

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. September 2007 (27.09.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/107530 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01D 5/245 (2006.01) **B62D 15/02** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/052539
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. März 2007 (16.03.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 012 771.4 17. März 2006 (17.03.2006) DE
10 2006 014 700.6 30. März 2006 (30.03.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG** [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BURGDORF, Christian** [DE/DE]; Untergasse 9, 63075 Offenbach (DE).

RINK, Klaus [DE/DE]; Hauptstrasse 32, 63517 Rodenbach (DE). **HICKL, Frank** [DE/DE]; Fünfkirchnerstrasse 6, 63571 Gelnhausen-Hailer (DE). **SCHÄFER, Patrick** [DE/DE]; An der Grüngesweide 1, 65760 Eschborn (DE). **KOLBE, Alexander** [DE/DE]; Am Gänsepfad 24, 64846 Gross-Zimmern (DE).

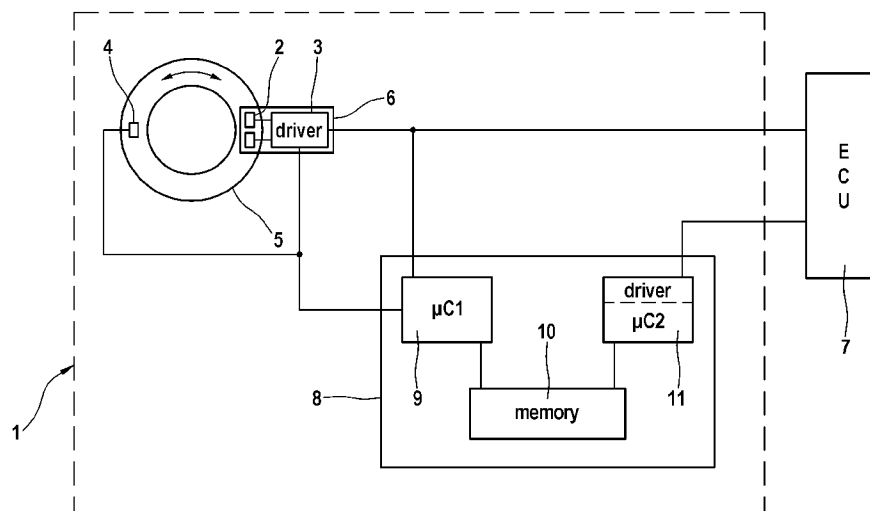
(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STEERING ANGLE SYSTEM AND METHOD FOR MEASURING A STEERING ANGLE

(54) Bezeichnung: LENKWINKELSENSORSYSTEM UND VERFAHREN ZUR MESSUNG EINES LENKWINKELS



(57) Abstract: The invention relates to a steering angle sensor system (1) for measuring the steering angle in a motor vehicle, said system comprising a magnetic encoder (85) which is magnetically coupled to at least one magnetic field sensor (2) detecting a variation in the steering angle even when the ignition is turned off, and an electronic memory (10) for storing steering angle information. The steering angle sensor system (1) also comprises at least one other element (4) sensitive to magnetic fields in addition to the sensor element(s) for detecting the steering angle, said element being magnetically coupled to the magnetic encoder and prematurely identifying steering movements for at least partial initiation of the steering angle sensor system (1) and/or another system.

(57) Zusammenfassung: Lenkwinkelsensorsystem und Verfahren zur Messung eines Lenkwinkels Lenkwinkelsensorsystem (1) zur Messung des Lenkwinkels in einem Kraftfahrzeug, umfassend einen magnetischen Encoder (5), welcher magnetisch mit mindestens einem Magnetfeldsensor (2) gekoppelt ist, der die Änderung des Lenkwinkels auch bei ausgeschalteter Zündung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/107530 A2



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

erfasst, und einen elektronischen Speicher (10) zum Speichern von Lenkwinkelinformationen, wobei das Lenkwinkelsensorsystem (1) neben dem oder den zur Lenkwinkelerfassung vorgesehenem/n Sensorelement/en zusätzlich zumindest ein weiteres magnetfeldempfindliches Element (4) aufweist, welches mit dem magnetischen Encoder (5) magnetisch gekoppelt ist und welches frühzeitig das Auftreten von Lenkbewegungen zum zumindest teilweisen Aufwecken des Lenkwinkelsensorsystems (1) und/oder eines anderen Systems erkennt.

Lenkwinkelsensorsystem und Verfahren zur Messung eines Lenkwinkels

Die Erfindung betrifft ein Lenkwinkelsensorsystem gemäß Oberbegriff von Anspruch 1, ein Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 7, sowie ein Computerprogrammprodukt zur Messung des Lenkwinkels in einem Kraftfahrzeug.

Verfahren zur Winkelmessung oder Winkelmessvorrichtungen werden häufig zur Erfassung des Lenkwinkels in Kraftfahrzeugen zum Beispiel zur Bestimmung des Lenkwinkels in fahrdynamischen Regelungen (ESP) verwendet. Des Weiteren ist die Erfassung des Lenkwinkels auch für Kraftfahrzeugregelungssysteme erforderlich, die einen aktiven Lenkeingriff durchführen.

