



(10) **DE 10 2013 201 014 B4** 2021.01.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 201 014.1**

(22) Anmeldetag: **23.01.2013**

(43) Offenlegungstag: **08.08.2013**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.01.2021**

(51) Int Cl.: **G01S 19/45 (2010.01)**
G01C 5/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

20125115 03.02.2012 FI

(73) Patentinhaber:

Amer Sports Digital Services Oy, Vantaa, FI

(74) Vertreter:

**Klunker IP Patentanwälte PartG mbB, 80796
München, DE**

(72) Erfinder:

**Nieminen, Heikki, Vantaa, FI; Lindman, Erik,
Vantaa, FI**

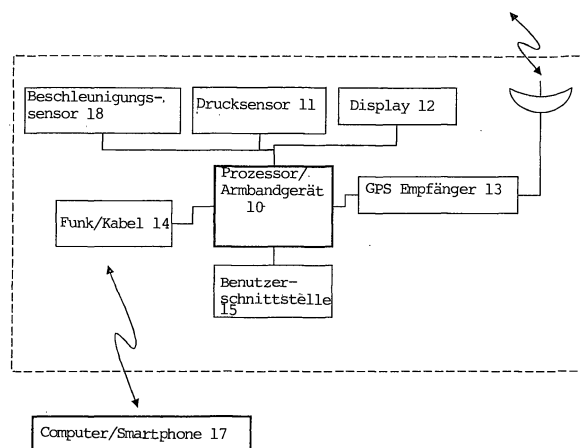
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2007 / 0 067 137 A1
US 2011 / 0 106 449 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Höhenbestimmung**

(57) Hauptanspruch: System zur Höhenbestimmung, umfassend:

ein tragbares elektronisches Gerät;
einen ersten, mit dem Gerät gekoppelten Satellitenortungssensor, konfiguriert zum Bestimmen einer satellitenbasierten Elevation des Geräts auf der Grundlage von Satellitendaten, oder einen Mechanismus zum Empfangen von Höhen-Orts-information von einer separaten Einheit, die einen zweiten Satellitenortungssensor enthält;
einen ersten, mit dem Gerät gekoppelten barometrischen Sensor zum Messen von Atmosphärendruckinformation, einen Mechanismus zum Empfangen von Atmosphärendruckinformation von einer zweiten separaten Einheit, die einen zweiten barometrischen Sensor enthält, einen ersten, mit dem Gerät gekoppelten Beschleunigungssensor (18) zum Messen von Atmosphärendruckinformation, und/ oder einen Mechanismus zum Empfangen von Beschleunigungsinformation von einer dritten separaten Einheit, die einen zweiten Beschleunigungssensor (18) enthält; und
einen mit dem Gerät gekoppelten Prozessor (10), konfiguriert zum Bestimmen eines Höhenmesswerts auf der Grundlage der satellitenbasierten Elevation und von Atmosphärendruck- und/ oder Beschleunigungsinformation, wobei der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Berechnen eines korrigierten Höhenmesswerts mit Hilfe einer Änderungsgeschwindigkeit der Elevation auf der Grundlage von satellitenbasierten bestimmten Elevationsdaten, und/ oder der Atmosphärendruckinformation und/ oder der Beschleunigungsinformation, basierend auf dynamischer Ansprechzeit ...



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft das Bestimmen der Höhe, insbesondere unter Verwendung eines tragbaren Geräts, das mindestens zwei für Höhenmessungen geeignete Sensoren aufweist.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die Höhe lässt sich allein mit Hilfe des Atmosphärendrucks messen, da der Luftdruck der Atmosphäre sich als Funktion der Höhe ändert. Dies bedeutet, dass Schwankungen im Atmosphärendruck, die nicht durch eine Änderung in der Elevation des Sensors verursacht sind, dennoch eine signifikante Fehlerquelle für die Messung bedeuten. In derartigen Geräten sollte also der Grundwert des Atmosphärendrucks von Hand kalibriert werden, um die absolute Höhe zu definieren. Zusätzlich zu dem Atmosphärendruck haben auch Schwankungen der Temperatur einen deutlich abträglichen Einfluss auf bekannte Messverfahren, die auf Atmosphärendruck beruhen. Als ein Beispiel für einen Nachteil derartigen Verfahren kann Bezug auf eine Situation genommen werden, in der ein rascher Aufstieg stattfindet bei gleichzeitigen Temperaturänderungen, wie es häufig der Fall ist, wenn die Elevation sich ändert. In einem solchen Fall ist möglicherweise ein beträchtlicher Fehler in dem Höhenmesswert enthalten, nachdem der Aufstieg stattgefunden hat, obschon der Messwert möglicherweise vollständig korrekt kalibriert worden war, bevor der Aufstieg begonnen wurde, und in den allgemeinen Wetterbedingungen in dem betroffenen Bereich keine besonderen Änderungen stattgefunden haben. Sollten sich gleichzeitig auch die Wetterbedingungen geändert haben, so wird der Fehler noch größer.

[0003] Um Fehlerquellen zu berücksichtigen, wurden zahlreiche Verfahren bei der Höhenbestimmung entwickelt, bei der ein zweiter Sensor zusätzlich zu einem barometrischen Sensor zum Einsatz gelangt. Mit Hilfe eines Beschleunigungssensors beispielsweise ist es möglich, nachzuweisen, ob eine Person ruht oder sich bewegt, und auf der Grundlage dieser Information lässt sich die von dem barometrischen Sensor gelieferte Information filtern. Andererseits offenbart die FI 119297 B ein Verfahren, bei dem Druckinformation gemessen wird und die Druckinformation sowohl als Atmosphärendruckinformation als auch zum Bestimmen der Elevation verwendet wird, wobei mit Hilfe eines magnetischen Sensors auch das magnetische Feld der Erde gemessen wird. Gemäß der Erfindung werden aufeinanderfolgende Messungen mit Hilfe des magnetischen Sensors durchgeführt, und die aufeinanderfolgenden Messergebnisse werden verglichen, um auf der Grundlage des Vergleichs das mobile Gerät entweder auf die Atmo-

sphärendruckmessung oder die Höhenmessung einzustellen, oder es wird die gewünschte Höhe für das mobile Gerät eingestellt.

[0004] Die US 7 324 002 B2 offenbart das Ausgeben einer Wetterwarnung basierend auf einer Elevationsbestimmung mit Hilfe eines Armbandgeräts.

[0005] Bei mehreren bekannten Verfahren gelangt ein Satellitenortungssensor zum Einsatz. Die US 6 055 477 A zeigt die Berechnung eines Offset-Fehlers für ein Höhenmessgerät (beispielsweise basierend auf Atmosphärendruck) mit Hilfe der GPS-Höhenmessung. Der Offset-Fehler des Höhenmessers wird mit Hilfe eines Einzelzustands-Kalman-Filters berechnet.

[0006] Beispielsweise offenbart die US 6 522 298 B1 ein Verfahren zum Kalibrieren eines Höhenmessgeräts mit Hilfe des GPS (Global Positioning System). Bei einer Ausführungsform des Verfahrens werden Druckänderungen gemessen, und es wird rekursiv ein Mittelwert für eine Fehlerabschätzung des Drucks bei der Höhe Null (Referenzhöhe) berechnet. Werden mit Hilfe des Fehlermodells Änderungen nachgewiesen, die sich nicht durch Änderungen in der Höhe erklären lassen, so wird hieraus geschlossen, dass die Änderungen durch die Umgebung verursacht wurden.

[0007] Die US 6 768 449 B1 zeigt ein Verfahren zum Berechnen einer kalibrierten Höhe, welches Gebrauch macht von dem Druck in einer Referenzhöhe. Bei einer Ausführungsform wird ein Fehlermodell des Drucks in einer Referenzhöhe mit Hilfe der Differenz zwischen GPS- und Druckmessungen aktualisiert.

[0008] In der US 7 142 152 B2 wird wiederum ein Kalibrier-Modell des Drucks in einer Referenzhöhe verwendet, wobei nicht nur der statische Offset-Fehler berücksichtigt wird, sondern auch der dynamische Fehler, das heißt die Fehleränderung in der Zeitebene.

