

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51153/2019  
(22) Anmeldetag: 20.12.2019  
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2021

(51) Int. Cl.: **G01N 29/07** (2006.01)  
**G01N 33/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
US 5589209 A  
EP 0450716 A2  
WO 2019031181 A1

(71) Patentanmelder:  
Vorhemus Christian  
1140 Wien (AT)

(54) **Gerät zur automatisierten nichtinvasiven Bestimmung des Reifegrades von Früchten**

(57) Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur kontinuierlichen und automatisierten Bestimmung des Glucosegehalts in Früchten mit Ultraschall. Das Gerät arbeitet nichtinvasiv, Früchte müssen daher für die Messung nicht beschädigt werden und können an der Pflanze verbleiben. Der Fruchtkörper wird dabei wie in Fig. 2 ersichtlich zwischen Ultraschall Transmitter (1) und Ultraschall Empfänger (4) eingesetzt, wobei es eine bewegliche Komponente (3) erlaubt, Früchte beliebiger Größe einzuspannen, wobei das Wachstum der Frucht nicht oder nur minimal beeinflusst wird. Die bewegliche Komponente (3) ist über eine Feder (8) verbunden, die gleichzeitig als Datenübertragungsschnittstelle dient. Für eine Messung wird das Zeitintervall ermittelt, das zwischen Absenden eines Ultraschallimpulses von (1) und (2) und Empfang des Impulses an (4) und (5) bestimmt ist, wobei durch die Newton-Laplace-Gleichung auf die Dichte der Frucht und damit den Glucosegehalt geschlossen werden kann.

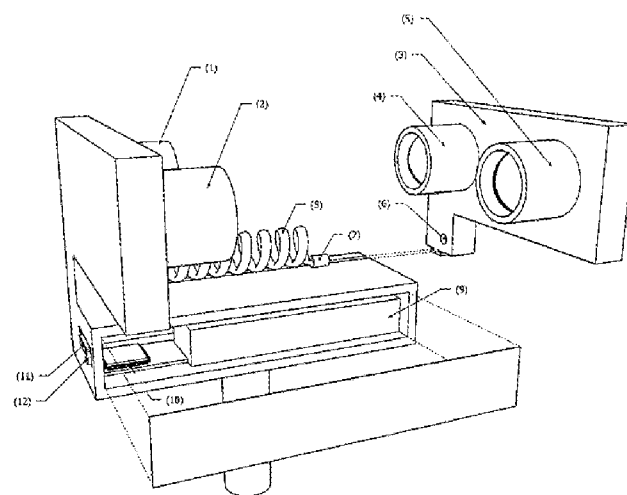


Fig. 2

## **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur kontinuierlichen und automatisierten Bestimmung des Glucosegehalts in Früchten mit Ultraschall. Das Gerät arbeitet nichtinvasiv, Früchte müssen daher für die Messung nicht beschädigt werden und können an der Pflanze verbleiben. Der Fruchtkörper wird dabei wie in Fig. 2 ersichtlich zwischen zwei Messsensoren (1) (4) eingesetzt, wobei es eine bewegliche Komponente (3) erlaubt, Früchte beliebiger Größe einzuspannen, wobei das Wachstum der Frucht nicht oder nur minimal beeinflusst wird. Die bewegliche Komponente (3) ist über eine Feder (8) verbunden, die gleichzeitig als Datenübertragungsschnittstelle dient. Für eine Messung wird das Zeitintervall ermittelt, das zwischen Absenden eines Ultraschallimpulses von (1) und (2) und Empfang des Impulses an (4) und (5) bestimmt ist, wobei durch die Newton-Laplace-Gleichung auf die Dichte der Frucht und damit den Glucosegehalt geschlossen werden kann.

