aus der **Fig. 3** unschwer ersichtlich, dass in dem Bereich „b“ rechts des stromdurchflossenen Leiters **316** und oberhalb der Oberfläche **318** die magnetischen Feldlinien nach rechts unten, also in positive x-Richtung und in negative z-Richtung, verlaufen.

**[0089]** Somit ist ersichtlich, dass ein Überschreiten einer durch das Magnetfeld markierten, in vertikaler Richtung verlaufenden Grenze, also der Grenze zwischen den Bereichen „a“ links des stromdurchflossenen Leiters und „b“ rechts des stromdurchflossenen Leiters **316**, durch Auswertung der Phasendifferenz  $\varphi(H_x) - \varphi(H_z)$  bzw. der Phasendifferenz  $\varphi(U_x) - \varphi(U_z)$  detektiert werden kann. Dies gilt im Übrigen auch dann, wenn der stromdurchflossene Leiter **316** durch einen Wechselstrom durchflossen wird, da der gezeigte Verlauf der Phasenverschiebung zeitunabhängig besteht.

**[0090]** Es sei im Übrigen darauf hingewiesen, dass Magnetfeld-Sensor-Signale, die die magnetische Feldstärke (bzw. eine entsprechende magnetische Flussdichte) beschreiben, nicht nur durch Spulen, sondern auch durch andere Sensoren erzeugt werden können. So können anstelle der x-Spule **378** zur Erfassung der x-Komponente der magnetischen Feldstärke beliebige andere Magnetfeld-Sensoren

verwendet werden. Beispielsweise kann ein Hall-Magnetfeld-Sensor anstelle einer Spule zur Erfassung der magnetischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte verwendet werden. Alternativ können auch beliebige andere Sensoren verwendet werden, die es ermöglichen, zumindest eine Richtung der magnetischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte zu detektieren. Auch die z-Spule **358** kann selbstverständlich durch einen beliebigen Magnetfeld-Sensor ersetzt werden, so lange es möglich ist, damit die Richtung der magnetischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte zu erfassen.

**[0091]** **Fig. 4** zeigt im Übrigen eine schematische Darstellung eines Zeitverlaufs der in der z-Spule **358** induzierten Spannung  $U_z$ . Die graphische Darstellung der **Fig. 4** ist in ihrer Gesamtheit mit **400** bezeichnet. An einer Abszisse **402** ist die Zeit  $t$  angetragen. An einer Ordinate **404** ist die in der z-Spule **358** induzierte Spannung  $U_z$  angetragen. Wird davon ausgegangen, dass in dem stromdurchflossenen Leiter **316** ein Stromfluss eingeprengt ist, der zumindest näherungsweise sinusförmig ist, so ist die in der z-Spule **358** induzierte Spannung  $U_z$  ebenso näherungsweise sinusförmig, wie dies aus der **Fig. 4** ersichtlich ist. Wie aus der **Fig. 4** ersichtlich ist, existieren Zeitintervalle, während derer die Spannung  $U_z$  größer als Null ist,  $U_z$  also eine positive Polarität („+“) aufweist. Ferner existieren Zeitintervalle, während derer die Spannung  $U_z$  eine negative Polarität („-“) aufweist.

**[0092]** Im Folgenden werden anhand der **Fig. 5**, **Fig. 6** und **Fig. 7** einige Probleme erläutert, die sich bei der Auswertung der Phasenbeziehung zwischen der x-Komponente der magnetischen Feldstärke und der z-Komponente der magnetischen Feldstärke ergeben. Zudem wird anhand der **Fig. 8** eine Vorrichtung beschrieben, mit der die im Folgenden erläuterten Probleme gelöst werden können.

**[0093]** **Fig. 5** zeigt eine schematische Darstellung eines im Folgenden verwendeten Koordinatensystems, beispielsweise eines Koordinatensystems für Spulen (oder Magnetfeldsensoren) am Wagenrand. Die schematische Darstellung gemäß der **Fig. 5** ist in ihrer Gesamtheit mit **500** bezeichnet. Die Darstellung **500** zeigt einen Einkaufswagen **510** mit einem drehbar gelagerten Vorderradbauteil **520**. Ferner ist ein Koordinatensystem **530** gezeigt. Bei dem Koordinatensystem **530** handelt es sich beispielsweise um ein rechtwinkliges bzw. kartesisches Koordinatensystem. Die x-Richtung ist zur Veranschaulichung nach rechts angetragen. Die y-Richtung verläuft in die Zeichenebene hinein. Die z-Richtung verläuft nach oben.

**[0094]** Die **Fig. 5** zeigt ferner eine vergrößerte schematische Darstellung des drehbar gelagerten Vorderradbauteils **520**. Eine schematische Darstellung **521** zeigt eine Seitenansicht des Vorderradbauteils **520**.

Das Vorderradbauteil **520** umfasst eine drehbar gelagerte Achse **522**, die sich, zumindest näherungsweise, in vertikaler Richtung, also in z-Richtung erstreckt. Das Vorderradbauteil **520** umfasst ferner einen Körper **524**. An dem Körper **524** ist das eigentliche Rad **526** drehbar angebracht. Das Rad **526** ist um eine Achse **528**, die sich im Wesentlichen in der y-Richtung erstreckt, drehbar gelagert angebracht.

[0095] Es sei hier darauf hingewiesen, dass die **Fig. 5** nicht als detaillierte mechanische Darstellung, sondern lediglich als schematische Zeichnung zu verstehen ist. **Fig. 5** dient im Wesentlichen dazu, in schematischer Weise beispielhaft zu beschreiben, in welchen Richtungen die einzelnen Bauteile angeordnet sein können bzw. wie ein beispielhaftes Koordinatensystem definiert sein kann. Eine anderweitige Definition des Koordinatensystems ändert natürlich nichts an dem hier beschriebenen Sachverhalt.

[0096] Eine weitere schematische Darstellung **531** zeigt eine Draufsicht auf das Vorderradbauteil **520**. In der schematischen Darstellung **531** ist wiederum die näherungsweise in z-Richtung verlaufende Achse **520** (diesmal in Draufsicht) ersichtlich. Ferner ist auch der Körper **524** des Radbauteils **520** in Draufsicht ersichtlich. Zudem zeigt die schematische Darstellung **531** einen kleinen Teil des Rades **526**, während ein größerer Teil des Rades **526** durch den Körper **524** des Radbauteils **520** verdeckt ist. Dies ist durch eine gestrichelte Linie angedeutet. Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass in der schematischen Darstellung **531** die x-Richtung nach rechts verläuft, die y-Richtung nach oben verläuft und die z-Richtung aus der Zeichenebene heraus verläuft, wie durch ein Koordinatensystem **532** angedeutet ist.

[0097] Es sei hier darauf hingewiesen, dass das durch den Stromdurchflossenen Leiter (z. B. den Leiter **152**, das Kabel **250** oder den Leiter **316**) erzeugte Magnetfeld jeweils in einem Koordinatensystem der entsprechenden Vorrichtung (z. B. der Vorrichtung **100**) ausgewertet wird. In anderen Worten, die Lage der entsprechenden Auswertevorrichtung (z. B. der Vorrichtung **100**) relativ zu dem durch den Stromdurchflossenen Leiter erzeugten Magnetfeld unterscheidet darüber, welche Magnetfeldkomponenten in der Vorrichtung (z. B. in der Vorrichtung **100**) detektiert werden. Wird davon ausgegangen, dass die Vorrichtung **100** beispielsweise in dem Körper **524** des Vorderradbauteils **520** angeordnet ist, so dreht sich das entsprechende Koordinatensystem mit dem Körper **524** des Vorderradbauteils **520** mit. Ganz allgemein lässt sich sagen, dass sich das Koordinatensystem der erfindungsgemäßen Vorrichtung, z. B. der Vorrichtung **100**, mit einer Drehung der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des Objekts oder der Person, an der die erfindungsgemäße Vorrichtung angebracht ist, mitdreht.

[0098] Im Folgenden wird diese Problematik an dem Beispiel eines Vorderradbauteils eines Einkaufswagens anhand der **Fig. 6** und **Fig. 7** erläutert. **Fig. 6** zeigt eine schematische Darstellung eines Szenarios, in dem die erfindungsgemäße Vorrichtung (z. B. die Vorrichtung **100**) zum Einsatz kommen kann. Im Hinblick auf die **Fig. 6** wird davon ausgegangen, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung an dem Körper **524** des Vorderradbauteils **520** angebracht bzw. in dem Körper **524** angeordnet ist. Die schematische Darstellung der **Fig. 6** ist in ihrer Gesamtheit mit **600** bezeichnet. Die schematische Darstellung **600** umfasst eine Draufsicht **610**, die das Vorderradbauteil **520**, wie es anhand der **Fig. 5** beschrieben wurde, in verschiedenen Bewegungszuständen zeigt. Eine Querschnittsdarstellung **620** zeigt im Übrigen einen Querschnitt durch die Gesamtanordnung, einschließlich eines stromdurchflossenen Leiters. In der Draufsicht **610** ist eine Grenze **630** gezeigt, die durch ein Magnetfeld, z. B. ein magnetisches Wechselfeld, markiert ist. Die markierte Grenze ist durch eine gestrichelte Linie **630** gekennzeichnet. Die Draufsicht **610** zeigt eine Momentaufnahme des Magnetfelds zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t_0$ . Zu diesem Zeitpunkt tritt das Magnetfeld links der Grenze **630** aus der Zeichenebene heraus und verläuft rechts der Grenze **630** in die Zeichenebene hinein. Ein Querschnitt des Magnetfelds in einem stromdurchflossenen Leiter ist in der Querschnittsdarstellung **620** gezeigt, wobei magnetische Feldlinien mit **624a** und **624b** bezeichnet sind. Die Position des Vorderradbauteils **520** zu einem Zeitpunkt  $t_0$  ist in einer ersten Zeile **640** der Draufsicht **610** gezeigt. Das Vorderradbauteil **520** befindet sich zu dem Zeitpunkt  $t = t_0$  links der markierten Grenze **630** und bewegt sich nach rechts, also auf die Grenze **630** zu, wie durch den Pfeil **642** angedeutet ist. Die Achse **522** des Vorderradbauteils **520** befindet sich bei dieser Bewegungsrichtung auf der rechten Seite des Vorderradbauteils **520**, wie leicht nachvollziehbar ist. In der ersten Zeile **640** ist ferner ein zugehöriges Koordinatensystem **644** eingezeichnet, das an dem Vorderradbauteil **520** festgemacht ist.

[0099] Die Situation zu einem zweiten Zeitpunkt  $t = t_0 + n_1 T$  ist in der zweiten Zeile **650** der Draufsicht **610** gezeigt.  $n_1$  sei hierbei eine ganze Zahl, und  $T$  bezeichnet eine Periodendauer des magnetischen Wechselfeldes bzw. des in dem stromdurchflossenen Leiter **622** fließenden Wechselstroms. Zu dem zweiten Zeitpunkt befindet sich das Vorderradbauteil **520** rechts der markierten Grenze **630** und bewegt sich nach rechts, wie durch einen Bewegungsteil **652** angedeutet ist. Ein zu dem Körper **524** des Vorderradbauteils **520** gehöriges Koordinatensystem ist mit **654** bezeichnet.

[0100] Eine dritte Zeile **660** beschreibt einen Zustand zum Zeitpunkt  $t = t_0 + n_2 T$ . Dabei wird davon ausgegangen, dass  $n_2$  eine ganze Zahl ist, wobei gilt:  $n_2 > n_1$ . Es wird davon ausgegangen, dass sich das

Vorderradbauteil **520** zu dem dritten Zeitpunkt nach links bewegt. In anderen Worten, eine Bewegungsrichtung zu dem dritten Zeitpunkt (dargestellt durch einen Bewegungspfeil **662**) hat sich gegenüber der Bewegungsrichtung zu dem zweiten Zeitpunkt (dargestellt durch den Bewegungspfeil **652**) umgekehrt. Wie unschwer nachvollziehbar ist, dreht sich der Körper **524** des Vorderradbauteils **520**. Durch die Umkehr der Bewegungsrichtung zu dem dritten Zeitpunkt befindet sich somit die Achse **522** im Wesentlichen links von dem Körper **524** des Vorderradbauteils **520**. Mit anderen Worten, der Körper **524** des Vorderradbauteils **520** hat sich zwischen dem zweiten Zeitpunkt (gezeigt in der zweiten Zeile **650**) und dem dritten Zeitpunkt (gezeigt in der dritten Zeile **660**) um ca. 180° gedreht. Damit dreht sich auch das dem Körper **524** des Vorderradbauteils **520** zugeordnete Koordinatensystem. Das entsprechende Koordinatensystem zu dem dritten Zeitpunkt ist mit **564** bezeichnet.

**[0101]** Zu dem zweiten Zeitpunkt und dem dritten Zeitpunkt dreht sich somit insbesondere ein Magnetfeld-Sensor, der eine x-Komponente des Magnetfelds (bezogen auf das an dem Körper **524** festgemachte Koordinatensystem) detektiert, um 180°. Ebenso dreht sich zwischen dem zweiten Zeitpunkt und dem dritten Zeitpunkt ein Magnetfeld-Sensor, der die y-Komponente des Magnetfelds (bezogen auf ein an dem Körper **524** festgemachtes Koordinatensystem) detektiert, um 180°. Eine Hauptempfindlichkeitsrichtung eines Magnetfeld-Sensors, der eine Magnetfeldkomponente in z-Richtung (bezogen auf das an dem Körper **524** festgemachte Koordinatensystem) detektiert, bleibt hingegen zwischen dem zweiten Zeitpunkt und dem dritten Zeitpunkt unverändert. Somit ist festzuhalten, dass die Drehung des Vorderradbauteils **520** zwischen dem zweiten Zeitpunkt und dem dritten Zeitpunkt dazu führt, dass sich beispielsweise eine Phasenbeziehung zwischen einer x-Komponente des Magnetfelds (betrachtet in dem an dem Körper **524** festgemachten Koordinatensystem) und einer z-Komponente des Magnetfelds (ausgewertet in dem an dem Körper **524** festgemachten Koordinatensystem) um etwa 180° verändert. Diese Veränderung der Phasenbeziehung ist nicht etwa durch ein Überschreiten der Grenze **630** zwischen dem zweiten Zeitpunkt und dem dritten Zeitpunkt bedingt, (die Grenze **630** wird zwischen dem zweiten Zeitpunkt und dem dritten Zeitpunkt ja gar nicht überschritten), sondern ist vielmehr durch eine Drehung des Vorderradbauteils **520** um die z-Achse bedingt.

**[0102]** Somit ist ersichtlich, dass beispielsweise eine Veränderung der Phasenbeziehung zwischen der x-Komponente des Magnetfelds und der z-Komponente des Magnetfelds, ausgewertet jeweils in einem Koordinatensystem, das beispielsweise an dem Vorderradbauteil **520** (allgemein: an der erfindungs-

gemäßen Vorrichtung) festgemacht ist, für sich genommen in manchen Fällen (beispielsweise wenn das Vorderradbauteil **520** bzw., allgemein, die erfindungsgemäße Vorrichtung, drehbar ist) noch keinen eindeutigen Rückschluss darauf ermöglicht, dass die Grenze **630** überschritten wurde.

**[0103]** So tritt eine Veränderung der besagten Phasenbeziehung nämlich sowohl beim Überschreiten der durch das magnetische Feld bzw. das magnetische Wechselfeld markierten Grenze **630** als auch bei einer Drehung des Vorderradbauteils **620** bzw. Vorrichtung **100** um die z-Achse (um etwa 180°) auf. Der letztere Effekt kann vernachlässigt werden, wenn beispielsweise sichergestellt ist, dass sich das Vorderradbauteil **520** nicht um die z-Achse dreht, wenn etwa beispielsweise ein richtungsmäßig festgelegtes Vorderradbauteil verwendet wird. Ebenso tritt der letztgenannte Effekt nicht störend in Erscheinung, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung so geführt ist, dass eine Drehung um 180° in der Nähe der markierten Grenze **630** verhindert wird.

**[0104]** Aus Gründen der Vollständigkeit zeigt eine vierte Zeile **670** der Draufsicht **610** einen Zustand zu einem vierten Zeitpunkt  $t = t_0 + n_3 T$ .  $n_3$  ist eine ganze Zahl mit  $n_3 > n_2$ . Zu dem vierten Zeitpunkt, wie es in der vierten Zeile **670** gezeigt ist, hat das Vorderradbauteil **520** die markierte Grenze **630** wieder überschritten und befindet sich auf der linken Seite der markierten Grenze **630**. Ferner wird von einer Bewegung nach links ausgegangen, wie diese durch den Pfeil **672** dargestellt ist. Ein an dem Körper **524** des Vorderradbauteils **520** festgemachtes Koordinatensystem **674** weist, zumindest näherungsweise, die gleiche Orientierung auf wie das Koordinatensystem **564** zu dem dritten Zeitpunkt.

**[0105]** Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass eine Drehung des Vorderradbauteils **520** (oder allgemeiner, der erfindungsgemäßen Vorrichtung **100**) die Schwierigkeit mit sich bringt, dass sich das an dem Vorderradbauteil **520** bzw. an der Vorrichtung **100** festgemachte Koordinatensystem mitdreht. Diese Drehung des an dem Vorderradbauteil **520** bzw. an der Vorrichtung **100** festgemachten Koordinatensystem kann im ungünstigsten Fall dazu führen, dass es zu einer Veränderung der Phasenbeziehung zwischen zwei Magnetfeldkomponenten kommt, die allein durch die Drehung des Vorderradbauteils **520** bzw. der Vorrichtung **100** bedingt ist, und die nicht durch ein Überschreiten der markierten Grenze bedingt ist. Somit besteht bei einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung der Wunsch, eine derartige, durch eine Drehung bedingte Veränderung der Phasenbeziehung zu erkennen, und zu verhindern, dass die Vorrichtung **100** in diesem Fall fälschlich ein Überschreiten der Magnetgrenze (z. B. der Grenze **630**) anzeigt.

**[0106]** Zur weiteren Veranschaulichung beschreibt die tabellarische Darstellung der [Fig. 7](#) die Komponenten  $H_x$ ,  $H_y$  und  $H_z$  des Magnetfelds bei verschiedenen Orientierungen eines Koordinatensystems mit Richtungen  $x$ ,  $y$  und  $z$ .

**[0107]** Die tabellarische Darstellung der [Fig. 7](#) ist in ihrer Gesamtheit mit **700** bezeichnet. Die tabellarische Darstellung der [Fig. 7](#) zeigt eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze **630**, die durch eine gestrichelte Linie gezeichnet ist. Es wird hier davon ausgegangen, dass das Magnetfeld eine Konfiguration aufweist, wie sie beispielsweise anhand der [Fig. 6](#) erläutert wurde. Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Darstellung gemäß der [Fig. 7](#) Feldkomponenten zu einem Zeitpunkt  $t = t_0$  beschreibt. Zu einem Zeitpunkt  $t = t_0 + T/2$  weisen alle Feldkomponenten eine umgekehrte Richtung und damit ein umgekehrtes Vorzeichen auf, wie unschwer verständlich ist. Im Hinblick auf das Magnetfeld wird angenommen, dass eine beispielhafte Feldlinie des Magnetfelds zu dem Zeitpunkt  $t_0$  links der Grenze **630** nach vorne aus der Zeichenebene austritt, die Grenze **630** vor der Zeichenebene von links nach rechts überschreitet und auf der rechten Seite der Grenze **630** von vorne nach hinten die Zeichenebene durchtritt. Die tabellarische Darstellung **7** zeigt für verschiedene Fälle entsprechende, zueinander gedrehte, Koordinatensysteme, in denen das Magnetfeld ausgewertet wird. Die Drehung der Koordinatensysteme kann beispielsweise einer Drehung des Vorderradbauteils **520** bzw. einer Drehung der Vorrichtung **100** gemäß der [Fig. 1](#) entsprechen. Die entsprechende Drehung des Vorderradbauteils **520** ist auf der rechten Seite der tabellarischen Darstellung gemäß der [Fig. 7](#) dargestellt.

**[0108]** Eine Zeile **720** zeigt beispielsweise eine erste Ausrichtung des Vorderradbauteils **520**, die auftritt, wenn der zugehörige Einkaufswagen die Grenze **630** von links nach rechts näherungsweise senkrecht überschreitet. Befindet sich das Vorderradbauteil **520** an einer bestimmten Position links der Grenze **630**, so sind in einem an dem Vorderradbauteil festgemachten Koordinatensystem die mit **722** bezeichneten Magnetfeldkomponenten detektierbar. Befindet sich das Vorderradbauteil **520** hingegen an einer bestimmten Position rechts der Grenze **630**, so sind entsprechend die mit **724** bezeichneten Magnetfeldkomponenten detektierbar. Ein Vergleich der Magnetfeldkomponenten **722** und **724** zeigt, durch die Komponente  $H_z$  in  $z$ -Richtung ihr Vorzeichen beim Überschreiten der Grenze **630** ändert.

**[0109]** Eine Zeile **730** beschreibt die Situation, wenn der Einkaufswagen die Grenze **630** schräg, in der Draufsicht der [Fig. 7](#) beispielsweise nach rechts unten, überschreitet. Befindet sich das Vorderradbauteil **520** an der bestimmten Position links der Grenze **630**, so treten dort die mit **732** bezeichneten Komponenten des Magnetfelds auf. Befindet sich das Vor-

derrad des Einkaufswagens hingegen an dem bestimmten Ort rechts der Grenze **630**, so treten dort die mit **734** Magnetfeldkomponenten (bezogen auf das an dem Vorderradbauteil **520** festgemachte Koordinatensystem) auf. Aus einem Vergleich der Zeilen **720** und **730** ist ersichtlich, dass die Magnetfeldkomponente in  $z$ -Richtung (also  $H_z$ ) unverändert bleibt, während sich hingegen die Magnetfeldkomponenten in  $x$ -Richtung und  $y$ -Richtung verändern.

**[0110]** Eine Zeile **740** zeigt die Situation, wenn sich der Einkaufswagen parallel zu der Grenze **630** bewegt. In der Draufsicht gemäß [Fig. 7](#) kann sich der Einkaufswagen beispielsweise nach unten bewegen. Befindet sich das Vorderradbauteil **520** an dem bestimmten Ort links der Grenze **630**, so sind in dem Koordinatensystem des Vorderradbauteils **520** die mit (**742**) bezeichneten Magnetfeldkomponenten detektierbar. Befindet sich das Vorderradbauteils **520** hingegen an dem bestimmten Ort rechts der Grenze **630**, so sind die mit **744** bezeichneten Magnetfeldkomponenten detektierbar.

**[0111]** Aus der Zeile **720** ist ersichtlich, dass die Magnetfeldkomponente in  $x$ -Richtung als ein zuverlässiges, betragsmäßig großes Referenzsignal angesehen werden kann, wenn der Einkaufswagen bzw. das Vorderradbauteil **520** die Grenze **630** senkrecht oder nahezu senkrecht überschreitet. Bewegt sich der Einkaufswagen bzw. das Vorderradbauteil **520** hingegen nahezu parallel zu der Grenze **630**, so wird die Magnetfeldkomponente in  $x$ -Richtung klein bzw. zu Null. Sie kann dann freilich nicht mehr als eine zuverlässige Quelle für ein Referenzsignal (zur Bestimmung einer relativen Phasenlage der Magnetfeldkomponente in  $z$ -Richtung) dienen.

**[0112]** Zeilen **750**, **760** zeigen die Magnetfeldkomponenten in weiteren Situationen bzw. für weitere Ausrichtungen des Vorderradbauteils **520**.