[0009] Ein gemeinsamer Faktor bei den in den US-Patenten US 6 522 298 B1, US 6 768 449 B1 und US 7 142 152 B2 beschriebenen Verfahren ist der, dass die barometrische Höhe in jedem Fall berechnet wird. Auf der Grundlage der barometrischen Höhe und der GPS-Höhe wird der kalibrierte Druck auf Meereshöhe berechnet (Referenzpegel des Drucks). Die endgültige Höhe wird dann basierend auf dem Druck mit Hilfe des kalibrierten Drucks auf Meereshöhe berechnet.

[0010] US 2011/106449 A1 offenbart ein Verfahren und ein Gerät zur Schätzung einer Höhenlage in Bezug zum Meeresspiegel.

[0011] US 2007/067137 A1 offenbart ein Geschwindigkeitserfassungssystem mit einem Beschleunigungssensor, einem Berechnungsmittel für das Ausmaß einer Höhenänderung und einer Geschwindigkeitsberechnungseinrichtung.

[0012] Allgemein lässt sich sagen, dass zahlreiche bekannte Verfahren in starkem Maß auf GPS-kalibrierter, jedoch nichts desto weniger stark atmosphärendruck-basierter Definition beruhen, und in zahlreichen Situationen ihre Möglichkeit des Zulassens von Fehlerquellen, insbesondere bezüglich Temperatur- und Wetteränderungen unzulänglich ist. Deshalb besteht Bedarf an neuen, verbesserten Verfahren.

Offenbarung der Erfindung

[0013] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, zumindest einige der obigen Nachteile zu beseitigen. Eine Absicht der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens, mit dessen Hilfe das relative Höhenprofil einer Übung während der Ausführung der Übung eine korrekte Form erhalten kann. Eine zweite Absicht ist die Schaffung eines Verfahrens, das andererseits auch die Bestimmung einer absoluten Höhe ermöglicht. Ein drittes Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung einer präzisen absoluten Höhe und eines präzisen Höhenprofils ohne Kenntnis der Lufttemperatur oder des Atmosphärendrucks auf einer Referenzhöhe.

[0014] Erfindungsgemäß wird ein Fernortungssystem, das Höheninformation liefern kann, beispielsweise ein Satellitenortungssystem sowie eine Messung basierend auf einem Atmosphärendrucksensor (barometrischen Sensor) und/oder einem Beschleunigungssensor, auf neue Weise eingesetzt. Die Grundidee der Erfindung besteht darin, die durch einen Fernortungssensor bereitgestellte Höheninformation mit Hilfe der Änderungsgeschwindigkeit der Atmosphärendruck- und/oder Beschleunigungsinformation zu korrigieren.

[0015] Insbesondere werden das Gerät und das Verfahren gemäß der Erfindung durch die unabhängigen Ansprüche gekennzeichnet. Bevorzugte Ausführungsformen sind durch die abhängigen Ansprüche definiert.

[0016] Gemäß einem Aspekt umfasst das tragbare elektronische Gerät zur Höhenmessung:

- einen Satellitenortungssensor zum Bestimmen der Elevation des Geräts auf der Grundlage von Satellitendaten, oder eine Einrichtung zum Empfangen von Höhenpositionsinformation von einer separaten Einheit, die einen Satellitenortungssensor umfasst,

- einen barometrischen Sensor zum Messen von Atmosphärendruckinformation, oder eine Einrichtung zum Empfangen von Atmosphärendruckinformation von einer separaten Einheit, die einen barometrischen Sensor enthaltenden separaten Einheit,

- einer Einrichtung zum Bestimmen eines korrigierten Höhenwerts, zumindest teilweise mit Hilfe einer Elevation, die auf einer Satellitenbasis und aufgrund der Änderungsgeschwindigkeit der Elevation bestimmt wird, welche mit Hilfe der Änderungsgeschwindigkeit der Atmosphärendruck- oder Beschleunigungsinformation berechnet wird.

[0017] Anstelle der oder zusätzlich zu der Änderungsgeschwindigkeit der Höhe, die von dem barometrischen Sensor geliefert wird, ist es möglich, Beschleunigungsinformation zu verwenden, die von dem Beschleunigungssensor geliefert wird, um Änderungen in der Höhe über eine kürzere Zeitskala nachzuweisen. Damit kann das Gerät einen Beschleunigungssensor zur Beschleunigungsmessung enthalten, oder eine Einrichtung zum Empfangen von Beschleunigungsinformation von einer separaten Einheit, die einen Beschleunigungssensor enthält, und die Einrichtung zum Bestimmen eines korrigierten Höhenmesswerts kann ausgebildet sein zum Bestimmen des Höhenmesswerts zumindest teilweise mit der Hilfe der Änderungsgeschwindigkeit im Atmosphärendruck, zusätzlich zu oder anstelle der auf Beschleunigung basierenden Vertikalgeschwindigkeit.

[0018] Der Begriff „Änderungsgeschwindigkeit der Elevation“ lässt sich knapper durch das Konzept „Vertikalgeschwindigkeit“ umreißen. Die Vertikalgeschwindigkeit lässt sich berechnen anhand entweder der Änderungsgeschwindigkeit der Atmosphärendruck- oder der Beschleunigungsinformation oder einer Kombination von diesen. Der Begriff „Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks“ deckt auch davon abgeleitete Größen ab, so zum Beispiel die Vertikalgeschwindigkeit, die man erhält, wenn die Atmosphärendruckinformation in Höheninformation umgewandelt wird mit Hilfe eines passenden Modells.

[0019] Der Begriff „Satellitenortung“ umfasst sowohl die Ortung basierend auf Stellungsinformation, die von Satelliten im Orbit oberhalb der Erde gesendet wird, also auch die Ortung basierend auf Information, die durch Ortungs-Basisstationen auf der Erdoberfläche gesendet wird.

[0020] Durch die Erfindung lassen sich beträchtliche Vorteile erzielen. Die satellitenbasierte Höhenbestimmung enthält eine beträchtliche Menge Rauschen, allerdings entspricht ihr mittlerer Wert der Realität sehr gut. Andererseits werden bei Zuhilfenahme der Druckmessung Höhenänderungen exakt und schnell

erfasst. Seinerseits ermöglicht die Verwendung eines Beschleunigungssensors eine präzise Messung wirklich rascher Höhenänderungen. Das Kombinieren dieser Größen gemäß der Erfindung liefert eine Messung, die sowohl genau ist als auch rasch auf Höhenänderungen reagiert.

[0021] Insbesondere kann von der satellitenbasierten Höhe mit guter Genauigkeit angenommen werden, dass diese nur einen normal verteilten Fehler enthält. Allerdings ist dieser zufällige Fehler in der Höhe über ein kurzes Zeitintervall (von Sekunden bis zu einigen zehn Minuten) beträchtlich größer als der Fehler im Drucksensor. Deshalb enthält satellitenbasierte Vertikalgeschwindigkeit einen beträchtlichen Fehleranteil. Der zufällige Fehler, das heißt Rauschen eines Drucksensors ist sehr gering innerhalb eines kurzen Zeitintervalls. Allerdings gibt es beträchtliche sich langsam ändernde Fehlerquellen in der mit Hilfe eines Drucksensors berechneten Höhe, wenn der Sensor nicht kalibriert wurde. Diese sich langsam ändernden Fehler sind zurückzuführen auf die Differenzen zwischen dem atmosphärischen Druck auf Meereshöhe, der in dem Modell enthalten ist, und dem realen atmosphärischen Druck auf Meereshöhe, außerdem Differenzen zwischen der Lufttemperatur in dem Modell und der realen Lufttemperatur. Aufgrund dieser Fehler kann der durch einen Drucksensor gelieferte Höhenwert als solcher nicht bei einer Höhen-Fusionsberechnung verwendet werden. Weil aber der kurzzeitige zufällige Fehler eines Drucksensors sehr gering ist, ist die relative Höhenänderung, das heißt die durch einen Drucksensor gelieferte Vertikalgeschwindigkeit, sehr genau. Allerdings ist der dynamische Ansprechbereich eines Drucksensors auf einige Hertz beschränkt. Ein Beschleunigungssensor kann dazu dienen, Höhenänderungen noch rascher zu messen. Nachdem das Verhalten und die Verteilung von Fehlern insbesondere für die Frequenzebene studiert wurden, ist mit Hilfe der vorliegenden Erfindung ein Gerät sowie ein Verfahren erhalten worden, bei dem Satelliten-, Druck- und optional auch Beschleunigungsmessungen in neuer und vorteilhafter Weise ausgenutzt werden.