## **Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur automatischen und kontinuierlichen Bestimmung des Glucosegehaltes von Früchten. Durch die Verwendung einer Feder (8), die gleichzeitig als serielle Datenübertragungsleitung dient, können Früchte verschiedener Größe zwischen zwei Ultraschall-Sensoren (1) und (4) gespannt werden. Dieser Aufbau, speziell auch die für Licht und Luft offene Konstruktion, ermöglicht es außerdem, dass das Gerät während der Wachstumsphase der Frucht an der Pflanze verbleiben kann. Dadurch können wiederum konstant Messungen durchgeführt werden, da es die elastische Eigenschaft der Feder der Frucht ermöglicht zu wachsen, ohne dass nach der initialen Installation die Abstände der Sensoren zueinander manuell angepasst werden müssten.

**[0002]** In US 5324945A wurde ein Gerät offenbart, dass den Zuckergehalt von Früchten auf nicht-destruktive Weise mithilfe von Infrarot bestimmen kann. Das Gerät misst dabei die Extinktion von Infrarotstrahlung, die auf die Oberfläche der Frucht treffen. Der Reflexionsgrad steigt dabei mit steigendem Zuckergehalt an, durch Berücksichtigung der Größe der Frucht kann daher auf den Zuckergehalt und den Reifegrad geschlossen werden. Nachteil dieser Methode ist die Anfälligkeit für

optische Einflüsse und Störungen, des Weiteren ist das Gerät nicht darauf ausgelegt, kontinuierlich am Fruchtkörper befestigt zu bleiben.

**[0003]** In US 20160109346 A1 wird die Methode der Messung der Dichte in Flüssigkeiten und Festkörpern sowie generell am menschlichen Körper mithilfe von *Transducer* beschrieben. Dabei wird allgemein angeführt, dass es gemäß dem inversen piezoelektrischen Effekt bei Anlegung einer Spannung zur Verformung von Piezokristallen kommt, die Dichte der Flüssigkeit wird dabei durch die Messung der Phasenverschiebung von eingehenden und reflektierten Signalen bestimmt. Angeführt wird weiters, dass für die Befestigung des Geräts am menschlichen Körper ein elastisches Band verwendet wird. Diese Erfindung unterscheidet sich daher sowohl durch die Art der Anwendung (Messung der Phasenverschiebung) als auch dem Prinzip der Befestigung (elastisches Band) als auch den primären Anwendungsfokus (menschlicher Körper).

**[0004]** In EP 0135325 A3 wird ein Gerät offenbart, dass viskoelastischen Eigenschaften in Echtzeit mithilfe von Ultraschall misst. Das Gerät bietet zwar eine verstellbare Größe für das zu messende Gewebe, die Abstände müssen jedoch laufend manuell nachjustiert werden. Zudem ist das Gerät nicht auf die Messung von Früchten ausgelegt.

**[0005]** Die vorliegende Erfindung macht sich den bereits bekannten Effekt zunutze, wonach die Schallgeschwindigkeit in einem Medium mit zunehmender Dichte abnimmt. Neu ist der Aufbau der Vorrichtung, der eine kontinuierliche und automatisierte Messung von Glucose in Früchten erlaubt, die bis zur Ernte auf der Pflanze verbleiben. Dies ist vor allem in der Großagrarwirtschaft interessant, in der ausgedehnte Landflächen mit Obstbäumen oder Weinreben gepflegt werden müssen. Im Weinbau ist eine der wichtigsten Variablen, die bestimmt, wann die Früchte geerntet werden sollen, der Glucosegehalt. Typischerweise verwenden Winzer dazu Refraktometer, wobei der Saft einer Traube dabei auf ein Prisma geträufelt wird und eine Person das Messgerät gegen das Licht hält. Der Brechungsindex ändert sich abhängig vom Verhältnis von gelösten Stoffen (wie eben Glucose und Fructose) zu Wasser, der Winkel des abgelenkten Lichts kann annäherungsweise zur Bestimmung des Glucosegehalts (spezifischer: Brix Wert) herangezogen werden. Manko dieser

Methode ist nicht nur die Beschädigung der Frucht, sondern speziell der manuelle Ablauf der Messung. Bei großen Agrarflächen ist dies zeit- und kostenaufwendig.