In diesem Zusammenhang ist auch bekannt, dass durch die Möglichkeit aktiver Lenkeingriffe durch ein Kraftfahrzeugregelungssystem, besondere Anforderungen an die Verfügbarkeit der Lenkwinkelmessung gestellt werden. So ist es eine spezielle Anforderung eines solchen Kraftfahrzeugregelungssystems an die Winkelmessvorrichtung, während der Zeit unmittelbar nach dem Aktivieren des Kraftfahrzeugs den Lenkwinkel zu kennen, obwohl auch außerhalb des Fahrzeugbetriebs Lenkbewegungen oder indirekte Lenkbewegungen, hervorgerufen durch äußere Störeinflüsse, auftreten können und berücksichtigt werden müssen.

- 2 -

Druckschrift EP 1 238 891 B1 offenbart einen Lenkwinkelsensor, der zusätzlich zu einer Codescheibe, deren Stellung und damit der absolute Winkel innerhalb einer Umdrehung durch Sensoren erfasst wird, ein mechanisch gekoppeltes Zählrad zur Erfassung der Umdrehungsanzahl aufweist. Der absolute Winkel wird aus einer Kombination der Ausgangssignale von zwei Magnetfeldsensoren und der Stellung des Zählrads berechnet. Um mit diesem Sensor direkt nach dem Starten des Kraftfahrzeugs eine absolute Winkelmessung durchführen zu können, muss auch während eines inaktiven Fahrzeugzustandes der Lenkwinkelsensor mit Spannung versorgt werden, wodurch je nach Zeitdauer dieses Zustands die elektrische Energieversorgung des Kraftfahrzeugs stark belastet wird. Darüber hinaus ist die Mechanik relativ aufwändig und verschleißanfällig.

In Druckschrift EP 0 874 751 B1 wird vorgeschlagen, neben einem Drehwinkelsensor, der innerhalb einer Umdrehung mit Hilfe einer Codierscheibe den absoluten Winkel misst, ein mechanisches Zählwerk zu verwenden. Dabei ist das mechanische Zählwerk mechanisch mit der Codierscheibe gekoppelt und zählt die Umdrehungen. So wird der absolute Drehwinkel zu jedem Zeitpunkt auch über eine Umdrehung hinaus erfasst. Nachteilig bei dieser Konstruktion ist die recht aufwändige Mechanik der Codierscheibe und des Zählwerks, sowie die Momentenübertragung der mechanischen Kopplung, die verschleißanfällig ist und nicht lautlos funktioniert.

Druckschrift DE 103 44 267 A1 beschreibt ein Verfahren, welches einen halbrelativen Lenkwinkelsensor verwendet. Dabei werden im Zustand ausgeschalteter Zündung des Fahrzeugs Lenkradbewegungen durch den Lenkwinkelsensor erfasst und e-

- 3 -

lektronisch abgespeichert. Bei Betätigung der Zündung werden diese Daten, im Fall dass keine Störungen zu registrieren waren, zur Berechnung des aktuellen Lenkwinkels verwendet. Dieses System ist insofern nachteilig, da auch hier sowohl der Sensor als auch der elektronische Speicher im inaktiven Fahrzeugzustand mit Energie versorgt werden müssen, was zu Lasten der Fahrzeugbatterie geht. Außerdem wird bei Störungen der Winkel nachkalibriert und kann nicht direkt über den Lenkwinkelsensor erfasst werden. Die Kalibrierung geschieht durch das Feststellen eines Geradeauslaufs während der Fahrt, wobei dieser Geradeauslauf auf Grund des zeitlichen Gierratenverlaufs beurteilt wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Lenkwinkelsensorsystem, sowie ein Verfahren zur Messung des Lenkwinkels in einem Kraftfahrzeug zu beschreiben. Mit diesen soll ein Winkel mit hoher Winkelauflösung über einen Bereich mehrerer Umdrehungen gemessen werden können. Dabei soll, obwohl auch während ausgeschalteter Zündung des Kraftfahrzeugs der Winkel einer oder mehrerer Winkeländerungen erfasst und gespeichert wird, eine durchgängig vollständige Energieversorgung des Lenkwinkelsensorsystems, insbesondere der messenden Sensorelemente, vermieden werden. Darüber hinaus soll die Vorrichtung einen möglichst geringen Verschleiß, eine möglichst geringe Geräuschentwicklung aufweisen und kostengünstig sein.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Lenkwinkelsensorsystem gemäß Anspruch 1 und durch das Verfahren gemäß Anspruch 7.

- 4 -

Der Erfindung liegt der Gedanke zu Grunde das Auftreten von Lenkbewegungen, bzw. mindestens einer Lenkwinkeländerung, mit einem Sensorelement, insbesondere einem zusätzlichen magnetfeldempfindlichen Element, frühzeitig zu erkennen. Darüber hinaus wird mit einer Lenkwinkelsensoranordnung ein Lenkwinkel gemessen, allerdings so, dass während eines Fahrzeugzustandes inaktiver Zündung, die Lenkwinkelsensoranordnung weitestgehend in einen inaktiven Zustand versetzt wird, wobei das insbesondere zusätzliche magnetfeldempfindliche Element aktiv oder teilaktiv bleibt und die Änderung des magnetischen Feldes im Fall des Auftretens einer Lenkbewegung erkennt, worauf die Lenkwinkelsensoranordnung ganz oder teilweise aktiviert wird. Die aktivierte Lenkwinkelsensoranordnung erfasst und speichert die Lenkwinkelbewegung/en so lange bis es aufgrund ausbleibender Lenkbewegungen in den weitestgehend inaktiven Zustand versetzt wird oder bis die Zündung des Kraftfahrzeugs aktiviert wird. Danach werden die gespeicherten Lenkwinkeldaten unverzüglich an das Kraftfahrzeugregelungssystem übertragen.