[0022] Mit Hilfe der Erfindung wird ein Höhenmessgerät erhalten, welches auch bezüglich Wetteränderungen gut korrigiert ist. Satellitenbasierte Bestimmungen hängen nicht von Wetteränderungen ab, wohingegen eine auf der Basis von Druck erfolgte Korrektur über eine kurze Zeitspanne erstreckt ist, während der Wetteränderungen extrem gering sind. Damit ist das vorliegende Verfahren relativ immun gegenüber beispielsweise Temperaturänderungen und Änderungen im Atmosphärendruck, die auf der anderen Seite direkt in den Resultaten zahlreicher Höhenbestimmungsverfahren in Erscheinung treten.

[0023] Ein signifikanter Vorteil der Erfindung besteht darin, dass das Höhenprofil einer kontinuierlichen sportlichen Übung weitestgehend korrekt gestaltet wird, da es nicht durch Profilfeiler „verdorben“ wird. Bekannte Verfahren, in denen der Grundwert („Meereshöhendruck“) einer druckbasierten Höhenbestimmung kontinuierlich mit Hilfe der Satellitenortung kalibriert wird, können sogar zu beträchtlichen Profilfeilern führen, beispielsweise aufgrund von Wetteränderungen, die bei den fraglichen Verfahren nur schwierig oder überhaupt nicht berücksichtigt werden können. Bei dem vorliegenden Verfahren gibt es keine Rückkopplung von der Satelliten-Höhe auf die Höhenbestimmung, die auf der Grundlage von Druck erfolgt, was die Entstehung von Profilfeilern beträchtlich reduziert. Erfindungsgemäß werden Atmosphärendruck und/oder die Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks und somit auch der Höhenmesswert oder die darauf basierende Vertikalgeschwindigkeit vollständig unabhängig von der Satellitenortung bestimmt.

[0024] Mit Hilfe der Erfindung lässt sich nicht nur die Messgenauigkeit steigern, sondern auch der dynamische Messbereich, verglichen mit einer Höhenmessung, die mit Hilfe nur eines einzigen Verfahrens durchgeführt wird.

[0025] Ein Vorteil der Erfindung ist, dass die Leistungsaufnahme des Geräts oder des Messsystems niedrig gehalten werden kann, weil beide Sensoren - insbesondere der Satellitenortungssensor - nicht die gesamte Zeit eingeschaltet sein müssen.

[0026] Im folgenden werden einige Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung in größerer Einzelheit unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine System-Gesamtheit gemäß einer Ausführungsform zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2 zeigt eine System-Gesamtheit gemäß einer zweiten Ausführungsform zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 3 zeigt eine System-Gesamtheit nach einer noch weiteren Ausführungsform zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 4 zeigt ein Verfahren nach einer Ausführungsform zum Kombinieren, das heißt Verschmelzen (fusing) der Information von zwei oder mehr Sensoren.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsformen

[0027] Die vorliegende Erfindung lässt sich als einzelne Geräteeinheit implementieren, oder aber als

System aus mehreren separaten Geräteeinheiten. Oben sowie auch im folgenden bezieht sich der Begriff „Gerät“ auf eine Geräteeinheit mit einer Einrichtung zum Erzeugen eines korrigierten Höhenmesswerts, wenn nichts anderes gesagt ist.

[0028] Typischerweise enthält diese Einrichtung einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller sowie geeignete (eingebettete) Software, oder irgendeine andere passende Berechnungseinheit.

[0029] Das Gerät ist vorzugsweise ein Armbandgerät („wristop computer“), und die anderen möglichen Geräteeinheiten sind entfernte Geräte, die mit jenen drahtlos verbunden sind. Die entfernt angeordneten Geräte können einheitlich ohne Display sein (so zum Beispiel eine separate Satellitenortungseinheit (ein „GPS Pod“), oder Einheiten mit Display (wie zum Beispiel ein Mobiltelefon mit darin enthaltener GPS-Einheit). Andererseits kann das Gerät selbst ein Gerät ohne Display sein, in welchem Fall das Gerät eine Einrichtung zum Senden des Ergebnisses der Höhenberechnung zu einem anderen Gerät zwecks Anzeige und/oder Speicherung aufweist.

[0030] Das Gerät selbst kann außerdem beispielsweise ein Mobiltelefon oder ein Satellitennavigator sein. Das Gerät kann eine Einrichtung zum Senden von Messdaten und/oder Höhe, Ort oder anderen Daten enthalten, die auf der Grundlage eines entfernten Servers berechnet werden, entweder direkt oder über beispielsweise ein Mobiltelefon in der Nähe des Geräts, mit dem das Gerät drahtlos verbunden ist. Der Server kann kontinuierlich oder von Zeit zu Zeit aktualisiert werden. Der Benutzer des Geräts selbst oder andere Benutzer des Dienstes können von dem Server die Messdaten und/oder die Höhe, den Ort oder andere Daten betrachten, die auf deren Grundlage berechnet wurden, entweder in Echtzeit oder später, und zwar mittels eines beliebigen Kommunikationsgeräts, das einen geeigneten Browser oder Anwendung aufweist. Auch kann auf dem Server eine weitergehende Analyse oder eine Verfeinerung der Daten stattfinden.

[0031] Fig. 1 zeigt ein mögliches Ausführungsbeispiel, bei dem das Gerät eine Berechnungseinheit 10, einen Drucksensor 11 zum Messen des Atmosphärendrucks, einen Beschleunigungssensor 18, einen GPS-Empfänger 13 zum Bestimmen der Satellitenortung oder zumindest einer satellitenbasierten Elevations-Information enthält. Darüber hinaus enthält das Gerät ein Display 12 und eine Schnittstelleneinrichtung 15 für die Bedienung der Funktionalität des Geräts. In dem Gerät befindet sich vorzugsweise auch eine drahtlose oder verdrahtete Verbindungseinheit 14, über die das Gerät an ein externes Gerät 17 angeschlossen werden kann, zum Beispiel einen Computer oder ein Smartphone. Messdaten lassen sich über die Verbindungseinheit 14 an das externe Gerät

17 übertragen, oder es können andererseits Daten von ihm in Richtung des vorliegenden Geräts übermittelt werden.

[0032] Fig. 2 zeigt ein System, welches im übrigen dem nach Fig. 1 entspricht, wobei allerdings in dieser Lösung der GPS-Empfänger 23 in einer separaten Einheit 26 untergebracht ist, an die außerdem eine drahtlose Kommunikationseinheit 28 gekoppelt ist, vorzugsweise eine im Hochfrequenzbereich arbeitende Einheit, die ausgelegt ist für die Verbindung mit der Geräte-Verbindungseinheit 24. Die separate Einheit ist vorzugsweise eine Einheit ohne Display.

[0033] Fig. 3 zeigt andererseits eine Lösung unter Verwendung eines GPS-Empfängers 33, der in einem externen Computer, einem Mobiltelefon oder in einer anderen Einheit 36 mit Anzeige enthalten ist. Auch hier enthält die Einheit 36 eine Drahtlos-Kommunikationseinheit 39, die eine Datentransferverbindung mit der Verbindungseinheit 34 darstellt. Falls notwendig, können GPS-Daten in dem in der Einheit 36 enthaltenen Prozessor 37 vorverarbeitet werden.

