

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50592/2017
(22) Anmeldetag: 14.07.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2019

(51) Int. Cl.: **G01N 22/00** (2006.01)
G07B 15/06 (2011.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CN 105006027 A
DE 102012220609 A1

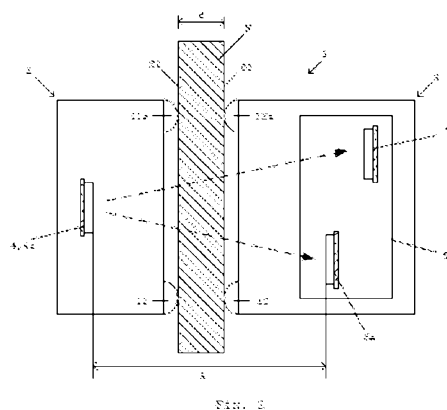
(71) Patentanmelder:
EFKON GmbH
8074 Raaba (AT)

(72) Erfinder:
FINK Helmut Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)
HOFER Lukas Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Sonn & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Bestimmen der Dämpfung von Mikrowellenstrahlung sowie Vorrichtung mit einem Mikrowellensender und einem –empfänger**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Dämpfung von Mikrowellenstrahlung (M) durch eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe (W) sowie eine Vorrichtung (1) mit einem Mikrowellensender (2) und einem Mikrowellenempfänger (3), wobei der Mikrowellensender (2) eine Sendeantenne (4, 4a) und der Mikrowellenempfänger (3) einen Mikrowellen-Detektor (5) aufweist, wobei der Mikrowellen-Detektor (5) zwei Empfangsantennen (6a, 6b) aufweist, deren Abstand vom Mikrowellensender (2), in einem Betriebszustand des Mikrowellensenders (2) und des Mikrowellenempfängers (3), sich um ein Viertel der Wellenlänge der von der Sendeantenne (4, 4a) abgestrahlten Mikrowellenstrahlung (M) unterscheidet.



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Dämpfung von Mikrowellenstrahlung (M) durch eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe (W) sowie eine Vorrichtung (1) mit einem Mikrowellensender (2) und einem Mikrowellenempfänger (3), wobei der Mikrowellensender (2) eine Sendeantenne (4, 4a) und der Mikrowellenempfänger (3) einen Mikrowellen-Detektor (5) aufweist, wobei der Mikrowellen-Detektor (5) zwei Empfangsantennen (6a, 6b) aufweist, deren Abstand vom Mikrowellensender (2), in einem Betriebszustand des Mikrowellensenders (2) und des Mikrowellenempfängers (3), sich um ein Viertel der Wellenlänge der von der Sendeantenne (4, 4a) abgestrahlten Mikrowellenstrahlung (M) unterscheidet.

(Fig. 2)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Dämpfung von Mikrowellenstrahlung durch eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe.

Die Erfindung betrifft weiters eine Vorrichtung mit einem Mikrowellensender und einem Mikrowellenempfänger, wobei der Mikrowellensender eine Sendeantenne und der Mikrowellenempfänger einen Mikrowellen-Detektor aufweist.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren und Vorrichtungen zur Ermittlung der Dämpfung, welche elektromagnetische Strahlung beim Durchtritt durch Objekte, insbesondere aus Glas, erfährt, bekannt.

Die DE 10 2010 000 034 A1 betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Füllstands einer Flüssigkeit in einem Behälter, bspw. einer Glasflasche, mit einem Mikrowellensender und einem Mikrowellenempfänger. Eine mit dem Mikrowellensender verbundene Richtantenne sendet Mikrowellenstrahlung auf den Behälter. Der Mikrowellenempfänger erfasst die vom Behälter reflektierte und/oder transmittierte Mikrowellenstrahlung. Eine mit dem Mikrowellenempfänger verbundene Auswerteeinheit ermittelt abhängig von der emittierten und der erfassten Mikrowellenstrahlung den Füllstand der Flüssigkeit im Behälter. Der Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger sind in einem Abstand zu dem dazwischen angeordneten Behälter angeordnet.

Nachteilig ist hierbei, dass das System bzw. das Verfahren gemäß der DE 10 2010 000 034 A1 zur Bestimmung einer Dämpfung, welche durch Windschutzscheiben von Kraftfahrzeugen verursacht wird, ungeeignet ist. Dies liegt u.a. daran, dass die Windschutzscheibe umständlich mittels mechanischer Tragvorrichtungen zwischen dem Sender und dem in einem definierten Abstand dazu angeordneten Empfänger positioniert werden müsste. Insbesondere kann auf diese Weise eine Erfassung der Dämpfung von in Kraftfahrzeugen eingebauten Windschutzscheiben nicht durchgeführt werden.

Windschutzscheiben weisen oftmals Beschichtungen zur akustischen oder thermischen Isolation des Fahrzeuginneren auf, welche eine Datenübertragung zu und von in Kraftfahrzeugen eingebauten

Mauterfassungsgeräten, sogenannten On-Board-Units, OBUs, beeinträchtigen können. Um den Einfluss von Windschutzscheiben auf die Datenübertragung zu und von den OBUs zu ermitteln, werden bekannter Weise aufwändige Messkonfigurationen unter Zuhilfenahme universeller elektronischer Messgeräte verwendet.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren wie eingangs angegeben zu schaffen, das eine möglichst präzise und einfach durchzuführende Erfassung der von einer Windschutzscheibe verursachten Dämpfung für Mikrowellenstrahlung ermöglicht, welche für eine Kommunikation mit Mauterfassungsgeräten genutzt wird. Das Verfahren soll mit möglichst geringem Kosten- und Zeitaufwand ausführbar sein, unabhängig davon, ob die Windschutzscheibe als Einzelteil vorliegt oder im Kraftfahrzeug eingebaut ist.

Es ist weiters Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung wie eingangs angegeben zu schaffen, welche eine möglichst präzise Erfassung der von einer Windschutzscheibe verursachten Dämpfung für Mikrowellenstrahlung ermöglicht, welche für eine Kommunikation mit Mauterfassungsgeräten genutzt wird. Die Vorrichtung soll kostengünstig ausgebildet und als mobiles Handgerät durch eine einzelne Bedienperson einfach zu handhaben sein. Insbesondere soll die Vorrichtung auch die Erfassung der Dämpfung von in Kraftfahrzeugen eingebauten Windschutzscheiben unabhängig von der Dicke der Windschutzscheiben ermöglichen.

Hierfür sieht die Erfindung ein Verfahren wie in Anspruch 1 und eine Vorrichtung wie in Anspruch 8 definiert vor. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass betreffend das Verfahren einerseits ein Mikrowellensender mit zumindest einer die Mikrowellenstrahlung abgebenden Sendeantenne und ein Mikrowellenempfänger mit einem Mikrowellen-Detektor einander zugewandt in direkten Kontakt gebracht werden und ein erster Wert eines vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals erfasst wird, und andererseits der Mikrowellensender auf einer Seite der Windschutzscheibe und der Mikrowellenempfänger auf der anderen Seite der Windschutzscheibe einander zugewandt angeordnet werden

und ein zweiter Wert eines vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals erfasst wird, wonach mittels einer Auswerteeinheit aus dem ersten Wert und dem zweiten Wert des Empfangssignals ein Maß für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung ermittelt wird. Das Verfahren dient der Bestimmung der Dämpfung von Mikrowellenstrahlung durch eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe. Mittels der Dämpfung kann auf den Einfluss von Windschutzscheiben auf die Datenübertragung zu und von in Kraftfahrzeugen hinter der Windschutzscheibe angeordneten OBU geschlossen werden. Dies ermöglicht, anhand der ermittelten Dämpfungswerte Windschutzscheiben, auf welche das Verfahren angewandt wurde, hinsichtlich der Eignung zur Mauterfassung mittels Mikrowellenstrahlung zu bewerten bzw. zu kategorisieren. Der Mikrowellensender weist beispielsweise zumindest eine Patch-Antenne als Sendeantenne auf, und der Mikrowellenempfänger, insbesondere der Mikrowellen-Detektor, weist beispielsweise zumindest eine Patch-Antenne als Empfangsantenne auf. Der Mikrowellen-Detektor empfängt die von der Sendeantenne abgegebene und am Mikrowellen-Detektor auftreffende Mikrowellenstrahlung.