**[0113]** Eine Zeile **770** zeigt die Magnetfeldkomponenten für eine Bewegung des Einkaufswagens bzw. des Vorderradbauteils **520** von rechts nach links. Mit anderen Worten, die Zeilen **720** und **770** beschreiben die Situation für entgegengesetzte Bewegungsrichtungen. Aus [Fig. 7](#) ist ersichtlich, dass eine Umkehr der Bewegungsrichtung, die mit einer Drehung des Vorderradbauteils **520** um  $180^\circ$  verbunden ist, zu einer Umkehr der Phasenbeziehung zwischen der  $x$ -Komponente des Magnetfelds und der  $z$ -Komponente des Magnetfelds führt. Während bei der Situation gemäß der Zeile **720** die  $x$ -Komponente und die  $z$ -Komponente des Magnetfelds links der Grenze **730** gleichphasig sind, sind bei der Situation gemäß der Zeile **770** die genannten Magnetfeldkomponenten links der Grenze **630** gegenphasig. Eine umgekehrte Situation liegt rechts der Grenze **630** vor, wie aus der [Fig. 7](#) ersichtlich ist.

[0114] Im Folgenden wird anhand der Fig. 8 erläutert, wie trotz der genannten Probleme, die sich aus der Drehung des Vorderradbauteils **520** bzw. allgemein, aus der Drehung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, ergeben, eine zuverlässige Detektion ermöglicht werden kann, um zu erkennen, ob bzw. wann die erfindungsgemäße Vorrichtung die markierte Grenze überschritten hat.

[0115] Fig. 8 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschreitet. Die Vorrichtung gemäß der Fig. 8 ist in ihrer Gesamtheit mit **800** bezeichnet. Die Vorrichtung **800** umfasst einen ersten Magnetfeld-Sensor **810**, der beispielsweise ausgelegt ist, um eine erste Magnetfeldkomponente zu detektieren. In anderen Worten, der erste Magnetfeld-Sensor **810** weist eine erste Hauptempfindlichkeitsrichtung auf. Bei dem ersten Magnetfeld-Sensor **810** handelt es sich beispielsweise um einen Magnetfeld-Sensor, der nicht nur den Betrag des Magnetfelds bestimmen kann, sondern der auch die Detektion der Richtung des Magnetfelds ermöglicht. Gemäß einem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem ersten Magnetfeld-Sensor **810** um einen Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine z-Komponente des magnetischen Feldes (bzw. der magnetischen Flussdichte) zu detektieren. In anderen Worten, bei einem Ausführungsbeispiel ist die Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors (**810**) in z-Richtung orientiert. Der erste Magnetfeld-Sensor (**810**) kann somit detektieren, ob die Komponente des Magnetfelds z. B. in positiver oder in entgegengesetzter, negativer z-Richtung orientiert ist.

[0116] Der erste Magnetfeld-Sensor **810** kann beispielsweise durch eine erste Empfangsspule realisiert werden. Diese erste Empfangsspule kann auch als z-Spule bezeichnet werden. Der erste Magnetfeld-Sensor **810** kann aber auch durch ein anderes geeignetes Sensorbauteil, z. B. eine Hall-Sonde, gebildet werden.

[0117] Die Vorrichtung **800** umfasst ferner einen zweiten Magnetfeld-Sensor **820**. Der zweite Magnetfeld-Sensor **820** ist ausgelegt, um eine zweite Komponente (z. B. eine x-Komponente) der magnetischen Feldstärke H bzw. der magnetischen Flussdichte B zu detektieren. Mit anderen Worten, der zweite Magnetfeld-Sensor **820** weist eine zugehörige Hauptempfindlichkeitsrichtung auf, die beispielsweise in x-Richtung orientiert ist. Der zweite Magnetfeld-Sensor **820** kann, abgesehen von der unterschiedlichen Orientierung der Hauptempfindlichkeitsrichtung, dem ersten Magnetfeld-Sensor **810** sehr ähnlich sein. So wird es bevorzugt, dass der zweite Magnetfeld-Sensor **820** in der Lage ist, eine Richtung der magnetischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte zu detektieren, also beispielsweise eine

magnetische Feldstärke in positiver x-Richtung von einer magnetischen Feldstärke in negativer x-Richtung zu unterscheiden.

[0118] Der zweite Magnetfeld-Sensor **820** kann beispielsweise eine zweite Empfangsspule umfassen, die auch als x-Spule bezeichnet werden kann. Alternativ dazu können andere geeignete Sensorbauteile, wie z. B. ein Hall-Sensorbauteil, zum Einsatz kommen.

[0119] Die Vorrichtung **800** umfasst ferner einen dritten Magnetfeld-Sensor **830**, der ausgelegt ist, um eine Magnetfeldkomponente in einer dritten Richtung zu detektieren. Mit anderen Worten, der dritte Magnetfeld-Sensor **830** weist beispielsweise eine Hauptempfindlichkeitsrichtung auf, die sich von der Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors **810** und auch von der Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors **820** unterscheidet. Beispielsweise kann der dritte Magnetfeld-Sensor **830** ausgelegt sein, um eine y-Komponente der magnetischen Feldstärke bzw. eine y-Komponente der magnetischen Flussdichte zu detektieren. Der dritte Magnetfeld-Sensor **830** ist bevorzugt ausgelegt, um Orientierungs-empfindlich zu arbeiten, um also beispielsweise eine magnetische Feldstärke in positiver y-Richtung von einer magnetischen Feldstärke in negativer y-Richtung zu unterscheiden.

[0120] Der dritte Magnetfeld-Sensor **830** kann beispielsweise eine dritte Empfangsspule umfassen, die auch als y-Spule bezeichnet werden kann. Alternativ sind aber auch andere Typen von Sensorbauteilen verwendbar, z. B. ein oder mehrere Hall-Sensorbauteile.

[0121] In den obigen Ausführungen wurde davon ausgegangen, dass die z-Richtung die Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors **810** ist, dass die x-Richtung die Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors **820** ist, und dass die y-Richtung die Hauptempfindlichkeitsrichtung des dritten Magnetfeld-Sensors **830** ist. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die x-Richtung, die y-Richtung und die z-Richtung den Achsen eines kartesischen Koordinatensystems entsprechen, also paarweise senkrecht zueinander sind. Dies ist aber nicht zwingend erforderlich.

[0122] Ganz allgemein ist es ausreichend, wenn sich die Hauptempfindlichkeitsrichtungen der drei Magnetfeld-Sensoren **810**, **820**, **830** voneinander unterscheiden. Bei einem Ausführungsbeispiel beträgt der Winkel zwischen den Hauptempfindlichkeitsrichtungen der genannten drei Magnetfeld-Sensoren jeweils zumindest  $25^\circ$ . Bei einem weiteren Hauptempfindlichkeitsrichtungen jeweils zumindest  $45^\circ$ . Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors

**810** zumindest näherungsweise senkrecht zu einer Ebene, die durch die Hauptempfindlichkeitsrichtungen des zweiten Magnetfeld-Sensors **820** und des dritten Magnetfeld-Sensors **830** aufgespannt wird. In diesem Fall kann beispielsweise ein spitzer Winkel zwischen der Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors **810** und der aufgespannten Ebene zumindest  $70^\circ$  betragen. Ferner kann beispielsweise in diesem Fall ein Winkel zwischen den Hauptempfindlichkeitsrichtungen des zweiten Magnetfeld-Sensors **820** und des dritten Magnetfeld-Sensors **830** zumindest  $45^\circ$  betragen.

**[0123]** Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass die drei Magnetfeld-Sensoren **810**, **820**, **830** beispielsweise ausgelegt sein können, um drei verschiedene Komponenten einer magnetischen Feldstärke bzw. einer magnetischen Flussdichte zu detektieren. Die drei verschiedenen Komponenten können bei einem Ausführungsbeispiel paarweise zueinander senkrecht sein. Dies ist allerdings nicht dringend erforderlich.

**[0124]** Die Vorrichtung **800** umfasst ferner einen Auswerter **840**, der ausgelegt ist, um ein Magnetfeld-Sensor-Signal **812** von dem ersten Magnetfeld-Sensor **810** zu empfangen. Das Magnetfeld-Sensor-Signal **812** beschreibt beispielsweise eine z-Komponente der magnetischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte.

**[0125]** Der Auswerter **840** ist ferner ausgelegt, um ein Referenzsignal **842** zu empfangen. Ferner ist der Auswerter **840** beispielsweise ausgelegt, um eine Phasenbeziehung (z. B. eine Phasenverschiebung) zwischen dem Magnetfeld-Sensor-Signal **812** und dem Referenzsignal **842** (oder zwischen dem Magnetfeld-Sensor-Signal **812** und einem von dem Referenz-Signal **842** abgeleiteten phasenkorrigierten Referenzsignal) zu bestimmen. Der Auswerter **840** ist ausgelegt, um basierend auf der bestimmten Phasenbeziehung (bzw. Phasenverschiebung) eine Information **844** zu erzeugen, die anzeigt, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung (bzw. ein Objekt oder eine Person, die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung **800** zu versehen ist) eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze überschritten hat. Beispielsweise kann der Auswerter **840** ausgelegt sein, um ein Überschreiten einer markierten Grenze zu erkennen und durch Ausgabe der Information **844** zu signalisieren, wenn sich die bestimmte Phasenbeziehung um mehr als einen vorbestimmten Veränderungs-Schwellwert verändert. Beispielsweise kann der Auswerter **840** ausgelegt sein, um ein Überschreiten der markierten Grenze durch Ausgabe der Information **844** zu signalisieren, wenn sich die Phasenbeziehung um mehr als  $90^\circ$  oder um mehr als  $160^\circ$  ändert.

**[0126]** Allerdings kann der Auswerter **840** auch zusätzliche Mechanismen aufweisen, um beispielswei-

se eine Fehl-Detektion eines Überschreitens einer markierten Grenze zu vermeiden. Beispielsweise kann der Auswerter **840** ausgelegt sein, um die Signalisierung, die anzeigt, dass die markierte Grenze überschritten worden ist, zu unterdrücken, wenn eine Veränderung der Phasenbeziehung durch eine Drehung der Vorrichtung **800** verursacht wird. Details diesbezüglich werden im Folgenden noch näher erläutert.

**[0127]** Die Vorrichtung **800** umfasst ferner einen Referenzsignalerzeuger **850**. Der Referenzsignalerzeuger **850** ist mit dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** gekoppelt, um von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** ein zugehöriges Magnetfeld-Sensor-Signal **822** zu empfangen, das beispielsweise eine x-Komponente der magnetischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte beschreibt. Der Referenzsignalerzeuger **850** kann ferner (optional) mit dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** gekoppelt sein, um von dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** ein entsprechendes Magnetfeld-Sensor-Signal **832** zu empfangen, das beispielsweise eine y-Komponente der magnetischen Feldstärke bzw. der magnetischen Flussdichte beschreibt. Der Referenzsignalerzeuger **850** ist ferner ausgelegt, um das Referenzsignal **842** zu erzeugen und an den Auswerter **840** zu liefern.

**[0128]** Die Vorrichtung **800** umfasst ferner optional einen Drehungs-Erkenner **860**. Der Drehungs-Erkenner ist ausgelegt, um zumindest eines der Magnetfeld-Sensor-Signale **812**, **822**, **832** von den Magnetfeld-Sensoren **810**, **820**, **830** zu empfangen. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Drehungs-Erkenner **860** ausgelegt, um zumindest zwei der Magnetfeld-Sensor-Signale **812**, **822**, **832** zu empfangen. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Drehungs-Erkenner **860** ausgelegt, um zumindest das Magnetfeld-Sensor-Signal **822** von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** und das Magnetfeld-Sensor-Signal **832** von dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** zu empfangen. Der Drehungs-Erkenner **860** ist ferner ausgelegt, um eine Information **862** über eine Drehung der Vorrichtung **800** (z. B. relativ zu einem äußeren Magnetfeld bzw. zu einem äußeren magnetischen Wechselfeld) zu liefern. Der Drehungs-Erkenner **860** ist beispielsweise entweder mit dem Referenzsignalerzeuger **850** gekoppelt, um die Information **862** über die Drehung an den Referenzsignalerzeuger **850** zu liefern, oder mit dem Auswerter **840** gekoppelt, um die Information **862** über die Drehung an den Auswerter **840** zu liefern. Freilich kann der Drehungs-Erkenner **860** auch sowohl mit dem Referenzsignalerzeuger **850** als auch mit dem Auswerter **840** gekoppelt sein, um die Information **862** über die Drehung sowohl an den Referenzsignalerzeuger **850** als auch an den Auswerter **840** zu liefern.

**[0129]** Im Folgenden werden verschiedene Aspekte der Vorrichtung **800** erläutert, die zu einer besonders

hohen Zuverlässigkeit der Vorrichtung **800** beitragen.

[0130] Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Referenzsignalerzeuger **850** ausgelegt, um sowohl das Magnetfeld-Sensor-Signal **822** von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** als auch das Magnetfeld-Sensor-Signal **832** von dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** zu empfangen, und um das Referenzsignal in Abhängigkeit von den beiden Magnetfeld-Sensor-Signalen **822**, **832** zu erzeugen. Beispielsweise kann der Referenzsignalerzeuger **850** ausgelegt sein, um zu detektieren, welches der beiden Magnetfeld-Sensor-Signalen **822**, **832** von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** bzw. von dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** stärker ist. Ferner kann der Referenzsignalerzeuger **850** beispielsweise das Stärkere der genannten Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** als das Referenzsignal **842** auswählen.

[0131] Alternativ dazu kann der Referenzsignalerzeuger **850** natürlich das Referenz-Signal **842** auch durch eine Kombination der Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** und dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** erzeugen. Bei der entsprechenden Kombination kann der Referenzsignalerzeuger **850** die Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** beispielsweise nach ihrer Stärke und/oder Zuverlässigkeit gewichten.

[0132] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Referenzsignalerzeuger **850** ausgelegt, um zu verhindern, dass sich eine Phasenlage des Referenzsignals sprunghaft wesentlich (also beispielsweise um mehr als  $45^\circ$ ) verändert. Beispielsweise kann der Referenzsignalerzeuger **850** ausgelegt sein, um zu detektieren, ob das Magnetfeld-Sensor-Signal **822** von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** und das Magnetfeld-Sensor-Signal **832** von dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** eine gleiche oder eine entgegengesetzte Phasenlage aufweisen. Weisen die genannten Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** eine entgegengesetzte Phasenlage auf, kann der Referenzsignalerzeuger **850** beispielsweise eine Phasenkorrektur durchführen, derart, dass sich die Phasenlage des Referenzsignals **842** nicht wesentlich ändert, wenn beispielsweise dazu übergegangen wird, das Magnetfeld-Sensor-Signal **832** statt dem Magnetfeld-Sensor **822** als Referenzsignal **842** zu verwenden oder umgekehrt. So kann der Referenzsignalerzeuger **850** beispielsweise ausgelegt sein, um dasjenige der Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832**, das gerade nicht als Referenzsignal **842** ausgewählt ist, so Phasen zu korrigieren, dass die Phasenlage des gerade nicht als Referenzsignal ausgewählten Magnetfeld-Sensor-Signal an die Phasenlage des gerade als Referenzsignal **842** ausgewählten Magnetfeld-Sensor-Signals angenähert wird.

[0133] Alternativ dazu kann die entsprechende Phasenkorrektur natürlich auch unmittelbar bei der Er-

zeugung des Referenzsignals **842** erfolgen. Bei einem Ausführungsbeispiel kann die Phase des Referenzsignals verändert, beispielsweise invertiert, werden, wenn eine Veränderung im Hinblick darauf auftritt, von welchem der Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** das Referenzsignal abgeleitet wird und wenn ferner eine derartige Korrektur erforderlich ist, um eine signifikante Veränderung der Phasenlage des Referenzsignals (beispielsweise um mehr als  $45^\circ$ ) zu vermeiden.

[0134] Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass der Referenzsignalerzeuger **850** beispielsweise ausgelegt sein kann, um ganz allgemein einer Veränderung der Phasenlage des Referenzsignals **842** entgegen zu wirken. Eine derartige Maßnahme ist besonders dann von großem Vorteil, wenn das Referenzsignal **842** nicht nur unter Verwendung eines einzigen Magnetfeld-Sensor-Signals **822**, **832** erzeugt wird, denn mehrere Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** können durchaus unterschiedliche Phasenlagen aufweisen, wie beispielsweise anhand der [Fig. 7](#) ersichtlich ist.

[0135] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung **800** den Drehungs-Erkenner **860**. Der Drehungs-Erkenner **860** kann dazu ausgelegt sein, um den Einfluss von Drehungen der Vorrichtung **800** auf die Information **844** zu verringern bzw. auszuschließen. Der Drehungs-Erkenner **860** ist beispielsweise ausgelegt, um anhand der durch die Magnetfeld-Sensoren **810**, **820**, **830** gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signale **812**, **822**, **832** zu erkennen, wenn sich die-Vorrichtung **800** in dem zur Markierung der Grenze verwendeten Magnetfeld dreht. Der Drehungs-Erkenner **860** kann zu diesem Zweck ein, zwei oder gar drei der Magnetfeld-Sensor-Signale **812**, **822**, **832** auswerten.

[0136] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Drehungs-Erkenner **860** beispielsweise ausgelegt, um die Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** von dem zweiten Magnetfeld-Sensor **820** und dem dritten Magnetfeld-Sensor **830** auszuwerten. So kann beispielsweise durch eine kontinuierliche Auswertung der Magnetfeldkomponenten  $H_x$  und  $H_y$  in x-Richtung bzw. y-Richtung eine Drehung der Vorrichtung **800** verfolgt werden.

[0137] Basierend auf der Detektion dieser Drehung der Vorrichtung **800** kann der Drehungs-Erkenner **860** beispielsweise die Information **862** erzeugen. Die Information **862** kann beispielsweise durch den Referenzsignalerzeuger **850** ausgewertet werden, um das Referenzsignal **842** (beispielsweise unter Verwendung eines optionalen Referenzsignal-Korrigierers **870**) entsprechend zu korrigieren. Der optionale Referenzsignal-Korrigierer **870** kann dabei beispielsweise ausgelegt sein, um das Referenzsignal **842** so zu erzeugen, dass eine Phasenlage des Re-

ferenzsignals im Wesentlichen unabhängig von der Drehung der Vorrichtung **800** ist. Beispielsweise kann der Referenzsignal-Korrigierer ausgelegt sein, um das Referenzsignal **842** so zu erzeugen, dass eine Phasenlage des Referenzsignals bei einer Drehung der Vorrichtung um  $360^\circ$  höchstens um  $90^\circ$  ändert. Der Referenzsignal-Korrigierer **870** kann diese Korrektur erwirken, indem der Referenzsignal-Korrigierer abhängig von einem aktuellen Drehwinkel, wie er durch den Drehungs-Erkenner **860** festgestellt und durch die Information **862** beschrieben wird, beispielsweise ein geeignetes Signal aus den Magnetfeld-Sensor-Signalen **822**, **832** auswählt und/oder eine Phasenkorrektur, beispielsweise durch Phasenveränderung um  $180^\circ$ , ausführt.

[0138] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel erfolgt die Berücksichtigung der Information **862** im Hinblick auf die Drehung der Vorrichtung **800** in dem Auswerter **840**. Beispielsweise kann der Auswerter **840** eine Signalisierung, die anzeigt, dass die Vorrichtung **800** die markierte Grenze überschritten hat, unterdrücken, wenn die Information **862** anzeigt, dass sich die Vorrichtung **800** zumindest um einen vorbestimmten Winkel, also beispielsweise zumindest um  $135^\circ$ , oder um näherungsweise  $180^\circ$ , gedreht hat. Umfasst der Auswerter **840** eine derartige Funktionalität, so kann bei einigen Ausführungsbeispielen eine hohe Zuverlässigkeit der Vorrichtung **800** auch ohne Korrektur des Referenzsignal **842** erzielt werden.

[0139] Zusammenfassend ist festzuhalten, dass verschiedene Möglichkeiten existieren, um die Zuverlässigkeit der Vorrichtung **800** zu erhöhen. Einerseits kann bei der Erzeugung des Referenzsignals **842** eine Korrektur durchgeführt werden, durch die bewirkt wird, dass sich auch bei einer Drehung der Vorrichtung **800** die Phasenlage des Referenzsignals **842** nicht wesentlich verändert. Dies kann durch einfache Maßnahmen wie beispielsweise durch eine Angleichung der Phasenlagen der Magnetfeld-Sensor-Signale **822**, **832** erreicht werden. Alternativ oder zusätzlich kann aber auch durch einen optionalen Drehungs-Erkenner **860** eine Drehung der Vorrichtung **800** erkannt werden, und die entsprechende Information **862** über die Drehung kann zur Korrektur des Referenzsignals **842** herangezogen werden.

[0140] Im Übrigen ist es auch möglich, die Information **862** über die Drehung unmittelbar dem Auswerter **840** zuzuführen, wobei der Auswerter bei Vorliegen einer entsprechend großen Drehung (beispielsweise um zumindest  $90^\circ$ , oder um zumindest  $135^\circ$ ) erkennen kann, dass eine Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen dem Magnetfeld-Sensor-Signal **812** von dem ersten Magnetfeld-Sensor **810** und dem Referenzsignal **842** auf einer Drehung der Vorrichtung **800** und nicht auf einem Überschreiten der markierten Grenze basiert. Die entsprechende Infor-

mation kann dann verwendet werden, um zu verhindern, dass bei einer bloßen Drehung der Vorrichtung **800** ein Überschreiten einer Grenze signalisiert wird.

[0141] Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass die Aufteilung der verschiedenen Funktionalitäten auf die einzelnen Komponenten der Vorrichtung **800** geändert werden kann. Beispielsweise kann die Korrektur des Referenzsignals in dem Auswerter **840** erfolgen, so dass beispielsweise der Auswerter **840** (und nicht der Referenzsignalerzeuger **850**) den optionalen Referenzsignal-Korrigierer **870** umfasst. Ferner kann der Drehungs-Erkenner **860** beispielsweise Teil des Referenzsignal-Erzeugers **850** oder des Auswerters **840** sein.

[0142] Ferner kann die Vorrichtung **800** gemäß der Fig. 8 in verschiedener Weise erweitert werden. So kann beispielsweise die Information **844**, die anzeigt, dass eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze überschritten wurde, verwendet werden, um einen Aktuator anzusteuern. Beispielsweise kann die Information **844**, die beispielsweise durch ein geeignetes (elektrisches oder optisches) Signal repräsentiert werden kann, verwendet werden, um einen Aktuator anzusteuern, um ansprechend auf ein Überschreiten einer markierten Grenze ein Objekt oder eine Person, an der die Vorrichtung **800** angebracht ist, zu bremsen oder zum Stehen zu bringen. Ist beispielsweise die Vorrichtung **800** an einem Einkaufswagen angebracht bzw. bei einem Ausführungsbeispiel in einem Radbauteil eines Einkaufswagens angeordnet, so kann die Information **844** verwendet werden, um einen Aktuator zum Bremsen oder Blockieren eines Rades des Einkaufswagens anzusteuern. Somit kann beispielsweise die Vorrichtung **800** verwendet werden, um die Bewegung des Einkaufswagens ansprechend auf ein Überschreiten der markierten Grenze zu bremsen oder zu blockieren. Die Vorrichtung kann im Übrigen zusätzlich so ausgelegt sein, dass die Bremsung oder Blockierung wieder aufgehoben wird, wenn die markierte Grenze ein zweites Mal (bevorzugt in entgegengesetzter Richtung) überschritten wird. So ist beispielsweise folgender Ablauf möglich: der Einkaufswagen überschreitet die markierte Grenze von innen nach außen, woraufhin ein Überschreiten der Grenze signalisiert wird, und woraufhin ferner zumindest ein Rad des Einkaufswagens gebremst oder blockiert wird. Anschließend wird der Einkaufswagen in einem Bereich außerhalb der markierten Grenze umgedreht. Dieses Umdrehen des Einkaufswagens führt zwar beispielsweise zu einer Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen dem Magnetfeld-Sensor-Signal **812** und dem Magnetfeld-Sensor-Signal **822**, wird aber aufgrund der oben beschriebenen Mechanismen nicht als ein Überschreiten der markierten Grenze detektiert. Überschreitet der so umgedrehte Einkaufswagen anschließend wieder die markierte Grenze, so wird dieses tatsächliche Überschreiten wiederum detektiert und führt

beispielsweise dazu, dass die Blockierung oder Bremsung des Rades aufgehoben wird. Befindet sich somit der Einkaufswagen wieder im Inneren des durch die Markierung begrenzten Bereichs, so kann er wieder mühelos bewegt werden.

