



(11)

EP 4 461 913 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
13.11.2024 Patentblatt 2024/46

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**E05F 15/41 (2015.01)**

(21) Anmeldenummer: 24167367.2

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**E05F 15/41; E05Y 2400/354; E05Y 2400/54;**  
**E05Y 2400/554; E05Y 2400/58; E05Y 2800/12;**  
**E05Y 2900/542; E05Y 2900/55**

(22) Anmeldetag: 28.03.2024

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**GE KH MA MD TN**

(30) Priorität: 11.05.2023 DE 102023204396

(71) Anmelder: Webasto SE  
82131 Stockdorf (DE)

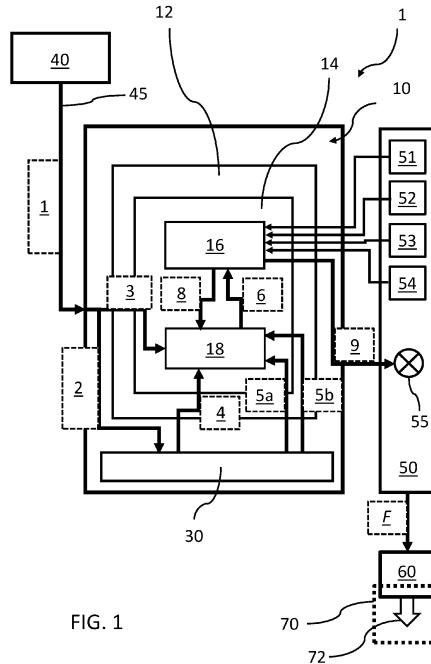
(72) Erfinder:  

- BACHSCHNEIDER, Verena  
82131 Stockdorf (DE)
- DITTRICH, Julian  
82131 Stockdorf (DE)
- CASPER, Lorenz  
82131 Stockdorf (DE)

(74) Vertreter: Prüfer & Partner mbB  
Patentanwälte · Rechtsanwälte  
Sohnckestraße 12  
81479 München (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN EINER EINKLEMMSITUATION BEIM BEWEGEN EINER VERFAHRBAREN KOMPONENTE**

(57) Ein Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation beim Bewegen einer verstellbaren Komponente zum Schließen einer Öffnung mittels eines elektrischen Motors in einem Fahrzeug umfasset folgende Schritte: Vorgeben einer Auslöseschwelle für eine vom elektrischen Motor auf die Komponente ausgeübte Schließkraft oder einer ihr zugrundeliegenden physikalischen Größe, mit welcher der elektrische Motor betrieben wird, für zumindest eine Bewegungsposition der Komponente innerhalb eines ihr insgesamt für die Bewegung zur Verfügung stehenden Wegbereichs; Bewegen der Komponente in die Bewegungsposition; Ermitteln eines aktuellen Werts der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für die zumindest eine Bewegungsposition; Vergleichen des aktuellen Werts und der Auslöseschwelle; Ausgeben eines die Einklemmsituation angebenden Auslösesignals abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs. Dabei wird eine Zeitdauer ermittelt wird, über welche hinweg die Komponente bis zu einem Zeitpunkt des Bewegens der Komponente in die Bewegungsposition in einer anderen Bewegungsposition gehalten wurde, in welcher die Öffnung durch die verstellbare Komponente durchgehend nicht verschlossen war. Die vorgegebene Auslöseschwelle wird abhängig von der ermittelten Zeitdauer erhöht. Die angepasste Auslöseschwelle oder der angepasste aktuelle Wert wird dann bei dem Schritt des Vergleichens des aktuellen Werts und der Auslöseschwelle verwendet.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Verschiedene Aspekte betreffen ein Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation beim Bewegen einer verstellbaren Komponente zum Schließen einer Öffnung mittels eines elektrischen Motors in einem Fahrzeug. Weitere Aspekte betreffen auch eine entsprechende Vorrichtung.

### Technischer Hintergrund

**[0002]** Kraftfahrzeuge weisen häufig Fenster oder Schiebe- bzw. Sonnendächer als elektrisch angetriebene Komponenten auf, die verstellbar eingerichtet sind, um die entsprechenden Fenster- bzw. Dachöffnungen zu verschließen oder zu öffnen. Ähnliches gilt seit jüngerer Zeit beispielsweise auch für Heckklappen oder Schiebetüren als elektrisch verstellbare Komponenten. Da es hierbei zu Unfällen in dem Sinne kommen kann, dass Körperteile wie Arme, Hände, Finger, Beine oder ein Kopf unbeabsichtigt zwischen der jeweiligen Komponente und einem Rand der betreffenden Öffnung eingeklemmt werden können, wurden in vielen Ländern technische Standards geschaffen, die vom Hersteller des Fahrzeugs verlangen, dass Maßnahmen für den Einklemmschutz umgesetzt werden. Insbesondere ist dabei ein Einklemmschutz derart einzurichten, dass das betreffende Körperteil als eingeklemmtes Objekt während der Schließbewegung erfasst wird.

**[0003]** Üblicherweise erfolgt eine derartige Erfassung mittels einer Überwachung der Schließkraft oder einer ihr entsprechenden Größe während des Schließvorgangs. Im Fall von elektrischen Fensterhebern oder Schiebedachmotoren wird vielen der genannten technischen Standards zufolge ein Wert von 100 N als Grenze dafür gefordert, mit welcher Kraft (d.h., mit welcher Klemmkraft) noch maximal auf ein Objekt bzw. Körperteil eingewirkt werden kann, ohne dass es zu Verletzungen etc. kommt. In der Praxis wird daher in der Regel eine oftmals deutlich unter diesem Grenzwert liegende Auslöseschwelle festgelegt, damit eine zuverlässige Erfassung erfolgt und der Grenzwert sicher nicht überschritten wird. Übersteigt eine während des Schließvorgangs auf die Komponente ausgeübte Kraft diese Auslöseschwelle, so kann auf das Vorhandensein eines Objekts auf dem verbliebenden Wegabschnitt der Komponente zum Schließen der Öffnung geschlossen werden. Zu beachten ist dabei auch, dass sich die Schließkraft aus der während des Schließvorgangs auf die Komponente ausgeübten Kraft sowie aus im Allgemeinen dieser entgegenwirkenden Reibungs- und Verformungskräften und gegebenenfalls auch Wind- und Dachlasten etc. zusammensetzt. Die Schließkraft ist also regelmäßig größer als die Klemmkraft.

**[0004]** Beispielsweise kann die elektrische Ansteuerung oftmals eine Regelung des Antriebs derart vorse-

hen, dass die Komponente z.B. eine konstante Geschwindigkeit beziehungsweise Motordrehzahl oder zumindest ein entsprechend vorgegebenes Profil während des Schließvorgangs einhält (Drehzahlregelung als Beispiel).

Erhöht sich z.B. durch Reibung auf einem Abschnitt des zurückzulegenden Wegbereichs der Komponente ein mechanischer Widerstand, so kann die betreffende Motorsteuerung z.B. die Spannungs- oder Leistungsversorgung des elektrischen Motors nachregeln, um den Widerstand durch eine erhöhte Schließkraft mit dem Ziel der Einhaltung der vorgegebenen Geschwindigkeit zu überwinden. Insofern kommt es regelmäßig zu Schwankungen der Schließkraft über den zurückzulegenden Wegbereich der Komponente hinweg. Solche Schwankungen, die in keinem Zusammenhang mit eingeklemmten Objekten stehen, werden üblicherweise in dem System angelernt und stellen allgemein kein Problem dar. Die Drehzahl kann z.B. mit Hilfe von Positions-sensoren, insbesondere Hall-Sensoren, oder durch Messung des Spannungsverlaufs etc. bestimmt werden.

**[0005]** Auch bei nicht drehzahlgeregelten Motoren kann auf eine Schließkraft oder die entsprechende Klemmkraft durch eine Bestimmung z.B. der Drehzahl rückgeschlossen werden.

**[0006]** Die Erkennung basiert folglich auf der Überwachung einer physikalischen Größe, die den Verlauf des Motormoments über der aktuellen Position der bewegbaren Komponente (z.B. des Dachsysteams) wiedergibt (Schließkraft über Weg) und dem Vergleich dieser Größe mit einem gespeicherten Referenzlauf (Schließkraft über Weg). Sobald die aktuell bestimmte physikalische Größe den gespeicherten Referenzwert um mehr als eine definierbare Auslöseschwelle überschreitet, erkennt das System ein Einklemmen und löst eine Reverserbewegung aus. Das heißt, dass der Schließvorgang sofort gestoppt und die Komponente vielmehr um wenige Zentimeter zurückgefahren wird, um die Öffnung zumindest teilweise freizugeben, damit das Objekt bzw. das Körperteil unversehrt herausgezogen werden kann.