Das Verfahren kann an einer in einem Kraftfahrzeug eingebauten oder hiervon getrennten Windschutzscheibe durchgeführt werden. Das Verfahren kann zudem an Windschutzscheiben unterschiedlicher Dicke bzw. unterschiedlichen Aufbaus durchgeführt werden. Hierfür werden einerseits, in einem Verfahrensschritt, der Mikrowellensender mit der zumindest einen die Mikrowellenstrahlung abgebenden Sendeantenne und der Mikrowellenempfänger mit dem Mikrowellen-Detektor einander zugewandt in direkten Kontakt gebracht und es wird ein erster Wert eines vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals erfasst. Darunter, dass der Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger einander zugewandt sind, wird im Rahmen der Beschreibung verstanden, dass der Mikrowellenempfänger zum Empfangen der von der Sendeantenne abgestrahlten Mikrowellenstrahlung in Bezug auf den Mikrowellensender angeordnet ist. Insbesondere weist im einander zugewandten Zustand von Mikrowellensender und Mikrowellenempfänger eine Hauptkeule der Sendeantenne zum Mikrowellen-Detektor und eine Hauptkeule der Empfangsantenne weist zur Sendeantenne. Unter einem direkten Kontakt ist zu verstehen, dass sich der Mi-

Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger ohne eine dazwischen angeordnete Windschutzscheibe berühren oder höchstens in einem geringen Abstand zueinander angeordnet werden. Der geringe Abstand wird höchstens so groß gewählt, dass eine hierdurch verursachte Dämpfung der vom Mikrowellensender abgestrahlten und am Mikrowellenempfänger empfangenen Mikrowellenstrahlung wesentlich geringer als die durch die Windschutzscheibe verursachte Dämpfung der Mikrowellenstrahlung ist. Der Mikrowellen-Detektor des Mikrowellenempfängers, welcher in direktem Kontakt mit dem Mikrowellensender angeordnet ist, empfängt die von der Sendeantenne abgegebene und am Mikrowellen-Detektor auftreffende Mikrowellenstrahlung und erzeugt hieraus ein Empfangssignal, dessen Wert als ein erster Wert bzw. als Referenzwert erfasst wird.

Andererseits werden in einem anderen Verfahrensschritt der Mikrowellensender auf einer Seite der Windschutzscheibe und der Mikrowellenempfänger auf der anderen Seite der Windschutzscheibe einander zugewandt angeordnet und es wird ein zweiter Wert eines vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals erfasst. Der Mikrowellen-Detektor des Mikrowellenempfängers, welcher nun nicht in direktem Kontakt mit dem Mikrowellensender angeordnet ist, empfängt die von der Sendeantenne abgegebene und am Mikrowellen-Detektor auftreffende Mikrowellenstrahlung durch die Windschutzscheibe hindurch und erzeugt hieraus ein Empfangssignal, dessen Wert als zweiter Wert erfasst wird. Der zweite Wert unterscheidet sich vom ersten Wert bzw. Referenzwert auf Grund der Dämpfung der zwischen dem Mikrowellensender und dem Mikrowellenempfänger angeordneten Windschutzscheibe.

Nachdem der erste Wert und der zweite Wert des Empfangssignals erfasst wurden, wird in einem weiteren Verfahrensschritt mittels einer Auswerteeinheit aus dem ersten Wert und dem zweiten Wert des Empfangssignals ein Maß für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung ermittelt. Beispielsweise sind der erste Wert und der zweite Wert des Empfangssignals Spannungswerte aus deren Differenz in dem Fachmann bekannter Weise das Maß für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung ermittelt wird. Die Auswerteeinheit kann eine elektronische Einheit zur Ausführung von Berechnungsschritten, beispielsweise einen Mikrocontroller,

aufweisen.

Das Verfahren ermöglicht somit einer einzelnen Bedienperson den Mikrowellensender und den Mikrowellenempfänger auf besonders einfache Weise lösbar aneinander und an einander gegenüberliegenden Seiten einer Windschutzscheibe anzuordnen. Hierdurch kann auf separate Trageinrichtungen, welche die Windschutzscheibe zwischen einem fest positionierten Sender und einem fest positionierten Empfänger stützen, verzichtet werden.

Im weiteren Verlauf der Beschreibung werden der Mikrowellensender auch als Sender und der Mikrowellenempfänger auch als Empfänger bezeichnet.

Unter den im Rahmen der Beschreibung verwendeten Begriffen „Betriebszustand“ oder „Betriebsstellung“ wird ein Zustand oder eine Position von Sender und Empfänger verstanden, in welchem/welcher der Sender und der Empfänger einander gegenüberliegend und einander zugewandt angeordnet sind, sodass ein vom Sender abgegebener Mikrowellenstrahl, mit oder ohne ein zwischen Sender und Empfänger angeordnetes transparentes Objekt, insbesondere einer Windschutzscheibe, mit dem Empfänger empfangen wird. Im „Betriebszustand“ bzw. in der „Betriebsstellung“ sind der Sender und der Empfänger direkt aneinander angeordnet oder unter Zwischenlage des transparenten Objekts, insbesondere der Windschutzscheibe, miteinander verbunden, sodass Sender und Empfänger an gegenüberliegenden Seiten der Windschutzscheibe angeordnet sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für die Erfassung des ersten Werts und des zweiten Werts des Empfangssignals ein Mittelwert von einem Wert eines Empfangssignals einer ersten Empfangsantenne des Mikrowellen-Detektors und von einem Wert eines Empfangssignals einer zweiten Empfangsantenne des Mikrowellen-Detektors berechnet wird, welche Empfangsantennen einen sich um ein Viertel der Wellenlänge der von der zumindest einen Sendeantenne abgestrahlten Mikrowellenstrahlung unterscheidenden Abstand vom Mikrowellensender aufweisen. Wenn der Sender und der Empfänger an gegenüberliegenden Seiten der Windschutzscheibe angeordnet sind,

können an der Windschutzscheibe Reflexionen der Mikrowellen entstehen. Die Reflexionen können sich mit den gesendeten Mikrowellen zu Stehwellen überlagern, welche an verschiedenen Positionen zu unterschiedlichen Werten der empfangenen Leistungen führen, selbst bei unveränderter Sendeleistung. Dies kann beispielsweise dazu führen, dass vermessene Windschutzscheiben unterschiedlicher Dicke nicht miteinander vergleichbar sind, da die unterschiedlichen Dicken zu unterschiedlichen Antennenabständen und somit anderen Positionen innerhalb der Stehwellen führen. Auch die Erfassung des ersten Werts des vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals würde somit verfälscht. Deshalb sind im Mikrowellen-Detektor zwei Empfangsantennen vorgesehen, welche in Richtung der Hauptkeulen um ein Viertel der Wellenlänge voneinander beabstandet sind und die vom Sender abgegebene Mikrowellenstrahlung empfangen. Messungen haben gezeigt, dass das Empfangssignal bei einem solchen Messaufbau mit zwei Empfangsantennen im $\lambda/4$ -Abstand in Richtung der Antennenhauptkeulen periodisch Minima und Maxima aufweist. Durch die Verwendung der zwei im $\lambda/4$ -Abstand versetzten Antennen und eine folgende Durchschnittsbildung, kann die Genauigkeit des Werts des Maßes der Dämpfung trotz Reflexionen deutlich gesteigert werden. Weiters unterstützt dieser Verfahrensschritt die Anordnung von Sender und Empfänger in variablem Abstand. Im Gegensatz zu bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen mit Mikrowellenstrahlung, bei denen die Sende- und Empfangsantennen einen fixen Abstand zueinander aufweisen, ist ein fixes Gerüst zur Definition des Abstandes bei eingebauten Windschutzscheiben nicht praktikabel.

Somit kann gemäß der bevorzugten Ausführungsform sowohl für die Erfassung des ersten Werts des Empfangssignals (ohne Windschutzscheibe) als auch für die Erfassung des zweiten Werts des Empfangssignals (mit Windschutzscheibe) ein Mittelwert der Werte der beiden Empfangssignale gebildet werden, die den beiden Empfangsantennen zugeordnet sind. Demnach wird einerseits die von der Sendeantenne abgegebene Mikrowellenstrahlung mit der ersten Empfangsantenne empfangen und es wird der Wert des Empfangssignals der ersten Empfangsantenne zugeordnet. Andererseits wird die von der Sendeantenne abgegebene Mikrowellenstrahlung mit der zweiten Empfangsantenne empfangen und es wird der Wert des Empfangssignals der zweiten Empfangsantenne zugeordnet. Aus den der

ersten und der zweiten Empfangsantenne zugeordneten Werten der Empfangssignale wird der Mittelwert bestimmt.

Um ein noch genaueres Maß für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung zu erhalten, kann vorgesehen sein, dass für die Erfassung des ersten Werts und des zweiten Werts des Empfangssignals zunächst eine erste Sendeantenne des Mikrowellensenders sendet und von jeder der ersten und zweiten Empfangsantenne ein Wert eines Empfangssignals erhalten wird, danach eine zweite Sendeantenne des Mikrowellensenders sendet und von jeder der ersten und zweiten Empfangsantenne ein Wert eines Empfangssignals erhalten wird, wobei die Sendeantennen einen sich um ein Viertel der Wellenlänge der von den Sendeantennen abgestrahlten Mikrowellenstrahlung unterscheidenden Abstand vom Mikrowellenempfänger aufweisen, und aus den vier erhaltenen Werten der Empfangssignale ein Mittelwert berechnet wird. Hierbei sendet zunächst eine erste Sendeantenne und die Mikrowellenstrahlung wird an der ersten und zweiten Empfangsantenne empfangen. Die Werte der beiden Empfangssignale werden erfasst und gespeichert. Danach sendet die zweite Sendeantenne und die Mikrowellenstrahlung wird an der ersten und zweiten Empfangsantenne empfangen. Auch die Werte dieser beiden Empfangssignale werden erfasst und gespeichert. Schließlich wird aus den insgesamt vier Werten der Empfangssignale ein Mittelwert berechnet.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger jeweils vor der Erfassung des ersten Werts und des zweiten Werts des Empfangssignals zueinander ausgerichtet werden. Beim Ausrichten des Senders und des Empfängers zueinander werden die Positionen des Senders und des Empfängers zueinander festgelegt, wobei deren Sende- und Empfangsantennen einander zugewandt sind. Um einen möglichst hohen Anteil der vom Sender abgestrahlten Mikrowellenstrahlung am Empfänger empfangen zu können, werden der Sender und der Empfänger vorzugsweise entlang einer gemeinsamen Mittellinie der Sendeantenne und des Mikrowellen-Detektors angeordnet. In einer weniger bevorzugten Variante können der Sender und der Mikrowellen-Detektor zueinander seitlich versetzt angeordnet sein. Um aussagekräftige Ergebnisse für das Maß der von der Windschutzscheibe bewirkten Dämpfung zu erhalten, werden der Sender und der Empfänger in den

beiden ersten Verfahrensschritten zur Bestimmung des ersten und zweiten Werts des Empfangssignals mit dem gleichen seitlichen Versatz aneinander bzw. an der Windschutzscheibe angeordnet. Im günstigen Fall ist der seitliche Versatz gleich null. Die Ausrichtung kann mittels einer Zentriervorrichtung erfolgen.