**[0006]** Die nachfolgend beschriebene Erfindung umgeht die oben beschriebenen Nachteile. Das Gerät besteht aus 2 Ultraschall Transmittern (1) (2) sowie zwei Empfängern (4) (5). Wie in Fig. 1 ersichtlich wird der Fruchtkörper zwischen die Sensoren (1) und (4) geklemmt. Sensoren (2) und (5) werden dazu verwendet, um die Größe der Frucht zu ermitteln. Bei einer Messung werden gleichzeitig von (1) und (2) Ultraschallimpulse ausgesendet. Der Ultraschall wandert dabei im Sensorpaar (1) und (4) durch die Frucht, bei (2) und (5) durch die Luft. Da die Schallgeschwindigkeit in Luft bekannt ist und bei 20°C etwa 343 m/s beträgt, lässt sich durch die Multiplikation der Geschwindigkeit mit dem Zeitintervall, den der Ultraschallimpuls benötigt um von (2) zu (5) zu gelangen, die Größe der Frucht bestimmen. Durch einen eingebauten Temperatursensor (11) können noch dazu temperaturabhängige Varianzen mitberechnet werden. Diese Größenbestimmung ist notwendig, da diese neben dem gemessenen Zeitintervall (zwischen Sensor (1) und (4)) verwendet wird, um auf die Schallgeschwindigkeit im Medium (der Frucht) zu schließen.

**[0007]** Es können Früchte beliebiger Größe eingespannt werden, da Komponente (3) beweglich ist und entlang einer Schiene verläuft. Sobald Empfänger (4) oder (5) einen Impuls empfangen, wird dies elektronisch über einen Port (6) ausgegeben, der über (7) mit einer seriellen Datenleitung (8) verbunden ist. Diese Leitung ist als Feder geformt und übt einen leichten Zug aus, der die bewegliche Komponente nach innen zieht. Dadurch liegt die Frucht genau an den Sensoren an, was Reflexionen des Schalls an den Außenwänden der Frucht zwar nicht verhindert, aber dennoch minimiert.

**[0008]** Für die näherungsweise Bestimmung des Glucosegehaltes in der Frucht wird die Messung des Sensorpaars (1) und (4) herangezogen. Nachdem die Geschwindigkeit ermittelt wurde, die der Schall benötigt um von (1) nach (4) zu gelangen, wird die Newton-Laplace Gleichung herangezogen, um die Dichte des Fruchtkörpers näherungsweise zu bestimmen. Notwendig ist dazu neben der Kenntnis der Schallgeschwindigkeit in der Frucht auch das Kompressionsmodul (engl. *bulk modulus*) des Fruchtkörpers. Bei der ersten Installation des Geräts ist daher im

Rahmen der Konfiguration die Fruchtart anzugeben, es sind im Gerätespeicher verschiedene Fruchtarten und das dazugehörige Kompressionsmodul hinterlegt. Die Dichte entspricht dann dem Kompressionsmodul dividiert durch das Quadrat der Schallgeschwindigkeit im entsprechenden Medium. Die Berechnung erfolgt auf einer lokalen MCU (10) die von einer Batterie (9) gespeist wird. Das Messintervall kann beliebig konfiguriert werden, da jedoch Messfehler auftreten können (die u.a. auf die Witterung zurückzuführen sind), werden standardmäßig innerhalb kurzer Zeit mehrere Messungen durchgeführt und das Ergebnis gemittelt. Danach erfolgt eine drahtlose Übertragung der Messreihe via UMTS-Antenne (12) an ein Rechenzentrum. Die Art und Weise der Übermittlung ist nicht Teil dieser Beschreibung, empfohlen wird jedoch die Verwendung des MQTT Protokolls.