**[0007]** Im Allgemeinen wird für die Erfassung einer Einklemmsituation die Schließkraft selbst nicht sensorisch bestimmt, sondern über physikalische Größen berechnet, die mit dem Betrieb des elektrischen Motors einhergehen. So hängt beispielsweise die vom Motor ausgeübte Kraft linear von der Spannung, mit welcher der Motor z.B. über PWM-Steuerung versorgt wird, und/oder der Dreh- oder Winkelgeschwindigkeit ab, mit welcher der Rotor dreht. Mit weiteren bekannten, feststehenden Größen wie etwa dem Übersetzungsverhältnis etc. kann daraus die Schließkraft berechnet werden. Alternativ ist es auch möglich, z.B. direkt die Motorspannung zu messen und mit einem der Auslöseschwelle entsprechenden Schwellwert der Motorspannung zu vergleichen, um die Einklemmsituation zu erfassen.

**[0008]** Aufgrund von Alterungsprozessen insbesondere der zugrundeliegenden Mechanik (Schmierung, Reibung an sich mit der Zeit abnutzenden und oberflächlich rauer werdenden oder verschmutzten Dichtungen etc.)

oder im Hinblick auf eine Erwärmung des Motors kann es zu Änderungen bei den entsprechenden Profilen der Schließkraft (oder der diese repräsentierenden physikalischen Größe, siehe oben) über den zurückzulegenden Wegbereich hinweg kommen. Wirken sich solche Effekte übermäßig stark aus, und kommt es infolgedessen zu einer regelrechten Schwergängigkeit an bestimmten Bewegungspositionen im Wegbereich, so kann ein sogenanntes Fehlversetzen die Folge sein, wenn eine entsprechende Auslöseschwelle überschritten wird. Auch in diesem Fall wird in Folge der Erfassung dieses Ereignisses der Schließvorgang gestoppt und die bewegbare Komponente gegebenenfalls anschließend geringfügig geöffnet, um ein Objekt aus dem Klemmbereich ziehen zu können - ohne dass sich aber tatsächlich ein Objekt darin befindet. Ein solches Fehlversetzen ist natürlich unerwünscht und kann im Extremfall dazu führen, dass sich ein Fenster oder ein Dach nicht mehr schließen lässt, obwohl die vorhandene Motorleistung völlig ausreichen würde.

**[0009]** In der Druckschrift EP 4 001 565 A1 bzw. US 2022/154511 A1 wird daher vorgeschlagen, die Auslöseschwelle dynamisch anzupassen. Beim vorherigen Öffnen wird über den Wegbereich der Komponente hinweg ein vollständiges (Öffnungs-) Kraftprofil aufgezeichnet und zu Beginn der (späteren) Schließbewegung wird an einer ersten Bewegungsposition ein Referenzwert für die Schließkraft gemessen und mit dem entsprechenden Wert der Öffnungskraft an gleicher Position beim vorherigen Öffnungsvorgang verglichen. Die Differenz wird bestimmt und mit einem Faktor multipliziert, woraus ein Wert für die Verschiebung resultiert, um den das zuerst bestimmte (Öffnungs-)Kraftprofil zu höheren Werten und über das voraussichtliche Schließkraftprofil hinaus verschoben wird. Dieses dynamisch bestimmte verschobene Kraftprofil dient nun als geeignete Auslöseschwelle.

**[0010]** Dieses Vorgehen besitzt aber den Nachteil, dass sich etwaig festgestellte Schwergängigkeiten während des Öffnens nicht notwendig beim entgegengesetzten Schließen in analoger Weise widerspiegeln. Ferner kann auch zwischen dem Öffnen und dem Schließen eine Zeitdauer abgelaufen sein, die dann z.B. die Erwärmung bzw. Abkühlung des Motors etc. nicht berücksichtigt. Darüber hinaus scheint die vorgeschlagene Methode davon auszugehen, dass schon beim Öffnen vorliegende, akute Schließkraftanstiege grundsätzlich tolerierbar sind und dadurch auch beim Schließen analog mitgezogen werden, wenn nicht weitere Maßnahmen getroffen werden.

**[0011]** In der Druckschrift DE 10 2009 019 015 A1 wird vorgeschlagen, einen konventionell konstant festgelegten Referenzwert, der auch hier als Ausgangspunkt für eine betragsmäßig höher liegende Auslöseschwelle dient, dynamisch anzupassen, um Kraftanstiegen auf dem in Schließrichtung liegenden Wegebereich Rechnung zu tragen.

**[0012]** In der Druckschrift DE 10 2010 037 804 A1 ist offenbart, dass die Auslöseschwelle zu einem bestim-

ten Zeitpunkt, nämlich wenn ein Startvorgang des Kraftfahrzeugs erkannt wird, angehoben wird.

**[0013]** Mit einer dynamisch angepassten Auslöseschwelle kann somit gleichwohl bestimmten zu erwartenden Änderungen in der Schwergängigkeit vorgegriffen werden.

**[0014]** Es besteht aber dennoch weiterhin ein Bedürfnis, die Erfassung einer Einklemmsituation weiter zu verbessern, um ein Fehlversetzen zu vermeiden. Ferner besteht das Bedürfnis nach einer entsprechenden Vorrichtung.

#### Darstellung verschiedener Aspekte

**[0015]** Aspekte der Erfindung, die diesem Bedürfnis Rechnung tragen, betreffen Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation beim Bewegen einer verstellbaren Komponente zum Schließen einer Öffnung mittels eines elektrischen Motors in einem Fahrzeug, das gemäß dem Oberbegriff des beigefügten Anspruchs 1 die folgenden Schritte umfasst:

Vorgeben einer Auslöseschwelle für eine vom elektrischen Motor auf die Komponente ausgeübte Schließkraft oder einer ihr zugrundeliegenden physikalischen Größe, mit welcher der elektrische Motor betrieben wird, für zumindest eine Bewegungsposition der Komponente innerhalb eines ihr insgesamt für die Bewegung zur Verfügung stehenden Wegbereichs; Bewegen der Komponente in die Bewegungsposition; Ermitteln eines aktuellen Werts der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für die zumindest eine Bewegungsposition; Vergleichen des aktuellen Werts und der Auslöseschwelle; und Ausgeben eines die Einklemmsituation angebenden Auslösesignals abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs.

**[0016]** Die verstellbare Komponente kann dabei insbesondere ein Schiebedachelement, ein Glas- oder Sonnendach, ein Glasfenster, eine Schiebetür, eine Heck- oder Seitenklappe, ein Verdeck, ein verschiebbares Hardtop etc. sein. Die Öffnung bezeichnet die dazu passende Ausnehmung im Rahmen des Fahrzeugs, die durch die Komponente verschlossen werden kann. Bei dem elektrischen Motor kann es sich um einen beliebigen steuerbaren elektrischen Motor handeln, insbesondere aber einen Gleichstrommotor, bevorzugt einen bürstenfreien (BLDC) Gleichstrommotor.

**[0017]** Die beschriebenen Verfahrensschritte geben eine hierzu passende, im Wesentlichen konventionelle Erfassung einer Einklemmsituation wieder. Die Reihenfolge der Schritte ist austauschbar, soweit die Kausalität des Ablaufs der Erfassung nicht berührt ist. Das Vorgeben der Auslöseschwelle kann auf beliebige Weise erfolgen. Betrachtet wird hier zunächst nur die Erfassung der Einklemmsituation für zumindest eine einzige aktuelle Bewegungsposition der Komponente auf ihrem Schließweg und daher die Vorgabe der Auslöseschwelle zunächst auch nur für diese Bewegungsposition. Die Wiederholung der Schritte für eine Vielzahl von aufein-

anderfolgend erreichten Bewegungspositionen, im Idealfall nahezu kontinuierlich, ist bevorzugt, um eine durchgehende Überwachung während des Schließens zu ermöglichen.

**[0018]** Die Auslöseschwelle bezeichnet hier einen Schwellwert für eine vom elektrischen Motor auf die Komponente ausgeübte Schließkraft oder für eine der Schließkraft zugrundeliegende physikalische Größe, mit welcher der elektrische Motor betrieben wird. Wie eingangs beschrieben kann die Auslöseschwelle insbesondere ein der Schließkraft entsprechender Wert der am Motor anliegenden Spannung sein (z.B. ein PWM-steuerter Wert, gegebenenfalls auch durch Induktivitäten geglättet, etc.), und/oder eine Dreh- oder Winkelgeschwindigkeit des Motors sein. Die Auslöseschwelle kann einem Schwellwert für die letztendlich von der bewegbaren Komponente konkret auf ein eingeklemmtes Objekt ausgeübte Klemmkraft zugeordnet sein.

**[0019]** Die Auslöseschwelle kann z.B. für die konkrete Bewegungsposition der Komponente aus einer z.B. in einem Speicher hinterlegten Tabelle entnommen und eingelesen werden. Die Werte für die Auslöseschwelle können zu diesem Zweck in vorherigen Durchläufen gelernt sein. Alternativ oder zusätzlich kann sie auch - ähnlich wie eingangs beschrieben - dynamisch aus dem aktuellen Schließvorgang oder einem vorherigen Freigabevorgang (d.h. während einer zuletzt durchgeführten Freigabe der Öffnung) bestimmt werden. In diesem Fall wird der Wert z.B. in Mikrocontroller berechnet.