[0034] Wie oben kurz beschrieben wurde, wird in der Berechnungseinheit 10 ein korrigierter Höhenmesswert berechnet, zumindest teilweise auf der Grundlage der satellitenbasierten Elevations-Bestimmung, der Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks und der Vertikalgeschwindigkeit, wie sie mit Hilfe des Beschleunigungssensors berechnet wurde. Satellitenbasierte Höhenpositionsdaten, ebenso wie Atmosphärendruckdaten oder Daten bezüglich der Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks und auch Beschleunigungsdaten werden zu diesem Zweck zumindest vorübergehend in einer Speichereinheit innerhalb des Geräts gespeichert. Der korrigierte Höhenmesswert wird vorzugsweise auch in dem Speicher abgelegt, um eine Höhen-Verlaufsgeschichte zu führen.

[0035] Der Beschleunigungssensor und die Nutzung der Beschleunigung als Bestandteil der Höhen-Mischberechnung (Fusionsberechnung) gemäß der Erfindung ist nicht essentiell, sondern bildet einen optionalen Bestandteil der Erfindung, mit dessen Hilfe Änderungen des Bewegungszustands und/oder der Höhe auch über nur eine sehr kurze Zeitspanne ausgewertet werden können. Ein Beschleunigungssensor ist nützlich beim Nachweisen von Änderungen in der Elevation, die insbesondere in einem Zeitbereich von 0 - 2 s stattfinden, ein Drucksensor arbeitet für eine Zeitskala von 1 s - 60 min, und ein Satellitenortungssensor ist maßgeblich für eine Zeitskala von 1 - ∞ min. Mit Hilfe der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung lässt sich allerdings die Information der Sensoren in der Weise kombinieren, dass der dynamische Bereich der korrigierten Höhe in der Praxis die gesamte Zeitskala abdeckt.

[0036] Die auf Satellitenbasis ermittelte Elevation wird vorzugsweise statistisch auf der Grundlage mehrerer satellitenbasierter Höhenmessungen errechnet, beispielsweise in Form eines Mittelwerts, um den größtmöglichen Anfangswert für die Höhe zu ermitteln. Der Satellitenortungssensor kann zu diesem Zweck für die benötigte Zeit eingeschaltet werden, die beispielsweise 10 s - 5 min beträgt. Dementsprechend kann die passende Zeitspanne der Satellitenortung beispielsweise 10 s - 2 h, typischerweise 1 min - 1 h betragen. Die notwendigen Zeiten können auch dynamisch bestimmt werden auf der Grundlage der Zuverlässigkeit der Ortung. Alternativ kann die Änderung in einen passiven Zustand ansprechend auf einen benutzerseitigen Befehl erfolgen.

[0037] Indem der Satellitenortungssensor weitestgehend in einem passiven Zustand gehalten wird, ergibt sich der Vorteil, dass hierdurch beträchtliche Energiemenge eingespart wird.

[0038] Beispielsweise lässt sich die Zuverlässigkeit der GPS-Ortung direkt anhand von Parametern gemäß der GPS-Standard-Darstellungsgenauigkeit abschätzen, beispielsweise der Horizontal Dilution of Precision (HDOP).

[0039] Wenn der Satellitenortungssensor eingeschaltet wird, lässt sich die dem Endverbraucher darzustellende oder gespeicherte Elevation entweder aufgrund der reinen Satellitenortungsinformation bestimmen, oder anhand der reinen Information über den Atmosphärendruck, der reinen Beschleunigungsinformation oder aber auf der Grundlage von Kombinationen dieser Informationsquellen, abhängig von verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung. Weiter unten werden verschiedene Situationen in größerer Einzelheit erläutert.

[0040] Der korrigierte Höhenmesswert lässt sich beispielsweise folgendermaßen bestimmen:

- ein Korrekturterm für den Höhenmesswert wird anhand der Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks und eines Zeitfaktors errechnet, und
- der Korrekturterm wird der Elevation aufaddiert, die auf Satellitenbasis ermittelt wird, um einen korrigierten Höhenmesswert zu erhalten.

[0041] Der Korrekturterm für den Höhenmesswert lässt sich beispielsweise dadurch errechnen, dass eine Abschätzung für die Vertikalgeschwindigkeit auf der Grundlage der Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks bestimmt wird, das heißt für die reale Änderungsgeschwindigkeit der Höhe. Im Anschluss daran wird der Korrekturterm für den Höhenmesswert in einfacher Weise dadurch erhalten, dass die Vertikalgeschwindigkeit multipliziert wird mit der Zeit, die für die Höhenänderung aufgewendet wird.

[0042] Mathematisch ausgedrückt, lässt sich die Einrichtung zum Bestimmen des Höhenmesswerts derart ausgestalten, dass im wesentlichen von der Gleichung

$$H_{t+1} = H_t + V_t \Delta t$$

[0043] Gebrauch gemacht wird, in der H_{t+1} der neu korrigierte Höhenmesswert ist, H_t der vorhergehende korrigierte Höhenmesswert oder der direkt auf Satellitenbasis ermittelte Höhenmesswert ist, V_t die aufgrund des Atmosphärendrucks bestimmte Vertikalgeschwindigkeit ist und Δt der Zeitfaktor zwischen den Zeitpunkten t und $t+1$ ist.

[0044] Wenn ein Beschleunigungssensor eingesetzt wird, kann der Vertikalgeschwindigkeitsfaktor $V_{t, acc} \Delta t$, der auf der Grundlage der Daten von dem Beschleunigungssensor berechnet wird, in dem korrigierten Höhenmesswert zusätzlich berücksichtigt werden, in der gleichen Weise wie der Vertikalgeschwindigkeitsfaktor, der auf der Druckmessung beruht.

[0045] Der Zeitfaktor, über den die Änderung in der Höhe zu beliebiger Zeit auf der Basis der Vertikalgeschwindigkeit errechnet wird, kann beispielsweise 1 s oder mehr betragen, bevorzugt sind allerdings höchstens 600 s und typischerweise höchstens 120 s, um eine ausreichende Ansprechzeit und Genauigkeit für die Messung zu erzielen. Der Zeitfaktor lässt sich während des Vorgangs dynamisch ändern. Die Präzision für die Bestimmung lässt sich dadurch erhöhen, dass man die Messfrequenz steigert, während der Leistungsverbrauch durch Verringerung der Messfrequenz reduziert werden kann.

[0046] Jedes Mal, wenn ein neuer korrigierter Höhenmesswert berechnet wurde, kann dieser auf dem Gerätedisplay angezeigt und/oder gespeichert werden.

[0047] Die Zuverlässigkeit der Messung und/oder des korrigierten Höhenmesswerts lassen sich mathematisch mit geeigneten Mitteln abschätzen. Dies kann dadurch geschehen, dass man separat die Daten und/oder den Systemfehler in Bezug auf getrennte Messungen abschätzt. Hierzu gibt es bekannte Verfahren. Wenn die Einrichtung zum Bestimmen des Höhenmesswerts derart ausgebildet ist, dass von einem iterativen oder rekursiven Algorithmus Gebrauch gemacht wird, der so ausgestaltet ist, dass der Höhenmesswert auf der Grundlage von Messdaten präziser gemacht wird, lässt sich die Zuverlässigkeit des Endergebnisses aufgrund der Stabilisierungszeit des Algorithmus bewerten.

[0048] Die Zuverlässigkeit der satellitenbasierten Elevation wird vorzugsweise mindestens dann bestimmt, wenn der Satellitenortungssensor aus dem

aktiven in den passiven Zustand wechselt, so dass man weiß, ob die fragliche Elevation als Grundlage für die Berechnung verwendet werden kann, oder ob möglicherweise die direkt auf der Grundlage des Atmosphärendrucks ermittelte Höhe zuverlässiger sein könnte. In letzterem Fall ist es möglich, in einen Zustand überzugehen, in welchem die direkt auf Atmosphärendruck basierende Höhe, die sich durch bekannte Verfahren ermitteln lässt, für den Benutzer angezeigt wird.