Erfindungsgemäß kommen berührlose Messprinzipien zur Anwendung, wodurch Verschleiß und Geräuschentwicklung vermieden werden.

Unter dem Begriff der Lenkwinkelsensoranordnung wird eine Anordnung zur Messung eines Lenkwinkels in der Lenkung eines Kraftfahrzeugs verstanden. Dabei funktioniert die Lenkwinkelsensoranordnung berührungslos, insbesondere über magnetische Kopplung. Deshalb weist die Lenkwinkelsensoranordnung mindestens einen Encoder und mindestens einen Sensor auf, wobei der Encoder sich mit den Lenkbewegungen dreht und der

- 5 -

Sensor die Drehbewegungen des Encoders erfasst. Es werden insbesondere magnetische Encoder und Sensoren verwendet. Das erfindungsgemäße Lenkwinkelsensorsystem gehört auch zur Gattung dieser Lenkwinkelsensoranordnungen. Eine Lenkwinkelsensoranordnung kann so ausgebildet sein, dass sie absolute und/oder relative, bzw. inkrementelle Winkelmessungen vornimmt.

Als zusätzliches magnetfeldempfindliches Element kommen bevorzugt Sensorelemente zum Einsatz, welche sich aus mindestens einem Einzelmagnetfeldsensorelement zusammensetzen, wobei dieses insbesondere ein Reed-Schalter, ein Hallelement bzw. eine Hallsensorbrücke oder ein anderer Magnetfeldsensor, wie zum Beispiel ein AMR- oder GMR-Sensor, sein kann. Dabei kann das magnetfeldempfindliche Element besonders bevorzugt auch eine Schaltung beinhalten, welche einen definierten Wert des Magnetfeldes oder eine definierte Änderung des Magnetfeldes erkennt und daraufhin eine Funktion auslöst, insbesondere eine Schaltfunktion. Es ist weiterhin bevorzugt, dass das magnetfeldempfindliche Element eine Änderung des Magnetfeldes um einen bestimmten Wert erfasst, wodurch eine Schaltschwelle eines elektronischen Schalters überschritten wird, insbesondere die eines Mosfets.

Unter der Gesamtänderung des Lenkwinkels wird der Winkel verstanden um welchen sich der Lenkwinkel insgesamt während einer Phase inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs geändert hat, also die Summe der Lenkwinkeländerungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Drehrichtung. Dabei heben sich Änderungen des Lenkwinkels mit unterschiedlicher Drehrichtung anteilmäßig auf, so dass ausschließlich die direkte Ände-

- 6 -

rung des Lenkwinkels nach oben genannter Phase betrachtet wird, ohne den zeitlichen Verlauf des Lenkwinkels zu berücksichtigen.

Es ist zweckmäßig, dass das Lenkwinkelsensorsystem ein elektronisches Rechnermodul aufweist, in den der elektronische Speicher integriert ist und dass das elektronische Rechnermodul insbesondere mindestens eine Rechneinheit aufweist, in der, bzw. in denen mindestens ein Ausgangstreiber integriert ist/sind. Mit dem elektronischen Rechnermodul kann die Gesamtänderung des Lenkwinkels berechnet und mit mindestens einem Ausgangstreiber kann dieser Lenkwinkelwert als definiertes elektrisches Signal ausgegeben werden.

Bevorzugt wird die Lenkwinkelsensoranordnung während der Zeit inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs, in der keine Änderung des Lenkwinkels auftritt oder keine unmittelbar hintereinander folgenden Änderungen des Lenkwinkels auftreten, nach einer definierten Zeit in einen Zustand eingeschränkter Funktionalität versetzt, in welchem der Energieverbrauch und damit insbesondere die Belastung der Fahrzeugbatterie gering gehalten wird.

Es ist bevorzugt, dass die Lenkwinkelsensoranordnung aus den erfassten Änderungen des Lenkwinkels, insbesondere bei jeder Änderung des Lenkwinkels, eine Gesamtänderung des Lenkwinkels bildet, bzw. berechnet und diese speichert. Hierdurch werden erfasste Informationen zusammengefasst und der Speicher kann relativ klein gehalten werden.

Es ist zweckmäßig, dass nach Aktivierung der Zündung des

- 7 -

Kraftfahrzeugs die gespeicherten Lenkwinkeldaten, insbesondere die Gesamtänderung des Lenkwinkels, von der Lenkwinkelsensoranordnung an die elektronische Kontrolleinheit (ECU) des Kraftfahrzeugregelungssystems mit erhöhter Datenübertragungsrate, insbesondere mit maximaler Taktrate, übertragen werden. Durch diesen Verfahrensschritt ist der aktuelle Lenkwinkel, bzw. die zurückliegenden Lenkwinkeländerungen, unmittelbar nach dem Aktivieren der Zündung des Kraftfahrzeugs verfügbar.