**[0020]** Es ist zudem aber auch möglich, dass z.B. einmalig ein einziger, für alle Bewegungspositionen gültiger Wert der Auslöseschwelle vorgegeben wird, für den Fall, dass die Schritte wie oben erwähnt für mehrere Bewegungspositionen wiederholt werden.

**[0021]** Dies kann für einen Fall gelten, in dem vereinfacht in Kauf genommen wird, dass die für den Schließweg erforderliche Schließkraft zwar zunimmt, die nur eine vorgegebene Auslöseschwelle aber grundsätzlich dennoch ausreicht, eine sichere Erkennung der Einklemmsituation über den gesamten Wegbereich für die Komponente zu gewährleisten, wobei durch die nachfolgend noch zu beschreibenden, das vorgeschlagene Verfahren kennzeichnenden Schritte gegebenenfalls Ausnahmen in der weiteren Ausführung gemacht werden.

**[0022]** Ferner kann der Fall der nur einen Auslöseschwelle auch eine Normierung beinhalten: Hierbei wird der aktuelle Wert der Schließkraft oder der ihr entsprechenden physikalischen Größe für jede Bewegungsposition (falls das erfindungsgemäße Verfahren für viele aufeinanderfolgenden Bewegungspositionen wiederholt wird) auf den der Auslöseschwelle entsprechenden Wert als in diesem Fall feste Größe bezogen. Der aktuelle Wert der Schließkraft oder der ihr entsprechenden physikalischen Größe kann in diesem Fall in einer dimensionslosen Einheit, beispielsweise Prozent, wiedergegeben werden. Die Erfindung ist nicht auf eine bestimmte Dimension oder Einheit der vorgegebenen, überwachten und/oder angepassten Größen beschränkt. Wesentlich

ist, dass ein Bezug zur absoluten Klemmkraft besteht, die einen vorgegebenen Schwellwert nicht überschreiten soll.

**[0023]** Das Bewegen der Komponente in die Bewegungsposition kann den Betrieb bzw. die Steuerung des elektrischen Motors beinhalten. Die zumindest eine Bewegungsposition kann durch einen Positionssensor, z.B. durch einen Hall-Sensor, und/oder durch Mitzählen der Motordrehungen oder durch Mitzählen z.B. von PWM-Pulsen bei der Motorsteuerung verfolgt bzw. bestimmt werden.

**[0024]** Hat die Komponente die zumindest eine betrachtete Bewegungsposition während des Schließvorgangs erreicht, so wird ein aktueller Wert der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für diese Bewegungsposition ermittelt. Hierzu kann z.B. wie erwähnt die am Motor angelegte Spannung gemessen oder die Dreh- oder Winkelgeschwindigkeit bestimmt werden. Zu diesem Zweck können entsprechende Sensoren eingerichtet sein. Aus diesen Größen kann auch mittelbar die Schließkraft berechnet werden. Nicht ausgeschlossen ist, dass die Schließkraft auf anderem Wege bestimmt oder sogar direkt gemessen wird.

**[0025]** Die Schritte des Vergleichens des aktuellen Werts und der Auslöseschwelle und des Ausgebens einer Einklemmsituation angebenden Auslösersignals abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs ermöglichen die eigentliche Erfassung der Einklemmsituation und die Einleitung von solchen die Einklemmsituation behebenden Maßnahmen, beispielsweise des eingangs beschriebenen Reversierens.

**[0026]** Auf den soweit beschriebenen Ablauf des Verfahrens setzen Aspekte und Ausführungsbeispiele der Erfindung auf: der Erfindung liegen Untersuchungen zu grunde, die von den Erfindern im Hinblick auf häufige Fälle von Fehlreversieren gemacht wurden. Dabei wurde gefunden, dass ein relevanter Beitrag zu Fehlreversierfällen (d.h., das fälschliche Erkennen von eingeklemmten Objekten) davon herrührt, wie lange die betreffende Komponente (hier am Beispiel eines Glas-, Sonnen- oder Schiebedachs) bereits offenstand. Der Hintergrund liegt darin, dass Dichtungen an oder nahe der Öffnung, die im geschlossenen Zustand in engem Kontakt mit der Komponente stehen, um das Fahrzeuginnere gegenüber dem Äußeren zu versiegeln, abzudichten oder zumindest zu schützen, insbesondere gegenüber Wasser, Schmutz und Wind, in diesem Zustand in erheblicher Weise elastisch verpresst, d.h. verformt, sein können. Bei Entlastung durch Freigabe der Öffnung durch die verstellbare Komponente können sich diese Dichtungen abhängig vom Material wieder in ihre ursprüngliche, unbelastete Form zurückverformen bzw. aus der Verpressung heraus wieder expandieren. Meist besitzen diese Dichtungen im Öffnungsbereich im Profil eine einen Innenraum (Luft einschluss im schlauchartigen Profil bzw. im runden Querschnitt) ganz oder teilweise umschließende Form.

**[0027]** Durch Verpressung im geschlossenen Zustand

der Komponente wird dieses Profil zusammengedrückt, so dass zum Beispiel die Luft im Innern entweicht. Bei Entlastung nimmt die Dichtung langsam in elastischer Weise wieder ihr bei der Herstellung festgelegtes Profil an und expandiert in Richtung der nun verstellten Komponente. Dieser Prozess nimmt, wie herausgefunden wurde, durchaus mehrere Minuten bis zu einer Stunde oder mehr in Anspruch. Die Temperatur spielt hier gegebenenfalls auch eine Rolle. Wird die Komponente nach einer solchen Zeitdauer wieder verstellt, um die Öffnung zu schließen, so muss eine vergleichsweise stärkere Kraft aufgewendet werden, um die Verpressung erneut durchzuführen, als im Fall einer erst vor Kurzem geöffneten Komponente. Mit anderen Worten, es wurde herausgefunden, dass die Öffnungszeit eine bedeutende Rolle spielen kann und dass durchaus Fälle von Fehlversierungen auftreten können, wenn beim Schließen die Komponente auf die Dichtungen nach längerer Öffnungszeit trifft.

**[0028]** In einem ersten Schritt für eine entsprechende Kompensation wird daher eine Zeitdauer ermittelt, über welche hinweg die Komponente bis zu einem Zeitpunkt des Bewegens der Komponente in die zumindest eine Bewegungsposition in dieser oder anderen Bewegungspositionen gehalten wurde, in welcher die Öffnung durch die verstellbare Komponente durchgehend nicht verschlossen war. Mit anderen Worten, es wird eine Öffnungszeitdauer der Komponente ermittelt. Zwischenzeitliches Bewegen der Komponente bei immer noch geöffneter Komponente ist unschädlich, da hiervon ja die Dichtungen nicht betroffen sind.

**[0029]** In einem zweiten Schritt wird dann die vorgegebene Auslöseschwelle abhängig von der ermittelten Zeitdauer angepasst, insbesondere erhöht. Oder es wird zusätzlich oder alternativ der ermittelte aktuelle Wert der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe abhängig von der ermittelten Zeitdauer relativ zur vorgegebenen Auslöseschwelle angepasst, insbesondere gesenkt. Der zweite Fall nimmt insbesondere Bezug auf den oben angesprochenen Fall, dass die Auslöseschwelle insgesamt für den Wegbereich konstant gehalten wird und stattdessen der aktuelle Wert der Schließkraft oder der physikalischen Größe auf einen vorgegebene Referenzwert normiert wird.

**[0030]** Das Ausmaß der Anpassung erfolgt derart, dass der Effekt einer erhöhten Schließkraft zumindest teilweise kompensiert wird, die nämlich beim Betrieb des elektrischen Motors erforderlich wird, wenn mit der Zeit wenigstens eine von der Komponente zu verpressende Dichtung aufgrund des vorhergehenden Öffnens der Komponente elastisch in eine Form frei von Belastungen expandiert ist.

**[0031]** Eine zumindest teilweise Kompensation reicht bereits aus, um die meisten Fälle von Fehlversierungen zu vermeiden.

**[0032]** Im dritten Schritt wird diesem Aspekt zufolge die angepasste Auslöseschwelle, oder im Fall der angesprochenen Normierung auf die Auslöseschwelle, der

angepasste aktuelle Wert der (relativ zur Auslöseschwelle normierten) Schließkraft bzw. der (relativ zur Auslöseschwelle normierten) physikalischen Größe bei dem eingangs genannten Schritt des Vergleichens anstelle des gemessenen aktuellen Werts bzw. der vorgegebenen Auslöseschwelle verwendet, welches schließlich abhängig von dem Ergebnis zur Ausgabe eines Auslösersignals führt, mit welchem die Behebung der Einklemmsituation eingeleitet werden kann.