Wenn der Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger mittels einer Halteeinrichtung aneinander bzw. an der Windschutzscheibe lösbar befestigt werden, kann die Ermittlung des Maßes für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung zuverlässig und komfortabel, ohne die Gefahr einer unbeabsichtigten Verschiebung des Empfängers gegenüber dem Sender durchgeführt werden. Die Halteeinrichtung kann bevorzugt durch einen einzelnen Benutzer bedient werden und beispielsweise magnetische Körper oder Saugnäpfe aufweisen. Beispielsweise kann für eine lösbare Befestigung eine Magnetverbindung zwischen dem Sender und dem Empfänger hergestellt werden oder der Sender und der Empfänger werden mittels Saugnäpfen aneinander bzw. an der Windschutzscheibe befestigt.

Um das Maß für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung für den Fall einer Datenübertragung zu und von einem Mauterfassungsgerät mit Mikrowellenstrahlung möglichst genau bestimmen zu können, ist es günstig, wenn die zumindest eine Sendeantenne mit einer Frequenz von 5,8 GHz sendet. Auf diese Weise wird die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung in dem für die Datenübertragung vorgesehenen Frequenzbereich erfasst. Die von der Sendeantenne abgegebene Mikrowellenstrahlung kann zusätzliche Frequenzen aufweisen. Insbesondere kann die Mikrowellenstrahlung mit einer Bandbreite von der Sendeantenne abgegeben werden, die der Bandbreite der Datenübertragung zu und von einem Mauterfassungsgerät auf Mikrowellenbasis entspricht.

Wenn die zumindest eine Sendeantenne mit einem Wechselspannungssignal, insbesondere einem Sinussignal, einem Rechtecksignal oder einem mit einem Sinussignal amplitudenmodulierten Trägersignal, gespeist wird, kann der Empfänger besonders einfach ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Empfänger, welcher die Intensität des hochfrequenten Wechselspannungssignals auswertet, ausgebildet sein, ein von den Empfangsantennen erhaltenes unmo-

duliertes Sinussignal proportional zu dessen Leistung in eine Gleichspannung umzuwandeln. Falls dies zweckmäßig erscheint, kann die Gleichspannung in ein Wechselspannungssignal umgewandelt werden. Somit kann die Ermittlung der Dämpfung in einer vom Empfänger getrennten Auswerteeinheit erfolgen, welche einen Gleichspannungs- oder einen Wechselspannungseingang zur Aufnahme des vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals aufweist. Beispielsweise kann die Ermittlung der Dämpfung mittels einer Softwareanwendung in einem Smartphone erfolgen, dessen Wechselspannungseingang ein Mikrofoneingang ist. Andere Signalformen als ein unmoduliertes Sinussignal können zweckmäßig sein, erhöhen aber den Schaltungsaufwand. Wird von der Sendeantenne beispielsweise ein mit einem niederfrequenten Sinussignal amplitudenmoduliertes Trägersignal gesendet, kann nach Detektion/Demodulation im Empfänger das Modulationssignal herausgefiltert werden. Dadurch lassen sich teilweise Störsignale von anderen Quellen in benachbarten Frequenzbereichen des Trägersignals (hier 5,8GHz) herausfiltern, da sich die Differenzberechnung zwischen Referenzmessung und Scheibenmessung auf das isolierte niederfrequente Signal stützt.

Gemäß der Erfindung ist weiters vorgesehen, dass betreffend die Vorrichtung der Mikrowellen-Detektor zwei Empfangsantennen aufweist, deren Abstand vom Mikrowellensender, in einem Betriebszustand des Mikrowellensenders und des Mikrowellenempfängers, sich um ein Viertel der Wellenlänge der von der Sendeantenne abgestrahlten Mikrowellenstrahlung unterscheidet. Die Vorrichtung weist somit einen Mikrowellensender, im Folgenden auch nur Sender genannt, mit einer Sendeantenne, zur Abgabe einer Mikrowellenstrahlung auf. Die Vorrichtung weist zudem einen Mikrowellenempfänger, im Folgenden auch nur Empfänger genannt, mit einem Mikrowellen-Detektor, zum Empfangen und Bearbeiten der Mikrowellenstrahlung auf. Der Empfänger bzw. der Mikrowellen-Detektor ist daher zum Empfangen und Bearbeiten der vom Sender abgegebenen und gegebenenfalls durch ein Objekt zwischen Sender und Empfänger gedämpften Mikrowellenstrahlung ausgebildet. Wie bereits im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben wurde, können an der Windschutzscheibe Reflexionen der Mikrowellen entstehen, wenn der Sender und der Empfänger an gegenüberliegenden Seiten der Windschutzscheibe angeordnet sind. Die Reflexionen

können dazu führen, dass vermessene Windschutzscheiben unterschiedlicher Dicke nicht miteinander vergleichbar sind. Für weitere Details zu den Reflexionen und den sich daraus ergebenden Nachteilen wird auf die vorstehende Beschreibung des Verfahrens verwiesen. Zur Vermeidung dieser Nachteile weist der Mikrowellen-Detektor zwei Empfangsantennen auf. In einem Betriebszustand des Senders und des Empfängers unterscheidet sich der Abstand der Empfangsantennen vom Sender um ein Viertel der Wellenlänge der von der Sendeantenne abgestrahlten Mikrowellenstrahlung. Im Betriebszustand sind der Sender und der Empfänger direkt aneinander oder an gegenüberliegenden Positionen auf der Windschutzscheibe angeordnet. Mit anderen Worten sind die Empfangsantennen in einem Abstand von einem Viertel der Wellenlänge der von der Sendeantenne abgestrahlten Mikrowellenstrahlung, in Richtung der Hauptkeulen der Empfangsantennen betrachtet, voneinander beabstandet. Zum Bestimmen der Dämpfung von Mikrowellenstrahlung durch eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe hindurch, werden einerseits der Sender und der Empfänger in einem Betriebszustand einander zugewandt in direkten Kontakt gebracht und es wird ein erster Wert eines vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals erfasst. Der erste Wert ist ein Mittelwert der beiden Empfangssignale, die vom Mikrowellen-Detektor aus dem Antennensignal einer der Empfangsantennen und aus dem Antennensignal der anderen Empfangsantenne gebildet werden. Andererseits werden gemäß einem anderen Betriebszustand der Sender auf einer Seite der Windschutzscheibe und der Empfänger auf der anderen Seite der Windschutzscheibe einander zugewandt angeordnet und es wird ein zweiter Wert eines vom Mikrowellen-Detektor erzeugten Empfangssignals erfasst. Auch der zweite Wert ist ein Mittelwert der beiden Empfangssignale, die vom Mikrowellen-Detektor aus dem Antennensignal einer der Empfangsantennen und aus dem Antennensignal der anderen Empfangsantenne gebildet werden. Aus dem ersten Wert und dem zweiten Wert des Empfangssignals wird ein Maß für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung ermittelt. Der Mikrowellen-Detektor kann zur Bildung des Mittelwerts der beiden Empfangssignale der Empfangsantennen ausgebildet sein. Alternativ kann der Mikrowellen-Detektor zum Weiterleiten der beiden Empfangssignale der Empfangsantennen an eine Recheneinheit, welche den Mittelwert berechnet, ausgebildet sein. In beiden Fällen wird das Empfangssignal, von welchem der erste und

zweite Wert erfasst werden, als vom Mikrowellen-Detektor erzeugt betrachtet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sendeantenne eine Patch-Antenne ist und/oder die Empfangsantennen Patch-Antennen sind. Durch die Ausbildung der Sendeantenne bzw. der Empfangsantennen als Patch-Antennen, welche einen geringen Platzbedarf aufweisen, können der Sender und der Empfänger mit geringen Abmessungen hergestellt werden. Zudem soll sichergestellt werden, dass die der jeweiligen Antenne zugeordnete elektromagnetische Welle ein ausreichendes Fernfeldverhalten erreicht, um unerwünschte Nahfeldeffekte zwischen den Antennen und der Windschutzscheibe, welche die Ermittlung der Dämpfung beeinflussen und einen Vergleich verschiedener Scheibentypen erschweren, zu vermeiden. Dies wird durch die Verwendung einer Patch-Antennenbauform erreicht, welche bereits nach kurzer Distanz annähernd Fernfeldverhalten zeigt. Patch-Antennen sind eine einfache Form eines elektromagnetischen Strahlers, bei welcher eine Kupferfläche (Patch), durch ein Substrat getrennt, über einer Massefläche angeregt wird. Patch-Antennen zeichnen sich durch eine einfache Bauweise, relativ kleine Abmessungen und mechanische Robustheit aus. Vorteilhaft ist zudem die breite Strahlungscharakteristik der Patch-Antennen. Patch-Antennen bilden schneller als gerichtete Antennen homogene Wellen aus. Dies ermöglicht im Vergleich zu gerichteten Antennen einen kürzeren Abstand zwischen Sender und Empfänger und die breite Strahlungscharakteristik erlaubt Ungenauigkeiten, insbesondere einen begrenzten seitlichen Versatz, bei der Positionierung bzw. Ausrichtung des Senders gegenüber dem Empfänger.