**[0143]** Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung **100** bzw. **800** beispielsweise ein Diebstahlschutz für Einkaufswagen realisiert werden kann.

**[0144]** Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschreitet. Das Verfahren gemäß der Fig. 9 ist in seiner Gesamtheit mit **900** bezeichnet. Das Verfahren **900** umfasst in einem ersten Schritt **910** ein Detektieren einer ersten Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes. Das Verfahren **900** umfasst ferner in einem zweiten Schritt **920** ein Detektieren einer zweiten Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes.

**[0145]** Das Verfahren **900** umfasst ferner in einem dritten Schritt **930** ein Liefern einer Information, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat, ansprechend auf eine Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen einem aufgrund der Detektion der ersten Magnetfeld-Komponente gelieferte Signal und einem aufgrund der Detektion der zweiten Magnetfeldkomponente gelieferten Signal.

**[0146]** Das Verfahren **900** gemäß der Fig. 9 kann um diejenigen Schritte und Merkmale ergänzt werden, die im Rahmen der vorliegenden Beschreibung erläutert sind.

**[0147]** Das Verfahren **900** gemäß der Fig. 9 kann auch als ein Computerprogramm implementiert werden.

**[0148]** In anderen Worten, die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren kann in Hardware oder in Software implementiert werden. Die Implementation kann auf einem digitalen Speichermedium, beispielsweise einer Diskette, einer CD, einer DVD, einem ROM, einem PROM, einem EPROM, einem EEPROM, oder einem FLASH-Speicher, mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen erfolgen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass das entsprechende Verfahren ausgeführt wird. Allgemein besteht die vorliegende Erfindung somit auch in einem Computer-Programm-Produkt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Computerprogramm-Produkt auf einem Rechner abläuft. In ande-

ren Worten ausgedrückt, die Erfindung kann als ein Computer-Programm mit einem Programmcode zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens realisiert werden, wenn das Computer-Programm auf einem Computer abläuft.

**[0149]** Im Übrigen können die hier beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren sowohl in Verbindung mit einem magnetischen Wechselfeld als auch in Verbindung mit einem magnetischen Gleichfeld eingesetzt werden. Beim Einsatz in Verbindung mit einem magnetischen Gleichfeld tritt an die Stelle der Auswertung einer Phasenbeziehung die Auswertung einer Vorzeichen-Beziehung bzw. Richtungs-Beziehung von Magnetfeld-Komponenten. In einem statischen Fall, also unter Verwendung eines statischen Magnetfelds, führt ein Überschreiten der Grenze nämlich nicht zu einer Veränderung der Phasenbeziehung bzw. Phasenverschiebung zwischen zwei Magnetfeld-Komponenten, sondern zu einer statischen Veränderung der Vorzeichen-Beziehung bzw. Richtungs-Beziehung der Magnetfeld-Komponenten.

**[0150]** Im Folgenden wird das vorliegende Konzept noch einmal kurz zusammengefasst.

**[0151]** Fig. 2 zeigt beispielhaft ein Funktionsprinzip eines Einkaufswagen Diebstahlsystems. Mit anderen Worten, Fig. 2 zeigt ein Areal mit einem vergrabenen Kabel **250** an den Grenzen. Ein Kabel **250** ist an den Grenzen des zu beobachtenden Areals (z. B. des Parkplatzes bzw. Vorplatzes **210**) vergraben. Das Kabel ist beispielsweise mit einem Generator oder Sender **260** verbunden, der beispielsweise im Inneren eines Supermarktes bzw. eines Geschäftsgebäudes **210** installiert. An einem Einkaufswagen **240a**, **240b**, **240c**, **240d** ist beispielsweise ein Empfänger mit einer Empfangsspule angebracht. Der Empfänger (beispielsweise die Vorrichtung **100** gemäß Fig. 1a bzw. die Vorrichtung **800** gemäß der Fig. 8) ist beispielsweise mit einem Bremsmechanismus (oder einem anderen Aktuator) verbunden, um den Wagen bzw. Einkaufswagen bei Überschreiten der Grenze zu stoppen.

**[0152]** Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch den Boden **340** und das Kabel **250**, das darin vergraben ist. Das Kabel wird dabei beispielsweise durch den stromdurchflossenen Leiter **316** repräsentiert. Fig. 3 zeigt ferner einen Einkaufswagen mit einem Empfänger im Rad, der sich über das Kabel **250** bzw. über den vergrabenen stromdurchflossenen Leiter **316** hinweg bewegt. Bei dem Empfänger in dem Rad bzw. in einem Radbauteil kann es sich beispielsweise um die Vorrichtung **100** gemäß Fig. 1a oder um die Vorrichtung **800** gemäß Fig. 8 handeln.

**[0153]** Das gespeiste Kabel **250** bzw. der vergrabene stromdurchflossene Leiter **316** erzeugt ein magnetisches Wechselfeld. Allerdings kann, wie oben be-

schrieben, bei einigen Ausführungsbeispielen auch ein magnetisches Gleichfeld erzeugt werden.

**[0154]** In dem Rad bzw. Radbauteil **334** des Einkaufswagens **330** ist beispielsweise eine Empfangsspule bzw. z-Spule  $L_z$  angebracht, die beispielsweise senkrecht zu der Oberfläche bzw. Erdoberfläche **318** orientiert. In der **Fig. 3** ist eine Momentaufnahme der Magnetfeldlinien **312a–312e** um den vergrabenen stromdurchflossenen Leiter **316** zum Zeitpunkt  $t = T_0$  dargestellt. Das Magnetfeld des Kabels bzw. des vergrabenen stromdurchflossenen Leiters **316** induziert in der Empfangsspule (bzw. in der z-Spule **358**) des Empfängers (also beispielsweise der Vorrichtung **100** oder der Vorrichtung **800**) eine Spannung  $U_z$ . Die Spannung (z. B.  $U_z$ ) an der Spule (beispielsweise an der z-Spule **358**) in einem Empfänger eines Einkaufswagens, der sich zu dem Zeitpunkt  $t = T_0$  in dem Bereich a über dem Kabel bzw. stromdurchflossenen Leiter **316** befindet (der sich also beispielsweise links oberhalb des stromdurchflossenen Leiters **316** befindet, bzw. der sich innerhalb des durch den stromdurchflossenen Leiters **316** begrenzten Bereichs befindet) hat eine andere Polarität (beispielsweise Phasenunterschied =  $180^\circ$ ) als die Spannung an der Spule (beispielsweise der z-Spule **358**) eines Einkaufswagens, der sich zum gleichen Zeitpunkt  $t = T_0$  in dem Bereich b befindet (sich also beispielsweise rechts oberhalb des vergrabenen stromdurchflossenen Leiters **316** bzw. außerhalb des durch den stromdurchflossenen Leiter **316** begrenzten Bereichs befindet). Diese Tatsache ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Richtungen der Magnetfeldlinien **312a–312e**, mit denen die Spule (z. B. die z-Spule **358**) (z. B. in den verschiedenen Bereichen a und b) durchsetzt wird. Direkt über der Leitung **316** hat das Magnetfeld im Übrigen keine Komponente, die die senkrechte Spule (z. B. die z-Spule **358**) durchsetzt. Deshalb ist hier die induzierte Spannung (z. B. Spannung  $U_z$ ) gleich Null.

**[0155]** Durch die Bestimmung der Polarität der induzierten Spannung (beispielsweise der in der z-Spule **358** induzierten Spannung  $U_z$ ) kann somit zwischen den zwei Bereichen „a“ innerhalb des Areal und „b“ außerhalb des Areal unterschieden werden. Da es sich bei dem Magnetfeld beispielsweise um ein Wechselfeld handeln kann, wechselt die Polarisierung (bzw. die Polarität des Magnetfelds) mit der Trägerfrequenz des abgestrahlten Signals (bzw. mit der Trägerfrequenz des Stromflusses in dem stromdurchflossenen Leiter **316**). Die Trägerfrequenz kann beispielsweise 8 kHz betragen. Es ist somit vorteilhaft, wenn zu jedem Zeitpunkt T eine Referenzpolarität für den Bereich „a“ oder für den Bereich „b“ bekannt ist.

**[0156]** **Fig. 4** zeigt zur Veranschaulichung eine graphische Darstellung der Polarität der in der z-Spule **358** induzierten Spannung  $U_z$  als Funktion der Zeit.

**[0157]** Die oben genannte Referenzpolarität der induzierten Spannung lässt sich beispielsweise durch die Verwendung einer oder zweier zusätzlicher Empfangsspulen ermitteln, die beispielsweise nicht senkrecht, sondern parallel zu der Erdoberfläche **318** angebracht sind. Diese Empfangsspulen (beispielsweise die x-Spule **378**) werden von den gleichen Magnetfeldlinien durchsetzt, allerdings in den Bereichen „a“ und „b“ (also linksseits des stromdurchflossenen Leiters **316** und rechtsseits des stromdurchflossenen Leiters **316**) immer in gleicher Richtung. Deshalb ändert sich die Polarität der (in der x-Spule **378** oder einer entsprechenden y-Spule) induzierten Spannung nur mit dem Signalverlauf des Trägersignals und nicht entlang des Weges x (bzw. entlang der x-Richtung).

**[0158]** Es kann also aufgrund einer Änderung der Polarität der induzierten Spannung an der Spule in z-Richtung (also der in der z-Spule **358** induzierten Spannung  $U_z$ ) gegenüber der Spule in x-Richtung (x-Spule) oder y-Richtung (y-Spule) ein Überschreiten des Kabels bzw. des stromdurchflossenen Leiters **316** erkannt werden. In anderen Worten, ändert sich die Polarität der Spannung  $U_z$  gegenüber der Polarität der Spannung  $U_x$  (bzw. ändert sich eine Phasenbeziehung zwischen der Spannung  $U_z$  und der Spannung  $U_x$ ), so deutet dies auf ein Überschreiten der Grenze zwischen dem Bereich „a“ linksseits des stromdurchflossenen Leiters und dem Bereich „b“ rechtsseits des stromdurchflossenen Leiters hin.

**[0159]** Weiterhin ist es zum Erkennen, in welcher Richtung das Kabel bzw. der stromdurchflossene Leiter **316** überschritten wurde, vorteilhaft, wenn bekannt ist, wie groß der Polarisationsunterschied zwischen der x-Spule und der z-Spule bzw. der y-Spule und der z-Spule in den Bereichen „a“ und „b“ ist bzw. sein sollte. Bei einem Koordinatensystem, wie es beispielsweise in der **Fig. 5** gezeigt ist, würde beispielsweise in dem Bereich „a“ die Polarität der z-Spule (bzw. der durch die z-Spule gelieferten Spannung  $U_z$ ) in Phase zur Polarität der x-Spule (bzw. der durch die x-Spule gelieferten Spannung  $U_x$ ) sein.

**[0160]** Bei einem System, das einen Bereich (z. B. einen durch den stromdurchflossenen Leiter **316** begrenzten Bereich) immer senkrecht zu dem vergrabenen Kabel bzw. senkrecht zu dem vergrabenen stromdurchflossenen Leiter **316** verlässt, kann es ausreichend sein, nur die x-Spule (beispielsweise in Verbindung mit der z-Spule, aber ohne Verwendung einer y-Spule) auszuwerten. Bei einem System wie dem hier beschriebenen Einkaufswagendiebstahlsystem kann allerdings der Bereich (z. B. der durch den stromdurchflossenen Leiter **316** begrenzte Bereich) bei einigen Ausführungsbeispielen unter (nahezu) jedem beliebigen Winkel zum Kabel bzw. zum stromdurchflossenen Leiter **316** verlassen und wieder betreten werden. Deshalb kann es sinnvoll sein,

sowohl die x-Spule als auch eine y-Spule auszuwerten.

**[0161]** Eine weitere Schwierigkeit bei dem Einkaufswagen **330** besteht darin, dass sowohl das Rad bzw. Radbauteil **334** als auch der Einkaufswagen und damit der Empfänger mit den Empfangsspulen (also beispielsweise die Vorrichtung **100** bzw. die Vorrichtung **800**) beliebig um die z-Achse gedreht werden können (wobei die z-Achse beispielsweise näherungsweise senkrecht zu der Oberfläche **318** sein kann). Damit ändert sich beispielsweise die Ausrichtung der x-Spule und der y-Spule gegenüber dem Kabel bzw. dem stromdurchflossenen Leiter **316**. Somit ändert sich auch eine Referenz für eine Polaritätsbestimmung der z-Spule (bzw. für eine Bestimmung der Polarität der Spannung  $U_z$ ).

**[0162]** Eine Drehung des Rades bzw. Radbauteils **334** oder des Einkaufswagens **330** lässt sich aber durch eine gleichzeitige Auswertung der x- und y-Spulen erkennen und kann in eine Bestimmung der Polarität der z-Spule (auch als „z-Spulen-Polarität“ bezeichnet) mit einfließen, so lange sich der Wagen bzw. Einkaufswagen **330** über dem Kabel bzw. dem stromdurchflossenen Leiter **316** (oder zumindest in der Nähe des Kabels bzw. des stromdurchflossenen Leiters **316**) befindet.

**[0163]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist im Übrigen eine Drehung des Radbauteils **334** oder des Einkaufswagens **336** um die z-Achse nicht detektierbar, wenn sich das Radbauteil oder der Einkaufswagen außerhalb eines Bereichs befindet, in dem ein Signal von dem stromdurchflossenen Leiter **316** bzw. von dem Kabel empfangen werden kann. Es ist damit bei einigen Ausführungsbeispielen eine Absolutstellung des Rades bzw. Radbauteils **334** oder gar des Wagens bzw. Einkaufswagens **330** bei einem Überfahren des Kabels bzw. des vergrabenen Leiters **316** nicht bekannt. Deshalb wird bei einigen Ausführungsbeispielen zur Lösung des Problems von einem a-priori-Wissen ausgegangen, dass sich der Wagen zunächst innerhalb des Areals (also innerhalb des durch den stromdurchflossenen Leiter **316** begrenzten Bereichs) befindet und jeweils nur eine Änderung der Phase detektiert wird.

**[0164]** Bei einem Ausführungsbeispiel kann ein automatisches Blockier- und Deblockiersystem wie folgt funktionieren:

1. Es wird eine Bewegung in Richtung auf das Kabel erkannt. Die Erkennung einer Bewegung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass sich an der z-Spule die Signalstärke ändert. Alternativ kann die Erkennung einer Bewegung auch dadurch erfolgen, dass sich ein Zustand von „kein Signal an z-Spule“ auf „Signal an z-Spule“ ändert.
2. Es wird die Polarität der z-Spule (bzw. der in der z-Spule induzierten Spannung  $U_z$ ) bezüglich der

x-Spule (bzw. y-Spule, je nachdem welches Signal stärker ist) erfasst.

3. Es wird eine Polarität der x-Spule (oder y-Spule, je nachdem, welche Spule unter 2. gewählt wurde) gegenüber der y-Spule (bzw. x-Spule) erfasst.

4. Ändert sich beispielsweise die Polarität der x-Spule (bzw. der y-Spule) gegenüber der Referenzspule (beispielsweise gegenüber der y-Spule bzw. gegenüber der x-Spule), so hat sich das Rad bzw. Radbauteil beispielsweise um (etwa)  $180^\circ$  gedreht. Die Polarität des Referenzsignals für die z-Spule ist damit auch invertiert.

5. Tritt eine Änderung der Polarität der z-Spule (bzw. der in der z-Spule induzierten Spannung  $U_z$ ) gegenüber der x-Spule (bzw. y-Spule) auf, und hat keine Drehung des Rades oder Wagens (beispielsweise bestimmt nach 4.) stattgefunden, dann hat eine Überschreitung des Kabels bzw. des stromdurchflossenen Leiters stattgefunden. Der Wagen befindet sich außerhalb des Areals. Das Rad wird blockiert.

**[0165]** Bei einem Wiederbetreten (z. B. des durch den stromdurchflossenen Leiter **316** begrenzten Bereichs) kann beispielsweise der gleiche Ablauf ausgehend von einem Zustand „Wagen außerhalb des Areals“ stattfinden. Bei einer Überschreitung des Kabels bzw. des stromdurchflossenen Leiters **316**, also beispielsweise bei einer Änderung der Polarität an der z-Spule, kann in den Zustand „Wagen innerhalb des Areals“ übergegangen und das Rad deblockiert werden.

**[0166]** Bei den obigen Ausführungen wird davon ausgegangen, dass der Wagen auch mit blockiertem Rad noch bewegt werden kann, allerdings mit größerer Anstrengung.

**[0167]** Das oben beschriebene Verfahren kann auch für andere Anwendungsbereiche angewendet werden. Beispielsweise kann das Verfahren auch in solchen Bereichen eingesetzt werden, in denen es keine Räder zur Blockierung gibt. Beispielsweise können mit dem beschriebenen Verfahren Personen, wie beispielsweise ältere Personen, überwacht werden. Sie können eine Empfangseinheit mit den oben genannten Spulen (beispielsweise eine Vorrichtung **100** gemäß **Fig. 1** oder eine Vorrichtung **800** gemäß **Fig. 3**) tragen. Die Empfangseinheit ist in diesem Fall beispielsweise nicht mit einem Blockiersystem ausgestattet, sondern mit einem Sender, der beim Verlassen des Areals eine Meldung sendet.

**[0168]** Das Verlassen des Areals kann aber auch anderweitig, z. B. über einen akustischen oder optischen Signalgeber, signalisiert werden.

**[0169]** Das oben beschriebene Verfahren könnte auch für die Überwachung von Sicherheitsbereichen,

z. B. bei Maschinen, angewendet werden. Bei einem Ausführungsbeispiel wird ebenfalls wieder drahtlos eine Meldung an die Maschine gesendet und die Maschine angehalten, wenn ein Maschinenbediener mit einem Empfänger einen bestimmten Bereich betritt.

**[0170]** Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass sich mit den hier beschriebenen Verfahren bei einigen Ausführungsbeispielen ein kostengünstiges automatisches System zur Diebstahlsicherung realisieren lässt, dass ohne die Installation eines zweiten Kabels oder der Nutzung eines zusätzlichen mobilen Geräts auskommt. Bei einigen Ausführungsbeispielen wird das System damit kundenfreundlicher. Weiterhin kann bei einigen Ausführungsbeispielen mit einem sinusförmigen Signal (z. B. einem sinusförmigen Stromsignal in dem stromdurchflossenen Leiter **316**) gearbeitet werden, wodurch sich beispielsweise die senderseitige Technik (wie auch die empfängerseitige Technik) vereinfacht. So wird die senderseitige Technik, wie auch die empfängerseitige Technik bei einigen Ausführungsbeispielen schmalbandiger und somit leichter und kostengünstiger realisierbar.

**[0171]** Einige Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung lösen somit die Aufgabe, das Verlassen und Wiederbetreten eines Bereichs automatisch zu erkennen. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist dies unter Verwendung nur eines Signals bzw. nur eines vergrabenen Signalkabels und unter Verwendung eines modulierten oder unmodulierten, symmetrischen (Sinus-)Trägersignals möglich, wie es von den am Markt verfügbaren Systemen eingesetzt wird. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist damit das automatische Blockieren und Deblokieren eines Wagenrads möglich.

**[0172]** Einige Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind im Zusammenhang mit einer Diebstahlüberwachung von Einkaufswagen bei Supermärkten einsetzbar.

**[0173]** Bei einigen Ausführungsbeispielen kann das Konzept aber auch auf anderen Gebieten eingesetzt werden:

- Überwachung von Personen;
- Überwachung von Lagerplätzen und Hallen; oder
- Überwachung von Sicherheitsbereichen an Maschinen.

**[0174]** Generell sind alle Anwendungsbereiche denkbar, bei denen das Verlassen oder Betreten eines bestimmten Areals automatisch überwacht werden soll.

**[0175]** Die hierin beschriebene Vorrichtung zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschreitet, kann in vielen weiteren Anwendungen ein-

gesetzt werden. Zum Beispiel ist es möglich, die Vorrichtung zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person ein durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschreitet, zu verwenden, um Linienüberschreitungen bei Ballspielen (wie zum Beispiel beim Fußball) zu erkennen. Details diesbezüglich werden im Folgenden erläutert.

**[0176]** Die hier beschriebene Vorrichtung bzw. das hierin beschriebene Verfahren kann beispielsweise in einem einfachsten Fall zur Erkennung von Linienüberschreitungen bei Ballspielen (z. B. beim Fußball dienen). Beispielsweise kann das hier beschriebene Konzept verwendet werden, um zu erkennen, wenn ein Spieler, der beispielsweise mit einer Vorrichtung zum Erkennen, wenn eine Person eine durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschreitet, ausgestattet ist, eine Spielfeldbegrenzung oder auch eine beliebige Linie innerhalb des Spielfeldes überschreitet. Die Spielfeldbegrenzung bzw. ganz allgemein eine beliebige Linie innerhalb des Spielfeldes, um das Spielfeld herum oder außerhalb des Spielfeldes, kann beispielsweise durch ein magnetisches Feld, (z. B. ein magnetisches Gleichfeld oder ein magnetisches Wechselfeld) markiert sein. Beispielsweise kann das Spielfeld mit einem Kabel im Boden umgeben sein. Somit kann das hier beschriebene Verfahren bzw. Konzept auch zur Erkennung von Linienüberschreitungen verwendet werden.

**[0177]** Ein Spielteilnehmer oder ein Ball kann beispielsweise einen Empfänger mit Empfangsspulen (oder anderweitigen Magnetfeldsensoren) tragen. Der Empfänger kann zusätzlich mit einem Funksender ausgestattet sein, um eine Erkennung an eine zentrale Stelle zu übermitteln.

**[0178]** In anderen Worten, detektiert der mit Magnetfeldsensoren (z. B. Empfangsspulen) gekoppelte bzw. versehene Empfänger eine Überschreitung einer Linie, die somit beispielsweise eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze darstellt, so kann beispielsweise der Funksender, der Teil des Empfängers ist, oder der mit dem Empfänger gekoppelt sein kann, ein entsprechendes Signal ausstrahlen. Ansprechend auf den Empfang dieses Signals bzw. Signalisierungssignals kann die Überschreitung der Linie bzw. der durch das Magnetfeld markierten Grenze detektiert werden.

**[0179]** Es sei hier darauf hingewiesen, dass das entsprechende Konzept bei nahezu beliebigen Sportarten einsetzbar ist, z. B. beim Fußball, beim Handball, beim Volleyball, beim Tennis, beim Eishockey usw. Ferner können beliebige an dem Spiel beteiligte Einrichtungen (z. B. ein Ball, ein Puck, ein Schläger oder ein von dem Spieler getragener Ausrüstungsgegenstand) mit dem Empfänger beziehungsweise den Empfangsspulen versehen sein.