- 5 **[0033]** Durch diesen Aspekt wird infolgedessen insgesamt die Erfassung einer Einklemmsituation verbessert, und Fälle von Fehlversierungen werden reduziert oder sogar nahezu vollständig vermieden. Der Einfluss von Öffnungszeiten der Komponente auf die zuverlässige Erfassung der Einklemmsituation wird gleichzeitig minimiert. Die Verfahrensschritte können in einfacher Weise von vorhandenen Systemkomponenten wie etwa einer elektronischen Steuereinheit (ECU) für die Steuerung der betreffenden Komponente durchgeführt werden.
- 10 **[0034]** Die Öffnungszeiten können z.B. durch einfaches Abfragen einer Systemzeit bzw. eines Zeitstempels von einem zentralen Steuermodul des Fahrzeugs für den vorherigen Öffnungszeitpunkt und den aktuellen Schließzeitpunkt über einen Fahrzeugbus berechnet werden. Die Systemzeit bzw. der Zeitstempel für den vorherigen Öffnungszeitpunkt kann bei längerer Öffnungszeit in koordinierter Weise in einem Speicher abgelegt und dort für den wohl sicher eintretenden Fall des späteren Schließens vorgehalten werden. Steht das Fahrzeug mit geöffneter Komponente längere Zeit in ausgeschaltetem Betriebszustand, so ist es vorteilhaft, einen nichtflüchtigen Speicher zu verwenden.
- 15 **[0035]** Einer speziellen Ausführungsform des Aspekts zufolge umfasst das Verfahren den erwähnten Schritt des Reversierens der Komponente in Abhängigkeit von dem Auslösersignal.
- 20 **[0036]** Einer ebenfalls bereits erwähnten speziellen Ausführungsform zufolge umfasst der Schritt des Ermittelns der Zeitdauer folgende Schritte: Abfragen eines ersten Zeitstempels, zu welchem die Komponente durch Betrieb des elektrischen Motors zuletzt aus einer vollständig geschlossenen Position oder einer Position heraus bewegt wurde, in welcher ein elastisches Material z.B. einer Dichtung zumindest teilweise verformt bzw. verpresst ist; Abfragen eines zweiten Zeitstempels, zu welchem die Komponente durch Betrieb des elektrischen Motors beim aktuellen Schließen die zumindest eine Bewegungsposition erreicht oder zu erreichen beginnt; Berechnen der Zeitdauer aus dem ersten Zeitstempel und dem zweiten Zeitstempel. Unter "zu erreichen beginnt" ist der Start eines z.B. geschlossenen bzw. zusammenhängenden Bewegungsvorgangs zu verstehen, der bis zu Erreichen der betrachteten Bewegungsposition andauert. Es braucht also nicht für jede Koordinate entlang des Verfahrwegs eine Abfrage gestartet zu werden, sondern es kann z.B. das Ereignis des in-Bewegung-Setzens Auslöser für eine Abfrage des zweiten Zeitstempels sein. Gibt es einen Zwischenhalt, wird nach erneutem in-

wegung-Setzen z.B. noch einmal ein zweiter Zeitstempel abgefragt.

**[0037]** Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass, wenn eine erste Zeitdauer ermittelt wird, eine erste Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe durchgeführt wird, die zu einer ersten Differenz gegenüber der ursprünglich vorgegebenen Auslöseschwelle führt, und wenn eine zweite Zeitdauer ermittelt wird, die größer ist beziehungsweise länger dauert als die erste Zeitdauer, eine zweite Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts durchgeführt wird, die zu einer zweiten Differenz gegenüber der ursprünglich vorgegebenen Auslöseschwelle führt, wobei die zweite Differenz größer ist als die erste Differenz. Mit anderen Worten, die Ermittlung einer längeren Zeitdauer für den geöffneten Zustand der Komponente führt zu einer stärkeren Anpassung der Auslöseschwelle. Gleiches gilt analog für den Fall, dass der aktuelle Wert der Schließkraft anstatt der Auslöseschwelle angepasst wird.

**[0038]** Es ist anzumerken, dass auch mehr als nur zwei Stufen (entsprechend den zwei genannten Differenzen) möglich sind, z.B. 3, 4, 5, .. oder mehr Stufen, oder dass ein linear oder nichtlinear steigender Verlauf der Differenzen abhängig von der Zeitdauer bei der Anpassung der Auslöseschwelle erfolgen kann.

**[0039]** Eine weitere Weiterbildung des Verfahrensaspekts sieht vor, dass innerhalb des der Komponente insgesamt für die Bewegung zur Verfügung stehenden Wegbereichs ein vorbestimmter Wegabschnitt festgelegt ist, der einem Intervall von möglichen Bewegungspositionen der Komponente entspricht, in welchen die Komponente im belastungsfreien Zustand der wenigsten einen Dichtung mit dieser in Kontakt treten kann; und die Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts ferner abhängig davon durchgeführt wird, ob die zumindest eine Bewegungsposition der Komponente innerhalb des vorbestimmten Wegabschnitts liegt. Dieser Schritt sieht folglich eine Einschränkung der Anwendung der diesen Aspekt kennzeichnenden Schritte für die Öffnungszeitenkompensation nur noch auf bestimmte Wegabschnitte der Komponente auf ihrem Schließweg vor. Liegt zum Beispiel eine Bewegungsposition vor, in welcher die Komponente gar nicht in Kontakt mit der Dichtung treten kann, dann ist dort auch keine zusätzlich aufzubringende Kraft für die Verpressung zu erwarten. Mit der oben angegebenen einfachen Positionsprüfung brauchen dann für alle nicht relevanten Bewegungspositionen die Schritte des Ermittelns der Zeitdauer des geöffneten Zustands und der Anpassung nicht durchgeführt zu werden. Im Fall mehrerer Dichtungen oder verschiedener bzw. unterschiedlicher Kontaktsituationen können auch mehrere voneinander getrennte und beabstandete Wegabschnitte in Bezug auf den Schließweg vorliegen bzw. festgelegt werden, die als Grundlage für die Prüfung dienen.

**[0040]** Es ist dabei anzumerken, dass für Bewegungs-

positionen eines Wegabschnitt Ausführungsbeispielen zufolge nicht jedesmal einzeln eine Ermittlung der Öffnungszeitdauer durchgeführt zu werden braucht. Vielmehr braucht diesen Ausführungsbeispielen zufolge dieser Schritt nur einmal für alle Bewegungspositionen des jeweiligen Wegabschnitts durchgeführt zu werden. Im Hinblick auf den Schritt der Anpassung der Auslöseschwelle und des aktuellen Werts der auf Auslöseschwelle bezogenen Schließkraft oder physikalischen Größe braucht dann zwar auch nur ein einziger für den Wegabschnitt einheitlicher Kompensationswert bestimmt zu werden, um welchen der individuell bestimmte (gemessene) aktuelle Wert angepasst wird. Da diese Werte aber grundsätzlich verschieden sein können, ist diese Anpassung um den gleichen einheitlichen Kompensationswert dann aber doch für jede Bewegungsposition einzeln durchzuführen.

**[0041]** Einer an einigen Stellen oben bereits angedeuteten Ausführungsform zufolge kann zumindest einer der Schritte des Vorgebens einer Auslöseschwelle, des Ermittelns des aktuellen Werts, des Anpassens der Auslöseschwelle oder des aktuellen Werts und des Vergleichens des aktuellen Werts mit der Auslöseschwelle für eine Vielzahl von Bewegungspositionen entlang einer Wegstrecke innerhalb des Wegbereichs wiederholt werden. Damit wird eine kontinuierliche Überwachung des Wegebereichs während des Schließvorgangs ermöglicht.

**[0042]** Einer weiteren Ausführungsform zufolge wird die Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts unter Verwendung einer Formel ausgehend von der vorgegebenen Auslöseschwelle beziehungsweise vom ermittelten aktuellen Wert und einem hinzuzuaddierenden Term mit einer linearen Abhängigkeit von der ermittelten Zeitdauer berechnet. Dieser Term bildet zum Beispiel den oben bereits angesprochenen Kompensationsterm, der für einen festgelegten Wegabschnitt einheitlich berechnet wird.

**[0043]** Die Aspekte der Erfindung sind mit besonderem Vorteil z.B. auf eine Öffnung im Fahrzeug anwendbar, bei der zwei oder sogar drei Dichtungen, nämlich einer umlaufenden Akkustikdichtung, einer umlaufenden Dichtung für die Wasser- und Schmutzabweisung sowie einer einen Spalt zwischen benachbarten Dachkomponenten abdichtenden Dichtung vorgesehen sind.