Um ein noch genaueres Maß für die von der Windschutzscheibe bewirkte Dämpfung zu erhalten, kann vorgesehen sein, dass der Mikrowellensender eine zusätzliche, vorzugsweise als Patch-Antenne ausgebildete Sendeantenne aufweist und sich der Abstand der beiden Sendeantennen vom Mikrowellen-Detektor, in einem Betriebszustand des Mikrowellensenders und des Mikrowellenempfängers, um ein Viertel der Wellenlänge der von der/den Sendeantenne(n) abgestrahlten Mikrowellenstrahlung unterscheidet. Mit anderen Worten sind die Sendeantennen in einem Abstand von einem Viertel der Wellenlänge der von den Sendeantennen abgestrahlten Mikro-

wellenstrahlung, in Richtung der Hauptkeulen der Sendeantennen betrachtet, voneinander beabstandet. Zweckmäßiger Weise ist der Sender ausgebildet, zunächst eine der beiden Sendeantennen und dann die andere der beiden Sendeantennen zur Abstrahlung von Mikrowellenstrahlung anzusteuern. Der Empfänger ist zweckmäßiger Weise ausgebildet, mit beiden Empfangsantennen zunächst die Mikrowellenstrahlung der einen der beiden Sendeantennen und dann die Mikrowellenstrahlung der anderen der beiden Sendeantennen zu erfassen. Der Empfänger kann zudem ausgebildet sein, aus den hierdurch erfassten vier Werten der Empfangssignale einen Mittelwert zu berechnen.

Um die Handhabung der Vorrichtung für eine Bedienperson besonders einfach zu gestalten, ist es günstig, wenn der Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger eine Zentriervorrichtung zur Ausrichtung der Sendeantenne/Sendeantennen zum Mikrowellendetektor aufweisen. Die Zentriervorrichtung kann Markierungen an Sender und Empfänger aufweisen, welche von einem Benutzer manuell zueinander ausgerichtet werden können, um den Sender und den Empfänger in deren Betriebsstellungen zueinander auszurichten. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn die Zentriervorrichtung zur selbsttätigen Ausrichtung des Empfängers gegenüber dem Sender ausgebildet ist.

Die Handhabung der Vorrichtung durch eine Bedienperson kann auch dadurch vereinfacht werden, dass der Mikrowellensender und/oder der Mikrowellenempfänger eine lösbare Halteeinrichtung zur Befestigung aneinander und an einer zwischen dem Mikrowellensender und dem Mikrowellenempfänger aufgenommenen Windschutzscheibe aufweisen. Die Halteeinrichtung kann entweder nur am Sender oder am Empfänger oder sowohl am Sender als auch am Empfänger vorgesehen sein. Beispielsweise kann die Halteeinrichtung jeweils einen Saugnapf am Sender und am Empfänger aufweisen.

Für eine besonders einfache konstruktive Gestaltung der Zentriervorrichtung und/oder der Halteeinrichtung kann vorgesehen sein, dass einander anziehende Magnete am Mikrowellensender und am Mikrowellenempfänger oder zumindest ein Magnet am Mikrowellensender oder Mikrowellenempfänger und ein davon magnetisch anziehbarer Körper am jeweils anderen, am Mikrowellenempfänger

oder Mikrowellensender, vorgesehen sind. Im Falle von Magneten am Sender und am Empfänger sind die einander gegenüberliegenden Magnete am Sender und Empfänger mit entgegengesetzter Polarität einander zugewandt. Die Magnete ermöglichen eine rasche und zuverlässige, lösbare Zentrierung und Befestigung des Senders und des Empfängers in ihrer Betriebsstellung.

Wenn der Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger jeweils zumindest zwei Magnete aufweisen, von welchen zumindest ein Magnet zum zumindest einen anderen Magneten mit entgegengesetzt orientierter Polarität angeordnet ist, können der Sender und der Empfänger nur in einer durch die Polaritäten vorgegebenen Position und Winkellage miteinander verbunden werden. Mit anderen Worten können der Sender und der Empfänger jeweils zumindest zwei Magnete mit entgegengesetzt orientierter Polarität aufweisen. Sollte daher die Konstruktion des Senders und des Empfängers eine definierte Orientierung bzw. Winkellage zueinander erfordern, muss die Bedienperson bei der Herstellung der Verbindung zwischen Sender und Empfänger nicht darauf achten, den Empfänger gegenüber dem Sender nicht zu verdrehen.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Sendeantenne(n) mit einer Signalquelle verbunden ist/sind, welche zum Erzeugen eines Wechselspannungssignals, insbesondere eines Sinussignals, eines Rechtecksignals oder eines mit einem Sinussignal amplitudenmodulierten Trägersignals, ausgebildet ist. Die Signalquelle, welche vorzugsweise ein kostengünstiger, einfach ausgebildeter Signalgenerator, beispielsweise ein Oszillatorbauelement ist, weist günstiger Weise möglichst kleine Abmessungen auf und ist bevorzugt Teil des Senders. Zudem kann der zugehörige Empfänger auf einfache Weise ausgebildet sein. Hinsichtlich weiterer Vorteile, die sich aus der Signalquelle ergeben, wird auf die Beschreibung des Verfahrens verwiesen.

Damit das vom Mikrowellen-Detektor erzeugte Empfangssignal in einer zum Empfänger separaten Einrichtung weiter verarbeitet werden kann, ist es zweckmäßig, wenn der Mikrowellenempfänger eine Schnittstelle zur Ausgabe von Ausgangsspannungen aufweist, welche mit den Signalstärken der an den Empfangsantennen empfangenen Mikrowellenstrahlung korrespondieren. Die Schnittstelle

kann für eine drahtgebundene oder eine drahtlose Übertragung der Ausgangsspannung ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Schnittstelle für eine Übertragung einer digitalisierten Ausgangsspannung mittels eines Infrarotstrahls oder mittels Funkwellen ausgebildet sein.

Für die Ermittlung des Maßes der von der Windschutzscheibe bewirkten Dämpfung kann dem Mikrowellenempfänger eine Auswerteeinheit zugeordnet sein. Die Auswerteeinheit weist eine elektronische Recheneinheit, insbesondere einen Mikrocontroller, auf, welcher zur Ermittlung der Dämpfung aus dem ersten Wert und dem zweiten Wert des Empfangssignals ausgebildet ist. Die Auswerteeinheit kann vollständig im Empfänger vorgesehen sein und mit Eingabemitteln und/oder Ausgabemitteln, beispielsweise einem Touchscreen, am Empfänger verbunden sein. Die Auswerteeinheit kann alternativ extern vom Empfänger angeordnet und zur Verarbeitung des analogen Empfangssignals oder eines digitalen Empfangssignals, welches durch eine analog-digital-Umwandlung des analogen Empfangssignals erhalten wird, ausgebildet sein. Dabei kann der Analog-Digital-Wandler im Empfänger oder extern zum Empfänger angeordnet sein. Insbesondere kann die Auswerteeinheit in einem Smartphone vorgesehen sein, wofür das Smartphone ein geeignetes Softwareprogramm aufweist und der Ausgang bzw. eine Schnittstelle des Empfängers mit einem Mikrofoneingang des Smartphones verbunden wird. Die Auswerteeinheit kann auch zur Berechnung des Mittelwerts der Empfangssignale der beiden Empfangsantennen, d.h. zur Berechnung der zuvor genannten ersten und zweiten Werte ausgebildet sein.

Um die Dämpfung der Mikrowellenstrahlung, welche für die Kommunikation mit einem Mauterfassungsgerät genutzt wird, durch die Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeugs hindurch zuverlässig bestimmen zu können, ist es zweckmäßig, dass die mit der/den Sendeantenne/Sendeantennen abgestrahlte Mikrowellenstrahlung eine Frequenz von 5,8 GHz aufweist. Die Frequenz von 5,8 GHz ist durch die europäische Norm EN 12253 für DSRC (Dedicated Short Range Communication) für Mikrowellen spezifiziert und wird für Datenübertragungen zu und von Mauterfassungsgeräten genutzt. Wie in Zusammenhang mit dem Verfahren bereits beschrieben, kann die Mikrowellenstrahlung auch zusätzliche Frequenzen aufweisen.