Es ist bevorzugt, dass bei Vorliegen einer Zusatzinformation in der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) des Kraftfahrzeugregelungssystems, dass keine kontinuierliche Mindestenergieversorgung, insbesondere bei inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs, gewährleistet ist, eine Kalibrierung der Lenkwinkelsensoranordnung vorgenommen wird oder dass eine Meldung generiert wird, dass eine Kalibrierung vorgenommen werden muss. Hierdurch wird die Sicherheit des Verfahrens, insbesondere gegenüber einem Ausfall der Energieversorgung, erhöht.

Es ist zweckmäßig, dass nach jedem Aktivieren der Zündung des Kraftfahrzeugs, im Fahrzeugbetrieb ein Abgleich zwischen dem Gesamtlenkwinkel und einem Absolutlenkwinkel innerhalb von 360° erfolgt. Der Gesamtlenkwinkel berechnet sich aus dem letzten in der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) gespeicherten Lenkwinkel und aus der von der Lenkwinkelsensoranordnung übertragenen Gesamtänderung des Lenkwinkels. Der Absolutlenkwinkel innerhalb von 360° berechnet sich insbesondere aus einer erkannten Indexfolge des magnetischen Encoders bei einer Lenkbewegung. Im Fall dass der Abgleich ei-

- 8 -

ne Lenkwinkeldifferenz feststellt, wird ein neuer Lenkwinkelwert auf Basis des Absolutwinkels innerhalb von 360° und der, aus dem Gesamtlenkwinkel bekannten, Anzahl der Lenkumdrehungen berechnet. Dadurch werden Messfehler, insbesondere Messfehler, welche während eines Fahrzeugzustands inaktiver Zündung auftreten, ausgeglichen, bzw. beseitigt.

Es ist bevorzugt, dass das Lenkwinkelsensorsystem über die elektronische Kontrolleinheit (ECU) und mindestens ein Bussystem mit weiteren Kraftfahrzeugsystemen, wie einer aktiven Lenkung oder einem Navigationssystem, verbunden ist. Hierdurch können andere Systeme auf den durch das Verfahren ermittelten Lenkwinkel zugreifen.

Es ist zweckmäßig, alle Komponenten des Lenkwinkelsensorsystems, ausgenommen des magnetischen Encoders, oder die Sensoreinheit und insbesondere das magnetfeldempfindliche Element auf einem Chip zu integrieren. Dabei kann dieser Chip als ASIC oder als eine programmierbare integrierte Schaltung ausgebildet sein. Durch diese Ausgestaltung kann das dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrunde liegende Lenkwinkelsensorsystem relativ kostengünstig realisiert werden.

Vorzugsweise wird das magnetfeldempfindliche Element getaktet mit Energie versorgt, wodurch dessen Energieverbrauch gesenkt wird.

Es ist zweckmäßig, dass das elektronische Rechnermodul Zusatzinformationen verarbeiten kann und insbesondere über die zweite Rechneinheit definiert ausgeben kann. Eine dieser Zusatzinformationen ist besonders bevorzugt die Indexinfor-

- 9 -

mation bezüglich des magnetischen Encoders, auf deren Basis der absolute Winkelwert innerhalb von 360° errechnet werden kann. Ganz besonders bevorzugt wird diese Berechnung des absoluten Winkelwerts innerhalb von 360° durch das elektronische Rechnermodul durchgeführt. Diese absolute Winkelinformation wird entweder als Zusatzinformation an die elektronische Kontrolleinheit (ECU) übertragen oder über einen separaten Signalpfad zwischen dem elektronischen Rechnermodul und der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) an diese übertragen.

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Computerprogrammprodukt, das einen Algorithmus umfasst, welcher zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann für alle Arten von Kraftfahrzeugen, also Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, sowie einspurige Kraftfahrzeuge verwendet werden. Ein Einsatz dieses Verfahrens ist immer dann besonders sinnvoll, wenn auch direkt nach der Aktivierung der Zündung des Kraftfahrzeugs der Lenkwinkel zur Verfügung stehen soll.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels an Hand von Figuren.

Es zeigen in schematischer Darstellung

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Lenkwinkelsensorsystem und seine Komponenten,

- 10 -

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm des Verfahrens und

Fig. 3 den zeitlichen Verlauf eines Lenkwinkel-Abgleichs durch die Auswertung der Absolutwinkelerkennung innerhalb einer Umdrehung nach dem Aktivieren des Kraftfahrzeugs.

In Fig. 1 umfasst das Lenkwinkelsensorsystem 1 den magnetischen Encoder 5, der magnetisch mit den Magnetfeldsensoren 2 der Sensoreinheit 6 und dem magnetfeldempfindlichen Element 4 gekoppelt ist, wobei in der Sensoreinheit 6 zusätzlich ein Sensorausgangstreiber 3 und eine nicht näher dargestellte Interpolationseinheit integriert ist. Sensoreinheit 6 sowie das magnetfeldempfindlichen Element 4 übertragen ihre Daten an eine erste Rechneinheit 9, welche neben einem elektronischen Speicher 10 und einer zweiten Rechneinheit 11 mit integriertem Ausgangstreiber in einem elektronischen Rechnermodul 8 integriert sind. Sensoreinheit 6, sowie die zweite Rechneinheit 11 des elektronischen Rechnermoduls 8 übertragen ihre Daten an die elektronische Kontrolleinheit (ECU) 7 des Kraftfahrzeugregelungssystems.