**[0180]** Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass nahezu beliebige Bereiche des Spielfeldes durch ein magnetisches Feld als eine Grenze gekennzeichnet sein können. Dabei ist es freilich nicht erforderlich, dass die Grenze auch tatsächlich durch eine sichtbare Linie gekennzeichnet ist. Vielmehr kann beispielsweise eine magnetische Kennzeichnung auch von Teilbereichen eines Spielfeldes bzw. einer Spielanlage erfolgen, ohne dass der jeweilige Teilbereich oder der jeweiligen Linie durch die Spielregeln eine konkrete Bedeutung zugeordnet ist. Eine derartige feine Unterteilung eines Spielfeldes bzw. einer Spielanlage kann beispielsweise wünschenswert sein, um bestimmte Statistiken im Hinblick auf den Spielverlauf zu erstellen.

**[0181]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel kann das hier beschriebene Konzept auch verwendet werden, um eine Torentscheidung, z. B. bei einem Fußballspiel (oder bei einem Handballspiel oder bei einem Eishockeyspiel oder einem anderen beliebigen Spiel, bei dem ein Spielgerät durch eine begrenzte Öffnung zu bringen ist), zu treffen. Im Folgenden wird ein derartiges Konzept exemplarisch anhand eines Fußballspiels beschrieben. Die obigen Ausführungen sind jedoch übertragbar auf ein Handballspiel, ein Eishockeyspiel bzw. sogar auf ein Basketballspiel (wobei in diesem Ball der Korb als Tor angesehen werden kann).

**[0182]** Fig. 10a zeigt eine schematische Darstellung einer Spielanlage gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Spielanlage gemäß der Fig. 10a ist in ihrer Gesamtheit mit **1000** bezeichnet. Die Spielanlage **1000** umfasst ein Tor **1010**, das eine Torfläche zumindest teilweise begrenzt. Das Tor **1010** umfasst beispielsweise einen linken Torpfosten **1012**, einen rechten Torpfosten **1014** sowie eine Torlatte bzw. Querlatte **1016**. Das Tor ist im Übrigen, wie allgemein bekannt, auf einem Untergrund **1020** angeordnet. Das Tor **1010** kann beispielsweise auf einem Grasboden, auf einem Sandplatz, auf einem Hallenboden beliebiger Art oder auf einer anderen Art von Untergrund angeordnet sein. Das Tor **1010**, das den linken Torpfosten **1012**, den rechten Torpfosten **1014** und die Querlatte **1016** umfasst, begrenzt zusammen mit dem Untergrund **1020** eine Torfläche **1030**. Bei verschiedenen Sportarten wird es als Torereignis gewertet, wenn ein Spielgerät (z. B. ein Ball, ein Fußball, ein Handball oder ein Puck) durch die Torfläche **1030** von einem Bereich vor dem Tor (**1010**) in einen Bereich hinter dem Tor **1010** bzw. im Inneren des Tores eindringt.

**[0183]** Das Tor **1010** kann im Übrigen ferner in einem Bereich hinter der Torfläche **1030** ein Gitter, ein Netz oder sonstige Einrichtungen umfassen, die beispielsweise ausgelegt sein können, um zu verhindern, dass das Spielgerät den Bereich hinter der Torfläche nach hinten verlässt.

**[0184]** Die Spielanlage **1000** umfasst ferner einen ersten elektrischen Leiter **1040**, der entlang einer ersten Begrenzung der Torfläche **1030** angeordnet ist.

**[0185]** Der erste elektrische Leiter **1040** kann beispielsweise entlang einer Torlinie, die die Torfläche **1030** begrenzt, angeordnet sein. Der erste elektrische Leiter **1040** kann beispielsweise auf dem Untergrund **1040** verlegt sein oder aber in einer gewissen Tiefe in dem Untergrund **1020** vergraben bzw. eingelassen sein.

**[0186]** Die Spielanlage **1000** umfasst ferner einen zweiten elektrischen Leiter **1050**, der beispielsweise entlang einer zweiten Begrenzung der Torfläche **1030**, die der ersten Begrenzung der Torfläche **1030** gegenüberliegt, angeordnet ist. Beispielsweise kann der zweite elektrische Leiter **1050** entlang der Torlatte bzw. Querlatte **1016** angeordnet sein. Der zweite elektrische Leiter **1050** kann beispielsweise unterhalb der Torlatte **1016**, oberhalb der Torlatte **1016** oder sogar innerhalb der Torlatte **1016** angeordnet sein.

**[0187]** Somit liegt beispielsweise die Torfläche **1030** zumindest näherungsweise zwischen dem ersten elektrischen Leiter **1040** und dem zweiten elektrischen Leiter **1050**.

**[0188]** Diesbezüglich ist festzuhalten, dass der Ausdruck "entlang" nicht in einem strengen Sinne zu verstehen ist, sondern einen bestimmten Toleranzbereich umfasst. Beispielsweise gibt es bei einigen Ballspielen (z. B. beim Fußball) die Regel, dass ein Ball erst dann als "in dem Tor" gewertet wird, wenn der Ball die Torlinie vollständig überschritten hat. Somit kann bei einigen Ausführungsbeispielen der erste elektrische Leiter **1040** und/oder der zweite elektrische Leiter **1050** beispielsweise bis zu etwa einem halben Balldurchmesser oder einem ganzen Balldurchmesser (z. B. eines Balles, der für ein Spiel auf das Tor bestimmt ist) hinter der Torlinie (also beispielsweise in einem Bereich eines Torinnenraums bzw. unterhalb des Torinnenraums) angeordnet sein. Eine derartige Anordnung wird hier auch als "entlang der Torlinie" bzw. "entlang der Torlatte" angesehen. Die genannte Definition gilt in gleicher Weise, wenn anstelle der Leiter **1040**, **1050** Leiterschleifen verwendet werden.

**[0189]** Die Spielanlage **1000** umfasst ferner eine Anregungseinrichtung **1060**, die ausgelegt ist, um einen Stromfluss in dem ersten elektrischen Leiter **1040** anzuregen, und um einen Stromfluss in dem zweiten elektrischen Leiter **1050** anzuregen. Zu diesem Zweck kann die Anregungseinrichtung **1060** beispielsweise sowohl mit dem ersten elektrischen Leiter **1040** als auch mit dem zweiten elektrischen Leiter **1050** elektrisch wirksam gekoppelt sein. Die Anregungseinrichtung **1060** kann beispielsweise ausge-

legt sein, um in den ersten Leiter **1040** einen Gleichstrom oder Wechselstrom einzuspeisen. Ferner kann die Anregungseinrichtung **1060** ausgelegt sein, um in den zweiten Leiter **1050** einen Gleichstrom oder Wechselstrom einzuspeisen.

**[0190]** Bei einem Ausführungsbeispiel kann die Anregungseinrichtung **1060** beispielsweise ausgelegt sein, um in den ersten Leiter **1040** einen Wechselstrom einer ersten Frequenz einzuspeisen, und in den zweiten Leiter **1050** einen Wechselstrom einer zweiten Frequenz einzuspeisen. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Anregungseinrichtung **1060** ausgelegt sein, um den ersten Leiter **1040** und den zweiten Leiter **1050** zeitlich versetzt mit einem Strom zu speisen.

**[0191]** Durch die oben beschriebene Spielanlage wird es beispielsweise ermöglicht, mit vergleichsweise hoher Zuverlässigkeit detektieren zu können, ob ein Spielgerät (z. B. ein Fußball) die Torfläche **1030** durchdringt. Durch die genannten Leiter **1040**, **1050** kann ein Magnetfeld derart erzeugt werden, dass beispielsweise durch einen in dem Spielgerät befindlichen Magnetfeldsensor erkannt werden kann, ob das Spielgerät beispielsweise durch die Torfläche **1030** in das Tor bzw. in dem Bereich hinter dem Tor eingebracht ist oder ob das Spielgerät beispielsweise über die Querlatte **1016** des Tors **1010** hinweggeflogen ist. Im Übrigen kann durch die beschriebene Anordnung eine besonders gute Abdeckung der Torfläche **1030** erzielt werden. So ist beispielsweise in einem unteren Bereich der Torfläche **1030** das durch den ersten elektrischen Leiter **1040** erzeugte Magnetfeld stärker als das durch den oberen Leiter **1050** erzeugte Magnetfeld. In einem unteren Bereich der Torfläche **1030**, also in der Nähe des ersten elektrischen Leiters **1040**, kann somit ein Magnetfeldsensor in dem Spielgerät primär oder ausschließlich das durch den ersten elektrischen Leiter **1040** erzeugte Magnetfeld (bzw. den entsprechenden Magnetfeldanteil) auswerten. In einem oberen Bereich der Torfläche **1030** ist hingegen das durch den zweiten elektrischen Leiter **1050** erzeugte Magnetfeld stärker als das durch den ersten elektrischen Leiter **1040** erzeugte Magnetfeld. Ein Magnetfeldsensor in dem Spielgerät kann somit in dem oberen Bereich einer Torfläche **1030** primär oder ausschließlich das durch den zweiten elektrischen Leiter **1050** erzeugte Magnetfeld (bzw. den entsprechenden Anteil an einem Gesamtmagnetfeld) auswerten. Somit existieren bei einem Ausführungsbeispiel in der gesamten Torfläche keine wesentlichen Bereiche, in denen nur ein sehr schwaches Magnetfeld vorhanden ist. Vielmehr wird durch die Tatsache, dass elektrische Leiter an gegenüberliegenden Begrenzungen der Torfläche **1030** angeordnet sind, eine vergleichsweise gute Homogenität des magnetischen Feldes erzielt.

**[0192]** Im Übrigen ermöglicht die Verwendung zwei-

er elektrischer Leiter **1040**, **1050** bei einigen Ausführungsbeispielen eine separate Ansteuerung der genannten elektrischen Leiter **1040**, **1050**. Somit kann bei einem Ausführungsbeispiel ein Magnetfeldsensor in einem Spielgerät sowohl das durch den ersten elektrischen Leiter **1040** erzeugte Magnetfeld als auch durch den zweiten elektrischen Leiter **1050** erzeugte Magnetfeld auswerten. Dies ermöglicht es, besonders umfangreiche Informationen im Hinblick auf die Magnetfelder zu gewinnen. Beispielsweise kann bei einem Ausführungsbeispiel eine Phasenverschiebung zwischen dem durch den ersten elektrischen Leiter **1040** und den zweiten elektrischen Leiter **1050** erzeugten Magnetfeld ausgewertet werden, um somit darauf zu schließen, ob das Spielgerät durch die Torfläche **1030** durchgetreten ist oder nicht.

**[0193]** Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass eine Anordnung zweier elektrischer Leiter **1040**, **1050** entlang gegenüberliegenden Begrenzungen der Torfläche **1030** eine besonders gute Detektion eines Torereignisses (also des Durchtretens eines Spielgeräts durch die Torfläche **1030**) ermöglicht.

**[0194]** Fig. 10b zeigt eine schematische Darstellung einer Spielanlage gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0195]** Die Spielanlage gemäß der Fig. 10b ist in ihrer Gesamtheit mit **1070** bezeichnet. Die Spielanlage **1070** umfasst ein Tor **1080**. Das Tor **1080** umfasst beispielsweise einen linken Pfosten **1082**, einen rechten Pfosten **1084** und eine Torlatte bzw. Querlatte **1086**. Das Tor **1080** umfasst ferner beispielsweise ein linkes Seitenteil **1088** und ein rechtes Seitenteil **1089**. Das linke Seitenteil **1088** ist beispielsweise mit dem linken Pfosten **1082** verbunden, um eine linke Tragestruktur des Tores zu bilden. In ähnlicher Weise ist das rechte Seitenteil **1089** beispielsweise mit dem rechten Torpfosten **1084** mechanisch verbunden, um eine rechte Tragestruktur des Tors zu bilden. Das Tor umfasst ferner ein Netz. Beispielsweise kann das Netz an dem linken Torpfosten **1082** und an dem rechten Torpfosten **1084** sowie an der Querlatte **1086** festgemacht sein, wie dies beispielsweise von Fußballtoren bekannt ist. Das linke Seitenteil **1088** und das rechte Seitenteil **1089** kann beispielsweise ausgelegt sein, um das Netz so zu führen, dass ein Torinnenraum entsteht, der einerseits durch die offene Torfläche und andererseits durch das Netz begrenzt wird. Das Tor **1080** ist üblicherweise auf einem Untergrund **1090** (z. B. einem Rasen, einem Hallenboden oder sonstigen Untergrund) angeordnet. Somit wird durch das Tor **1080** in Verbindung mit dem Untergrund **1090** eine innere Torgrundfläche **1092** definiert. Die innere Torgrundfläche **1092** wird beispielsweise zu einem Spielfeld hin durch eine Torlinie **1093** (beispielsweise einen Ausschnitt aus der Torlinie) begrenzt. Zur Seite und nach hinten hin wird die innere Torgrundfläche **1092** beispielsweise über eine erste

Linie, die sich von einem Fußpunkt des linken Torpfostens **1082** zu einem linken hinteren Netzbefestigungspunkt **1094** erstreckt, durch eine zweite Linie, die sich von dem linken hinteren Netzbefestigungspunkt **1094** zu einem rechten hinteren Netzbefestigungspunkt **1095** erstreckt, und durch eine dritte Linie, die sich von dem rechten hinteren Netzbefestigungspunkt zu einem Fußpunkt des rechten Torpfostens **1084** erstreckt, begrenzt. An dem linken hinteren Netzbefestigungspunkt ist beispielsweise das Netz an dem Untergrund **1090** oder einer an dem Untergrund **1090** angebrachten Befestigungseinrichtung festgemacht. Ebenso ist das Netz an dem rechten hinteren Netzbefestigungspunkt an dem Untergrund **1090** oder an einer Befestigungseinrichtung festgemacht.

**[0196]** Ganz allgemein kann somit festgestellt werden, dass die Torgrundfläche einerseits durch die Torlinie **1093** und andererseits durch Linien, entlang derer das Netz an einer Befestigungseinrichtung oder an dem Untergrund **1090** festgemacht ist, begrenzt wird.

**[0197]** Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst die Spielanlage **1070** gemäß der [Fig. 10b](#) eine Leiterschleife, die entlang eines Umfangs der inneren Torgrundfläche **1092** verlegt ist. Die Leiterschleife **1095** (auch als erste Leiterschleife oder Leiterschleife 1 bezeichnet), kann beispielsweise entlang des Umfangs der inneren Torgrundfläche **1092** oberirdisch oder unterirdisch verlegt sein. Beispielsweise kann die erste Leiterschleife **1095** entlang des Umfangs der inneren Torgrundfläche in dem Untergrund **1090** vergraben sein.

**[0198]** Die Spielanlage **1070** umfasst ferner bei einem Ausführungsbeispiel eine zweite Leiterschleife **1096**, die beispielsweise oberhalb der Torgrundfläche **1092** angeordnet ist. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die zweite Leiterschleife **1096** beispielsweise näherungsweise parallel zu der ersten Leiterschleife **1095** und näherungsweise in Höhe der Torlatte **1086** angeordnet. Beispielsweise kann die zweite Leiterschleife **1096** so angeordnet sein, dass die zweite Leiterschleife **1096** mit dem Untergrund bzw. mit der inneren Torgrundfläche **1092** einen Winkel von höchstens  $30^\circ$  einschließt. Bei einem Ausführungsbeispiel weist die zweite Leiterschleife **1096** eine näherungsweise rechteckige Form auf. Dies ist allerdings nicht zwingend erforderlich. Bei einem Ausführungsbeispiel ist eine Seite der zweiten Leiterschleife **1096** entlang der Torlatte **1086** angeordnet. In anderen Worten, bei dem genannten Ausführungsbeispiel ist eine Seite der Leiterschleife beispielsweise an der Oberseite der Torlatte **1086**, an der Unterseite der Torlatte **1086** oder möglicherweise sogar innerhalb der Torlatte **1086** angeordnet. Die entsprechende Seite der Leiterschleife **1096**, die an- oder in der Torlatte **1086** angeordnet ist, ist mit **1096a** bezeichnet.

**[0199]** Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst die obere Leiterschleife **1096** eine zweite Seite **1096b**, die der ersten Seite **1096a** der Leiterschleife **1096** gegenüberliegt. Die zweite Seite **1096b** der Leiterschleife **1096a** kann beispielsweise zumindest näherungsweise parallel zu der ersten Seite **1096a** der Leiterschleife **1096** sein. Die Leiterschleife **1096** umfasst ferner beispielsweise eine dritte Seite **1096c** und eine vierte Seite **1096d**. Die dritte Seite **1096c** und die vierte Seite **1096d** können beispielsweise oberhalb des linken Seitenteils **1088** bzw. oberhalb des rechten Seitenteils **1089** angeordnet sein. In anderen Worten, die linke Seite **1096c** und die rechte Seite **1096d** der Leiterschleife **1096** können beispielsweise oberhalb einer linken bzw. einer rechten Begrenzung der inneren Torgrundfläche **1092** angeordnet sein. Die dritte Seite **1096c** der zweiten Leiterschleife **1096** kann aber auch an dem linken Torträger **1088** angebracht sein. Die rechte Seite **1096d** der zweiten Leiterschleife **1096** kann ferner an dem rechten Torträger **1089** angebracht sein.

**[0200]** Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die zweite Leiterschleife **1096** aber auch ganz anders ausgeführt sein. Beispielsweise ist es nicht erforderlich, dass die zweite Leiterschleife **1096** eine rechteckige Form aufweist. Vielmehr ist es bei einigen Ausführungsbeispielen ausreichend, wenn die erste Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** entlang der Torlatte **1086** verläuft. In diesem Fall kann beispielsweise die zweite Leiterschleife **1096a** durch eine nahezu beliebig geformte Leiteranordnung geschlossen werden, die sich zumindest näherungsweise von einem ersten Ende **1086a** der Torlatte **1086** zu einem zweiten Ende **1086b** der Torlatte **1086** erstreckt. Von Bedeutung ist es dabei lediglich, dass die entsprechende Leiteranordnung, die die zweite Leiterschleife **1096** schließt, stets hinter der Torlinie **1093**, also auf der Seite der Torlinie, auf der sich die innere Torgrundfläche **1092** befindet, verläuft.

**[0201]** Bei einigen Ausführungsbeispielen kann beispielsweise die zweite Leiterschleife **1096** so angeordnet sein, dass eine senkrechte Projektion der zweiten Leiterschleife **1096** auf den Untergrund **1090** (wobei die Projektionsrichtung senkrecht zu der Oberfläche des Untergrundes **1090**) ist, stets entlang der Torlinie oder auf der Seite der Torlinie, auf der auch die innere Torgrundfläche **1092** gelegen ist, liegt.

**[0202]** Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die zweite Leiterschleife **1096** so angeordnet, dass eine senkrechte Projektion der zweiten Leiterschleife **1096** auf den Untergrund **1090** im Innern oder auf den Rändern der inneren Torgrundfläche **1092** liegt.

**[0203]** Bei einem Ausführungsbeispiel liegt die zweite Leiterschleife **1096** im Übrigen oberhalb eines Torinnenraums, der durch die innere Torgrundfläche

**1092** und das Netz des Tores begrenzt ist.

[0204] Die Spielanlage **1070** umfasst ferner eine hier nicht gezeigte Anregungseinrichtung, die ausgelegt ist, um die erste Leiterschleife **1095** und die zweite Leiterschleife **1096** anzuregen. Die Anregungsanlage kann beispielsweise ausgelegt sein, um in der ersten Leiterschleife **1095** einen Gleichstrom oder Wechselstrom anzuregen, und um in der zweiten Leiterschleife **1096** einen Gleichstrom oder einen Wechselstrom anzuregen.

[0205] Fig. 11 zeigt eine Querschnittsdarstellung einer Spielanlage gemäß Fig. 10b. Die Spielanlage gemäß der Fig. 11 ist in ihrer Gesamtheit mit **1100** bezeichnet. Im Übrigen sei darauf hingewiesen, dass identische Einrichtungen in den Fig. 10b und Fig. 11 mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind und daher nicht noch einmal ausführlich erläutert werden.

[0206] Die Querschnittsdarstellung gemäß der Fig. 11 zeigt ein Tor **1080**. Die Querschnittsdarstellung zeigt beispielsweise die Torlatte **1086**, in der oder an der die erste Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** angeordnet ist. In dem gezeigten Beispiel ist die erste Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** beispielsweise oberhalb der Torlatte **1086** angeordnet. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann die erste Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** allerdings auch in der Torlatte **1086** oder unterhalb der Torlatte **1086** angeordnet sein. Die Querschnittsdarstellung der Fig. 11 zeigt ferner die zweite Seite **1096b**, der zweiten Leiterschleife **1096**. Die zweite Seite der Leiterschleife **1096b** kann beispielsweise auf der gleichen Höhe, wie die erste Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** angeordnet sein. Alternativ dazu ist es aber auch möglich, dass die zweite Seite **1096b** der zweiten Leiterschleife **1096** leicht unterhalb der ersten Seite **1096a** angeordnet ist. Beispielsweise kann die zweite Seite **1096b** der zweiten Leiterschleife **1096** an einer Befestigungseinrichtung angebracht sein, über die auch das Netz des Tores **1080** abgespannt wird.

[0207] Die Querschnittsdarstellung der Fig. 11 zeigt im Übrigen eine erste Seite **1095a** der ersten Leiterschleife **1095** sowie eine zweite Seite **1095b** der ersten Leiterschleife **1095**. Die erste Seite **1095a** der ersten Leiterschleife **1095** kann beispielsweise entlang der Torlinie angeordnet sein (beispielsweise unterhalb der Torlinie **1093** vergraben). Die zweite Seite **1095b** der ersten Leiterschleife ist im Übrigen beispielsweise entlang einer hinteren Begrenzung der inneren Torgrundfläche **1092** angeordnet.

[0208] Die Querschnittsdarstellung der Fig. 11 zeigt ferner eine schematische Darstellung des Magnetfeldes, wie es beispielsweise durch die erste Seite **1095a** und die zweite Seite **1095b** der ersten Leiterschleife **1095** sowie durch die erste Seite **1096a** und

die zweite Seite **1096b** der zweiten Leiterschleife **1096** erzeugt wird.

[0209] Ein durch die erste Seite **1095a** der ersten Leiterschleife **1095** erzeugtes Magnetfeld ist schematisch durch einen Kreis **1195a** dargestellt, und ein Magnetfeld, wie es beispielsweise durch die zweite Seite **1095** der ersten Leiterschleife **1095** erzeugt wird, ist schematisch durch einen entsprechenden Kreis **1195b** dargestellt. Ein Magnetfeld, wie es beispielsweise durch die erste Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** erzeugt wird, ist schematisch durch einen entsprechenden Kreis **1196a** dargestellt, und ein Magnetfeld, das beispielsweise durch die zweite Seite **1096b** der zweiten Leiterschleife **1096** erzeugt wird, ist schematisch durch einen Kreis **1196b** dargestellt.

[0210] Fig. 11 zeigt ferner eine erste Flugbahn **1197** eines Spielgerätes, (z. B. eines Fußballes) in das Tor hinein. Die erste Flugbahn **1197** verläuft zwischen der ersten Seite **1095a** der ersten Leiterschleife **1095** und der ersten Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** hindurch.

[0211] Die Querschnittsdarstellung der Fig. 11 zeigt ferner eine zweite Flugbahn **1198** eines Spielgerätes (z. B. eines Fußballes), die über das Tor verläuft. Die zweite Flugbahn **1198** verläuft somit oberhalb der ersten Seite **1096a** der zweiten Leiterschleife **1096** und ebenso oberhalb der zweiten Seite **1096b** der zweiten Leiterschleife **1096** hinweg.

[0212] Somit kann beispielsweise die erste Flugbahn **1197** des Spielgerätes zu einem gültigen Toreignis führen, während hingegen die zweite Flugbahn **1198** nicht zu einem gültigen Toreignis führt.