Für eine einfache Handhabung des Senders durch eine Bedienperson kann/können die Sendeantenne/Sendeantennen in einem Gehäuse des Senders angeordnet sein. Zudem können die Empfangsantennen in einem Gehäuse des Empfängers angeordnet sein. Das Gehäuse des Senders und/oder des Empfängers kann aus flexiblem oder starrem Material gebildet sein.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von bevorzugten, nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen noch weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung gemäß der Erfindung mit einem Mikrowellensender und einem damit in direktem Kontakt stehenden Mikrowellenempfänger;

Fig. 2 die Vorrichtung aus Fig. 1 wobei der Mikrowellensender an einer Seite einer Windschutzscheibe und der Mikrowellenempfänger an der anderen Seite der Windschutzscheibe angeordnet ist;

Fig. 3 eine Patch-Antenne;

Fig. 4 ein vereinfachtes Blockschaltbild des Mikrowellensenders und des Mikrowellenempfängers aus Fig. 1; und

Fig. 5a beispielhafte Signalpegel der Empfangsantennen, für verschiedene Abstände zwischen der Sendeantenne und den Empfangsantennen, wenn der Mikrowellensender an einer Seite einer Windschutzscheibe und der Mikrowellenempfänger an der anderen Seite der Windschutzscheibe angeordnet ist;

Fig. 5b beispielhafte Signalpegel der Empfangsantennen, für verschiedene Abstände zwischen der Sendeantenne und den Empfangsantennen, ohne eine Windschutzscheibe, d.h. wenn der Mikrowellensender in direktem Kontakt mit dem Mikrowellenempfänger angeordnet ist;

Fig. 5c Pegelverläufe die aus einer Mittelwertbildung der Signalpegel aus Fig. 5a und Fig. 5b hervorgehen;

Fig. 5d die Differenz zwischen den Pegelverläufen aus Fig. 5c; und

Fig. 6a eine Anordnung von zwei Sendeantennen eines Senders und zwei Empfangsantennen eines Empfängers der Vorrichtung in einer perspektivischen Darstellung;

Fig. 6b die Anordnung aus Fig. 6a in einer Seitenansicht auf die Antennen; und

Fig. 6c die Anordnung aus Fig. 6a in einer Ansicht senkrecht zu den Antennen.

Fig. 1 zeigt eine als Handgerät ausgebildete Vorrichtung 1 mit einem Mikrowellensender 2 und einem Mikrowellenempfänger 3 in einer ersten Betriebs- bzw. Verwendungsstellung. Der Sender 2 und der Empfänger 3 sind voneinander getrennt und miteinander lösbar verbindbar ausgebildet. In der in Fig. 1 gezeigten ersten Verwendungsstellung sind der Sender 2 und der Empfänger 3 direkt, d.h. ohne Zwischenlage eines Objekts, miteinander verbunden. Im Rahmen der Erfindung wird unter einer direkten Verbindung aber auch eine Verbindung mit Zwischenlage eines Objekts oder unter Ausbildung eines Luftspalts zwischen Sender 2 und Empfänger 3 verstanden, wenn das Objekt oder der Luftspalt keinen nennenswerten Einfluss auf die Bestimmung der von einer Windschutzscheibe W eines Kraftfahrzeugs (nicht dargestellt) bewirkten Dämpfung hat. Der Sender 2 weist im in Fig. 1 dargestellten Beispiel genau eine Sendeantenne 4, vorzugsweise eine Patch-Antenne 4a, auf. Der Empfänger weist einen Mikrowellendetektor 5 mit zwei Empfangsantennen 6, insbesondere mit einer ersten Empfangsantenne 6a und einer zweiten Empfangsantenne 6b auf. Vorzugsweise sind die Empfangsantennen 6a, 6b auch als Patch-Antennen ausgebildet. Im in Fig. 1 dargestellten Betriebszustand des Senders 2 und des Empfängers 3 unterscheidet sich der Abstand der Empfangsantennen 6a, 6b vom Sender 2 um ein Viertel der Wellenlänge der von der Sendeantenne 4 abgestrahlten Mikrowellenstrahlung M. Die zweite Empfangsantenne 6b ist im Vergleich zur ersten Empfangsantenne 6a in einem größeren Abstand zur Sendeantenne 4 angeordnet. Insbesondere beträgt der Abstand E zwischen der ersten und zweiten Empfangsantenne 6a,

6b, in Richtung der Hauptkeulen der Empfangsantennen 6a, 6b betrachtet, etwa 13 mm bei einer Frequenz der von der Sendeantenne 4 abgestrahlten Mikrowellenstrahlung M von 5,8 GHz. Wie in Zusammenhang mit Fig. 4 noch erläutert wird, kann der Mikrowellen-Detektor 5 zusätzliche Komponenten zur Erfassung des Maßes für die von der Windschutzscheibe W bewirkte Dämpfung aufweisen. Die Sendeantenne 4, 4a kann in einem Gehäuse 7 des Senders 2 angeordnet sein und der Mikrowellen-Detektor 5 kann in einem Gehäuse 8 des Empfängers 3 angeordnet sein.

Fig. 1 zeigt zudem eine Zentriervorrichtung 9 zur Ausrichtung der Sendeantenne 4, 4a zum Mikrowellen-Detektor 5, bzw. zu den Empfangsantennen 6a, 6b. Weiters zeigt Fig. 1 eine lösbare Halteeinrichtung 10 mit welcher der Sender 2 und der Empfänger 3 aneinander bzw. an einer dazwischen aufgenommenen Windschutzscheibe W befestigt werden können. Im in Fig. 1 dargestellten Beispiel ist die Zentriervorrichtung 9 zugleich die lösbare Halteeinrichtung 10. Die Zentriervorrichtung 9 bzw. die lösbare Halteeinrichtung 10 weisen beispielsweise einander anziehender Magnete 11, 11a, 12, 12a am Sender 2 und am Empfänger 3 auf oder sind mittels der Magnete 11, 11a, 12, 12a ausgebildet. Gemäß Fig. 1 können der Sender 2 und der Empfänger 3 jeweils zwei Magnete 11, 11a, 12, 12a mit entgegengesetzt orientierter Polarität aufweisen. Beispielsweise weist ein Südpol S von Magnet 11 in Richtung eines Nordpols N von Magnet 12 und ein Nordpol N von Magnet 11a weist in Richtung eines Südpols S von Magnet 12a. Auf diese Weise kann eine Befestigung des Empfängers 3 am Sender 2 verhindert werden, wenn der Empfänger 3 gegenüber dem Sender 2 um 180° gedreht wurde. Alternativ zu einander anziehenden Magneten 11, 12 am Sender 2 und am Empfänger 3 kann zumindest ein Magnet 11, 11a am Sender 2 und zumindest ein davon magnetisch anziehbarer Körper 13, 13a am Empfänger 3 oder zumindest ein Magnet 12, 12a am Empfänger 3 und zumindest ein davon magnetisch anziehbarer Körper 14, 14a am Sender 2 vorgesehen sein.

Fig. 2 zeigt die als Handgerät ausgebildete Vorrichtung 1 mit dem Sender 2 und dem Empfänger 3 in einer zweiten Betriebs- bzw. Verwendungsstellung. In der zweiten Verwendungsstellung sind der Sender 2 und der Empfänger 3 indirekt, d.h. unter Zwischenlage einer Windschutzscheibe W eines nicht dargestellten Kraftfahr-

zeugs, miteinander verbunden. Dabei liegt der Sender 2 an einer Seite S1 der Windschutzscheibe W und der Empfänger 3 an der gegenüberliegenden Seite S2 der Windschutzscheibe W an. Der Sender 2 und der Empfänger 3 werden beispielsweise durch die Magnete 11, 11a, 12, 12a an der Windschutzscheibe W gehalten und zentriert. Der Abstand zwischen Sender 2 und Empfänger 3 ist in Fig. 2 gleich der Dicke d der Windschutzscheibe W.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer Sendeantenne 4a und/oder einer Empfangsantenne 6a1, 6b1 als Patch-Antenne P. Die Patch-Antenne P, 4a, 6a1, 6b1 weist eine Kupferfläche (Patch) P1 auf, die durch ein Substrat P2 von einer Massefläche P3 getrennt ist.