[0049] Nach einer Ausführungsform ist, wenn sich der Satellitenortungssensor in einem passiven Zustand befindet, die Einrichtung zum Bestimmen des Höhenmesswerts so ausgebildet, dass der letzte satellitenbasierte Höhenmesswert verwendet wird, der bestimmt wurde, als der Satellitenortungssensor sich in einem aktiven Zustand befunden hat, oder ein im Anschluss daran korrigierter Höhenmesswert verwendet wird.

[0050] In dem Gerät kann es mindestens zwei unterschiedliche Betriebszustände oder alternative Berechnungsmodelle geben, nach denen der End-Höhenmesswert auf unterschiedlichem Weg ermittelt wird. In einem Betriebszustand oder Berechnungsmodell beispielsweise lässt sich der Höhenmesswert als korrigierter Höhenmesswert gemäß der Erfindung ermitteln, während in einem zweiten Zustand oder Modell der Höhenmesswert als direkte satellitenbasierte Messung oder direkt auf der Grundlage des Atmosphärendrucks bestimmt wird. Der Betriebszustand oder das Berechnungsmodell kann geändert werden, beispielsweise durch eine Aktion seitens des Benutzers, oder laufend auf der Grundlage von Anfangsmessungen oder der Zuverlässigkeits-Abschätzung des End-Höhenmesswerts.

[0051] Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Modells, mit dem eine Höhen-Fusionsberechnung **40** gemäß einer Ausführungsform auf der linken Seite dargestellt ist. Die Berechnung umfasst die Abschätzung **41** der Zuverlässigkeit einer satellitenbasierten Höhenmessung und einer Atmosphärendruckmessung, eine Berechnung **42** einer satellitenbasierten Höhenabschätzung, eine Berechnung **43** der atmosphärendruck-basierten Vertikalgeschwindigkeit, und eine Kombination **44** aus diesen Berechnungen. Auf der rechten Seite befindet sich andererseits die direkte Ermittlung **45** der atmosphärendruck-basierten Höhe. In der Stufe **46** erfolgt eine Auswahl dahingehend, welche Prozedur zu verwenden ist, bevor die endgültige Höhe **47** dem Benutzer mitgeteilt wird.

[0052] Nach einer Ausführungsform sind nur dann, wenn die Zuverlässigkeit der satellitenbasierten Elevation vorab definierten Kriterien entspricht, die Mittel zum Bestimmen des Höhenmesswerts dazu ausgebildet, von dem fraglichen Höhenmesswert Gebrauch

zu machen, oder von einem korrigierten Höhenmesswert, der auf dessen Grundlage errechnet wurde, wenn ein neuer, korrigierter Höhenmesswert ermittelt wird. In einem schwachen GPS-Feld beispielsweise ist es bevorzugt, den Höhenmesswert mit Hilfe eines anderen Verfahrens zu bestimmen.

[0053] Nach einer Ausführungsform wird die Höhe nach einem Verfahren in der ersten Stufe nur anhand von Daten des Drucksensors berechnet. Gleichzeitig jedoch wird eine Berechnung einer Abschätzung der Höhe als Fusion aus Satelliten- und Atmosphärendruckdaten erfindungsgemäß gestartet. Nachdem die Abschätzung der Höhen-Fusionsberechnung ausreichend genau ist, wechselt das Verfahren zu der Nutzung des Werts, der durch die Höhen-Fusionsberechnung ermittelt wird. Die Bedingung dafür, dass das Verfahren auf die Benutzung der Höhen-Fusionsberechnung geändert wird, kann die mittlere Stabilisationszeit der Fusionsberechnung sein, oder eine andere Variable, die beispielsweise anhand von Parametern berechnet wird, welche die durch das GPS gegebene Präzision beschreiben, so zum Beispiel die Horizontal Dilution of Precision (HDOP).

[0054] Gemäß einer Ausführungsform enthält das Gerät Mittel zum Speichern der früheren Atmosphärendruckdaten oder Höhendaten, die daraus errechnet wurden, außerdem Mittel zum Abschätzen der Zuverlässigkeit der Messungen und/oder des korrigierten Höhenmesswerts. Wenn der ausgewählte Zuverlässigkeitsfaktor oder wenn die ausgewählten Zuverlässigkeitsfaktoren den vorab definierten Kriterien entsprechen, ist das Gerät derart ausgestaltet, dass die zuvor mit Hilfe von lediglich dem Atmosphärendruck gemessenen Höhenwerte unter Verwendung einer geeigneten Konstanten korrigiert werden. Das Profil des Höhen-Graphen der gesamten Übung wird anschließend möglichst genau beibehalten, unabhängig davon, ob dessen verschiedene Abschnitte mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren ermittelt wurden. In anderen Worten, wenn sich die Art und Weise der Bestimmung ändert, erscheinen keine sichtbaren Änderungen in dem Höhenprofil als Ergebnis der Änderungen, statt dessen entspricht die Form des Profils, die in dem Gerät gespeichert ist, dem realen Höhenprofil, definiert durch die Landschaftsform und die Route.

[0055] Eine exakte Höheninformation ist besonders wichtig bei der Navigation im Gebirge.

[0056] Die Erfindung lässt sich kombinieren mit Navigationsanwendungen, beispielsweise derart, dass das Gerät umfasst:

- eine Einrichtung zum Berechnen der Richtung und/oder Distanz zu einem definierten Navigationspunkt mit Hilfe des Satellitenortungssensors und/oder eines Kompasses,

- eine Einrichtung zum Anzeigen der Richtung und/oder Entfernung auf einem Display, außerdem des Höhenmesswerts, wobei vorzugsweise der korrigierte Höhenmesswert und/oder ein Höhenmesswert dargestellt wird, welcher direkt auf Satelliten- oder Atmosphärendruckbasis ermittelt wurde, oder die Differenz in der Höhe in Bezug auf den Navigationspunkt.

[0057] Die Navigation kann natürlich von demselben Satellitenempfänger Gebrauch machen, von dem auch die Höhenbestimmung Gebrauch macht. Ein Schwachpunkt bei Navigationsanwendungen war üblicherweise die Genauigkeit der Zuverlässigkeit bei der Höhenbestimmung, welche sich mit Hilfe der erfindungsgemäßen Fusions-Technik verbessern lässt.

[0058] Wenn das Gerät einen Beschleunigungssensor zum Messen von Beschleunigungsdaten basierend auf der Beschleunigung des Geräts aufweist, lässt sich das Gerät derart ausgestalten, dass die Beschleunigungsdaten in außergewöhnlichen Umständen genutzt werden. Beispielsweise kann ein außergewöhnlicher Bewegungszustand nachgewiesen werden, zum Beispiel während eines Fallschirmsprungs, wenn aufgrund der dynamischen Ansprechzeit der barometrische Sensor nicht rasch genug reagiert, wobei ein präziser Wert für die Vertikalgeschwindigkeit mit Hilfe eines Beschleunigungssensors mit rascher dynamischer Ansprechzeit berechnet werden kann. In einem derartigen Fall kann beispielsweise eine geeignete Logik innerhalb des Geräts programmiert werden, wodurch die durch den Drucksensor gemessene Vertikalgeschwindigkeit vollständig ersetzt wird durch eine beschleunigungssensor-basierte Vertikalgeschwindigkeit, oder ergänzt wird durch eine beschleunigungssensor-basierte Vertikalgeschwindigkeit im Rahmen der oben detailliert beschriebenen Berechnung.

[0059] Der korrigierte Höhenwert, der erfindungsgemäß ermittelt wird, lässt sich in beliebiger anderer Anwendung nutzen. Ein Beispiel ist die Ausgabe einer Wetterwarnung, wie dies in dem US-Patent 7324002 offenbart ist, in welchem Fall die fusionsberechnete Höhe gemäß der Erfindung als reale Höhe für eine Wetterwarnung benutzt werden kann, wobei die Notwendigkeit für eine Wetterwarnung immer berechnet werden kann, nicht nur beim Einschalten der Satellitenortung, sondern auch intermittierend. Bei einem derartigen Verfahren erfolgt eine Wetterwarnung, wenn nachgewiesen wird, dass sich der Atmosphärendruck stark ändert, eine solche Änderung sich jedoch nicht durch eine Änderung der realen Höhe erklären lässt.