[0213] Im Folgenden wird anhand der Fig. 12 eine beispielhafte Vorrichtung zum Liefern einer Information im Hinblick auf ein Toreignis beschrieben. Die Vorrichtung gemäß der Fig. 2 wird in ihrer Gesamtheit mit **1200** bezeichnet. Diesbezüglich sei darauf hingewiesen, dass die Vorrichtung **1200** zum Teil Funktionalitäten aufweist, die den Funktionalitäten der Vorrichtung **800** gemäß der Fig. 8 sehr ähnlich sind. Darum wird hier auch auf die Beschreibung der Funktionalität der Vorrichtung **800** verwiesen.

[0214] Die Vorrichtung **1200** umfasst beispielsweise eine erste Empfangsspule **1210**, eine zweite Empfangsspule **1220** und eine dritte Empfangsspule **1230**. Die drei Empfangsspulen **1210**, **1220** und **1230** entsprechen beispielsweise von ihrer Funktionsweise her den Empfangsspulen **810**, **820**, **830** und können ebenso wie die Empfangsspulen **810**, **820**, **830** durch andere Einrichtungen zur Erfassung eines Magnetfeldes ersetzt werden. Die Vorrichtung **1200** umfasst ferner einen Beschleunigungssensor **1232**, der ausgelegt ist, um eine Beschleunigung der Vorrich-

tung **1200** zu erfassen. Der Beschleunigungssensor **1232** kann beispielsweise ausgelegt sein, um neben zusätzlichen externen Beschleunigungen auch eine Erdbeschleunigung zu erfassen. Der Beschleunigungssensor **1232** kann beispielsweise ausgelegt sein, um eine Richtung einer auf die Vorrichtung **1200** wirkenden Kraft (einschließlich einer Schwerkraft) zu erfassen. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann der Beschleunigungssensor **1232** beispielsweise eine qualitative und/oder quantitative Information über die Größe der Beschleunigung liefern. Bei einem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Beschleunigungssensor **1232** im Übrigen um einen Beschleunigungssensor, der die Beschleunigung in zumindest zwei verschiedenen Richtungen, oder sogar in drei verschiedene Richtungen erfassen kann. Die Vorrichtung **1200** umfasst ferner einen Richtungserkennung **1234**, der beispielsweise mit dem Beschleunigungssensor **1232** gekoppelt sein kann, um eine Information über eine Richtung einer anliegenden Beschleunigung zu erhalten. Der Richtungserkennung **1234** kann somit beispielsweise ausgelegt sein, um eine Information **1236** zu liefern, die beispielsweise eine Orientierung der Empfangsspulen **1210**, **1202**, **1230** im Hinblick auf eine Richtung einer auf die Vorrichtung **1200** wirkenden Beschleunigung beschreiben kann. Die Vorrichtung **1200** umfasst ferner ein Koordinatensystem-Transformator **1238**, der beispielsweise ausgelegt ist, um die Sendesignale der ersten Empfangsspule **1210**, der zweiten Empfangsspule **1220** und der dritten Empfangsspule **1230** zu empfangen.

**[0215]** Der Koordinatensystemtransformator **1238** ist ferner ausgelegt, um basierend auf der durch den Richtungserkennung **1234** gelieferten Richtungsinformation **1236** und ferner basierend auf den durch die Empfangsspulen **1210**, **1220**, **1230** gelieferten Sensorsignalen **1211**, **1221**, **1231** eine richtungs-korrigierte bzw. richtungs-transformierte Information über drei Komponenten **1239a**, **1239b**, **1239c** des Magnetfeldes zu liefern.

**[0216]** Beispielsweise kann der Koordinatensystemtransformator **1238** ausgelegt sein, um eine Information über eine Magnetfeldkomponente in Richtung der Erdbeschleunigung zu erhalten. Ist beispielsweise aufgrund der Richtungsinformation **1236** bekannt, in welcher Richtung (relativ zu einer Orientierung der Vorrichtung **1200**) eine auf die Vorrichtung **1200** wirkende Beschleunigung (z. B. eine Erdbeschleunigung) wirkt, so kann beispielsweise der Koordinatensystem-Transformator **1238** basierend auf einer Kenntnis über die Orientierung der Empfangsspule (**1210**, **1220**, **1230**) bestimmen, wie groß eine Komponente des Magnetfeldes in z-Richtung, also beispielsweise in Richtung der Erdbeschleunigung ist. Somit beschreibt beispielsweise die z-Komponente **1239a** zumindest näherungsweise eine Komponente des Magnetfeldes in einer Richtung parallel zu der auf

die Vorrichtung **1200** wirkenden Beschleunigung (beispielsweise also näherungsweise der Magnetfeldkomponente in Richtung der Erdbeschleunigung). Die x-Komponente **1239b** und die y-Komponente **1239c** beschreiben beispielsweise Magnetfeldkomponenten in Richtungen senkrecht zu der Richtung der auf die Vorrichtung wirkenden Beschleunigung (z. B. der Erdbeschleunigung). Diesbezüglich sei darauf hingewiesen, dass bei einigen Ausführungsbeispielen die Vorrichtung **1200** nicht in der Lage ist, eine absolute Winkelposition der Vorrichtung **1200** in Bezug auf eine Rotation um eine z-Achse (also um eine Achse in Richtung der Erdbeschleunigung) zu bestimmen. Insofern bestehen verschiedene Möglichkeiten, die drei durch die Empfangsspulen **1210**, **1220**, **1230** detektierten Magnetfeldkomponenten auf die x-Komponenten **1239b** und die y-Komponente **1231c** abzubilden. Bei einigen Ausführungsbeispielen besteht darin ausdrücklich ein Freiheitsgrad des Koordinatensystemtransformators. Mit anderen Worten, der Koordinatensystemtransformator kann bei einigen Ausführungsbeispielen ausgelegt sein, um die x-Komponente **1239b** und/oder die y-Komponente **1239c** gemäß einer zumindest teilweise willkürlich gewählten Koordinatensystemtransformation aus den Signalen **1211**, **1221**, **1231** der Empfangsspulen **1210**, **1220**, **1230** abzuleiten.

**[0217]** Die Vorrichtung **1200** umfasst ferner einen Auswerter **1240**, der von seiner Funktionsweise her beispielsweise dem Auswerter **840** entspricht. Die Vorrichtung **1200** umfasst ferner einen Referenzsignalerzeuger **1250**, der von seiner Funktionsweise her im Wesentlichen dem Referenzsignalerzeuger **850** entsprechen kann. Der Referenzsignalerzeuger **1250** ist im Übrigen ausgelegt, um ein Referenzsignal **1242** an den Auswerter **1240** zu liefern.

**[0218]** Die Vorrichtung **1200** kann im Übrigen optional einen Drehungserkennung **1260** umfassen, der beispielsweise ausgelegt ist, um die Signale **1211**, **1221**, **1231** von den Empfangsspulen **1210**, **1220**, **1230** zu empfangen und eine Drehung zu detektieren. Der Drehungserkennung **1260** kann im Übrigen alternativ auch mit dem Koordinatensystemtransformator zusammenwirken. Bei einem Ausführungsbeispiel kann der Drehungserkennung **1260** beispielsweise anstelle der Signale (oder zusätzlich zu den Signalen) der Empfangsspulen **1210**, **1220**, **1230** die Komponenten-Signale **1239a**, **1239b** und **1239c** (oder eine Auswahl aus diesen Signalen) empfangen. Der Drehungserkennung **1260** kann im Übrigen optional mit dem Referenzsignalerzeuger **1250** und/oder dem Auswerter **1240** gekoppelt sein, um an den Referenzsignalerzeuger **1250** und/oder den Auswerter **1240** eine Information **1262** über eine Drehung zu liefern.

**[0219]** Der Auswerter **1240** ist beispielsweise ausgelegt, um eine Information **1244** zu liefern, die anzeigt, dass die Vorrichtung **1200** eine durch ein mag-

netisches Feld (zum Beispiel ein magnetisches Gleichfeld oder ein magnetisches Wechselfeld) markierte Grenze überschritten hat. Durch den Einsatz der Koordinatentransformation beziehungsweise durch die Verwendung des Koordinatensystem-Transformators **1238** kann beispielsweise die Information **1244** derart gewonnen werden, dass diese anzeigt, wenn die Vorrichtung **1200** eine senkrecht oberhalb (also in Richtung der Erdbeschleunigung oberhalb) eines stromdurchflossenen Leiters verlaufende Grenze bzw. Grenzfläche überschritten hat, oder wenn die Vorrichtung **1200** eine senkrecht unterhalb (also in Richtung der ersten Beschleunigung unterhalb) eines stromdurchflossenen Leiters verlaufende Grenze bzw. Grenzfläche überschritten hat.

**[0220]** In anderen Worten, die Information **1244** kann beispielsweise derart gewonnen werden, dass die Information **1244** anzeigt, wenn die Vorrichtung **1200** eine Fläche durchkreuzt hat, die durch einen stromdurchflossenen Leiter beschrieben bzw. markiert wird und die sich in Richtung der Erdbeschleunigung erstreckt. Beispielsweise kann die Vorrichtung **1200** so ausgelegt sein, dass die Information **1244** anzeigt, wie die Vorrichtung durch die Torfläche, also die Fläche, die durch die Torlinie **1093**, den linken Pfosten **1082**, den rechten Pfosten **1084** und die Torlatte **1086** begrenzen wird, durchtritt. Die Information **1244** kann ferner zusätzlich anzeigen, wenn die Vorrichtung **1200** sich beispielsweise über die Torlatte hinweg bewegt. Auch in diesem Fall kann die Information **1244** aktiv werden.

**[0221]** Ganz allgemein kann die Information **1244** somit anzeigen, wenn die Vorrichtung **1200** eine Grenzfläche überschreitet, die beispielsweise durch das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters markiert ist.

**[0222]** Bei einigen Ausführungsbeispielen ist es dabei unerheblich, die genau die Information **1244** erzeugt wird. In anderen Worten, die Einrichtungen **1210**, **1220**, **1230**, **1234**, **1238**, **1240**, **1250**, **1260** können durch eine andere geeignete Anordnung ersetzt werden, die eine entsprechende Information **1244** liefert.

**[0223]** Die Vorrichtung **1200** umfasst ferner eine Torerkennung **1280**, der ausgelegt ist, um basierend auf der Information **1244** und (optional) basierend auf der durch den Beschleunigungssensors **1232** gelieferten Information ein Torereignis zu erkennen und somit eine Information **1282** über ein Torereignis zu liefern. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Torerkennung **1280** ausgelegt, um ein Torereignis zu erkennen, wenn die Information **1244** anzeigt, dass die Vorrichtung **1200** eine (z. B. durch das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters) markierte Grenze überschreitet, es sei denn, es liegt eine Information vor, die darauf hinweist, dass das Überschreiten der

durch das Magnetfeld markierten Grenze nicht auf ein Torereignis zurückzuführen ist. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Torerkennung **1280** konfiguriert, um eine entsprechende Information, die anzeigt, dass ein Überschreiten der markierten Grenze nicht auf ein Torereignis zurückzuführen ist, zu erzeugen, wenn die Vorrichtung **1200** innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums zwei Mal eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze überschreitet, ohne dass eine große äußere Beschleunigung (zusätzlich zu der Erdbeschleunigung) auf die Vorrichtung beziehungsweise auf den Beschleunigungssensor **1232** eingewirkt hat. Zur Bestimmung, ob auf die Vorrichtung **1200** bzw. auf den zu der Vorrichtung **1200** gehörigen Beschleunigungssensors **1232** eine große Beschleunigung eingewirkt hat, kann beispielsweise das durch den Beschleunigungssensor **1232** gelieferte Beschleunigungssignal dem Torerkennung **1280** zur Auswertung zugeführt werden. Der Torerkennung **1280** kann somit beispielsweise konfiguriert sein, um zu bestimmen, ob zwischen einem ersten Zeitpunkt, zu dem die Vorrichtung **1200** ein erstes Mal die durch das Magnetfeld markierte Grenze überschritten hat, um einem zweiten Zeitpunkt, zu dem die Vorrichtung **1200** zu einem zweiten Mal eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze überschritten hat, eine Beschleunigung durch den Beschleunigungssensor **1232** erfasst wurde, die zumindest gleich einer vorgegebenen Mindestbeschleunigung ist. Liegt eine solche "große" Beschleunigung vor, so kann der Torerkennung **1280** beispielsweise die Informationen **1282** über ein Torereignis ausgeben, auch wenn innerhalb eines vorgegebenen Zeitraumes mehr als ein Mal eine durch ein magnetisches Feld markierte Grenze überschritten wurde. Liegt eine derartige "große" Beschleunigung nicht vor, so kann der Torerkennung **1280** hingegen konfiguriert sein, um eine Ausgabe einer Information **1282** über ein Torereignis zu unterdrücken, sofern die Vorrichtung **1200** innerhalb des vorgegebenen Zeitraums zumindest zwei Mal eine oder mehrere verschiedene durch ein Magnetfeld markierte Grenzen überschritten hat.

**[0224]** Die Funktionsweise des genannten Mechanismus wird im Folgenden anhand der **Fig. 13** verdeutlicht. **Fig. 13** zeigt einen Querschnitt durch eine Spielanlage gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Spielanlage gemäß der **Fig. 13** umfasst im Wesentlichen dieselben Elemente wie die Spielanlage gemäß der **Fig. 11**. Allerdings wurde hier aus Gründen der Übersichtlichkeit halber auf die Darstellung der Magnetfelder verzichtet. Gleiche Einrichtungen sind in den **Fig. 11** und **Fig. 13** allerdings mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden nicht noch einmal beschrieben.

**[0225]** Die **Fig. 13** zeigt ein Tor **1310**. An dem Tor bzw. benachbart zu dem Tor sind zwei Leiterstücke **1095a**, **1095b** in der ersten Leiterschleife **1095** sowie zwei Leiterstücke **1096a**, **1096b** an der zweiten Lei-

terschleife **1096** angeordnet. Durch das in dem Leiterstück **1095a**, **1096a** erzeugte Magnetfeld wird eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze **1320** erzeugt, die in der **Fig. 13** gestrichelt bezeichnet ist. Durch das in den Leiterstücken **1095b** und **1096b** erzeugte Magnetfeld wird im Übrigen eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze **1330** erzeugt. Während in den vorliegenden Ausführungen zur Vereinfachung davon ausgegangen wird, dass die erste Grenze **1320** im Wesentlichen durch die Leiterstücke **1095a**, **1096a** erzeugt wird, haben in der Realität natürlich auch die durch die Leiterstücke **1095b**, **1096b** erzeugten Magnetfeldanteile einen Einfluss auf den Verlauf der ersten Grenze **1320**. In ähnlicher Weise haben auch durch die Leiterstücke **1096a**, **1095a** erzeugten Magnetfeldanteile einen Einfluss auf den Verlauf der zweiten Grenze **1330**. Aus Gründen der Einfachheit werden hier die genannten Wechselwirkungen allerdings im Wesentlichen vernachlässigt.

**[0226]** Im Folgenden werden drei Fälle beschrieben. In einem ersten Fall wird davon ausgegangen, dass ein Spielgerät, z. B. ein Ball, in das Tor geschossen wird, durch das Tornetz abgebremst wird und innerhalb des Tores liegen bleibt. Eine entsprechende Flugbahn des Balles ist mit **1340** bezeichnet, und eine Endposition des Balles ist mit **1342** bezeichnet. In diesem Fall durchschreitet das Spielgerät die erste Grenze **1320** genau ein Mal. Zu weiteren Überschreitungen irgendwelcher magnetisch markierten Grenzen kommt es hingegen nicht (bzw. erst dann, wenn ein Spieler den Ball nach einer relativ langen Zeitdauer aus dem Innern des Tores heraus bewegt). Somit stellt ein derartiger Bewegungsablauf eines Spielgeräts, bei dem dieses einmal die erste Grenze **1320** durchschreitet, im Regelfalle ein gültiges Torereignis dar.

**[0227]** In einem zweiten Fall fliegt das Spielgerät über das Tor hinweg. Eine entsprechende Flugbahn eines Spielgerätes ist beispielsweise mit **1350** bezeichnet. Nachdem das Spielgerät über das Tor hinweggeflogen ist, fällt das Spielgerät irgendwann einmal auf den Boden. Eine endgültige Position des Spielgerätes ist dabei mit **1352** bezeichnet. Das Spielgerät durchquert während seiner Flugbahn **1352** innerhalb eines bestimmten Zeitraums, der von der Geschwindigkeit des Spielgerätes abhängt, die erste Grenze **1320** und die zweite Grenze **1330**. Im Übrigen ist leicht ersichtlich, dass in dem Falle, in dem das Spielgerät die Flugbahn **1350** nimmt, zumindest bei einigen Spielen (z. B. beim Fußballspiel oder beim Handballspiel) kein Torereignis vorliegt.

**[0228]** In einem dritten Fall tritt ein Spielgerät zwar in das Innere des Tores **1310** ein, wird dann aber, beispielsweise von einem Spieler bzw. von einem Torwart, wieder aus dem Tor heraus geschlagen. Eine entsprechende Flugbahn des Spielgerätes ist mit **1360** bezeichnet, und eine endgültige Lage des

Spielgeräts, außerhalb des Tores, ist mit **1362** bezeichnet. Das Spielgerät überschreitet somit die erste Grenze **1220** zwei Mal kurz hintereinander, nämlich einmal beim Eintreten in das Innere des Tores und einmal beim Heraustreten aus dem Innern des Tores.

**[0229]** Wird nun davon ausgegangen, dass die Vorrichtung **1200** gemäß der **Fig. 12** beispielsweise im Innern des entsprechenden Spielgeräts (z. B. im Innern eines Fußballs, eines Handballs, eines Pucks oder anderen Spielgerätes) angeordnet ist, kann in den oben beschriebenen drei Fällen, jeweils eine korrekte Torentscheidung getroffen werden.

**[0230]** Weißt das Spielgerät und damit die in dem Spielgerät oder an dem Spielgerät angebrachte Vorrichtung **1200** die erste Flugbahn **1340** auf, so wird die erste Grenze **1320** einmal überschritten. Es wird also innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls nur einmal eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze, nämlich die erste Grenze **1320**, überschritten. Somit kann auf ein Torereignis geschlossen werden, und der Torerkenner **1280** kann eine entsprechende Information **1282** ausgeben.

**[0231]** Bewegt sich das Spielgerät und damit die in dem Spielgerät oder an dem Spielgerät angebrachte Vorrichtung entlang der Flugbahn **1350**, so überschreitet die Vorrichtung **1200** innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls zwei Mal eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze, nämlich zunächst die erste Grenze **1320** und danach die zweite Grenze **1330**. Im Übrigen tritt zwischen dem Überschreiten der ersten Grenze **1320** und dem Überschreiten der zweiten Grenze **1330** keine wesentliche Beschleunigung (abgesehen von der Erdbeschleunigung und einer durch den Luftwiderstand bedingten Abbremsung) auf das Spielgerät bzw. auf die Vorrichtung **1200** auf. Somit kann, wie oben beschrieben, durch den Torerkenner **1280** eine Erzeugung einer Information, die ein Torereignis anzeigt, unterdrückt werden. Somit wird in zutreffender Weise eine Signalisierung eines Torereignisses unterdrückt.

**[0232]** Bewegt sich das Spielgerät bzw. die Vorrichtung **1200** entlang der Bahn **1360**, so überschreitet die Vorrichtung **1200** innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls zwei Mal eine durch ein Magnetfeld markierte Grenze, nämlich zweimal die erste Grenze **1320**. Im Übrigen tritt zwischen dem ersten Überschreiten der ersten Grenze **1320** und dem zweiten Überschreiten der ersten Grenze **1320** eine wesentliche Beschleunigung auf das Spielgerät bzw. auf die Vorrichtung **1200** auf, da ja das Spielgerät (z. B. durch ein Körperteil **1364**) eines Spielers bzw. Torwart wieder aus dem Tor herausgeschlagen wird. Somit kann durch die Vorrichtung **1200** die entsprechende Beschleunigung, die in der Regel deutlich größer als die Erdbeschleunigung ist, erkannt werden. Somit

kann der Torerkenner **1280** in zutreffender Weise eine Information **1282** liefern, die ein Torereignis anzeigt.

**[0233]** Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass durch die Vorrichtung **1200** in sehr vielen Fällen Torereignisse zuverlässig detektiert werden können. Ein Überfliegen des Tores hingegen wird durch die Vorrichtung **1200** nicht als ein Torereignis erkannt.

**[0234]** Bei einigen Ausführungsbeispielen kann somit die Vorrichtung **1200** in vorteilhafter Weise mit einer Spielanlage zusammenwirken, wie sie anhand der [Fig. 10a](#), [Fig. 10b](#), [Fig. 11](#) und 13b geschildert wurde.

**[0235]** Einige Aspekte der vorliegenden Erfindung können also wie folgt zusammengefasst werden: Das hier beschriebene Verfahren (z. B. das Verfahren zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Feld die markierte Grenze überschreitet), kann beispielsweise zur Erkennung von Linienüberschreitungen bei Ballspielen (z. B. beim Fußball) verwendet werden. In entsprechender Weise können die hierin beschriebenen Vorrichtungen zur Erkennung von Linienüberschreitungen bei Ballspielen verwendet werden.

**[0236]** Das Verfahren bzw. die Vorrichtung könnte also auch zur Erkennung von Linienüberschreitungen verwendet werden. Das Spielfeld kann beispielsweise mit einem Kabel im Boden umgeben werden. Ein Spielteilnehmer oder ein Ball kann beispielsweise einen Empfänger mit einer Empfangsspule tragen, der beispielsweise zusätzlich mit einem Funksender ausgestattet ist, um eine Erkennung (z. B. einer Linienüberschreitung) an eine zentrale Stelle zu übermitteln.

**[0237]** Gemäß einem weiteren Aspekt können die hierin beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren beispielsweise für eine Torentscheidung (z. B. bei einem Fußballspiel) verwendet werden.

**[0238]** Das Verfahren bzw. die Vorrichtung kann also auch zur Torentscheidung genutzt werden. Dazu kann beispielsweise eine Fläche im Tor, beispielsweise eine Fläche zwischen den beiden Torpfosten und z. B. Eckpunkten eines abgespannten Netzes, wie in [Fig. 10b](#) gezeigt, mit einer vergrabenen Leiterschleife umgeben sein. Ein Objekt, in diesem Fall beispielsweise ein Ball, kann mit drei orthogonalen Empfangsspulen ausgestattet sein. Übertritt beispielsweise der Ball die Linie, an der die Leiterschleife vergraben ist, so kann beispielsweise ein Phasenwechsel erkannt werden. Dieser Phasenwechsel kann dann beispielsweise als ein Tor bzw. Torereignis interpretiert werden.

**[0239]** Bei einem Ausführungsbeispiel können drei Seiten des Tores mit einem Netz umspannt sein. In diesem Fall erfolgt ein Linienübertritt beispielsweise nur über eine vordere Torlinie. Es wird somit beispielsweise ein Eintritt in eine eingegrenzte Fläche erkannt (z. B. ein Eintritt eines Spielgerätes bzw. Balles in die innere Torgrundfläche bzw. ins Innere des Tores).