Fig. 2 veranschaulicht den Ablauf des Verfahrens mit Hilfe eines Ablaufdiagramms. Das Verfahren startet mit Verfahrensblock 12, in dem die Zündung des Kraftfahrzeugs aktiv ist und der absolute Gesamtlenkwinkel vorliegt. In Verfahrensblock 13 wird die Zündung des Kraftfahrzeugs deaktiviert, worauf in Verfahrensblock 14 der letzte verfügbare Lenkwinkel in der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) 7 des Kraftfahrzeugregelungssystems gespeichert wird. Danach wird innerhalb von Verfahrensblock 15 das Lenkwinkelsensorsystem 1

- 11 -

in einen Zustand eingeschränkter Funktionalität versetzt. Verfahrensblock 16 prüft durch den Einsatz des magnetfeldempfindlichen Elements 4, ob eine Lenkbewegung stattfindet. Ist dies der Fall, folgt Verfahrensblock 17, ist dies nicht der Fall, folgt Verfahrensblock 23. In Verfahrensblock 17 werden bestimmte Teile des Lenkwinkelsensorsystems 1 aktiviert, wobei zumindest Teile der Sensoreinheit 6 und des elektronischen Rechnermoduls 8 aktiviert werden. In Verfahrensblock 18 erfassen die Magnetfeldsensoren 2 der Sensoreinheit 6 die Lenkbewegung und weitere Lenkbewegungen, welche unmittelbar folgen und übertragen diese an das elektronische Rechnermodul 8, welches in Verfahrensblock 19 die Gesamtänderung des Lenkwinkels berechnet und diese in Verfahrensblock 20 im elektronischen Speicher 10 speichert. Innerhalb Verfahrensblocks 21 wird das Lenkwinkelsensorsystem 1 wieder in einen Zustand eingeschränkter Funktionalität versetzt. Verfahrensblock 22 prüft in Folge, solange der Zustand inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs andauert, ob weitere Lenkbewegungen folgen, worauf Verfahrensblock 17 folgt, wenn nicht, folgt Verfahrensblock 23, in dem die Zündung des Kraftfahrzeugs aktiviert wird. Direkt danach wird in Verfahrensblock 24 das Lenkwinkelsensorsystem 1 aktiviert, welches in Verfahrensblock 25 die gespeicherte Gesamtänderung des Lenkwinkels unverzüglich und mit maximaler Taktrate an die elektronische Kontrolleinheit (ECU) 7 des Kraftfahrzeugregelungssystems überträgt.

Fig. 3 veranschaulicht einen beispielhaften zeitlichen Verlauf des in der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) 7 des Kraftfahrzeugregelungssystems verfügbaren Lenkwinkels, bzw. der Lenkradstellung. Während der „Zündung-EIN“-Phase folgt

- 12 -

der Lenkwinkel stets der aktuellen Lenkradstellung. In der „Zündung-AUS“-Phase ändert sich der verfügbare Lenkwinkel trotz auftretender Lenkradbewegungen nicht. Wird die Zündung des Kraftfahrzeugs wieder aktiviert, so wird der gespeicherte Gesamtlenkwinkel mit maximaler Frequenz an die elektronische Kontrolleinheit (ECU) 7 des Kraftfahrzeugregelungssystems übertragen, worauf dieser bis auf einen relativ geringen Fehler mit der Lenkradstellung übereinstimmt. Im weiteren zeitlichen Verlauf wird der absolute Lenkwinkel innerhalb einer Umdrehung durch das Lenkwinkelsensorsystem erkannt und der Winkelversatz zwischen Lenkradstellung, welche über den Absolutwinkel exakt erkannt wird, und dem verfügbaren Lenkwinkel bestimmt. Daraufhin erfolgt ein Abgleich, wobei der erkannte Absolute Lenkwinkel genutzt wird, um den Winkelversatz zu eliminieren.

Die Funktionsweise des Lenkwinkelsensorsystems 1 gemäß Fig. 1 wird nachfolgend beispielhaft beschrieben: Lenkwinkelsensorsystem 1 beinhaltet einen speziellen magnetischen Encoder 5, der zwei nicht näher dargestellte verschiedene aneinander angrenzende magnetisierte Spuren alternierender Polung auf zwei benachbarten Umfängen aufweist. In der Kombination der beiden magnetisierten Spuren sind absolute Winkelwerte codiert, die durch den Sensor, bzw. das Lenkwinkelsensorsystem 1, als definierte Indexfolgen erkannt und als absolute Winkel innerhalb von 360° erkannt, bzw. interpretiert werden. Des Weiteren weist das Lenkwinkelsensorsystem 1 eine Sensoreinheit 6, welche zwei Magnetfeldsensoren und einen Ausgangstreiber 3 beinhaltet, ein magnetfeldempfindliches Element 4, und ein elektronisches Rechnermodul 8, welches eine erste Rechneinheit 9, einen elektronischen Speicher 10 und

- 13 -

eine zweite Rechneereinheit 11 mit integrierter Ausgangsstufe beinhaltet, auf.