**[0009]** Testmessungen haben ergeben, dass bei Trauben mit 8% mas sacch. und 20°C Umgebungstemperatur sowie einer Größe der Frucht von 1 cm. der Schall etwa  $1,49e-4$  Sekunden vom Sender zum Empfänger benötigt. Bei Trauben mit 18% mas sacch. und gleicher Dicke stieg dieser Wert auf  $1,74e-4$  an. Für Trauben mit 19.6% mas sacch. lag der Wert bei etwa  $1,79e-4$ . Daraus lässt sich schließen, dass die Schallgeschwindigkeit im Medium mit zunehmendem Zuckergehalt (d.h. auch zunehmender Dichte) absinkt. Die Messungen mit dem Gerät spiegeln die nach den Standardmodellen erwarteten Schallgeschwindigkeiten wider, wobei für die Bestimmung der Geschwindigkeit in der spezifischen Frucht ein Abbremsungsfaktor (durch Umwelteinflüsse, der Schale etc.) von  $1/22$  miteinberechnet wurde.

## **Ansprüche**

1. Gerät für die nichtinvasive, kontinuierliche und automatisierte Messung der Dichte einer Frucht, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fruchtkörper zwischen zwei Ultraschallsensoren (1) und (4) eingespannt wird, sodass Früchte beliebiger Größe gemessen werden können und nur bei der erstmaligen Verwendung eine manuelle Installation erfolgen muss, während das Gerät bei den nachfolgenden Messungen bis zur Ernte an der Frucht verbleibt, unterstützt durch den licht- und luftdurchlässigen Aufbau, der das Wachstum der Frucht erlaubt, während da Gerät an der Frucht verbleibt.

2. Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Komponente (3) existiert, die entlang einer Schiene beweglich ist und durch eine Feder (8) nach innen gedrückt wird, sodass ein leichter Druck auf die Frucht ausgeübt wird, der es erlaubt, dass der Fruchtkörper an den Sensoren anliegt.
3. Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Sender-Empfänger-Paare verwendet werden, die es erlauben, die aktuelle Größe der Frucht zu bestimmen, da sich das Sensorpaar (1) und (4) an der Frucht befinden, während sich Paar (2) und (5) im gleichen Abstand wie (1) und (4) befinden, das Medium, das der Ultraschallimpuls durchschreitet jedoch Luft ist und sich daher der Abstand und damit die Größe der Frucht bestimmen lässt.
4. Verfahren zum Betrieb des Geräts nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein kontinuierlicher Datenstrom des Dichtegehaltes der Frucht, über den auf den Glucosegehalt geschlossen wird, vom Messgerät via Antenne (12) an ein Rechenzentrum geschickt werden kann.