**[0240]** Bei einigen Ausführungsbeispielen ist es wünschenswert, einen Eintritt (z. B. eines Spielgerätes in ein Tor) auch in der Höhe, also in einer dritten Dimension, aufzulösen. So ist es beispielsweise bei einigen Ausführungsbeispielen wünschenswert, dass der Eintritt (z. B. der Eintritt des Balls in das Innere des Tores) sicher auch über eine gewisse Höhe über dem Boden erkannt wird. Zum anderen ist es bei einigen Ausführungsbeispielen wünschenswert, einen Schuss über das Tor von einem echten Tor zu unterscheiden. Bei einigen Ausführungsbeispielen wird daher ein weiteres Kabel oberhalb des Tores verwendet. Das Kabel beziehungsweise das weitere Kabel kann beispielsweise entlang einer Torlatte (des Tores) angebracht werden. Das weitere Kabel kann beispielsweise eine Fläche zwischen den beiden Pfosten (bzw. Torpfosten) und zwei weiteren Eckpunkten hinter dem Tor, z. B. Abspannpunkten des Netzes, aufspannen. Bei dem Ausführungsbeispiel sind somit zwei Kabel vorhanden, die ein elektromagnetisches Feld erzeugen.

**[0241]** Bei einigen Ausführungsbeispielen können die Signale (beispielsweise die in den Kabeln bzw. elektrischen Leitern angeregten elektrischen Ströme) bei unterschiedlichen Frequenzen oder zu unterschiedlichen Zeitpunkten, also zeitlich alternierend, abgestrahlt werden.

**[0242]** Mit der zweiten Leiterschleife an der Torlatte (z. B. mit der zweiten Leiterschleife **1096**) kann beispielsweise ein Schuss über das Tor (wie er beispielsweise in der [Fig. 11](#) als Flugbahn **1198** gezeigt ist) dadurch erkannt werden, dass der Ball in eine von der Leiterschleife umgebene Fläche eintritt und dann aber nach hinten wieder austritt (beispielsweise durch eine erste markierte Grenze in eine durch die zweite Leiterschleife markierten Raumbereich eintritt und den durch die zweite Leiterschleife **1096** markierten Raumbereich anschließend wieder durch eine zweite markierte Grenze verlässt). Bei einem Ausführungsbeispiel wird in dem genannten Fall also je ein Phasenübergang bei einem Eintritt (z. B. in den markierten Raumbereich) und bei einem Austritt (z. B. aus dem markierten Raumbereich) erkannt.

**[0243]** Bei der im Untergrund verlegten beziehungsweise im Boden vergrabenen Leitung hindert das Netz den Ball vor dem Austritt aus der mit der Leiterschleife (z. B. der ersten Leiterschleife **1095**) umgebenen Fläche (beziehungsweise vor einem Austritt

aus einem durch die erste Leiterschleife **1095** markierten Raumbereich).

[0244] Weiterhin kann bei einigen Ausführungsbeispielen mit dem zweiten Kabel an der Latte ein Erkennungsbereich in der Höhe verbessert werden. Da das Signal eines Kabels in vielen Fällen mit dem Abstand abnimmt, kann beispielsweise durch eine Verwendung eines zweiten Kabels mit einem Abstand zu dem ersten Kabel ein Signalempfang verbessert werden.

[0245] Ein zusätzliches Problem, das bei einem Fußball im Vergleich zu einem Einkaufswagen auftreten kann, besteht darin, dass der Ball sich während eines Fluges in allen drei Raumrichtungen bewegen bzw. rotieren kann. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist es somit wünschenswert, sicher zu erkennen, dass eine Phasenänderung oder ein Phasensprung nicht von einer Rotation des Balls resultiert, sondern von einem Überschreiten eines Kabels (bzw. einer durch ein magnetisches Feld markierten Grenze). Dazu kann beispielsweise eine Feldstärke der drei Spulensignale ausgewertet werden. Bei einer Rotation kann es beispielsweise zu einer Signalverschiebung zwischen zwei orthogonalen Spulen kommen. Während die Signalstärke bei einer Spule zunimmt, kann sie beispielsweise bei der andere Spule in gleichem Maße abnehmen. Somit kann beispielsweise eine derartige Signalverschiebung, bei der ein von einer der Empfangsspulen geliefertes Signal abnimmt und bei der gleichzeitig ein von einer anderen der Empfangsspule geliefertes Signal zunimmt, als eine Rotation erkannt werden. Anders ist es beispielsweise bei einem Überschreiten eines Kabels (bzw. bei einem Überschreiten einer durch ein Magnetfeld markierten Grenze). Hier nimmt eine Feldstärke in einer Spule (beziehungsweise in einer der Empfangsspulen) ab, ohne dass eine Feldstärke in einer anderen Spule (bzw. in einer anderen der Empfangsspulen) ansteigt. Genau über dem Kabel (also beispielsweise senkrecht oberhalb des Kabels bzw. elektrischen Leiters) ist beispielsweise die Feldstärke (beziehungsweise eine Komponente der magnetischen Feldstärke) Null und steigt danach mit invertierter Phase wieder an.

[0246] Somit kann anhand eines derartigen Signalverlaufs beispielsweise ein Überschreiten einer markierten Grenze erkannt werden.

[0247] Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass anhand der Fig. 10b ein Tor mit zwei Leiterschleifen beschrieben wurde, dass sich beispielsweise für eine Erkennung von Torereignissen mit hoher Zuverlässigkeit eignet. Eine erste Leiterschleife (z. B. die erste Leiterschleife **1095**) kann dabei im Boden vergraben sein, und eine zweite Leiterschleife (z. B. die zweite Leiterschleife **1096**) kann zumindest teilweise an der Torlatte **1086** angebracht sein.

[0248] Die Fig. 11 zeigt ein Tor mit einer Leiterschleife von der Seite. Eine Flugbahn **1197** beschreibt einen Schuss in das Tor, und eine Flugbahn **1198** beschreibt einen Schuss über das Tor. Die genannten Schüsse in das Tor bzw. über das Tor können bei einigen Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens unterschieden werden.

[0249] Im folgenden werden noch exemplarisch einige Ausführungsbeispiele beschrieben, die als optionale Möglichkeiten zur Ergänzung des hierin Beschriebenen Konzepts zu verstehen sind.

[0250] Gemäß einem Ausführungsbeispiel schafft die vorliegende Erfindung eine Spielanlage mit einem Tor, wobei das Tor eine Torfläche zumindest teilweise begrenzt, einem ersten elektrischen Leiter der entlang einer ersten Begrenzung der Torfläche angeordnet ist, einem zweiten elektrischen Leiter, der entlang einer zweiten Begrenzung der Torfläche, die der ersten Begrenzung der Torfläche gegenüberliegt, angeordnet ist, und einer Anregungseinrichtung, die ausgelegt ist, um einen Stromfluss in dem ersten elektrischen Leiter anzuregen und um einen Stromfluss in dem zweiten elektrischen Leiter anzuregen.

[0251] Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung eine Spielanlage, wobei das Tor drei Seiten einer im Wesentlichen rechteckigen Torfläche begrenzt, wobei eine Torlinie eine vierte Seite der im Wesentlichen rechteckigen Torfläche (**1030**) begrenzt, wobei der erste elektrische Leiter (**1040**; **1095a**) entlang zumindest eines Teils der Torlinie angeordnet ist, und wobei der zweite elektrische Leiter (**1050**; **1096a**) entlang einer Torlatte (**1016**; **1086**) des Tors angeordnet ist.

[0252] Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung eine Spielanlage, bei der der zweite elektrische Leiter Teil einer Leiterschleife ist, die oberhalb eines Torinnenraums angeordnet ist, um eine Schleifenfläche aufzuspannen, die mit einer Grundfläche (**1092**), auf der das Tor angeordnet ist, einen Winkel von nicht mehr als 30° einschließt.

[0253] Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung eine Spielanlage, wobei der zweite Leiter (**1050**; **1096a**) Teil einer Leiterschleife ist, wobei die Leiterschleife so angeordnet ist, dass ein Spielgerät, das in horizontaler Richtung geradlinig über die Torlatte über das Tor hinweg fliegt, sich zweimal senkrecht oberhalb eines zu der Leiterschleife gehörigen Leiterabschnitts befindet.

[0254] Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung eine Spielanlage, wobei die Anregungseinrichtung ausgelegt ist, um den ersten elektrischen Leiter so anzuregen, dass der erste elektrische Leiter von einem Wechselstrom einer ersten Frequenz

durchflossen wird, und um den zweiten elektrischen Leiter so anzuregen, dass der zweite elektrische Leiter von einem Wechselstrom einer zweiten Frequenz durchflossen wird, wobei die sich erste Frequenz von der zweiten Frequenz unterscheidet.

**[0255]** Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung eine Spielanlage, bei der die Anregungseinrichtung ausgelegt ist, um den ersten elektrischen Leiter und den zweiten elektrischen Leiter so anzuregen, dass der erste elektrische Leiter und der zweite elektrische Leiter zeitlich abwechselnd von einem elektrischen Strom durchflossen werden.

**[0256]** Gemäß einem Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Liefern einer Information im Hinblick auf ein Torereignis. Das Verfahren umfasst ein Erkennen, ob ein Spielgerät eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte erste Grenze überschreitet, oder ob das Spielgerät eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte zweite Grenze überschreitet, wobei die erste Grenze durch einen stromdurchflossenen Leiter entlang einer Torlinie eines Tores markiert wird, und wobei die zweite Grenze durch einen stromdurchflossenen Leiter entlang einer Torlatte des Tores markiert wird. Das Verfahren umfasst ein Signalisieren, dass ein Torereignis vorliegt, ansprechend auf ein Erkennen, dass das Spielgerät die erste Grenze oder die zweite Grenze überschritten hat, es sei denn, es liegt eine Information vor, die anzeigt, dass das Spielgerät nach Überschreiten der zweiten Grenze eine dritte Grenze überschreitet, durch ein magnetisches Feld markiert ist, wobei die dritte Grenze durch einen stromdurchflossenen Leiter markiert ist, der so angeordnet ist, dass die dritte Grenze von einem Spielgerät überschritten wird, das sich oberhalb der Torlatte über das Tor hinweg bewegt.

**[0257]** Gemäß einem Aspekt umfasst das Feststellen, ob das Spielgerät innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums nach Überschreiten der zweiten Grenze die dritte Grenze überschreitet, folgende Schritte aufweist:

Erkennen, ob das Spielgerät innerhalb des vorgegebenen Zeitraums zwei markierte Grenzen überschritten hat; und

Falls das Spielgerät innerhalb des vorgegebenen Zeitraums zwei markierte Grenzen überschritten hat Erkennen, ob zwischen dem Überschreiten der beiden Grenzen eine Beschleunigung auf das Spielgerät eingewirkt hat, die größer oder gleich einer vorgegebenen Maximalbeschleunigung ist, und Bereitstellen einer Information, die anzeigt, dass das Spielgerät die dritte Grenze überschritten hat, wenn zwischen dem Überschreiten der beiden Grenzen keine Beschleunigung auf das Spielgerät eingewirkt hat, die größer oder gleich der Maximalbeschleunigung ist.

**[0258]** Gemäß einem Aspekt können die hierin beschriebene Vorrichtung und das hierin beschriebene Verfahren beispielsweise um alle diejenigen Aspekte ergänzt werden, die im Hinblick auf eine Erkennung eines Torereignisses beschrieben wurden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- US 5194844 [0007]
- WO 99/03720 [0009]
- US 6362728 [0009]
- US 6945366 [0009]
- US 6353388 [0009]
- US 6127927 [0009]
- US 6037869 [0009]
- US 5315290 [0010]
- US 6125972 [0011]
- US 2006/0247847 A1 [0012]
- US 2006/0244588 A1 [0013]
- US 6161849 [0014]
- US 5357182 [0015]

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (**100; 800**) zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld (**312a** bis **312e; 624a, 624b**) markierte Grenze (**630**) überschreitet, mit folgenden Merkmalen:

einem ersten Magnetfeld-Sensor (**110; 810**) der ausgelegt ist, um eine erste Magnetfeld-Komponente ( $H_z$ ) des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren, um ein zugehöriges Magnetfeld-Sensor-Signal (**112; 812**) zu liefern;

einem zweiten Magnetfeld-Sensor (**120; 820**), der ausgelegt ist, um eine zweite Magnetfeld-Komponente ( $H_x$ ) des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren; und

einem Auswerter (**130; 840**), der ausgelegt ist, um ansprechend auf eine Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen dem von dem ersten Magnetfeld-Sensor (**110; 810**) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal (**112; 812**) und einem Referenz-Signal (**132; 842**), das auf der Detektion der zweiten Magnetfeld-Komponente ( $H_x$ ) durch den zweiten Magnetfeld-Sensor (**120; 820**) basiert, eine Information zu liefern, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze (**630**) überschritten hat.

2. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß Anspruch 1, wobei der erste Magnetfeld-Sensor (**110; 810**) und der zweite Magnetfeld-Sensor (**120; 820**) so angeordnet sind, dass eine Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors mit einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors einen spitzen Winkel in einem Bereich zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$  einschließt.

3. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Magnetfeld-Sensor (**110; 810**) und der zweite Magnetfeld-Sensor (**120; 820**) so angeordnet sind, dass eine Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors mit einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors einen spitzen Winkel in einem Bereich zwischen  $75^\circ$  und  $90^\circ$  einschließt.

4. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Auswerter (**130; 840**) ausgelegt ist, um eine Bereitstellung einer Information (**134; 844**), die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze (**630**) überschritten hat, zu verhindern, wenn eine Veränderung der Phasenbeziehung zwischen dem durch den ersten Magnetfeld-Sensor (**110; 810**) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal (**112; 812**) und dem Referenz-Signal (**132; 842**) aufgrund einer Drehung der Vorrichtung (**100; 800**) erfolgt.

5. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß Anspruch 4, wobei die Vorrichtung (**100; 800**) ausgelegt ist, um eine Drehung der Vorrichtung (**100; 800**) relativ zu dem

magnetischen Wechselfeld zu erfassen, und wobei der Auswerter (**130; 840**) ausgelegt ist, um die erfasste Drehung bei dem Liefern der Information (**134; 844**), die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze (**630**) überschritten hat, zu berücksichtigen.

6. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei die Vorrichtung (**100; 800**) einen Referenzsignal-Korrigierer (**850**) aufweist, der ausgelegt ist, um basierend auf einem ursprünglichen Referenz-Signal und einer Information (**862**) über eine Drehung der Vorrichtung (**100; 800**) relativ zu dem magnetischen Wechselfeld ein Phasen-korrigiertes Referenz-Signal zu erzeugen, in dem ein Einfluss von Drehungen der Vorrichtung (**100; 800**) relativ zu dem magnetischen Wechselfeld auf eine Phasenlage im Vergleich zu dem ursprünglichen Referenz-Signal zumindest verringert ist, und wobei der Auswerter (**130; 840**) ausgelegt ist, um zur Bereitstellung der Information (**834; 844**), die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze (**630**) überschritten hat, eine Phasenbeziehung zwischen dem Magnetfeld-Sensor-Signal (**112; 812**) und dem Phasen-korrigierten Referenz-Signal auszuwerten.

7. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Vorrichtung (**100; 800**) einen Bewegungs-Erkenner (**860**) aufweist, der ausgelegt ist, um basierend auf einer Information über zumindest eine der Magnetfeld-Komponenten eine Drehung der Vorrichtung (**100; 800**) relativ zu dem magnetischen Wechselfeld zu erfassen.

8. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß Anspruch 7, wobei die Vorrichtung (**100; 800**) einen dritten Magnetfeldsensor aufweist, der ausgelegt ist, um eine dritte Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren, wobei sich eine Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des dritten Magnetfeld-Sensors von einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors unterscheidet, und wobei sich die Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des dritten Magnetfeld-Sensors von einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors unterscheidet, und wobei der Drehungs-Erkenner (**860**) ausgelegt ist, um die Drehung der Vorrichtung (**100; 800**) relativ zu dem magnetischen Wechselfeld basierend auf einem von dem zweiten Magnetfeld-Sensor (**120; 820**) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal (**122; 822**) und auf einem von dem dritten Magnetfeld-Sensor (**830**) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal (**832**) zu detektieren.

9. Vorrichtung (**100; 800**) gemäß Anspruch 8, wobei die Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors (**110; 810**) mit einer Ebene, die durch die Magnetfeld-Hauptempfindlich-

keitsrichtungen des zweiten Magnetfeld-Sensors (120; 820) und des dritten Magnetfeld-Sensors 830 aufgespannt wird, einen spitzen Winkel in einem Bereich zwischen 70° und 90° einschließt.

10. Vorrichtung (100; 800) gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei der Drehungs-Erkennen (860) ausgelegt ist, um eine Drehung der Vorrichtung (100; 800) relativ zu dem magnetischen Wechselfeld zu detektieren, wenn sich eine Phasenbeziehung zwischen einem von dem zweiten Magnetfeld-Sensor (820) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal (822) und einem von dem dritten Magnetfeld-Sensor (830) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal (832) gegenüber einer Anfangs-Phasenbeziehung um mehr als einen vorgegebenen Phasenbeziehungs-Veränderungs-Schwellwert verändert.

11. Vorrichtung (100; 800) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Auswerter (130; 840) ausgelegt ist, um ansprechend auf eine Veränderung einer Polarität des von dem ersten Magnetfeld-Sensor (110; 810) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signals (112; 812) in Bezug auf das Referenz-Signal (132; 142) die Information (134; 844) zu liefern, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze (630) überschritten hat.

12. Vorrichtung (100; 800) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Vorrichtung (100; 800) einen Referenz-Signal-Erzeuger (140; 850) aufweist, der ausgelegt ist, um das Referenz-Signal (132; 842) abhängig von zumindest zwei Magnetfeld-Sensor-Signalen (822, 832) von zumindest zwei Magnetfeld-Sensoren (820, 830) zu bestimmen.

13. Vorrichtung (100; 800) gemäß Anspruch 12, wobei die Vorrichtung (100; 800) einen dritten Magnetfeld-Sensor (830) aufweist, der ausgelegt ist, um eine dritte Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes zu detektieren, wobei sich eine Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des dritten Magnetfeld-Sensors von einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des ersten Magnetfeld-Sensors unterscheidet, wobei sich eine Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des dritten Magnetfeld-Sensors von einer Magnetfeld-Hauptempfindlichkeitsrichtung des zweiten Magnetfeld-Sensors unterscheidet, und wobei der Referenz-Signal-Erzeuger (140; 850) ausgelegt ist, um das Referenz-Signal (132; 842) abhängig von einem Magnetfeld-Sensor-Signal (822) des zweiten Magnetfeld-Sensors (820) und einem Magnetfeld-Sensor-Signal (832) des dritten Magnetfeld-Sensors (830) zu bestimmen.

14. Vorrichtung (100; 800) gemäß Anspruch 13, wobei der Referenz-Signal-Erzeuger (140; 850) ausgelegt ist, um zu bestimmen, welches der von dem zweiten Magnetfeld-Sensor (820) und dem dritten

Magnetfeld-Sensor (830) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signale (822, 832) stärker ist, und um das Referenz-Signal (132; 841) von dem stärkeren der von dem zweiten Magnetfeld-Sensor (820) und dem dritten Magnetfeld-Sensor (830) gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signale (822, 832) abzuleiten.

15. Vorrichtung (100; 800) gemäß Anspruch 14, wobei der Referenz-Signal-Erzeuger (140; 850) ausgelegt ist, um eine Phasen-Korrektur im Hinblick auf das Referenz-Signal (132; 842) zu bewirken, so dass eine effektive Phasenlage des Referenz-Signals unverändert bleibt, wenn eine Veränderung im Hinblick darauf, von welchem der Magnetfeld-Sensor-Signale (822; 832) das Referenz-Signal (132; 842) abgeleitet wird, auftritt.

16. Vorrichtung (100; 800) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Vorrichtung einen Aktuator aufweist, der ausgelegt ist, um eine Bewegung des Objekts ansprechend auf eine von dem Auswerter (130; 840) gelieferte Information (134; 844), die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat, zu bremsen oder zu blockieren.

17. Vorrichtung (100; 800) gemäß Anspruch 16, wobei der Aktuator ferner ausgelegt ist, um eine Bremsung oder Blockierung des Objekts ansprechend auf eine von dem Auswerter (130; 840) gelieferte Information (134; 844) die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat, aufzuheben, wenn die Bewegung des Objekts vorher gebremst oder blockiert war.

18. Vorrichtung (100; 800) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die Vorrichtung (100; 800) einen Signalgeber aufweist, der ausgelegt ist, um ansprechend auf eine von dem Auswerter (130; 840) gelieferte Information, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat, ein Warnsignal auszugeben.

19. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die Vorrichtung ausgelegt ist, um ein Torereignis zu signalisieren, wenn der Auswerter eine Information liefert, die anzeigt, dass die Vorrichtung eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschritten hat, es sei denn, die Vorrichtung überschreitet innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums zumindest zweimal durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenzen, ohne dass auf die Vorrichtung zwischen dem zweimaligen Überschreiten der markierten Grenzen eine Beschleunigung einwirkt, die größer oder gleich einer vorgegebenen Maximalbeschleunigung ist.

20. Vorrichtung (100; 800) zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Gleichfeld markierte Grenze überschreitet, mit

folgenden Merkmalen:

einem ersten Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine erste Magnetfeld-Komponente des magnetischen Gleichfeldes zu detektieren, um ein zugehöriges Magnetfeld-Sensor-Signal zu liefern;  
 einem zweiten Magnetfeld-Sensor, der ausgelegt ist, um eine zweite Magnetfeld-Komponente des magnetischen Gleichfeldes zu detektieren; und  
 einem Auswerter, der ausgelegt ist, um ansprechend auf eine Veränderung einer Vorzeichen-Beziehung zwischen dem von dem ersten Magnetfeld-Sensor gelieferten Magnetfeld-Sensor-Signal und einem Referenz-Signal, das auf der Detektion der zweiten Magnetfeld-Komponente durch den zweiten Magnetfeld-Sensor basiert, eine Information zu liefern, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat.

21. Verfahren (**900**) zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschreitet, mit folgenden Schritten:

Detektieren (**910**) einer ersten Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes;  
 Detektieren (**920**) einer zweiten Magnetfeld-Komponente des magnetischen Wechselfeldes; und  
 Liefern (**930**) einer Information, die anzeigt, dass das Objekt oder die Person die markierte Grenze überschritten hat, ansprechend auf eine Veränderung einer Phasenbeziehung zwischen einem aufgrund des Detektierens der ersten Magnetfeld-Komponente gelieferten Signal und einem auf dem Detektieren der zweiten Magnetfeld-Komponente basierenden Signal.

22. Verfahren gemäß Anspruch 21, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Erkennen, ob ein Spielgerät eine durch ein magnetisches Feld markierte erste Grenze überschreitet, oder ob das Spielgerät eine durch ein magnetisches Feld markierte zweite Grenze überschreitet, wobei die erste Grenze durch ein erstes stromdurchflossenes Leiterstück entlang einer Torlinie eines Tores markiert ist, und  
 wobei die zweite Grenze durch ein zweites stromdurchflossenes Leiterstück entlang einer Torlatte des Tores markiert ist; und  
 Signalisieren, dass ein Torereignis vorliegt, ansprechend auf ein Erkennen, dass das Spielgerät die erste Grenze oder die zweite Grenze überschritten hat, es sei denn, es wird es liegt eine Information vor, die anzeigt, dass das Spielgerät nach Überschreiten der zweiten Grenze eine dritte Grenze überschreitet, die durch ein magnetisches Feld markiert ist, wobei die dritte Grenze durch ein drittes stromdurchflossenes Leiterstück markiert ist, das so angeordnet ist, dass die dritte Grenze von einem Spielgerät überschritten wird, das sich oberhalb der Torlatte über das Tor hinweg bewegt.