**[0044]** Aspekte der Erfindung betreffen auch eine Vorrichtung zum Erfassen einer Einklemmsituation beim Bewegen einer verstellbaren Komponente zum Schließen einer Öffnung mittels eines elektrischen Motors in einem Fahrzeug, umfassend:

eine erste Moduleinheit, die eingerichtet ist, den elektrischen Motor zu betreiben, dabei eine Einklemmsituation zu erfassen und in Abhängigkeit von der Erfassung den elektrischen Motor zu steuern, um die Komponente zu reversieren,  
wobei die erste Moduleinheit ferner eingerichtet ist:

- eine Auslöseschwelle für eine vom elektrischen

Motor auf die Komponente ausgeübte Schließkraft oder einer ihr zugrundeliegenden physikalischen Größe, mit welcher der elektrische Motor betrieben wird, für zumindest eine Bewegungsposition der Komponente innerhalb eines ihr insgesamt für die Bewegung zur Verfügung stehenden Wegbereichs zu empfangen;

- die Komponente durch Betreiben des elektrischen Motors in die Bewegungsposition zu bewegen;
- einen aktuellen Wert der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für die zumindest eine Bewegungsposition zu erhalten;
- den aktuelle Wert und die Auslöseschwelle zu vergleichen; und
- ein die Einklemmsituation angebendes Auslösesignal abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs auszugeben, mit welchem insbesondere vom Schließbetrieb der Komponente in deren Reversierbetrieb umzuschalten wird;

eine zweite Moduleinheit, die eingerichtet ist:

- eine Auslöseschwelle und/oder einen aktuellen Wert der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für die zumindest eine Bewegungsposition einzulesen;
- eine Zeitdauer zu ermitteln, über welche hinweg die Komponente bis zu einem Zeitpunkt des Bewegens der Komponente in die Bewegungsposition in anderen Bewegungspositionen gehalten wurde, in welcher die Öffnung durch die verstellbare Komponente durchgehend nicht verschlossen war;
- die eingelesene, vorgegebene Auslöseschwelle abhängig von der ermittelten Zeitdauer anzupassen, insbesondere zu erhöhen, oder den eingelesenen, aktuellen Wert abhängig von der ermittelten Zeitdauer relativ zur eingelesenen Auslöseschwelle anzupassen, insbesondere zu senken, um den Effekt einer erhöhten Schließkraft zu kompensieren, die beim Betrieb des elektrischen Motors erforderlich wird, wenn mit der Zeit wenigstens eine von der Komponente zu verpressende Dichtung aufgrund des vorhergehenden Öffnens der Komponente elastisch in eine Form expandiert ist, in welcher sie unbelastet ist; und
- übermitteln der angepassten Auslöseschwelle beziehungsweise des angepassten aktuellen Werts an die erste Moduleinheit.

**[0045]** Es ergeben sich die gleichen Vorteile wie oben beschrieben.

**[0046]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der diversen Aspekte ergeben sich aus den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausfüh-

rungsformen sowie anhand der Zeichnungen. In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale und Funktionen.

## 5 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0047]** Es zeigen:

- Fig.1 in schematischer Darstellung einen Überblick über eine Vorrichtung zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2 in Querschnittsansicht einen Ausschnitt mit einer auf drei Dichtungen in einer Öffnung aufliegenden verstellbaren Komponente (Glasdach);
- Fig. 3: in einem Diagramm einen Vergleich der aktuell ermittelten Schließkraft ( $P_{act}$ ) aufgetragen über den Wegbereich ( $R_{tot}$ ) der Komponente beim Schließen der Öffnung für den konventionellen ohne Kompensation für längere Komponentenöffnungszeiten und den erfindungsgemäßen Fall mit Kompensation für längere Komponentenöffnungszeiten innerhalb festgelegter Wegabschnitte RP1 und RP2, in welchen die Komponente die in Fig 2 gezeigten Dichtungen kontaktieren und verpressen kann. In Fig 3 ist ein Fall einer längeren Komponentenöffnungszeit antizipiert.

## Bevorzugte Ausführungsform(en) der Erfindung

- [0048]** In der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugte Ausführungsbeispiels ist zu berücksichtigen, dass die vorliegende Offenbarung der verschiedenen Aspekte nicht auf die Details des Aufbaus und der Anordnung der Komponenten beschränkt ist, wie sie in der nachfolgenden Beschreibung und in den Figuren dargestellt sind. Alle Ausführungsbeispiele, auch die nicht in den Figuren gezeigten, können auf verschiedenen Wegen in die Praxis umgesetzt oder ausgeführt werden. Es ist des Weiteren zu berücksichtigen, dass die hier verwendete Ausdrucksweise und Terminologie lediglich zum Zweck der konkreten Beschreibung verwendet wird und diese sollten nicht durch den Fachmann als solche in einschränkender Weise ausgelegt werden. Ferner bezeichnen in nachfolgender Beschreibung gleiche Bezugszeichen in den Figuren gleiche oder ähnliche Merkmale oder Gegenstände, so dass in einigen Fällen auf eine wiederholte detaillierte Beschreibung derselben verzichtet wird, um die Kompaktheit und Übersichtlichkeit der Darstellung zu bewahren.
- [0049]** In der Fig. 1 ist in schematischer Darstellung ein Überblick über eine Vorrichtung 1 zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Die Vorrichtung 1 umfasst eine

elektronische Steuereinheit 10 (ECU - electronic control unit) sowie eine Motoreinheit 50 mit einem elektrischen Motor 55, der von der elektronischen Steuereinheit 10 betrieben wird. Zu diesem Zweck weist die elektronische Steuereinheit 10 in Fig. 1 eine nicht gezeigte Schaltung auf, die zum Beispiel in bekannter Weise elektrische Schalter (z.B. Leistungstransistoren) umfasst, welche einen Betrieb bzw. eine Steuerung des Motors in Pulsbreitenmodulation (PWM) ermöglichen. Bei dem elektrischen Motor 55 kann es sich um einen BLDC-Motor handeln. Dabei wird der Motor mit einer Spannung aus einer Fahrzeugbatterie (nicht gezeigt) versorgt und die Leistung des Motors über die durch Ansteuerung der Leistungstransistoren festgelegten Pulsbreiten bestimmt. Diese Ansteuerung durch einen Mikrocontroller, auf welchem u.a. für die Ansteuerung eine Software-Applikation 12 programmiertechnisch eingerichtet ist.

**[0050]** Die elektronische Steuereinheit 10 ist ferner über einen Fahrzeugbus 45, beispielsweise einen CAN-Bus oder einen LIN-Bus etc. mit einem zentralen Steuermodul 40 (z.B. BCM - *body control module*) verbunden. Wie noch erläutern ist, dient dieses vorliegend lediglich zum Liefern einer Systemzeit.

**[0051]** Die Software-Applikation 12 umfasst unter anderem ein Einklemmschutzmodul 14. Das Einklemmschutzmodul 14 ist für die Steuerung der Leistungstransistoren verantwortlich, mit welchen wiederum der elektrische Motor 55 betrieben wird. Das Einklemmschutzmodul 14 umfasst zwei Moduleinheiten, nämlich eine erste Moduleinheit 16, die den eigentlichen Betrieb zum Bewegen der vom elektrischen Motor 55 angetriebenen Komponente 60 steuert und währenddessen eine Klemmerfassung durchführt, sowie eine zweite Moduleinheit 18, die eine Berechnung einer Öffnungszeitenkomensation durchführt und das Ergebnis der ersten Moduleinheit 16 übermittelt, damit diese ihre Überwachung mit angepassten Werten durchführt.

**[0052]** Der Betrieb ist gemäß dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel wie folgt:

Zu einem Zeitpunkt  $t_1$  betätigt ein Fahrgast oder der Fahrer des Fahrzeugs ein (nicht gezeigtes) Bedienmodul, um die Komponente 60 zu bewegen (Bz. 72), so dass diese eine Öffnung 70 des Fahrzeugs freigibt. Beispielsweise handelt es sich hierbei um das in Fig. 2 gezeigte Glasdach als verstellbare Komponente 60. Über das zentrale Steuermodul 40 und den Fahrzeugbus 45 wird dies der elektronischen Steuereinheit 10 signalisiert (Box 1). Daraufhin betreibt die erste Moduleinheit 16 den elektrischen Motor 55, um die Komponente 60 zu bewegen, so dass das Dach geöffnet wird. Gleichzeitig initiiert die zweite Moduleinheit 18 über den Fahrzeugbus eine Abfrage an die zentrale Steuereinheit 40 mit der Anforderung einer Systemzeit. Diese antwortet mit einem die dann aktuelle Systemzeit beinhaltenden Zeitstempel (Box 2), der im Speicher 30 hinterlegt wird. In dem Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine nicht-flüchtigen Speicher, oder zumindest für diesen Zeitstempel um einen nicht-flüchtigen Teilbereich des optional zusätzlich

auch einen RAM umfassenden Speichers 30.