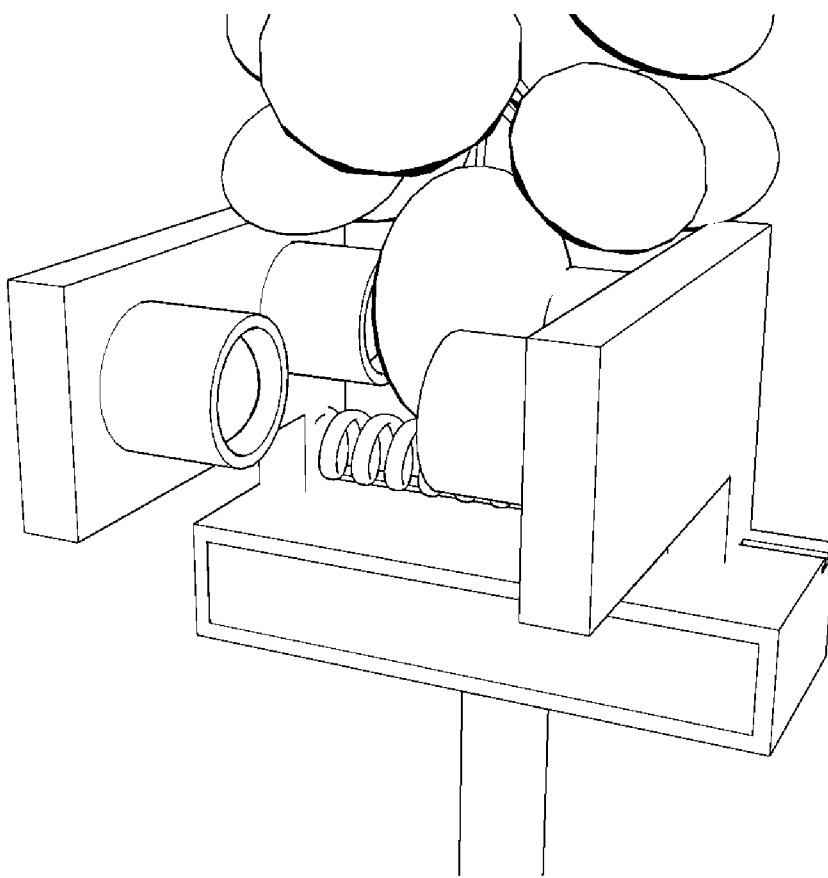


Fig. 1

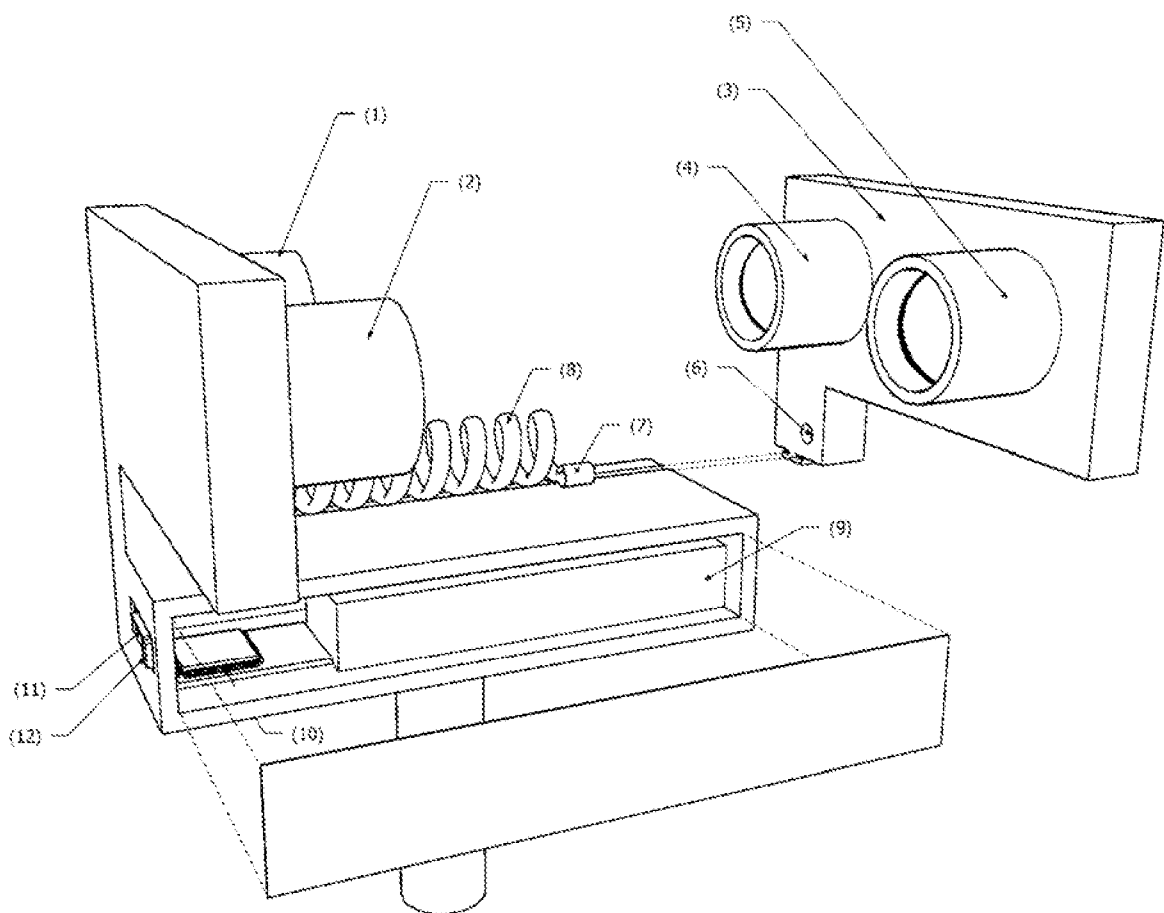


Fig. 2

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
G01N 29/07 (2006.01); G01N 33/02 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:  
G01N 29/07 (2013.01); G01N 33/025 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
G01N

Konsultierte Online-Datenbank:  
EPODOC, WPIAP, TXTnn, XPESP, FSTA

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 20.12.2019 eingereichten Ansprüchen 1-4 erstellt.

| Kategorie <sup>*)</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung:<br>Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder),<br>Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich | Betreffend<br>Anspruch |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Y                       | US 5589209 A (MIZRACH AMOS et al.) 31. Dezember 1996<br>(31.12.1996)<br>Gesamtes Dokument. Insbesondere Figur 1 samt zugehöriger<br>Beschreibung.                      | 1, 2, 4                |
| Y                       | EP 0450716 A2 (PELEG KALMAN) 09. Oktober 1991 (09.10.1991)<br>Gesamtes Dokument. Insbesondere Figuren 3 und 5 samt<br>zugehöriger Beschreibung.                        | 1, 2, 4                |
| A                       | WO 2019031181 A1 (YANMAR CO LTD) 14. Februar 2019<br>(14.02.2019)<br>Gesamtes Dokument. Insbesondere Figur 1 samt zugehöriger<br>Beschreibung.                         | 1, 4                   |

Datum der Beendigung der Recherche:  
10.09.2020

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

LEHNER Johanna

<sup>\*)</sup> Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmel-  
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf  
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht  
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die  
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen  