23. Verfahren gemäß Anspruch 22, wobei das Feststellen, ob das Spielgerät innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums nach Überschreiten der zweiten Grenze die dritte Grenze überschreitet, folgende Schritte aufweist:

Erkennen, ob das Spielgerät innerhalb des vorgegebenen Zeitraums zwei markierte Grenzen überschritten hat; und

falls das Spielgerät innerhalb des vorgegebenen Zeitraums zwei markierte Grenzen überschritten hat: Erkennen, ob zwischen dem Überschreiten der beiden Grenzen eine Beschleunigung auf das Spielgerät eingewirkt hat, die größer oder gleich einer vorgegebenen Maximalbeschleunigung ist, und Bereitstellen einer Information, die anzeigt, dass das Spielgerät die dritte Grenze überschritten hat, wenn zwischen dem Überschreiten der beiden Grenzen keine Beschleunigung auf das Spielgerät eingewirkt hat, die größer oder gleich der Maximalbeschleunigung ist.

24. System zum Erkennen, wenn ein Objekt oder eine Person eine durch ein magnetisches Wechselfeld markierte Grenze überschreitet, mit folgenden Merkmalen: eine Wechselfeldquelle, die ausgelegt ist, um ein magnetisches Wechselfeld entlang einer zu markierenden Grenze zu erzeugen; einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18.

25. Spielanlage (**1000**; **1070**), mit folgenden Merkmalen:

einem Tor (**1010**; **1080**), wobei das Tor eine Torfläche (**1030**) zumindest teilweise begrenzt;  
 einem ersten elektrischen Leiter (**1040**; **1095a**), der entlang einer ersten Begrenzung der Torfläche (**1030**) angeordnet ist;  
 einem zweiten elektrischen Leiter (**1050**; **1096**), der entlang einer zweiten Begrenzung der Torfläche, die der ersten Begrenzung der Torfläche gegenüberliegt, angeordnet ist; und  
 einer Anregungseinrichtung (**1060**), die ausgelegt ist, um einen Stromfluss in dem ersten elektrischen Leiter anzuregen und um einen Stromfluss in dem zweiten elektrischen Leiter anzuregen.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