**[0053]** Zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_2$  wird das Bedienmodul noch einmal betätigt, um das Dach zu schließen. Die Information wird der elektronischen Steuereinheit 10 analog über das zentrale Steuermodul 40 und den Fahrzeugbus 45 übermittelt. Von der Software-Applikation bzw. der ersten Moduleinheit 16 des Einklemmschutzmoduls 14 wird daraufhin die Komponente durch Betrieb des elektrischen Motors 55 in eine Bewegung 72 zum Schließen der Öffnung versetzt.

**[0054]** Zum Erfassen einer Einklemmsituation wird dabei von der ersten Moduleinheit 16 ein Wert für die Auslöseschwelle  $P_{th}$  für die Schließkraft aus dem Speicher 30 ausgelesen. In dem Ausführungsbeispiel besitzt die Auslöseschwelle  $P_{th}$  absolut betrachtet und ohne Kompensation z.B. einen konstanten Wert für den gesamten Wegbereich  $R_{tot}$  der Komponente 60, welches in dem nachfolgend zu erläuternden Diagramm der Fig. 3 zu erkennen ist. Die der Auslöseschwelle  $P_{th}$  zugeordnete Schließkraft variiert in Absolutwerten, weshalb die in Fig. 3 gezeigte Skala der Werte für die Schließkraft für jede Bewegungsposition auf die Auslöseschwelle  $P_{th}$  bezogen bzw. ins Verhältnis gesetzt wird, so dass die Auslöseschwelle  $P_{th}$  in der Darstellung der Fig. 3 auch im Fall mit Kompensation (untere Kurve innerhalb der Wegabschnitte  $R_{P1}$  und  $R_{P2}$ ) den konstanten Wert annimmt.

**[0055]** Während der Bewegung der Komponente 60 wird für eine Vielzahl von aufeinanderfolgenden Bewegungspositionen  $S_{pos}$  die Schließkraft  $P_{act}$  berechnet. Zu diesem Zweck liest die erste Moduleinheit kontinuierlich von dem Motorspannungssensor 51 und dem Winkelgeschwindigkeitssensor 52 (z.B. einem Hall-Sensor) für die jeweils aktuelle Bewegungsposition entsprechend gemessene Werte aus und berechnet daraus die aktuelle Schließkraft. Diese wird dann noch in das Verhältnis zur Schließkraft der Auslöseschwelle gesetzt. Die aktuelle Bewegungsposition berechnet die erste Moduleinheit aus Angaben, die sie von dem Positionssensor 53 der Motoreinheit 50 erhält.

**[0056]** Die erste Moduleinheit 16 ist nun im Besitz sowohl der Auslöseschwelle als auch des jeweils aktuellen Werts der Schließkraft.

**[0057]** Simultan mit dem von dem zentralen Steuermodul 40 empfangenen Signal für das Schließen des Dachs liest die zweite Moduleinheit 18 Positionen für Wegabschnitte  $R_{P1}$  und  $R_{P2}$  aus dem Speicher 30 aus, die dort vorab hinterlegt sind, und Abschnitte der Komponente 60 definieren, in denen diese mit Dichtungen 91 - 93 in der Öffnung 70 in verpressenden Kontakt treten kann (Boxen 5a, 5b). Für alle von der ersten Moduleinheit 16 berechneten Bewegungspositionen (die sie dann auch von dieser erhält, Box 8) prüft die zweite Moduleinheit nun jeweils, ob die aktuell von der ersten Moduleinheit gelieferte Bewegungsposition in dem Wegabschnitt liegt.

**[0058]** Ferner initiiert die zweite Moduleinheit 18 eine zweite Abfrage an das zentrale Steuermodul 40 mit Anforderung einer Systemzeit und erhält einen eine zweite

Systemzeit beinhaltenden zweiten Zeitstempel (Box 3). Die zweite Moduleinheit 16 liest dazu den ersten Zeitstempel aus dem Speicher 30 aus (Box 4) und berechnet eine Zeitdifferenz, die der Öffnungszeit des Dachs (Dauer der ununterbrochenen Freigabe der Öffnung 70 durch die Komponente) entspricht.	10	elektronische Steuereinheit (ECU)
[0059] Abhängig von dem obigen Prüfergebnis (aktuelle Bewegungsposition innerhalb des Wegabschnitts: Ja) berechnet die zweite Moduleinheit 18 nun eine von der Zeitdauer der Öffnungszeit abhängige Kompensation, mit welcher der normierte aktuelle Wert der Schließkraft anzupassen ist und übermittelt diesen Wert an die erste Moduleinheit 16, welche die Anpassung vornimmt.	12	Software-Applikation
[0060] Insbesondere zeigt die Fig. 3 in einem Diagramm einen Vergleich der aktuell ermittelten Schließkraft $P_{act}$ (bezogen auf die Auslöseschwelle, die einen konstanten Wert annimmt) aufgetragen über den Wegbereich $R_{tot}$ der Komponente beim Schließen der Öffnung für den konventionellen Fall ohne Kompensation für längere Komponentenöffnungszeiten und den erfundungsgemäßen Fall mit Kompensation für längere Komponentenöffnungszeiten innerhalb festgelegter Wegabschnitte $R_{P1}$ und $R_{P2}$ , in welchen die Komponente die in Fig 2 gezeigten Dichtungen 91, 92, 93 kontaktieren und verpressen kann. Außerhalb der beiden Wegabschnitte findet keine Kompensation statt und die entsprechenden Kurven sind identisch.	14	Einklemmschutzmodul
[0061] Zur Erläuterung des Erfindungsgedankens ist in Fig 3 ein Fall einer längeren Komponentenöffnungszeit gezeigt. Innerhalb der Wegabschnitte $R_{P1}$ und $R_{P2}$ steigt der aktuelle Wert der Schließkraft $P_{act}$ stark an, wenn keine Kompensation durchgeführt wird. Wie zu erkennen ist, übersteigt die jeweils obere Kurve die Auslöseschwelle $P_{th}$ insgesamt viermal (einmal im Wegabschnitt $R_{P1}$ und dreimal im Wegabschnitt $R_{P2}$ ), was ohne Kompensation zu einem Fehlversieren führen würde.	16	erste Moduleinheit für Klemmerfassung
[0062] Bei der Kompensation bzw. Anpassung wird die Auslöseschwelle $P_{th}$ angepasst. In der Darstellung der Fig. 3 ist Schließkraft auf die Auslöseschwelle $P_{th}$ bezogen, weshalb die Auslöseschwelle selbst in der Fig. 3 im kompensierten Zustand den gleichen Level annimmt wie im unkompensierten Zustand. In der Darstellung ändert sich dagegen die auf die Auslöseschwelle bezogene Schließkraft $P_{act}$ , wenn die Auslöseschwelle $P_{th}$ angepasst wird. Deutlich in Fig. 3 zu erkennen ist, dass sich durch die Kompensation die auf die Auslöseschwelle $P_{th}$ bezogene Schließkraft $P_{act}$ in erheblichem Maße relativ zu der Auslöseschwelle absenkt, so dass die Auslöseschwelle $P_{th}$ nicht mehr überschritten wird und dadurch ein Fehlversieren vermieden wird.	22	zweite Moduleinheit für Öffnungszeitenkompen-
	30	sation
	50	Fehlerfassung
	51	Speicher
	52	Motoreinheit
	53	Motorspannungssensor
	54	Winkelgeschwindigkeitssensor
	60	Positionssensor
	62	Temperatursensor
	64	Komponente
	70	weitere Komponente
	72	Spalt
	73	Öffnung
	91	Bewegung der Komponente
	92	erste Dichtung
	93	zweite Dichtung
		dritte Dichtung
	25	
	30	
	35	
	40	
	45	
	50	
	55	

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation beim Bewegen einer verstellbaren Komponente zum Schließen einer Öffnung mittels eines elektrischen Motors in einem Fahrzeug, umfassend die Schritte:
- Vorgeben einer Auslöseschwelle für eine vom elektrischen Motor auf die Komponente ausgeübte Schließkraft oder einer ihr zugrundeliegenden physikalischen Größe, mit welcher der elektrische Motor betrieben wird, für zumindest eine Bewegungsposition der Komponente innerhalb eines ihr insgesamt für die Bewegung zur Verfügung stehenden Wegbereichs;
- Bewegen der Komponente in die Bewegungsposition;
- Ermitteln eines aktuellen Werts der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für die zumindest eine Bewegungsposition;
- Vergleichen des aktuellen Werts und der Auslöseschwelle;
- Ausgeben eines die Einklemmsituation angebenden Auslösersignals abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs;
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- eine Zeitdauer ermittelt wird, über welche hinweg die Komponente bis zu einem Zeitpunkt des Bewegens der Komponente in die Bewegungsposition in einer anderen Bewegungsposition gehalten wurde, in welcher die Öffnung durch die verstellbare Komponente durchgehend nicht verschlossen war, und die vorgegebene Auslöseschwelle abhängig