Fig. 4 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild des Mikrowellensenders 2 und des Mikrowellenempfängers 3. Der Sender 2 weist die Sendeantenne 4 auf, die mit einer Signalquelle 15 verbunden ist. Die Signalquelle 15 weist im in Fig. 4 dargestellten Beispiel einen Hochfrequenz-Oszillator 16 und einen damit verbundenen Leistungsverstärker 17 auf. Die Signalquelle 15 ist zum Erzeugen eines Wechselspannungssignals, insbesondere eines Sinussignals, eines Rechtecksignals oder eines mit einem Sinussignal amplitudenmodulierten Trägersignals, ausgebildet. Der Empfänger 3 weist die zwei Empfangsantennen 6a, 6b auf, wobei die Antenne 6b im Vergleich zur Antenne 6a in einen um $\lambda/4$ größeren Abstand zum Sender 2 angeordnet ist. Dabei bezeichnet λ die Wellenlänge der von der Sendeantenne 4 abgestrahlten Mikrowellenstrahlung M. Die Empfangsantennen 6a, 6b sind mit einem Umschalter 18 verbunden, um zeitlich aufeinanderfolgend jeweils eines der Antennensignale der Empfangsantennen 6a, 6b an ein Bandpassfilter 19 zu leiten. An das Bandpassfilter 19 ist ein Leistungsdetektor 20 zur Erfassung der Werte der von den Empfangsantennen 6a, 6b erhaltenen Empfangssignale angeschlossen. Beispielsweise erzeugt der Leistungsdetektor 20 Gleichspannungssignale oder Wechselspannungssignale als Ausgangsspannungen U, welche in jedem Fall mit den Signalstärken der an den Empfangsantennen 6a, 6b empfangenen Mikrowellenstrahlung M korrespondieren. Der Leistungsdetektor 20 kann mit einer Schnittstelle 21 zur Ausgabe der Ausgangsspannungen U verbunden sein. An die Schnittstelle 21 kann eine externe, d.h. außerhalb des Empfän-

gers 3 vorgesehene Auswerteeinheit 22 angeschlossen werden. Alternativ kann die Auswerteeinheit 22 im Empfänger 3 vorgesehen sein.

Für die Auswertung der Messergebnisse können verschiedene Varianten verfolgt werden. Beispielsweise kann eine im Empfänger 3 integrierte Digitalschaltung und eine dazugehörige Benutzerschnittstelle zum Starten der Messung und Anzeige des Dämpfungswerts vorgesehen sein. Alternativ kann eine im Empfänger 3 integrierte Digitalschaltung zur Digitalwandlung der Gleichspannung aus dem Leistungsdetektor 20 und eine anschließende Übertragung der digitalen Daten an ein externes Gerät (z.B. Smartphone) vorgesehen sein. Die weitere Signalverarbeitung und Auswertung/Darstellung der Ergebnisse kann im externen Gerät erfolgen. Durch die in der Vorrichtung 1 integrierte Digitalschaltung und evtl. optionaler Komponenten kann die Ausgangsspannung U entweder über Kabel (USB) oder drahtlos (z.B. Bluetooth) übertragen werden. Gemäß einer weiteren Alternative kann eine rudimentäre analoge Signalverarbeitung im Empfänger 3 und eine Übertragung der Daten über einen Mikrofoneingang eines externen Geräts (Smartphone) erfolgen. Über den Mikrofoneingang des externen Geräts (Smartphone) kann das Ausgangssignal U des Leistungsdetektors 20 nach Konvertierung in ein frequenzkodiertes Signal oder amplitudenkodierte AC-Signal eingelesen werden.

Fig. 5a zeigt beispielhafte Signalpegel der beiden Empfangsantennen 6a, 6b, für verschiedene Abstände A (siehe Fig. 2) zwischen der Sendeantenne 4, 4a und den Empfangsantennen 6a, 6b, wenn der Sender 2 an einer Seite $S1$ einer Windschutzscheibe W und der Empfänger 3 an der anderen Seite $S2$ der Windschutzscheibe W angeordnet ist. Dabei bezeichnet die Kurve $K1$ den Signalpegel der Empfangsantenne 6a und die Kurve $K2$ den Signalpegel der Empfangsantenne 6b. Aus den Kurven $K1$ und $K2$ ist deutlich der schwankende Signalpegel aufgrund der Reflexionen der Mikrowellenstrahlung M an der Windschutzscheibe W ersichtlich.

Fig. 5b zeigt beispielhafte Signalpegel der Empfangsantennen 6a, 6b, für verschiedene Abstände A zwischen der Sendeantenne 4, 4a und den Empfangsantennen 6a, 6b, ohne eine Windschutzscheibe W , d.h. wenn der Sender 2 so wie in Fig. 1 in direktem Kontakt mit

dem Empfänger 3 angeordnet ist. Dabei bezeichnet die Kurve K1 wieder den Signalpegel der Empfangsantenne 6a und die Kurve K2 den Signalpegel der Empfangsantenne 6b.

Fig. 5c zeigt einen Pegelverlauf G1, der aus einer Mittelwertbildung der Signalpegel der beiden Empfangsantennen 6a, 6b für den Fall ohne Windschutzscheibe W hervorgeht. Zudem zeigt Fig. 5c einen Pegelverlauf G2, der aus einer Mittelwertbildung der Signalpegel der beiden Empfangsantennen 6a, 6b für den Fall mit Windschutzscheibe W (siehe Fig. 2) hervorgeht.

Fig. 5d zeigt die Differenz D zwischen den Pegelverläufen G1 und G2 aus Fig. 5c. Die Differenz D ist somit ein Maß für die von der Windschutzscheibe W bewirkte Dämpfung.

Fig. 6a zeigt eine Anordnung von zwei Sendeantennen 4a1, 4a2, eines Senders 2 und von zwei Empfangsantennen 6a, 6b eines Empfängers 3 der Vorrichtung 1 in einer perspektivischen Darstellung. Wie bereits beschrieben wurde, senden die beiden Sendeantennen 4a1, 4a2 zeitlich aufeinanderfolgend. Sowohl die Mikrowellenstrahlung M der Antenne 4a1 als auch die Mikrowellenstrahlung M der Antenne 4a2 wird von beiden Empfangsantennen 6a, 6b empfangen.

Fig. 6b zeigt die Anordnung der zwei Sendeantennen 4a1, 4a2 und der zwei Empfangsantennen 6a, 6b in einer Seitenansicht auf die Antennen 4a1, 4a2, 6a, 6b. Sowohl die Sendeantennen 4a1, 4a2 als auch die Empfangsantennen 6a, 6b sind, in senkrechter Richtung auf die Antennenflächen der Antennen 4a1, 4a2, 6a, 6b betrachtet, in einem Abstand E von einem Viertel der Wellenlänge der von den Sendeantennen 4a1, 4a2 abgestrahlten Mikrowellenstrahlung M zueinander angeordnet.

Fig. 6c zeigt die Anordnung der zwei Sendeantennen 4a1, 4a2 und der zwei Empfangsantennen 6a, 6b in einer Ansicht senkrecht zu den Antennenflächen der Antennen 4a1, 4a2, 6a, 6b.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Dämpfung von Mikrowellenstrahlung (M) durch eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe (W), dadurch gekennzeichnet, dass einerseits ein Mikrowellensender (2) mit zumindest einer die Mikrowellenstrahlung (M) abgebenden Sendeantenne (4, 4a) und ein Mikrowellenempfänger (3) mit einem Mikrowellen-Detektor (5) einander zugewandt in direkten Kontakt gebracht werden und ein erster Wert eines vom Mikrowellen-Detektor (5) erzeugten Empfangssignals erfasst wird, und andererseits der Mikrowellensender (2) auf einer Seite (S1) der Windschutzscheibe (W) und der Mikrowellenempfänger (3) auf der anderen Seite (S2) der Windschutzscheibe (w) einander zugewandt angeordnet werden und ein zweiter Wert eines vom Mikrowellen-Detektor (5) erzeugten Empfangssignals erfasst wird, wonach mittels einer Auswerteeinheit (22) aus dem ersten Wert und dem zweiten Wert des Empfangssignals ein Maß für die von der Windschutzscheibe (w) bewirkte Dämpfung ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Erfassung des ersten Werts und des zweiten Werts des Empfangssignals ein Mittelwert von einem Wert eines Empfangssignals einer ersten Empfangsantenne (6a) des Mikrowellen-Detektors (5) und von einem Wert eines Empfangssignals einer zweiten Empfangsantenne (6b) des Mikrowellen-Detektors (5) berechnet wird, welche Empfangsantennen (6a, 6b) einen sich um ein Viertel der Wellenlänge der von der zumindest einen Sendeantenne (4, 4a) abgestrahlten Mikrowellenstrahlung (M) unterscheidenden Abstand vom Mikrowellensender (2) aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für die Erfassung des ersten Werts und des zweiten Werts des Empfangssignals zunächst eine erste Sendeantenne (4a1) des Mikrowellensenders (2) sendet und von jeder der ersten und zweiten Empfangsantenne (6a, 6b) ein Wert eines Empfangssignals erhalten wird, danach eine zweite Sendeantenne (4a2) des Mikrowellensenders (2) sendet und von jeder der ersten und zweiten Empfangsantenne (6a, 6b) ein Wert eines Empfangssignals erhalten wird, wobei die Sendeantennen (4a1, 4a2) einen sich um ein Viertel der Wellenlänge der von den Sendeantennen (4a1, 4a2) abgestrahlten

Mikrowellenstrahlung unterscheidenden Abstand vom Mikrowellenempfänger (3) aufweisen, und aus den vier erhaltenen Werten der Empfangssignale ein Mittelwert berechnet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellensender (2) und der Mikrowellenempfänger (3) jeweils vor der Erfassung des ersten Werts und des zweiten Werts des Empfangssignals zueinander ausgerichtet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellensender (2) und der Mikrowellenempfänger (3) mittels einer Halteeinrichtung (10) aneinander bzw. an der Windschutzscheibe (W) lösbar befestigt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Sendeantenne (4, 4a, 4a1, 4a2) mit einer Frequenz von 5,8 GHz sendet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Sendeantenne (4, 4a, 4a1, 4a2) mit einem Wechselspannungssignal, insbesondere einem Sinussignal, einem Rechtecksignal oder einem mit einem Sinussignal amplitudenmodulierten Trägersignal, gespeist wird.