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für  
einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach  
dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem  
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch  
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage  
stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

## Ansprüche

1. Gerät für die nichtinvasive, kontinuierliche und automatische Bestimmung des Glucosegehaltes von Früchten, wobei der Fruchtkörper zwischen einem Ultraschall Transmitter (1) und Ultraschall Empfänger (4) mittels Feder (8) eingespannt wird, sodass Früchte beliebiger Größe gemessen werden können und nur bei der erstmaligen Verwendung eine manuelle Installation erfolgen muss, während das Gerät bei den nachfolgenden Messungen bis zur Ernte an der Frucht verbleibt, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweites Sender-Empfänger-Paar (2) und (5) sich im gleichen Abstand wie (1) und (4) befindet, das Medium, das der Ultraschallimpuls durchschreitet jedoch Luft ist und sich daher der Abstand und damit die Größe der Frucht bestimmen lässt.
2. Verfahren zur Bestimmung des Glucosegehaltes von Früchten mit einem Gerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst via Ultraschall Transmitter (2) und Empfänger (5) die Distanz zwischen den Sensoren und damit die Größe der Frucht bestimmt wird, danach die Schallgeschwindigkeit in der Frucht durch Messung der benötigten Übertragungsdauer des Ultraschallsignals zwischen (1) und (2) ermittelt werden kann, die Dichte der Frucht anschließend durch die Newton-Laplace-Gleichung berechnet wird, die dem Kompressionsmodul des jeweiligen Mediums dividiert durch das Quadrat der Schallgeschwindigkeit entspricht, und abschließend der so ermittelte Dichtewert der Frucht drahtlos an ein Rechenzentrum geschickt wird.