Der Encoder 5 ist mit den beiden Magnetfeldsensoren 2 der Sensoreinheit 6 magnetisch gekoppelt. Jede Encoderspur wird von einem Magnetfeldsensor 2 erfasst. Aus den Ausgangssignalen der Magnetfeldsensoren 2 gewinnt man die Lenkwinkeländerung (Anzahl der Flanken), die Drehrichtung (Phasenverschiebung zwischen den Ausgangssignalen der Magnetfeldsensoren) und den absoluten Lenkwinkel innerhalb einer Umdrehung (Signalmuster). Sensoreinheit 6 beinhaltet zusätzlich noch einen Interpolator zur Signalverarbeitung. Die Sensoreinheit 6 gibt über den integrierten Ausgangstreiber 3 ein definiertes Ausgangssignal aus, welches alle oben genannten Informationen beinhaltet. Dieses Signal wird im Fall einer aktivierten Zündung des Kraftfahrzeugs an die elektronische Kontrolleinheit (ECU) 7 des Kraftfahrzeugregelungssystems übertragen.

Außer mit der Sensoreinheit 6, welche in der beispielgemäßen Ausführungsform als ASIC ausgebildet ist, ist der magnetische Encoder 5 auch mit dem magnetfeldempfindlichen Element 4 magnetisch gekoppelt, welches beispielhaft als ein Hall-element ausgebildet ist, welches einen besonders einfachen Aufbau besitzt und nur einen geringen Betriebsstrom benötigt. Dieses magnetfeldempfindliche Element 4 erfasst jede Änderung des magnetischen Feldes, welche durch eine minimale Lenkbewegung hervorgerufen wird.

Direkt nach dem Übergang aktiver zu inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs, wird der letzte verfügbare Lenkwinkel in der ECU 7 gespeichert und das Lenkwinkelsensorsystem 1 in einen

- 14 -

funktional sehr eingeschränkten Zustand („stand-by“ oder „sleep“) versetzt, in dem lediglich das magnetfeldempfindliche Element 4 funktionsfähig ist. Im Fall einer auftretenden Lenkbewegung wird diese durch das magnetfeldempfindliche Element 4 registriert. Daraufhin veranlasst das magnetfeldempfindliche Element 4 die Aktivierung („wake-up“) der Sensoreinheit 6, der ersten Rechneinheit 9 und des elektronischen Speichers 10. Alle folgenden Änderungen des Lenkwinkels werden durch die Sensoreinheit 6 erfasst und durch die erste Rechneinheit 9 interpretiert. Dabei wird stets die Gesamtänderung des Lenkwinkels berechnet und im elektronischen Speicher 10 gespeichert. Folgen zeitlich unmittelbar keine weiteren Lenkbewegungen wird das Lenkwinkelsensorsystem 1 wieder in den oben genannten funktional sehr eingeschränkten Zustand versetzt, solange bis das magnetfeldempfindliche Element 4 wieder das Auftreten einer Lenkbewegung registriert oder bis die Zündung des Kraftfahrzeugs aktiviert wird.

Im Zuge der Zündungsaktivierung des Kraftfahrzeugs wird auch das Lenkwinkelsensorsystem 1 vollständig aktiviert und die im elektronischen Speicher 10 gespeicherte, bzw. zuletzt hinterlegte, Gesamtänderung des Lenkwinkels wird durch die zweite Rechneinheit 11 mit integrierter Ausgangsstufe in ein elektrisches Signal umgerechnet, welches zum Ausgangssignal der Sensoreinheit 6 weitgehend kompatibel ist. Dieses Signal weist die Information über die Gesamtänderung des Lenkwinkels auf und nicht die Information über den zeitlichen Verlauf der Lenkwinkeländerungen. Es handelt sich hierbei um ein künstlich erzeugtes Quasisignal, welches mit maximaler Taktrate übertragen wird.

Während des Zustands inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs registriert die elektronische Kontrolleinheit (ECU) 7 des Kraftfahrzeugregelungssystems in der beispielgemäßen Ausführungsform, ob eine geeignete kontinuierliche Mindestenergieversorgung vorliegt, insbesondere, ob die Fahrzeugbatterie abgeklemmt oder zu schwach ist. Im Fall, dass die Information vorliegt, dass keine hinreichende Energieversorgung gewährleistet ist, wird eine definierte Kalibrierung des Lenkwinkelsensorsystems 1 unter Mitwirkung des Fahrers (z.B. durch definierte Lenkbewegungen) eingefordert. Dies geschieht durch eine optische und akustische Warnung.

Eine weitere Zusatzinformation betrifft das Auftreten von drei Aktivierungen des Lenkwinkelsensorsystems, während eines Kraftfahrzeugzustandes inaktiver Zündung, in deren Folge jeweils keine Lenkwinkeländerung erfasst wird. Das Auftreten dieses Falls wird durch die erste Rechneinheit 9 festgestellt und im elektronischen Speicher 10 gespeichert und in Folge einer Aktivierung der Zündung des Kraftfahrzeugs an die ECU übertragen. Auch das Vorliegen dieser Information veranlasst eine Kalibrierung des Lenkwinkelsensorsystems 1 unter Mitwirkung des Fahrers.