Mathematisches Modell

[0060] Nachdem wir das Verhalten der Fehler der Messungen kennen, können wir einen optimalen

Weg aufzeigen, um sie zu kombinieren. Wir erzeugen ein statistisches lineares Modell der Darstellung des Systems wie folgt:

$$X_{k+1} = AX_k + w_k$$

in der X die Zustände des linearen Modells sind, w für die Zufallsfehler der Zustände steht und die Matrix A das Verhalten der Zustände in der Zeitebene wie folgt bedeutet:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0061] Der Zustandsvektor X wird gebildet durch die Höhe (h) und die Vertikalgeschwindigkeit (v)

$$X_k = \begin{bmatrix} h_k \\ v_k \end{bmatrix}$$

[0062] Darüber hinaus können wir die Messungen folgendermaßen in einem Zustandsvektor kombinieren:

$$Y_k = HX_k + z_k,$$

in der die Matrix H

$$H = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

die Messungen

$$Y_k = \begin{bmatrix} h_k^{pressure} & v_k^{pressure} \\ h_k^{gps} & v_k^{gps} \end{bmatrix}$$

in dem Zustandsvektor X kombiniert.

Patentansprüche

1. System zur Höhenbestimmung, umfassend:
ein tragbares elektronisches Gerät;
einen ersten, mit dem Gerät gekoppelten Satellitenortungssensor, konfiguriert zum Bestimmen einer satellitenbasierten Elevation des Geräts auf der Grundlage von Satellitendaten, oder einen Mechanismus zum Empfangen von Höhen-Ortsinformation von einer separaten Einheit, die einen zweiten Satellitenortungssensor enthält;
einen ersten, mit dem Gerät gekoppelten barometrischen Sensor zum Messen von Atmosphärendruckinformation, einen Mechanismus zum Empfangen von Atmosphärendruckinformation von einer zweiten separaten Einheit, die einen zweiten barometrischen

Sensor enthält, einen ersten, mit dem Gerät gekoppelten Beschleunigungssensor (18) zum Messen von Atmosphärendruckinformation, und/ oder einen Mechanismus zum Empfangen von Beschleunigungsinformation von einer dritten separaten Einheit, die einen zweiten Beschleunigungssensor (18) enthält; und

einen mit dem Gerät gekoppelten Prozessor (10), konfiguriert zum Bestimmen eines Höhenmesswerts auf der Grundlage der satellitenbasierten Elevation und von Atmosphärendruck- und/oder Beschleunigungsinformation, wobei der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Berechnen eines korrigierten Höhenmesswerts mit Hilfe einer Änderungsgeschwindigkeit der Elevation auf der Grundlage von satellitenbasierten bestimmten Elevationsdaten, und/oder der Atmosphärendruckinformation und/oder der Beschleunigungsinformation, basierend auf dynamischer Ansprechzeit der Atmosphärendruckinformation und/oder der Beschleunigungsinformation in Bezug auf die Elevations-Änderungsgeschwindigkeit.

2. System nach Anspruch 1, bei dem der erste Satellitenortungssensor, der erste barometrische Sensor, der erste Beschleunigungssensor (18) und der Prozessor (10) sich innerhalb des tragbaren elektronischen Geräts befinden.

3. System nach Anspruch 1, bei dem mindestens einer von dem ersten barometrischen Sensor, dem ersten Satellitenortungssensor und dem ersten Beschleunigungssensor (18) sich nicht in dem tragbaren elektronischen Gerät befindet, wobei der mindestens eine der Sensoren, der sich nicht innerhalb des Geräts befindet, konfiguriert ist für die drahtlose Kommunikation mit dem Gerät.

4. System nach Anspruch 1, bei dem der Prozessor (10) ausgebildet ist zum statistischen Berechnen einer satellitenbasierten bestimmten Elevation auf der Grundlage von mehreren satellitenbasierten Höhenmessungen.

5. System nach Anspruch 1, bei dem der Prozessor (10) ausgebildet ist zur Verwendung von Atmosphärendruckinformation zum Bestimmen der Änderungsgeschwindigkeit der Elevation.

6. System nach Anspruch 1, bei dem der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Verwenden von Beschleunigungsinformation, um die Änderungsgeschwindigkeit der Elevation zu berechnen.

7. System nach Anspruch 1, bei dem der Prozessor (10) ausgebildet ist, um auf der Basis der Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks und/oder von Beschleunigungsinformation einer Abschätzung für die Elevations-Änderungsgeschwindigkeit zu berechnen, wobei der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Berechnen eines Korrekturterms für den Hö-

henmesswert anhand der Änderungsgeschwindigkeit der Elevation und eines Zeitfaktors, und wobei der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Addieren des Korrekturterms auf die auf Satellitenbasis bestimmte Elevation, um einen korrigierten Höhenmesswert zu gewinnen.

8. System nach Anspruch 7, bei dem der Zeitfaktor höchstens 600 s beträgt.

9. System nach Anspruch 1, bei dem der Prozessor (10) ausgebildet ist zur Verwendung der Gleichung

$$H_{t+1} = H_t + V_t \Delta t$$

wobei H_{t+1} ein neuer, korrigierter Höhenmesswert ist, H_t ein zuvor korrigierter Höhenmesswert oder ein direkt auf Satellitenbasis bestimmter Höhenmesswert ist, V_t die Änderungsgeschwindigkeit der Elevation ist und Δt ein Zeitfaktor zwischen den Zeitpunkten t und $t+1$ ist.

10. System nach Anspruch 1, bei dem der Satellitenortungssensor ausgebildet ist zum Ändern seines Zustands in Intervallen zwischen einem aktiven Zustand und einem passiven Zustand, wobei, wenn der Satellitenortungssensor sich in einem passiven Zustand befindet, der Prozessor (10) ausgebildet ist zur Verwendung des jüngsten satellitenbasierten Höhenmesswerts, der bestimmt wurde, als sich der Satellitenortungssensor in einem aktiven Zustand befand.

11. System nach Anspruch 1, bei dem der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Bestimmen der Zuverlässigkeit des auf Satellitenbasis bestimmten Höhenmesswerts, und falls die Zuverlässigkeit einem vorbestimmten Kriterium entspricht, der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Verwenden des auf Satellitenbasis bestimmten Höhenmesswerts, oder eines korrigierten berechneten Höhenmesswerts, um einen neuen korrigierten Höhenmesswert zu bestimmen.

12. System nach Anspruch 1, bei dem das Gerät weiterhin einen Speicher enthält zum Speichern früherer Atmosphärendruckdaten, wobei das Gerät konfiguriert ist zum Abschätzen der Zuverlässigkeit von Messungen, wobei, wenn die Zuverlässigkeit einem vorbestimmten Kriterium entspricht, das Gerät ausgebildet ist zum Korrigieren früherer Höhenwerte, die lediglich des Atmosphärendrucks gemessen wurden.

13. System nach Anspruch 12, bei dem, wenn die Zuverlässigkeit eines auf Satellitenbasis bestimmten Höhenmesswerts nicht dem vorbestimmten Kriterium entspricht, der Prozessor (10) ausgebildet ist zum Verwenden eines früheren, als zuverlässig abgeschätzten Höhenmesswerts.

14. System nach Anspruch 1, bei dem das Gerät konfiguriert ist zum Abschätzen der Zuverlässigkeit eines korrigierten Höhenmesswerts.

15. System nach Anspruch 14, bei dem das Gerät ausgebildet ist zum Verwenden eines iterativen oder rekursiven Algorithmus', der weiterhin ausgebildet ist, um den Höhenmesswert auf der Grundlage von Messdaten kontinuierlich korrekter zu machen.

16. System nach Anspruch 15, bei dem das Gerät konfiguriert ist zum Abschätzen der Zuverlässigkeit eines korrigierten Höhenmesswerts, ausgebildet zum Abschätzen der Zuverlässigkeit auf der Grundlage der Stabilisierungszeit eines Algorithmus'.