FIG 1A

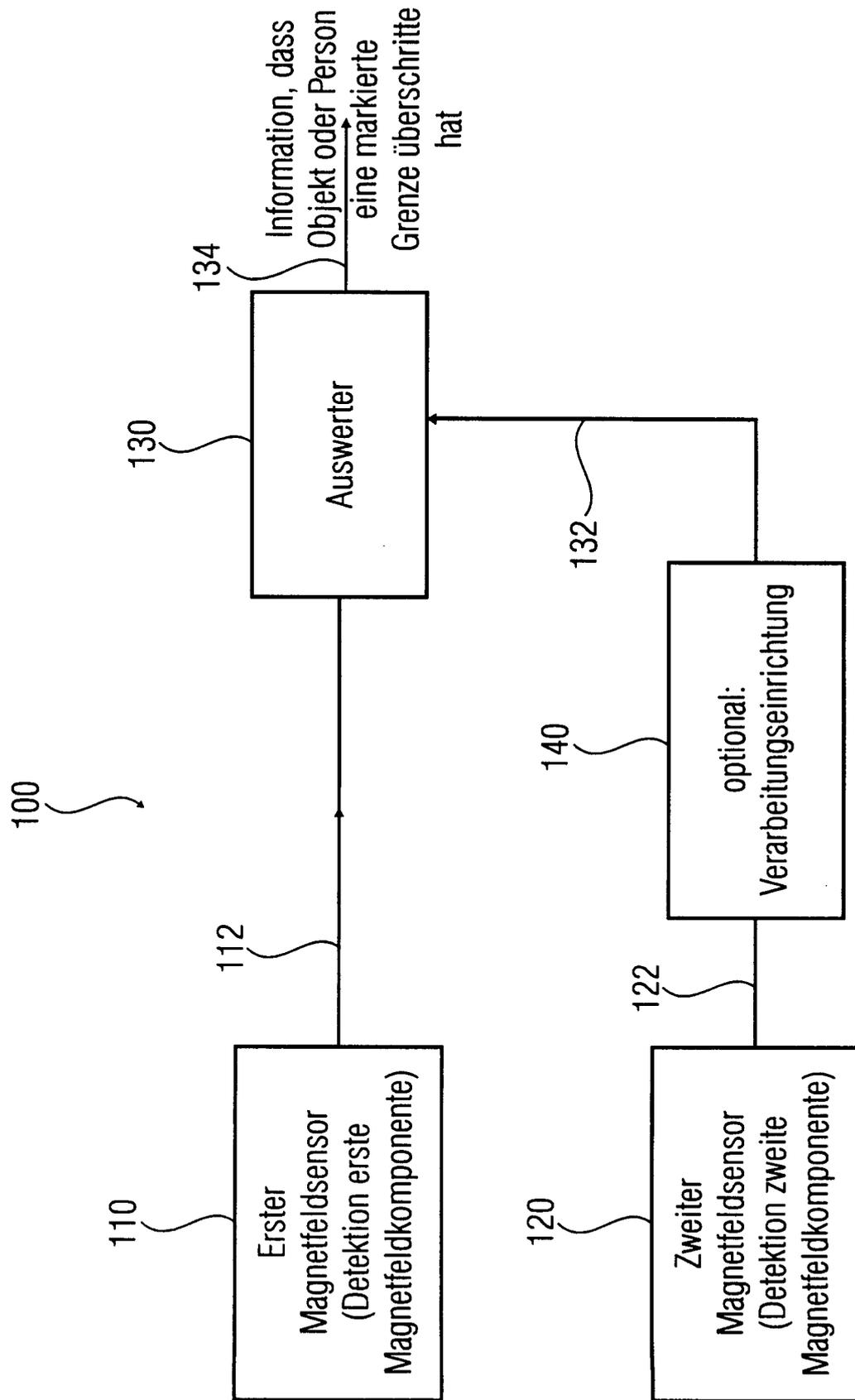


FIG 1B

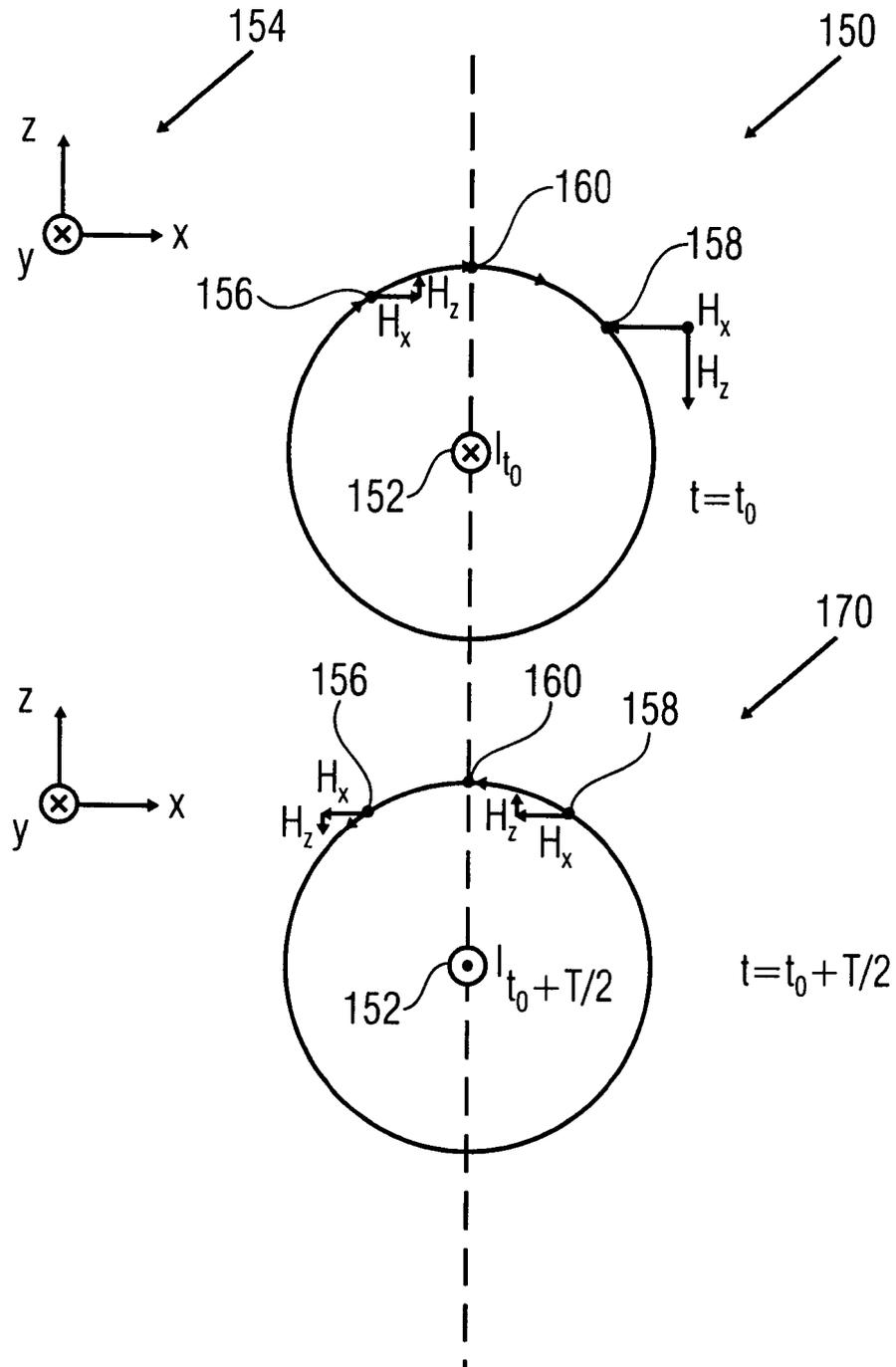


FIG 2

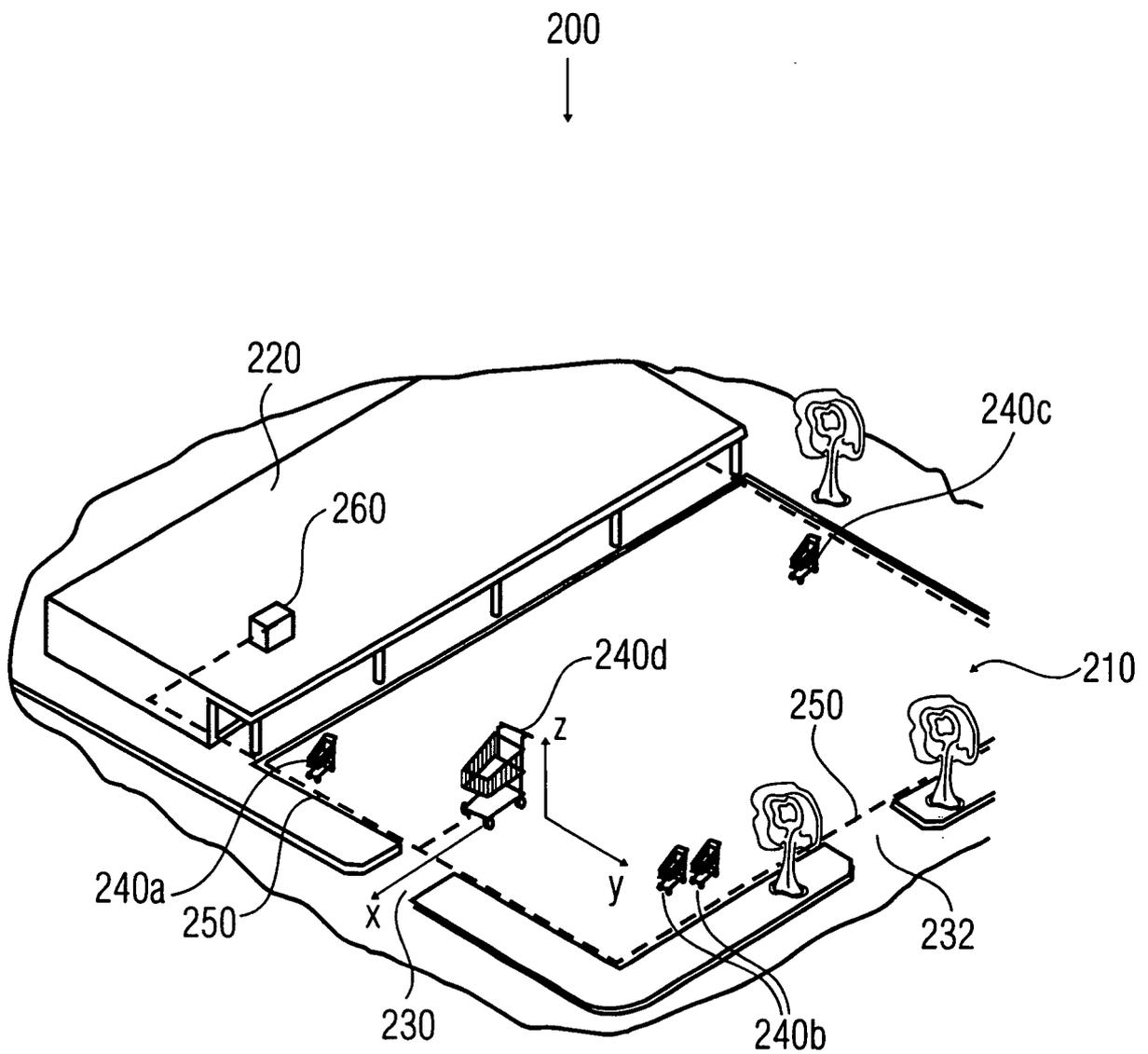


FIG 3

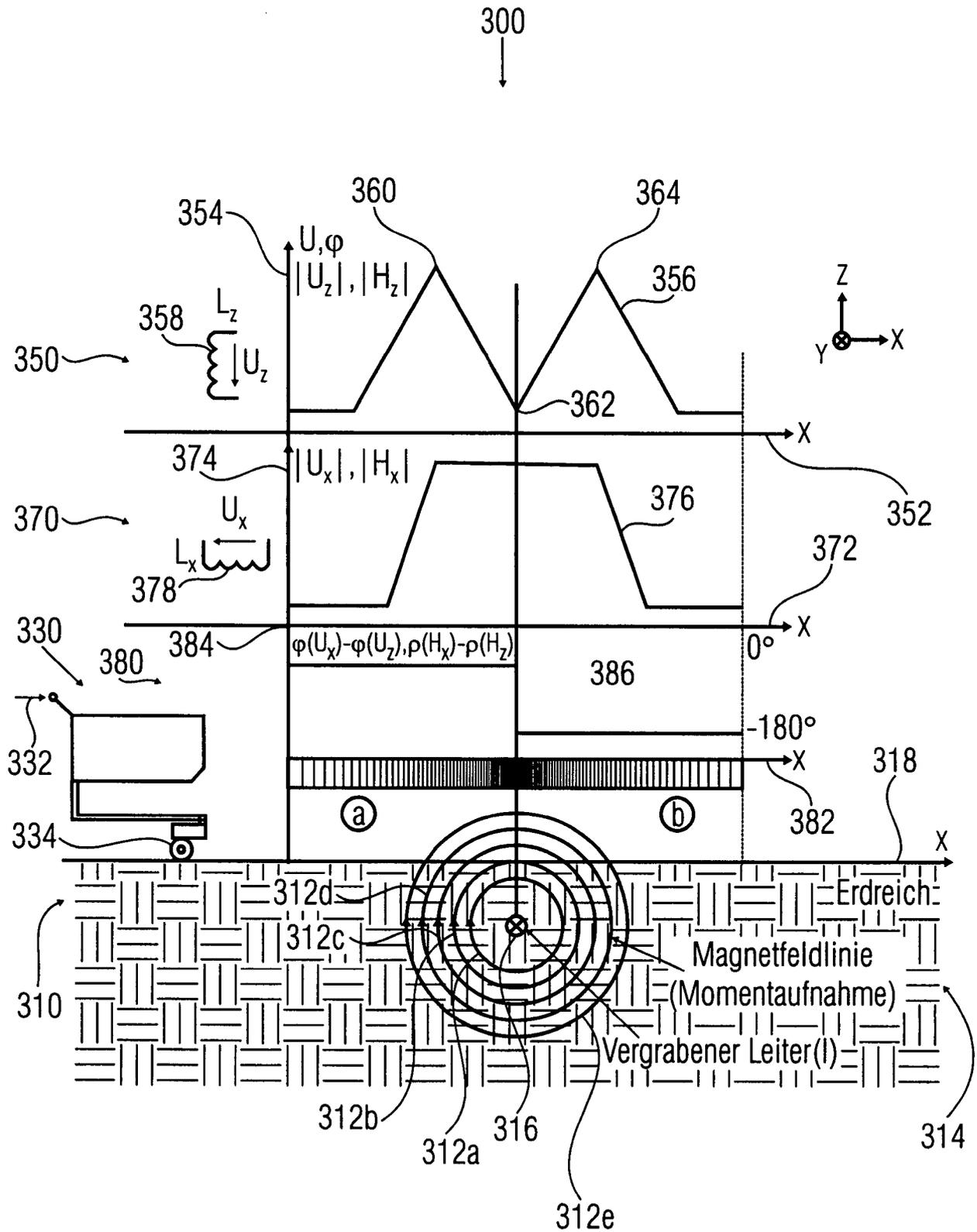


FIG 4

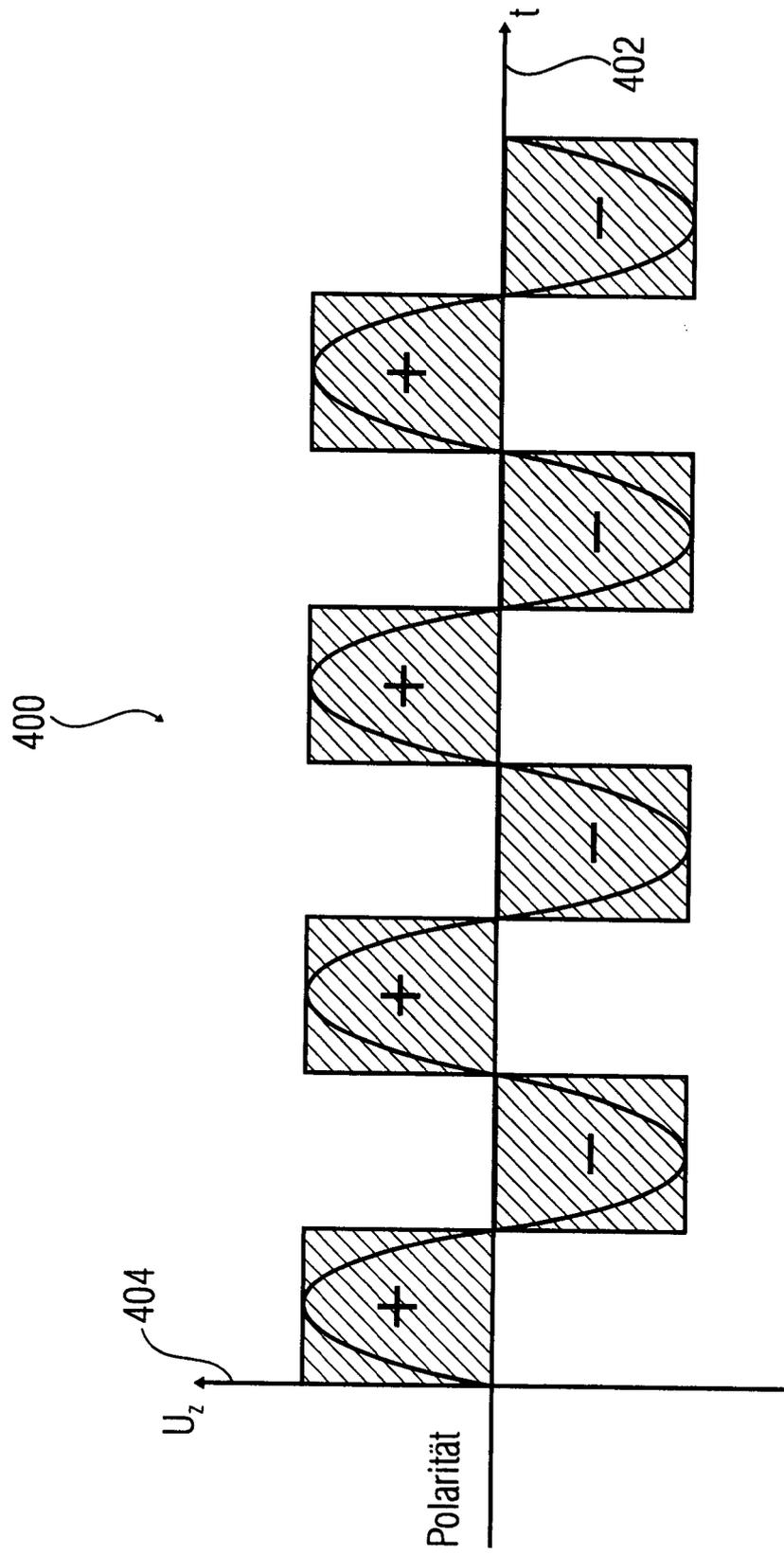


FIG 5

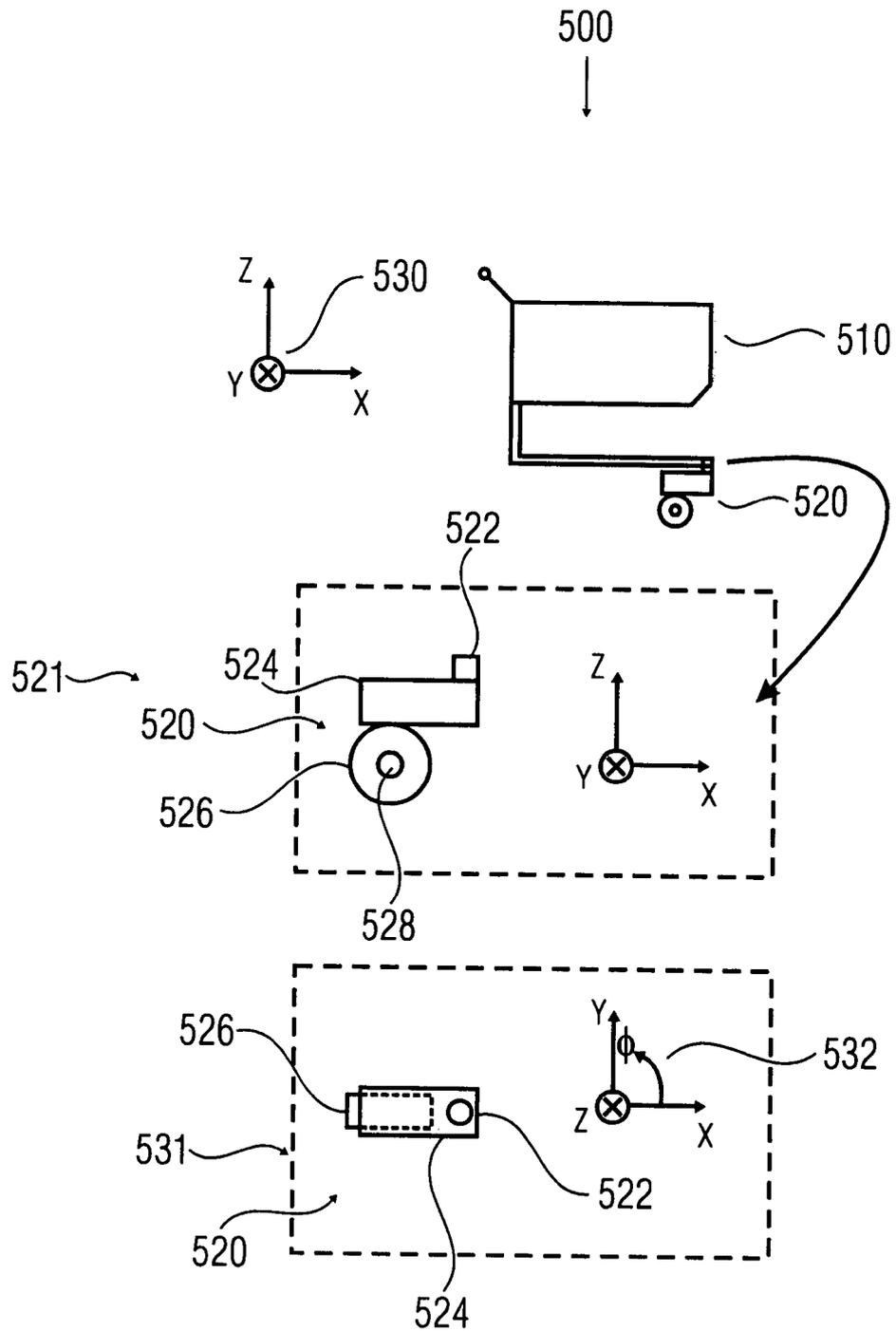


FIG 6

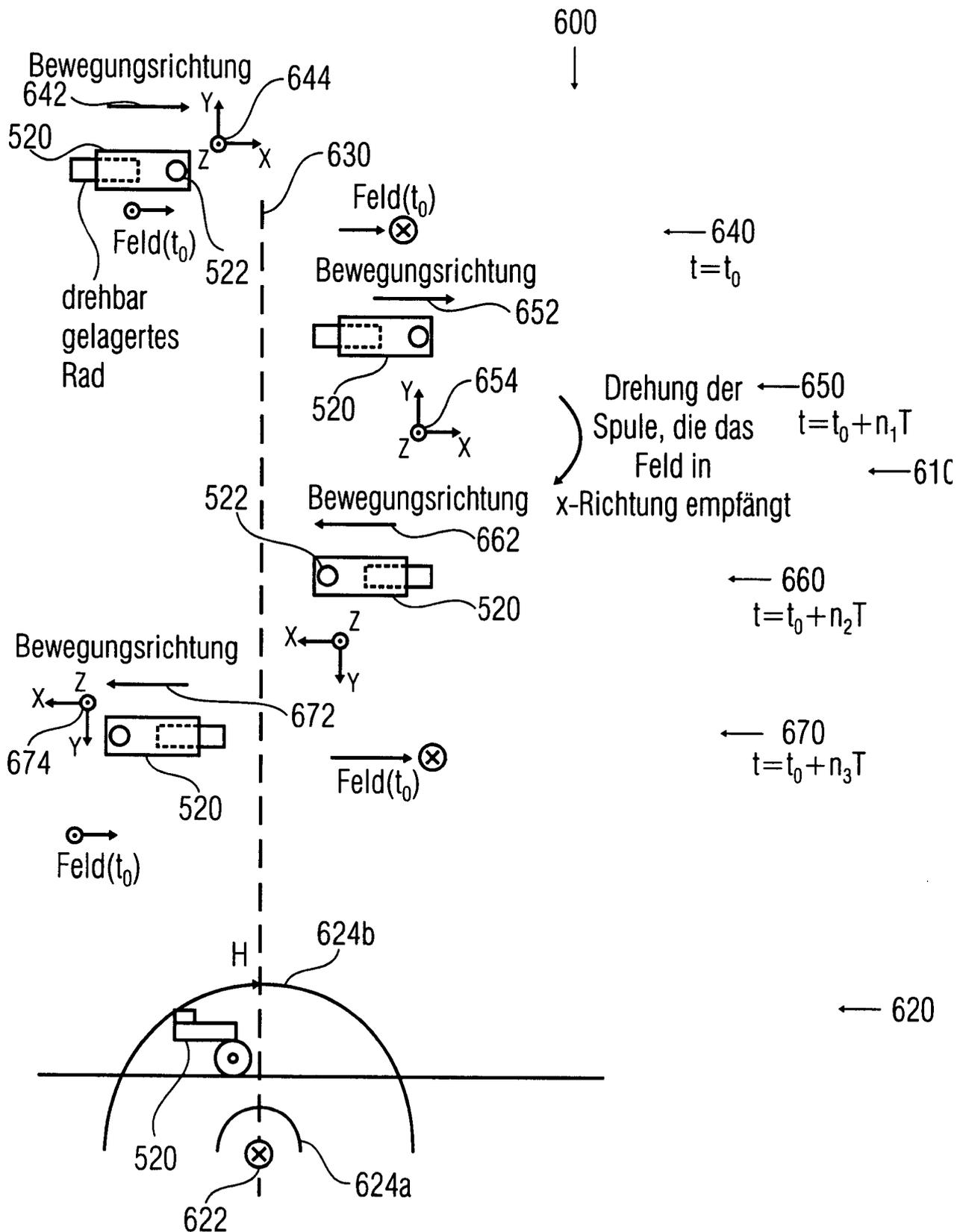


FIG 7

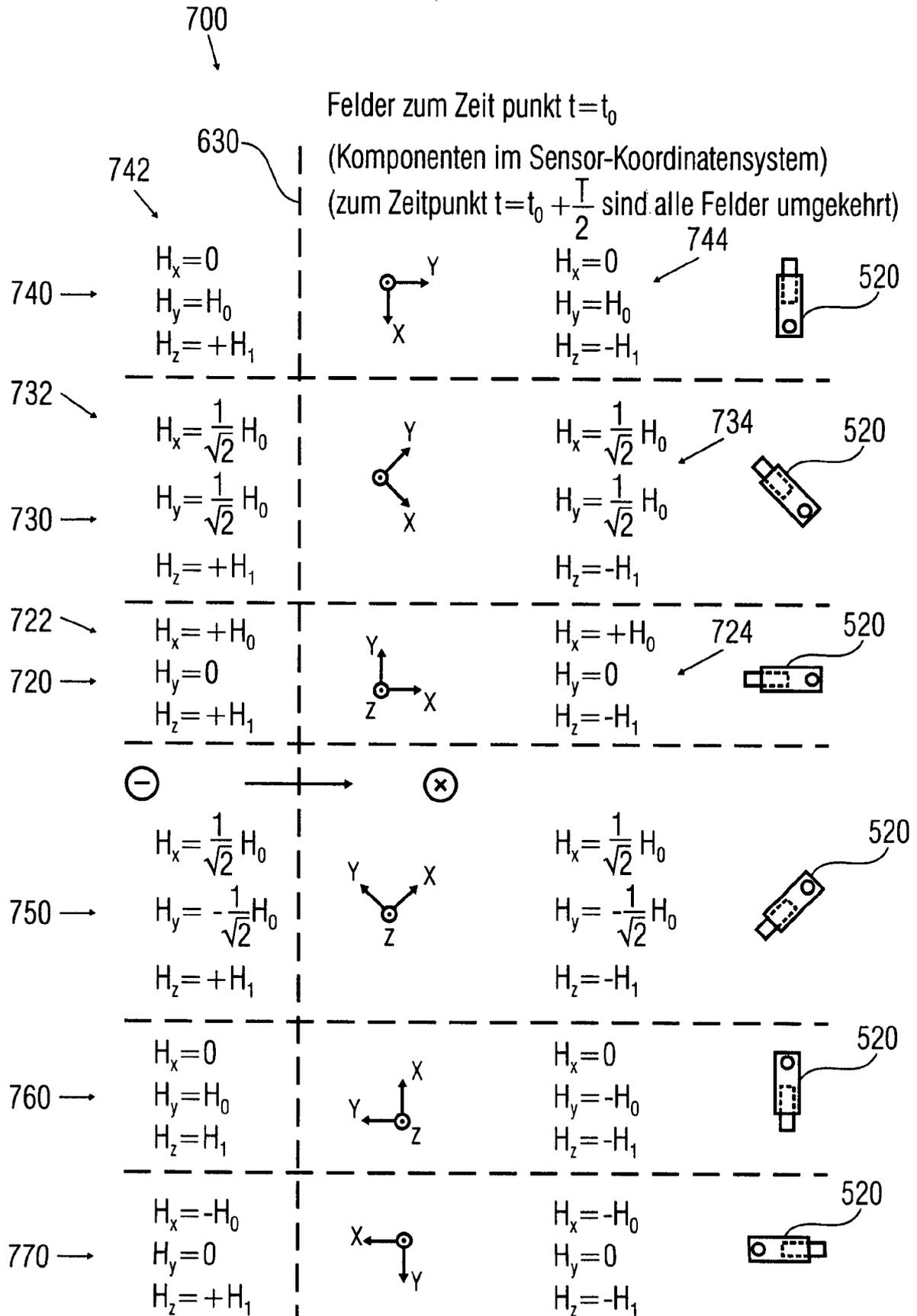


FIG 8

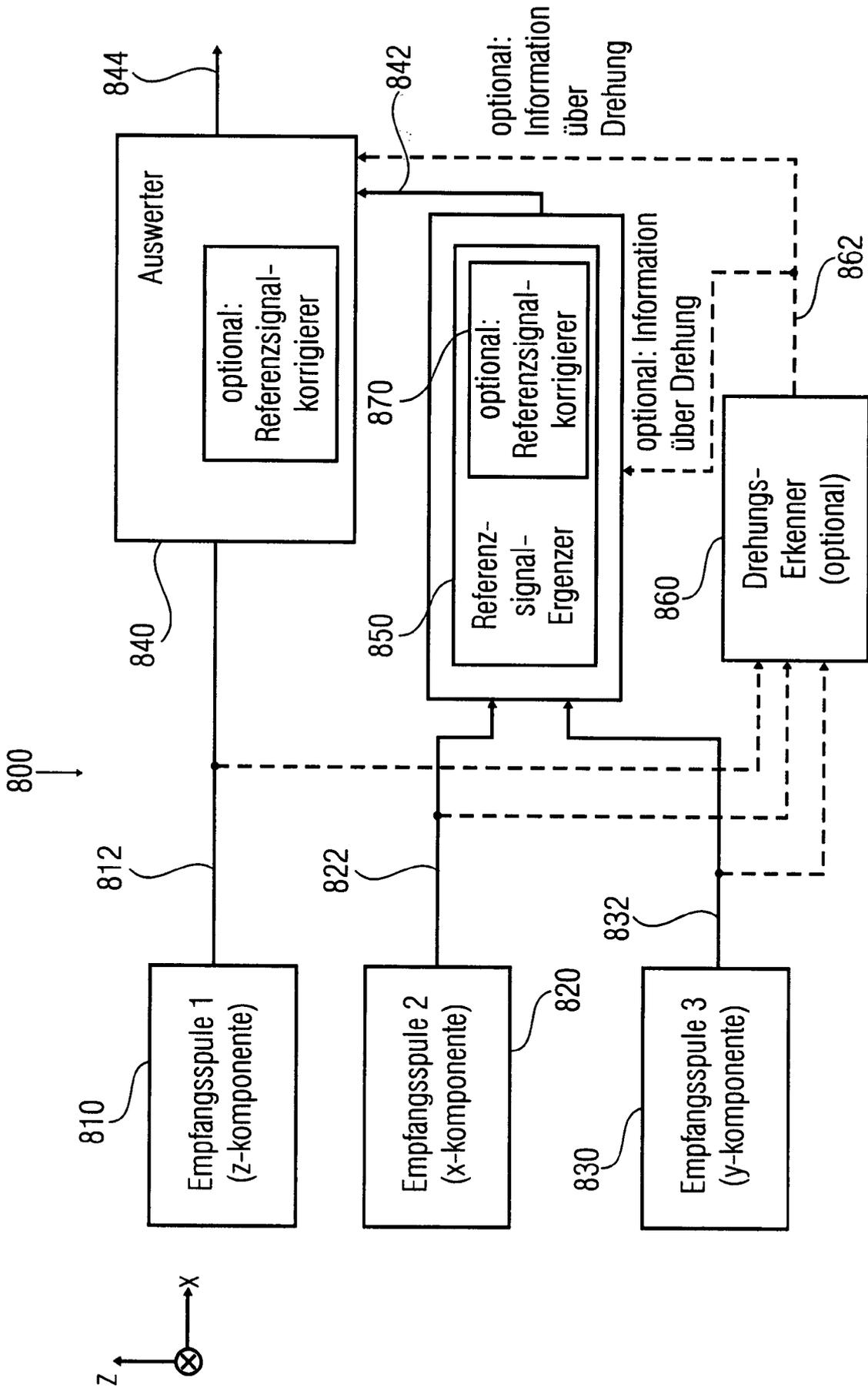


FIG 9

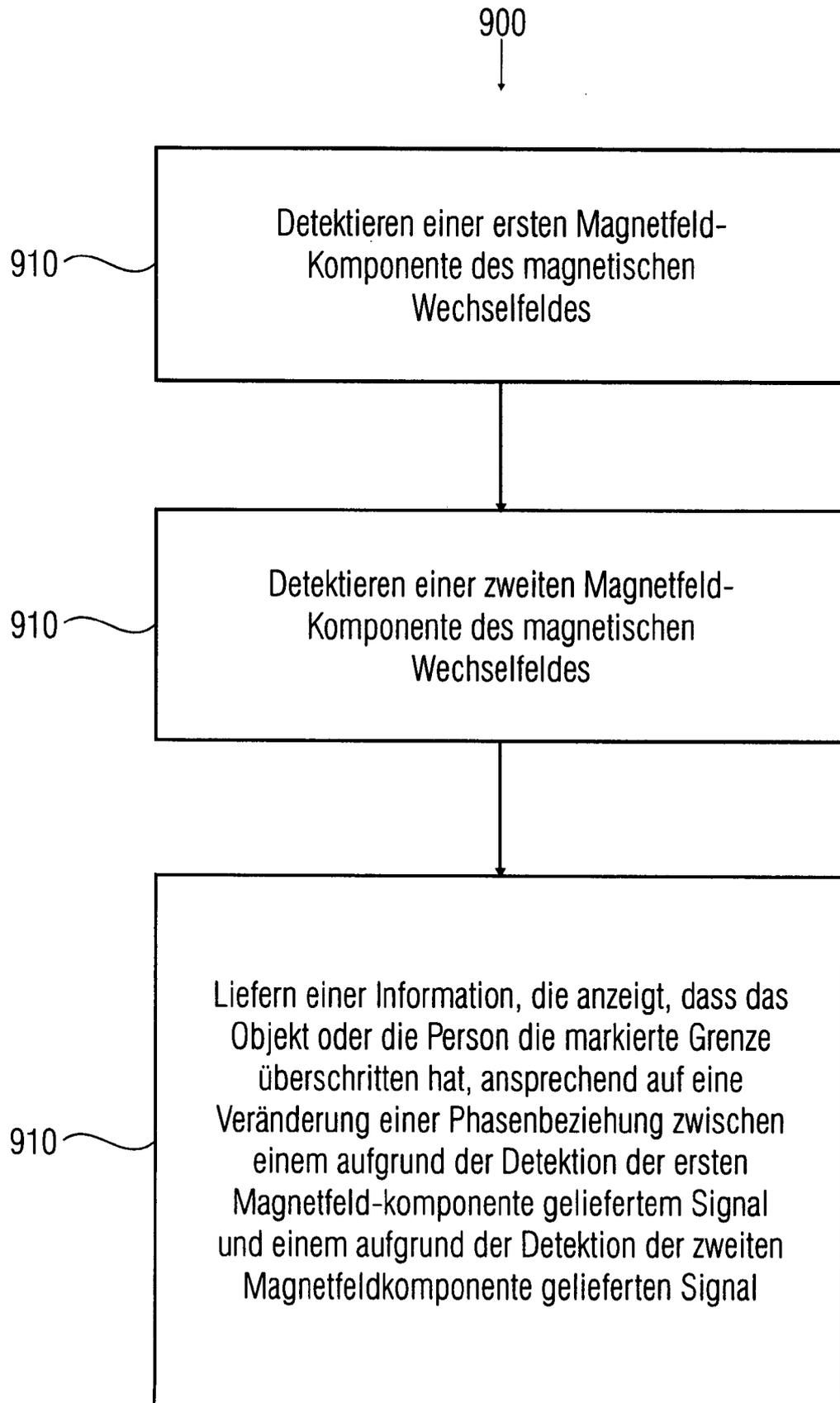


FIG 10A

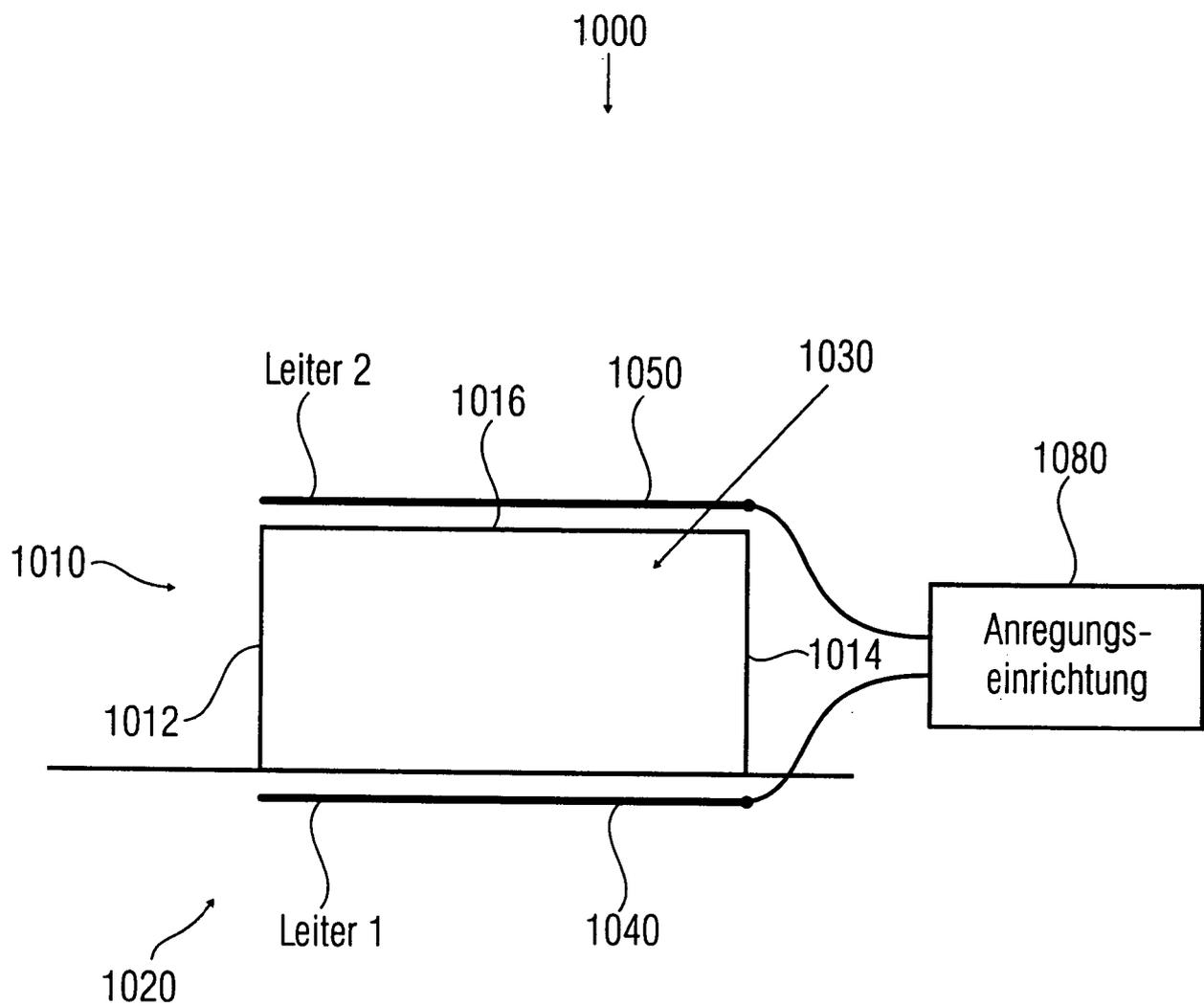


FIG 10B

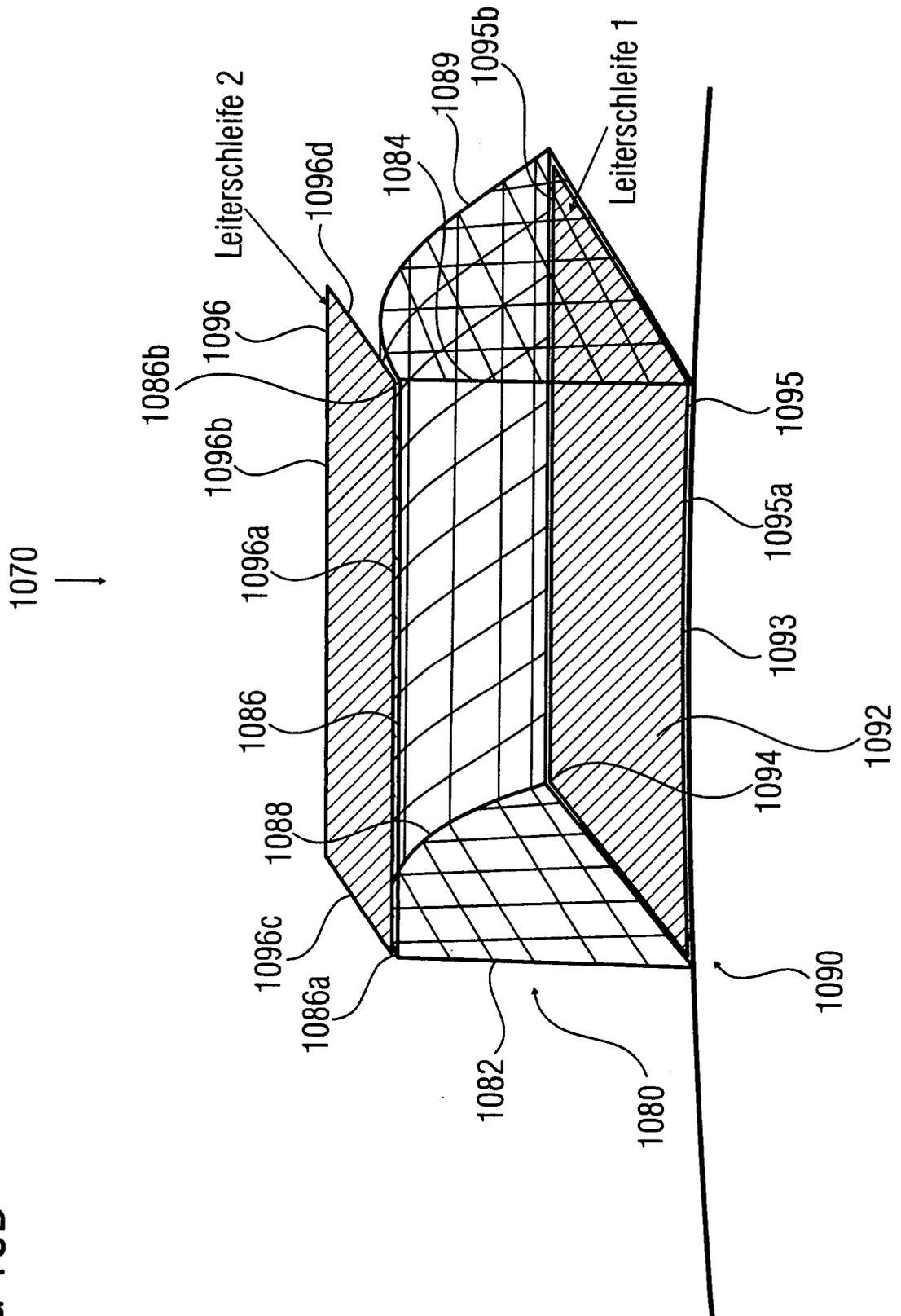


FIG 11