8. Vorrichtung (1) mit einem Mikrowellensender (2) und einem Mikrowellenempfänger (3), wobei der Mikrowellensender (2) eine Sendeantenne (4, 4a) und der Mikrowellenempfänger (3) einen Mikrowellen-Detektor (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellen-Detektor (5) zwei Empfangsantennen (6a, 6b) aufweist, deren Abstand vom Mikrowellensender (2), in einem Betriebszustand des Mikrowellensenders (2) und des Mikrowellenempfängers (3), sich um ein Viertel der Wellenlänge der von der Sendeantenne (4, 4a) abgestrahlten Mikrowellenstrahlung (M) unterscheidet.

9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeantenne (4, 4a) eine Patch-Antenne (P) ist und/oder die Empfangsantennen (6a, 6a1, 6b, 6b1) Patch-Antennen (P) sind.

10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellensender (2) eine zusätzliche, vorzugsweise als Patch-Antenne (P) ausgebildete Sendeantenne (4a1, 4a2) aufweist und sich der Abstand der beiden Sendeantennen (4a1, 4a2) vom Mikrowellen-Detektor (5), in einem Betriebszustand des Mikrowellensenders (2) und des Mikrowellenempfängers (3), um ein Viertel der Wellenlänge der von der/den Sendeantenne(n) (4, 4a, 4a1, 4a2) abgestrahlten Mikrowellenstrahlung (M) unterscheidet.

11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellensender (2) und der Mikrowellenempfänger (3) eine Zentriervorrichtung (9) zur Ausrichtung der Sendeantenne/Sendeantennen (4, 4a, 4a1, 4a2) zum Mikrowellen-Detektor (5) aufweisen.

12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellensender (2) und/oder der Mikrowellenempfänger (3) eine lösbare Halteeinrichtung (10) zur Befestigung aneinander und an einer zwischen dem Mikrowellensender (2) und dem Mikrowellenempfänger (3) aufgenommenen Windschutzscheibe (W) aufweisen.

13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass einander anziehende Magnete (11, 11a, 12, 12a) am Mikrowellensender (2) und am Mikrowellenempfänger (3) oder zumindest ein Magnet (11, 11a, 12, 12a) am Mikrowellensender (2) oder Mikrowellenempfänger (3) und ein davon magnetisch anziehbarer Körper (13, 13a, 14, 14a) am jeweils anderen, am Mikrowellenempfänger (3) oder Mikrowellensender (2), vorgesehen sind.

14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellensender (2) und der Mikrowellenempfänger (3) jeweils zumindest zwei Magnete (11, 11a, 12, 12a) aufweisen, von welchen zumindest ein Magnet (11, 12) zum zumindest einen anderen Magneten (11a, 12a) mit entgegengesetzt orientierter Polarität angeordnet ist.

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeantenne(n) (4, 4a, 4a1, 4a2) mit einer Signalquelle (15) verbunden ist/sind, welche zum Erzeugen

eines Wechselspannungssignals, insbesondere eines Sinussignals, eines Rechtecksignals oder eines mit einem Sinussignal amplitudenmodulierten Trägersignals, ausgebildet ist.

16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellenempfänger (3) eine Schnittstelle (21) zur Ausgabe von Ausgangsspannungen (U) aufweist, welche mit den Signalstärken der an den Empfangsantennen (6a, 6b) empfangenen Mikrowellenstrahlung (M) korrespondieren.

17. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass dem Mikrowellenempfänger (3) eine Auswerteeinheit (22) zugeordnet ist.

18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die mit der/den Sendeantenne/Sendeantennen (4, 4a, 4a1, 4a2) abgestrahlte Mikrowellenstrahlung (M) eine Frequenz von 5,8 GHz aufweist.