17. System nach Anspruch 1, bei dem das Gerät weiterhin ein Display (12) zum Anzeigen eines korrigierten Höhenmesswerts aufweist.

18. System nach Anspruch 1, bei dem das Gerät konfiguriert ist zum Berechnen der Richtung und/oder Entfernung zu einem spezifizierten Navigationspunkt, und wobei das Gerät weiterhin ein Display (12) zum Anzeigen der Richtung und/oder Entfernung und eines Höhenmesswerts, der direkt auf Satelliten- oder Atmosphärendruckbasis bestimmt wurde, oder der Höhendifferenz zu dem Navigationspunkt aufweist.

19. System nach Anspruch 1, bei dem das Gerät konfiguriert ist zur Bereitstellung einer Wetterwarnung, wenn eine Änderung des Atmosphärendrucks nicht durch eine Änderung der Elevation erklärbar ist, wobei das Gerät zur Verwendung des korrigierten Höhenmesswerts konfiguriert ist.

20. System nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Speicher, wobei das Gerät ausgebildet ist, um: die Höhe des Geräts mit Hilfe des ersten Satellitenortungssensors zu bestimmen und in dem Speicher aufzuzeichnen; den ersten Satellitenortungssensor zumindest einmal von einem aktiven Zustand in einen passiven Zustand basierend auf einer Vorprogrammierung zu ändern; und einen korrigierten Höhenmesswert zu berechnen, wenn der erste Satellitenortungssensor sich in einem passiven Zustand befindet, indem die aufgezeichnete Elevation und die Änderungsgeschwindigkeit der Elevation herangezogen werden, wobei die Vorprogrammierung mindestens eines von Folgendem beinhaltet: wenn vordefinierte Zuverlässigkeitskriterien für die Elevation erfüllt sind, eine Zeitbasis und ansprechend auf einen Benutzerbefehl.

21. Verfahren zur Höhenbestimmung eines tragbaren elektronischen Geräts, enthaltend folgende Schritte:

Messen der Elevation des Geräts mit Hilfe eines Satellitenortungssystems;

Messen von Atmosphärendruck mit Hilfe eines barometrischen Sensors und/ oder von Beschleunigung mit Hilfe eines Beschleunigungssensors (18); und Bestimmen einer korrigierten Elevation auf der Grundlage einer satellitenbasierten gemessenen Elevation und mindestens einer von einer Atmosphärendruckmessung und einer Beschleunigungsmessung, wobei die korrigierte Elevation zumindest teilweise bestimmt wird durch anschließendes Korrigieren der auf Satellitenbasis bestimmten Elevation auf der Grundlage der Änderungsgeschwindigkeit der Elevation, wie sie auf der Grundlage der Atmosphärendruckmessung und/oder der Beschleunigungsmessung nachgewiesen wurde.

22. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem der korrigierte Höhenmesswert bestimmte wird durch Addieren der mittels des Satellitenortungssystems gemessenen Elevation, der Änderung der Elevation, wie sie mit Hilfe der Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks und eines Zeitfaktors bestimmte wurde, nachdem der zuvor korrigierte Höhenmesswert bestimmte wurde.

23. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem die Elevation mit Hilfe des Satellitenortungssystems zumindest solange gemessen wird, wie die Zuverlässigkeit des Messergebnisses der Elevation einem vorbestimmten Kriterium entspricht, und wobei dann, wenn die Messung mit Hilfe des Satellitenortungssystems unterbrochen ist, die korrigierte Elevation iterativ oder rekursiv in voreingestellten Intervallen auf der Grundlage der Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks und der zuvor bestimmten Elevation bestimmt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 22, bei dem die Änderungsgeschwindigkeit des Atmosphärendrucks unabhängig von der Satellitenortung bestimmt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