### BEZUGSZEICHENLISTE :

#### [0063]

- 1 Vorrichtung zum Erfassen einer Einklemmsituati-
- on

- von der ermittelten Zeitdauer angepasst wird, insbesondere erhöht wird, oder der ermittelte aktuelle Wert abhängig von der ermittelten Zeitdauer relativ zur vorgegebenen Auslöseschwelle angepasst wird, insbesondere gesenkt wird; und  
 Verwenden der angepassten Auslöseschwelle oder des angepassten aktuellen Werts bei dem Schritt des Vergleichens des aktuellen Werts und der Auslöseschwelle.
2. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß Anspruch 1, ferner umfassend:  
 Reversieren der Komponente in Abhängigkeit von dem Auslösesignal.
3. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei das Ermitteln der Zeitdauer umfasst:
- Abfragen eines ersten Zeitstempels, zu welchem die Komponente durch Betrieb des elektrischen Motors zuletzt aus einer vollständig geschlossenen Position heraus bewegt wurde;  
 Abfragen eines zweiten Zeitstempels, zu welchem die Komponente durch Betrieb des elektrischen Motors beim aktuellen Schließen die zumindest eine Bewegungsposition erreicht oder zu erreichen beginnt;  
 Berechnen der Zeitdauer aus dem ersten Zeitstempel und dem zweiten Zeitstempel.
4. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei  
 wenn eine erste Zeitdauer ermittelt wird, eine erste Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts durchgeführt wird, die zu einer ersten Differenz gegenüber der ursprünglich vorgegebenen Auslöseschwelle führt, und  
 wenn eine zweite Zeitdauer ermittelt wird, die größer ist beziehungsweise länger dauert als die erste Zeitdauer, eine zweite Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts durchgeführt wird, die zu einer zweiten Differenz gegenüber der ursprünglich vorgegebenen Auslöseschwelle führt, wobei die zweite Differenz größer ist als die erste Differenz.
5. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei innerhalb des der Komponente insgesamt für die Bewegung zur Verfügung stehenden Wegbereichs ein vorbestimmter Wegabschnitt festgelegt ist, in welchem die Komponente mit der
- wenigstens einen Dichtung in Kontakt treten kann; und  
 die Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts ferner abhängig davon durchgeführt wird, ob die zumindest eine Bewegungsposition der Komponente innerhalb des vorbestimmten Wegabschnitts liegt.
- 10 6. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei an verschiedenen Bewegungspositionen entlang einer Wegstrecke innerhalb des Wegbereichs verschiedene Werte für die Auslöseschwelle eingestellt werden.
- 15 7. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Anpassung der Auslöseschwelle beziehungsweise des aktuellen Werts unter Verwendung einer Formel ausgehend von der vorgegebenen Auslöseschwelle beziehungsweise vom ermittelten aktuellen Wert und einem hinzuzuaddierenden Term mit einer linearen Abhängigkeit von der ermittelten Zeitdauer berechnet wird.
- 20 8. Verfahren zum Erfassen einer Einklemmsituation gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Komponente ein Sonnen-, Schiebe- oder Glasdach oder ein Rollosystem und die entsprechende Öffnung im Dachaufbau eines Fahrzeugs eingerichtet ist, und/oder der elektrische Motor ein Gleichstrommotor ist, insbesondere ein DC-Motor oder ein BLDC-Motor.
- 25 9. Vorrichtung (1) zum Erfassen einer Einklemmsituation beim Bewegen einer verstellbaren Komponente (60) zum Schließen einer Öffnung (70) mittels eines elektrischen Motors (55) in einem Fahrzeug, umfassend:
- eine erste Moduleinheit (16), die eingerichtet ist, den elektrischen Motor (55) zu betreiben, dabei eine Einklemmsituation zu erfassen und in Abhängigkeit von der Erfassung den elektrischen Motor (55) zu steuern, um die Komponente (60) zu reversieren,  
 wobei die erste Moduleinheit (16) ferner eingerichtet ist:
- eine Auslöseschwelle für eine vom elektrischen Motor auf die Komponente ausgeübte Schließkraft oder einer ihr zugrundeliegenden physikalischen Größe, mit welcher der elektrische Motor (55) betrieben wird, für zumindest eine Bewegungsposition der Komponente (60) innerhalb eines ihr insgesamt für die Bewegung zur Verfügung

stehenden Wegbereichs zu empfangen;  
 - die Komponente (60) durch Betreiben des elektrischen Motors (55) in die Bewegungsposition zu bewegen;  
 - einen aktuellen Wert der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für die zumindest eine Bewegungsposition zu erhalten;  
 - den aktuellen Wert und die Auslöseschwelle zu vergleichen; und  
 - ein die Einklemmsituation angebendes Auslösesignal abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs auszugeben, mit welchem insbesondere vom Schließbetrieb der Komponente (60) in deren Reversierbetrieb umgeschaltet wird;

eine zweite Moduleinheit (18), die eingerichtet ist:

20

- eine Auslöseschwelle und/oder einen aktuellen Wert der Schließkraft oder der ihr zugrunde liegenden physikalischen Größe für die zumindest eine Bewegungsposition einzulesen;  
 - eine Zeitdauer zu ermitteln, über welche hinweg die Komponente bis zu einem Zeitpunkt des Bewegens der Komponente in die Bewegungsposition in anderen Bewegungspositionen gehalten wurde, in welcher die Öffnung durch die verstellbare Komponente durchgehend nicht verschlossen war;  
 - die eingelesene, vorgegebene Auslöseschwelle abhängig von der ermittelten Zeitdauer anzupassen, insbesondere zu erhöhen, oder den eingelesenen, aktuellen Wert abhängig von der ermittelten Zeitdauer relativ zur eingelesenen Auslöseschwelle anzupassen, insbesondere zu senken; und  
 - die angepasste Auslöseschwelle beziehungsweise den angepassten aktuellen Wert an die erste Moduleinheit (16) zu übermitteln.