Nach der Zündungsaktivierung des Kraftfahrzeugs erfolgt ein Abgleich des aktuellen Lenkwinkels, welcher aus dem in der ECU 7 gespeicherten letzten Lenkwinkelwert und dem vom Lenkwinkelsensorsystem 1 übertragenen Lenkwinkelwert resultiert, mit dem absoluten Lenkwinkelwert innerhalb einer Umdrehung, welcher aktuell im Fahrzeugbetrieb mit Hilfe des speziellen Encoders 5 erfasst wird. Im Fall, dass diesbezüglich eine

- 16 -

Abweichung besteht, wird der neue absolute Gesamtlenkwinkel dadurch bestimmt, dass die aktuell verfügbare Lenkumdrehungszahl beibehalten wird und der absolute Lenkwinkel innerhalb einer Umdrehung übernommen wird.

Der absolute Lenkwinkel innerhalb von 360° wird entweder in Sensoreinheit 6 oder in dem elektronischen Rechnermodul 8 ermittelt, bzw. berechnet und in jedem dieser beiden Fälle entweder als Zusatzinformation oder über einen separaten Signalweg an die ECU 7 übertragen. Dabei wird dieser absolute Lenkwinkel auf Basis der Indexfolge, welche sich aus den beiden Signalen der jeweils durch die Sensoreinheit 6 erfassten Encoderspuren bilden lässt, berechnet.

In einer anderen beispielgemäßen Ausführungsform werden die beiden durch die Sensoreinheit 6 ausgegebenen Signale, welche die Informationen über den zeitlichen Verlauf der beiden Encoderspurbewegungen beinhalten, direkt an die ECU 7 übertragen, welche daraus die Indexfolge erkennt, bzw. berechnet, aus der der absolute Lenkwinkel innerhalb von 360° berechnet wird.

In weiteren Ausführungsformen erkennt entweder die Sensoreinheit 6 oder das elektronische Rechnermodul 8 die Indexfolge, bzw. berechnet die Indexwerte und sendet diese an die ECU 7, welche daraus den absoluten Lenkwinkel innerhalb von 360° berechnet.

In einer speziellen beispielgemäßen Ausführungsform wird die Indexfolge in der Sensoreinheit 6 erkannt, bzw. berechnet und an das elektronische Rechnermodul 8 übertragen, welche

- 17 -

dieses Indexsignal direkt oder nach einer definierten Signalverarbeitung an die ECU 7 überträgt.

In der beispielgemäßen Ausführungsform steuert die ECU 7 ein aktives Lenksystem. Außerdem ist die ECU 7 über CAN-Bus an das Satelliten-Navigationssystem des Kraftfahrzeugs angeschlossen.

In einer anderen beispielgemäßen Ausführungsform wird nach Deaktivieren der Zündung des Kraftfahrzeugs, der letzte verfügbare Lenkwinkel im elektronischen Speicher 10 des Lenkwinkelsensorsystems gespeichert. Nach Aktivierung der Zündung wird dieser zusätzlich zur Gesamtänderung des Lenkwinkels an die ECU 7 übertragen.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung findet die Berechnung des absoluten Gesamtlenkwinkels vollständig oder zu einem gewissen Anteil im Lenkwinkelsensorsystem, bzw. in der Lenkwinkelsensoranordnung statt. Zur Bereitstellung der Lenkwinkeldaten, bzw. des absoluten Gesamtlenkwinkels und insbesondere von Zusatzinformationen ist das Lenkwinkelsensorsystem, bzw. die Lenkwinkelsensoranordnung an mindestens ein Bussystem angeschlossen. Über dieses mindestens eine Bussystem, welches insbesondere als CAN-Bus ausgeführt ist, findet die Datenkommunikation mit weiteren Systemen statt.

Das Verfahren zur Messung des Lenkwinkels ist in einem erfindungsgemäßen Beispiel so modifiziert, dass bestimmte Schritte des Verfahrens vom Lenkwinkelsensorsystem bzw. der Lenkwinkelsensoranordnung, anstatt von der ECU ausgeführt

- 18 -

werden. Die Auslegung des Lenkwinkelsensorsystems, bzw. der Lenkwinkelsensoranordnung ist dem entsprechend angepasst.

Patentansprüche

1. Lenkwinkelsensorsystem (1) zur Messung des Lenkwinkels in einem Kraftfahrzeug, umfassend einen magnetischen Encoder (5), welcher magnetisch mit mindestens einem Magnetfeldsensor (2) gekoppelt ist, der die Änderung des Lenkwinkels auch bei ausgeschalteter Zündung erfasst, und einen elektronischen Speicher (10) zum Speichern von Lenkwinkelinformationen, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Lenkwinkelsensorsystem (1) neben dem oder den zur Lenkwinkelerfassung vorgesehenem/n Sensorelement/en zusätzlich zumindest ein weiteres magnetfeldempfindliches Element (4) aufweist, welches mit dem magnetischen Encoder (5) magnetisch gekoppelt ist und welches frühzeitig das Auftreten von Lenkbewegungen zum zumindest teilweisen Aufwecken des Lenkwinkelsensorsystems (1) und/oder eines anderen Systems erkennt.
2. Lenkwinkelsensorsystem (1) nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass dieses ein elektronisches Rechnermodul (8) aufweist, welches den elektronischen Speicher integriert.
3. Lenkwinkelsensorsystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass das elektronische Rechnermodul (8) mindestens eine Rechneinheit (9), (11) aufweist, in der, bzw. von denen in mindestens einer, ein Ausgangstreiber integriert ist.
4. Lenkwinkelsensorsystem (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass sowohl der

- 20 -

mindestens eine Magnetfeldsensor (2), als auch das elektronische Rechnermodul (8), mit der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) (7) des Kraftfahrzeugregelungssystems verknüpft sind.