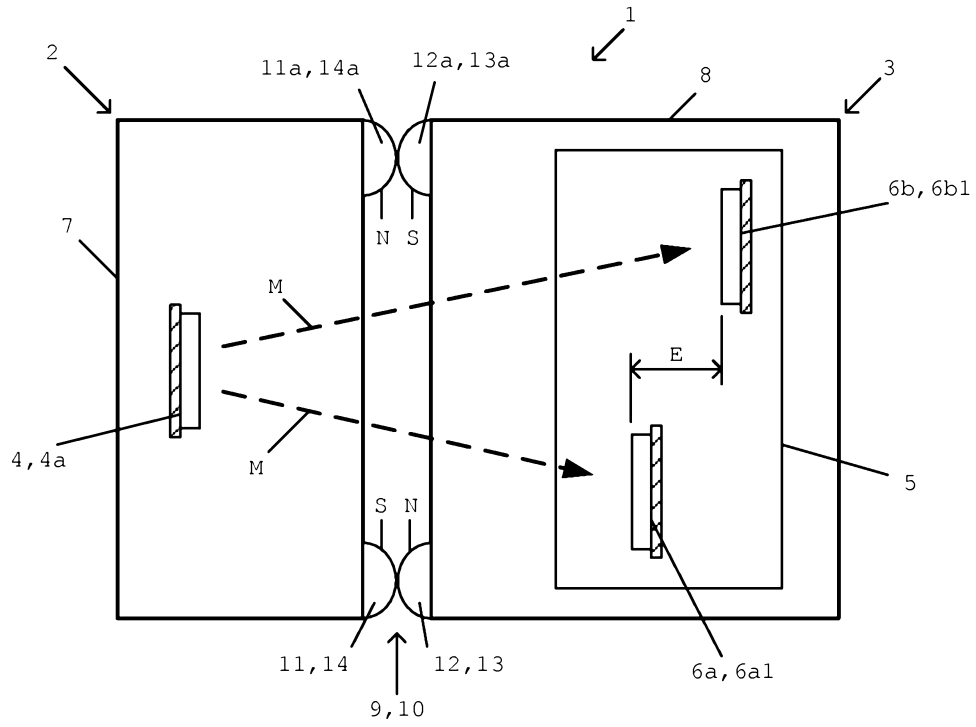


Fig. 1

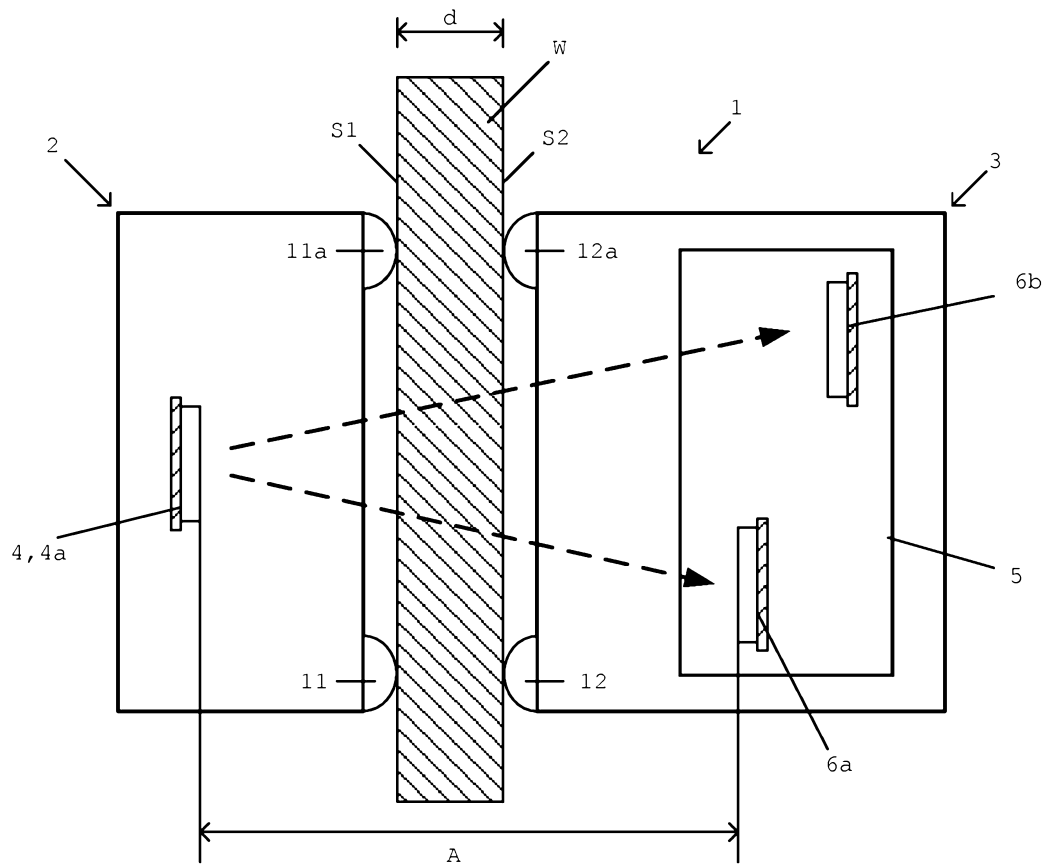


Fig. 2

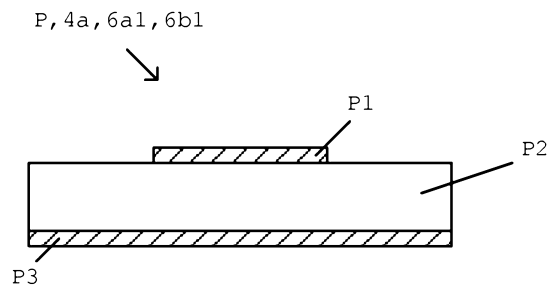


Fig. 3

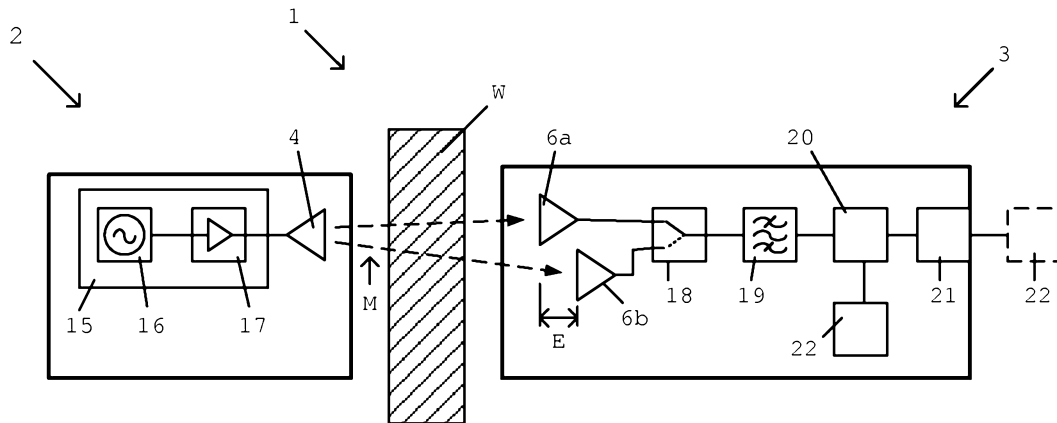


Fig. 4

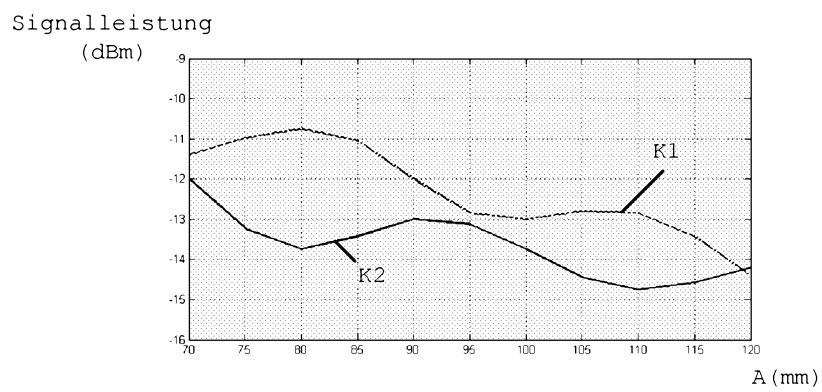


Fig. 5a

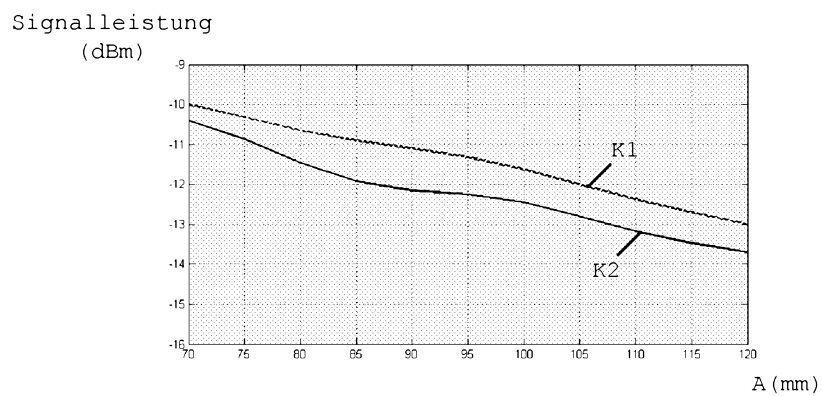


Fig. 5b

Durchschnittliche
Signalleistung

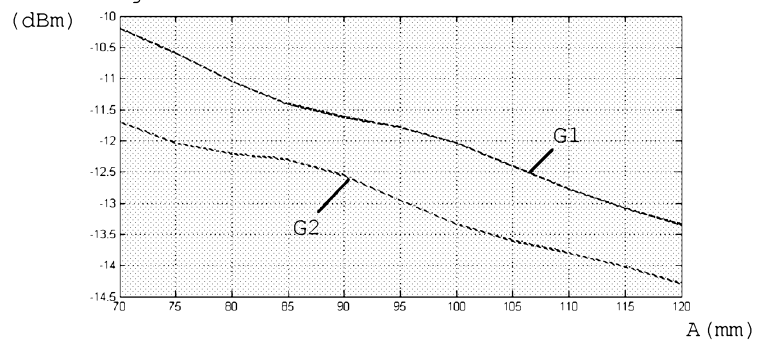


Fig. 5c

Differenz
(dB)

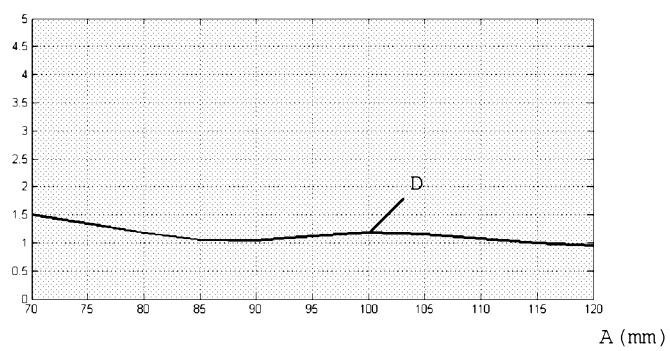


Fig. 5d

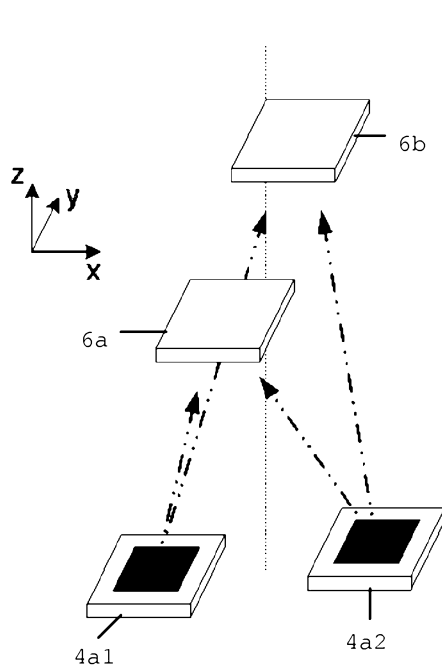


Fig. 6a

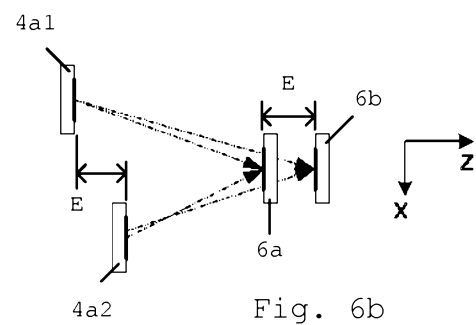


Fig. 6b

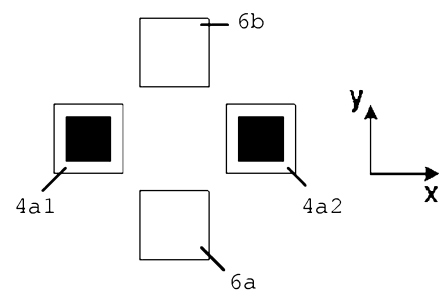


Fig. 6c

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
G01N 22/00 (2006.01); **G07B 15/06** (2011.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
G01N 22/00 (2016.05); **G07B 15/06** (2013.01); **G01N 2291/0232** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
G01N, G07B

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, EPODOC, TXTG

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **14.07.2017** eingereichten Ansprüchen **1-18** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CN 105006027 A (SHENZHEN GENVICT TECH CO LTD) 28. Oktober 2015 (28.10.2015) Ansprüche 1-7	1, 8
A	DE 102012220609 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 28. Mai 2014 (28.05.2014) Absatz [0025]	1, 8

Datum der Beendigung der Recherche:
09.11.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):
FUSSY Siegfried

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand 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.