45

50

55

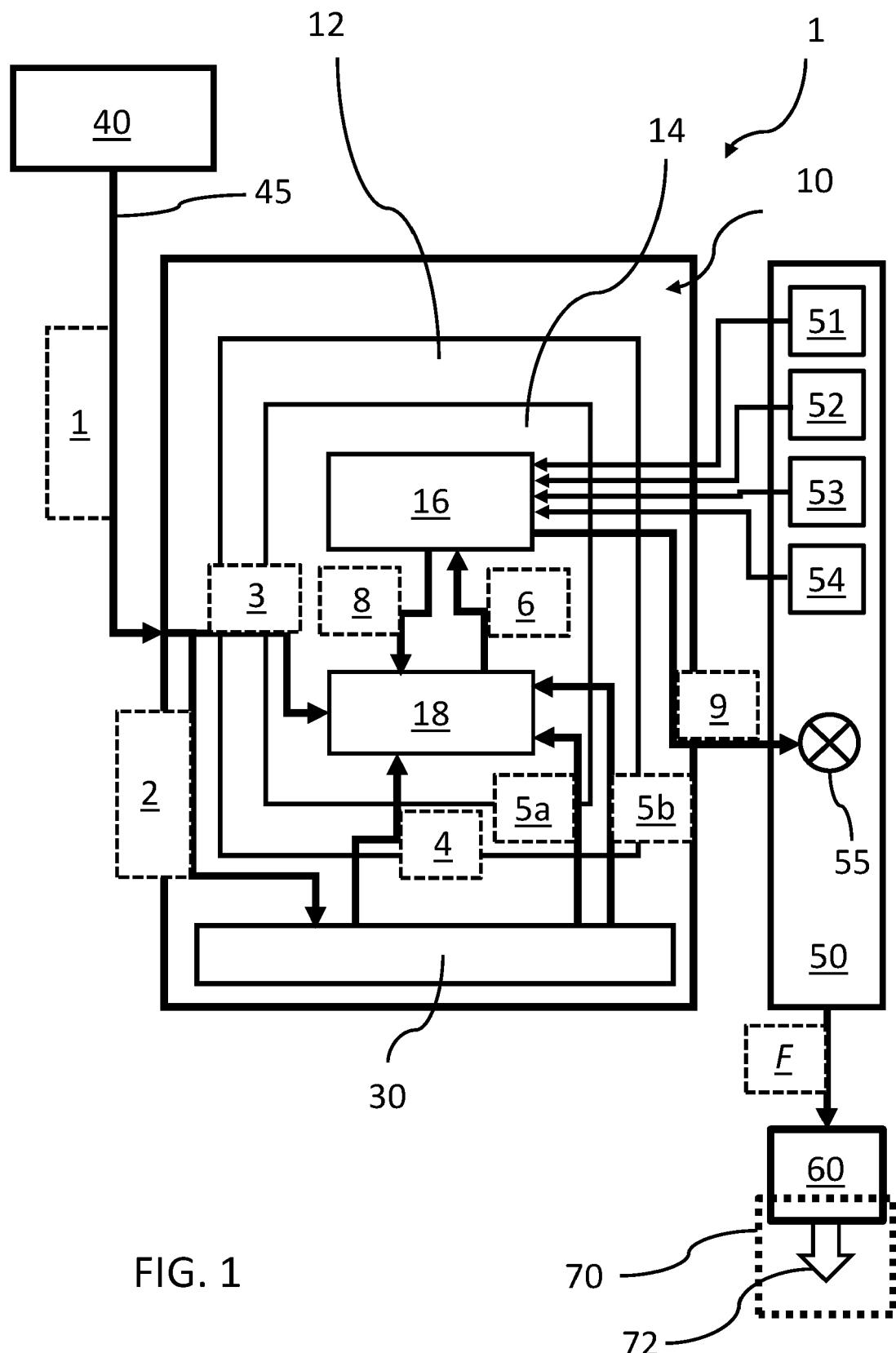


FIG. 1

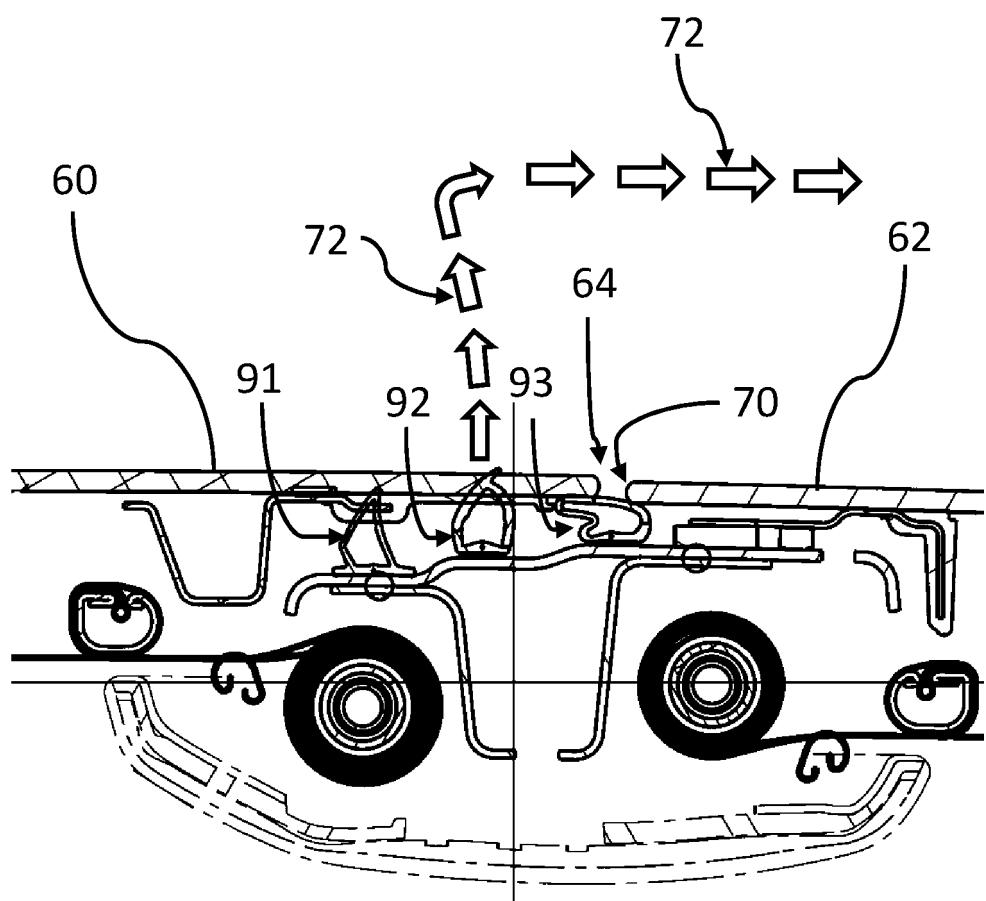


FIG. 2

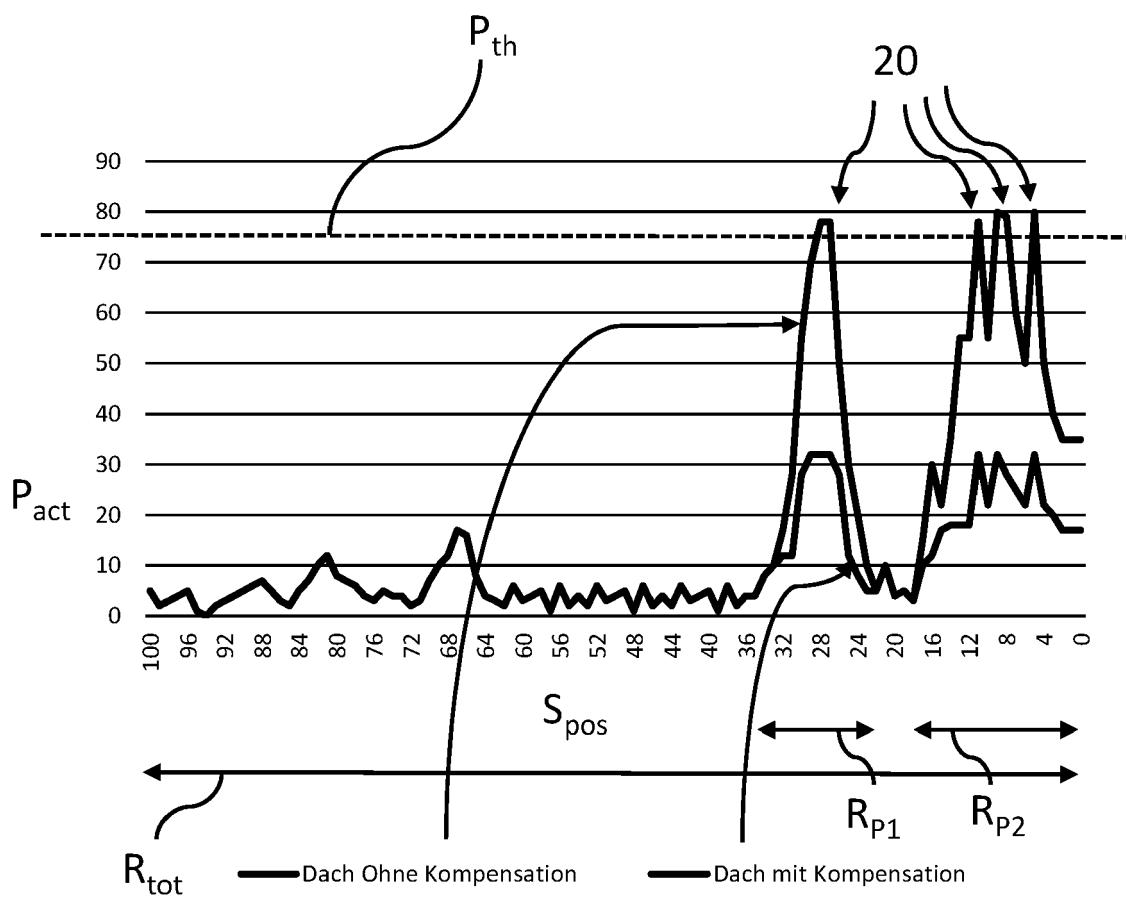


FIG. 3



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 16 7367

5

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)						
10	A,D EP 4 001 565 A1 (APTIV TECH LTD [BB]) 25. Mai 2022 (2022-05-25) * Absätze [0029] - [0114]; Abbildungen 1-9 *	1-9	INV. E05F15/41						
15	A,D DE 10 2009 019015 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 11. November 2010 (2010-11-11) * Absätze [0030] - [0064]; Abbildungen 1-11 *	1-9							
20	A,D DE 10 2010 037804 A1 (PORSCHE AG [DE]) 29. März 2012 (2012-03-29) * Absätze [0015] - [0026]; Abbildungen 1-2 *	1-9							
25									
30									
35									
40									
45									
50	<p>1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>Den Haag</td> <td>9. September 2024</td> <td>Rémondot, Xavier</td> </tr> </table>			Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	Den Haag	9. September 2024	Rémondot, Xavier
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
Den Haag	9. September 2024	Rémondot, Xavier							
55	<p>EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)</p> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>								

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 16 7367

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendifikamente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09 - 09 - 2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendifikament	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 4001565 A1	25-05-2022	CN EP US US	114509245 A 4001565 A1 2022154511 A1 2024133224 A1	17-05-2022 25-05-2022 19-05-2022 25-04-2024
20	DE 102009019015 A1	11-11-2010	BR CN DE US WO	PI1014353 A2 102414387 A 102009019015 A1 2012112677 A1 2010124927 A2	05-04-2016 11-04-2012 11-11-2010 10-05-2012 04-11-2010
25	DE 102010037804 A1	29-03-2012	KEINE		
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 4001565 A1 [0009]
- US 2022154511 A1 [0009]
- DE 102009019015 A1 [0011]
- DE 102010037804 A1 [0012]