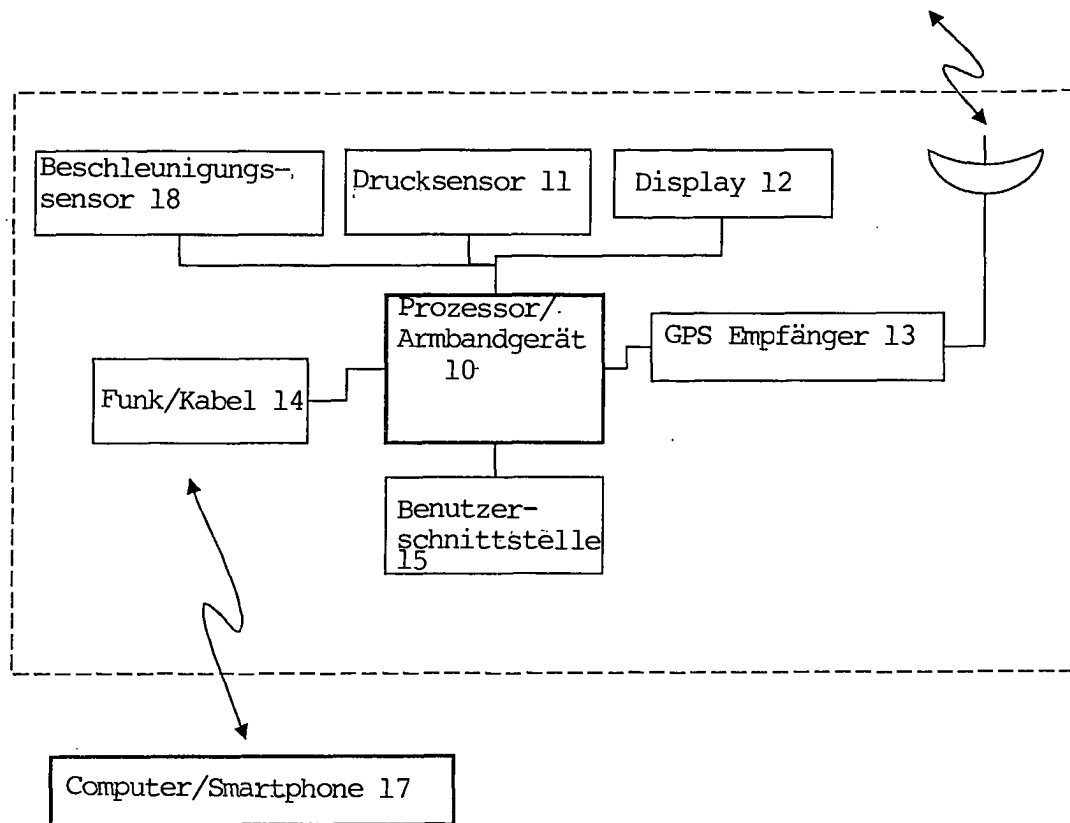


Fig. 1

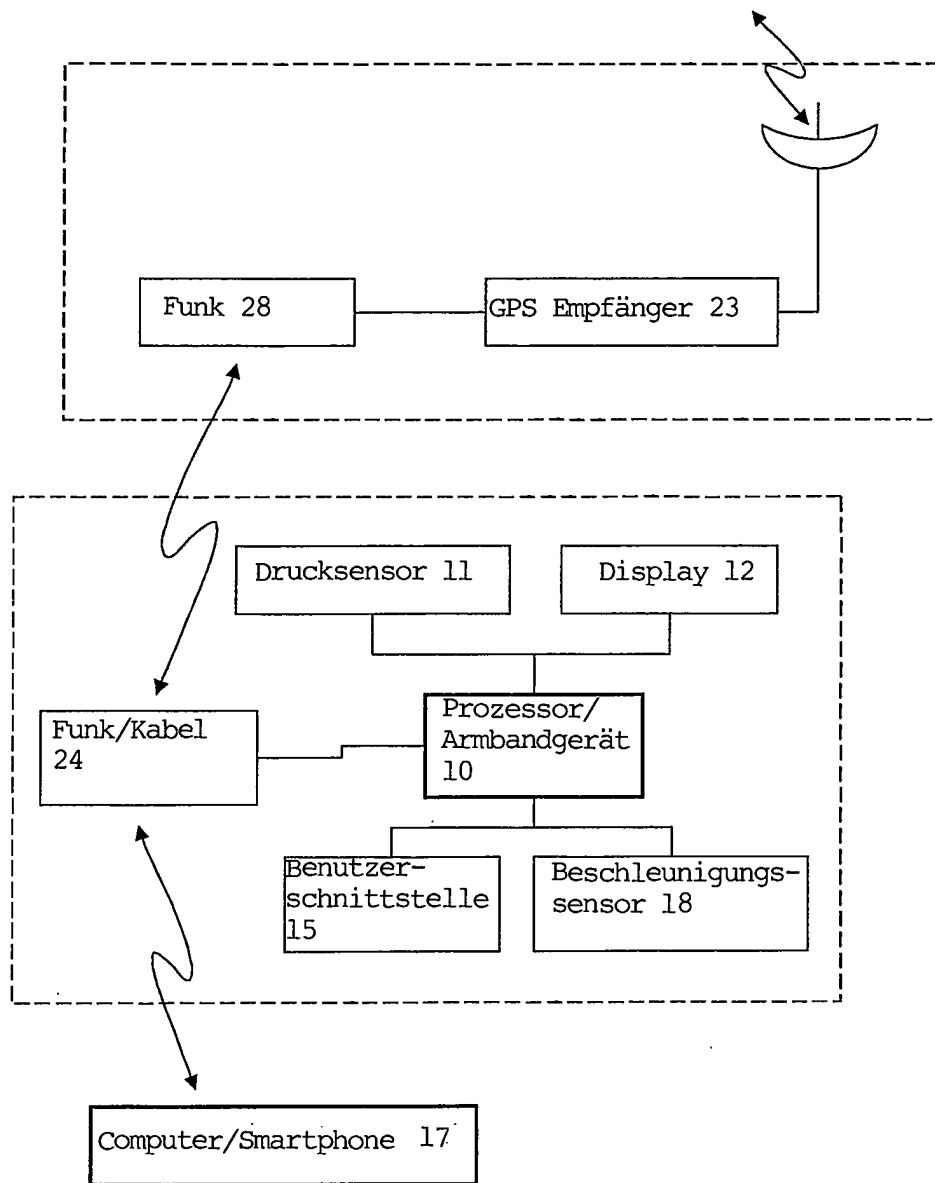


Fig. 2

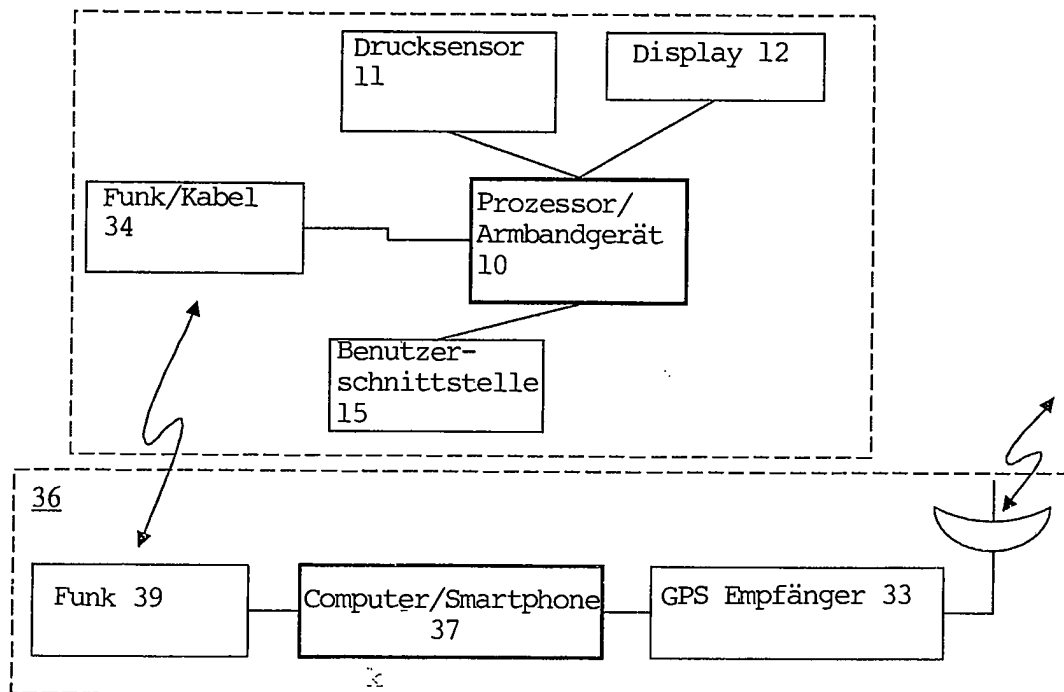
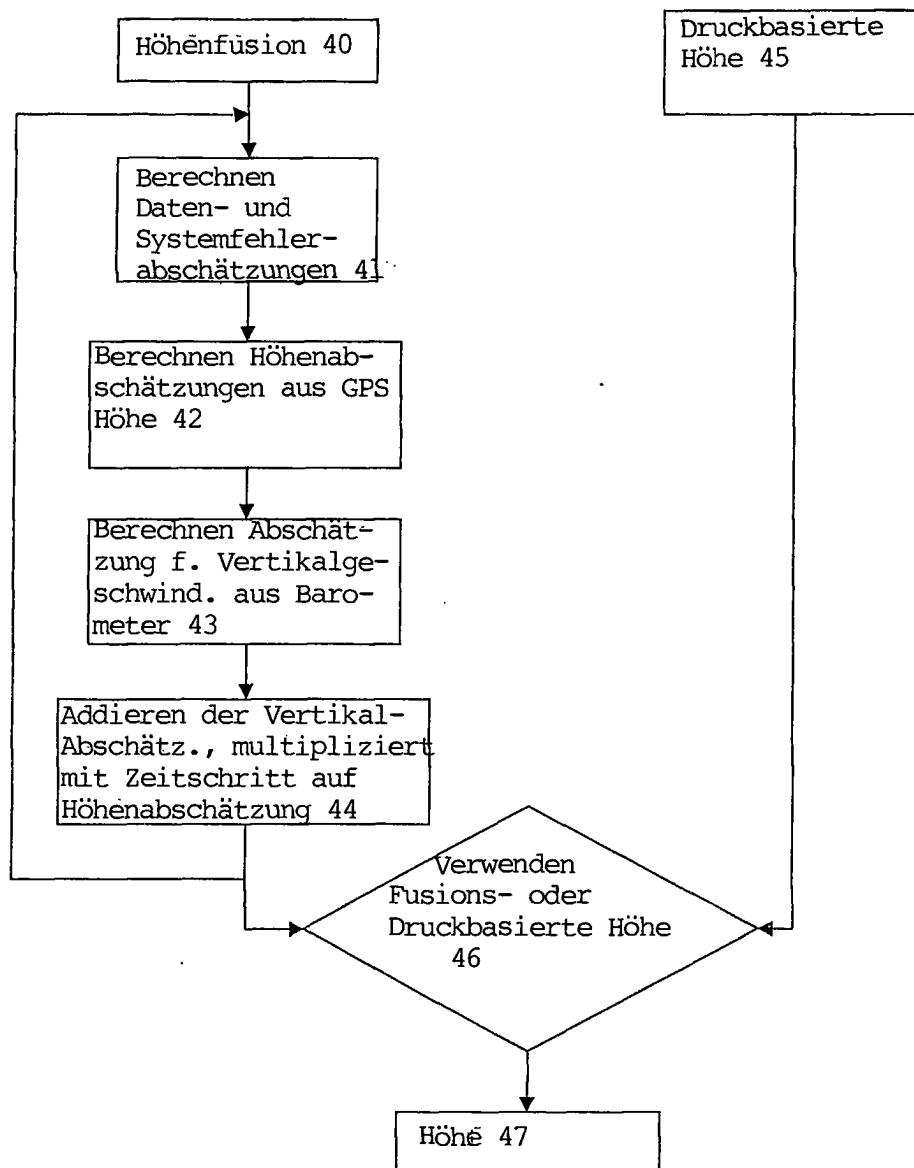


Fig. 3

**Fig. 4**