5. Lenkwinkelsensorsystem (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass dieses eine Sensoreinheit (6) beinhaltet, in welchem der mindestens eine Magnetfeldsensor (2), ein Ausgangstreiber (3) und insbesondere ein Interpolator integriert ist und dass die Sensoreinheit (6) sowohl mit dem Rechnermodul (8) als auch mit der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) (7) des Kraftfahrzeugregelungssystems verknüpft ist.
6. Lenkwinkelsensorsystem (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass das magnetfeldempfindliche Element (4) sowohl mit dem mindestens einen Magnetfeldsensor (2), als auch mit dem elektronischen Rechnermodul (8) verknüpft ist.
7. Verfahren zur Messung des Lenkwinkels in einem Kraftfahrzeug mit einer Lenkwinkelsensoranordnung, bei dem auch im Zustand inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs, Änderungen des Lenkwinkels erfasst werden und diese gespeichert werden, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lenkwinkelsensoranordnung mindestens ein Sensorelement aufweist, das zusätzlich eingesetzt wird oder das schon Bestandteil der Lenkwinkelsensoranordnung ist, und welches das Auftreten mindestens einer Änderung des Lenkwinkels erkennt.

- 21 -

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass das mindestens eine Sensorelement zum Erkennen des Auftretens mindestens einer Änderung des Lenkwinkels, mindestens ein magnetfeldempfindliches Element (4) ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass aufgrund des Auftretens mindestens einer Lenkwinkeländerung der Betriebszustand der Lenkwinkelsensoranordnung verändert wird.
10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lenkwinkelsensoranordnung während der Zeit inaktiver Zündung des Kraftfahrzeugs, in der keine Änderung des Lenkwinkels auftritt oder keine unmittelbar hintereinander folgenden Änderungen des Lenkwinkels auftreten, in einen Zustand eingeschränkter Funktionalität versetzt wird.
11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lenkwinkelsensoranordnung bei Auftreten mindestens einer Lenkwinkeländerung aus einem Zustand eingeschränkter Funktionalität zumindest teilweise aktiviert wird und dass die Lenkwinkelsensoranordnung nachdem keine weitere/n Lenkbewegung/en unmittelbar folgt/folgen wieder in einen Zustand eingeschränkter Funktionalität versetzt wird.
12. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lenkwinkelsensoranordnung aus den erfassten Änderungen des Lenkwinkels, ins-

- 22 -

besondere jeweils, eine Gesamtänderung des Lenkwinkels bildet und diese speichert.

13. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass nach Aktivierung der Zündung des Kraftfahrzeugs die gespeicherten Lenkwinkeldaten, insbesondere die Gesamtänderung des Lenkwinkels, von der Lenkwinkelsensoranordnung an die elektronische Kontrolleinheit (ECU) (7) des Kraftfahrzeugregelungssystems mit erhöhter Datenübertragungsrate, insbesondere mit maximaler Taktrate, übertragen werden.
14. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, dass im Fall dass eine Zusatzinformation in der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) (7) des Kraftfahrzeugregelungssystems vorliegt, dass keine kontinuierliche Mindestenergieversorgung gewährleistet ist, eine Kalibrierung der Lenkwinkelsensoranordnung vorgenommen wird oder dass eine Meldung generiert wird, dass eine Kalibrierung vorgenommen werden muss.
15. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, dass nach jedem Aktivieren der Zündung des Kraftfahrzeugs, im Fahrbetrieb ein Abgleich zwischen dem Gesamtlenkwinkel, welcher sich aus dem letzten in der elektronischen Kontrolleinheit (ECU) (7) gespeicherten Lenkwinkel und aus der von der Lenkwinkelsensoranordnung übertragenen Gesamtänderung des Lenkwinkels berechnet, und einem Absolutlenkwinkel innerhalb von 360° erfolgt, welcher insbesondere aus einer erkann-

ten Indexfolge eines magnetischen Encoders (5) bei einer Lenkbewegung berechnet wird, und dass im Fall dass der Abgleich eine Lenkwinkeldifferenz feststellt, ein neuer Lenkwinkelwert auf Basis des Absolutwinkels innerhalb von 360° berechnet wird.

16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Lenkwinkelsensoranordnung über die elektronische Kontrolleinheit (ECU) (7) des Kraftfahrzeugregelungssystems und mindestens ein Bussystem mit weiteren Kraftfahrzeugsystemen, wie insbesondere einer aktiven Lenkung oder einem Navigationssystem, verbunden ist.
17. Computerprogrammprodukt, dadurch **gekennzeichnet**, dass dieses einen Algorithmus umfasst, welcher ein Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 7 bis 16 definiert.

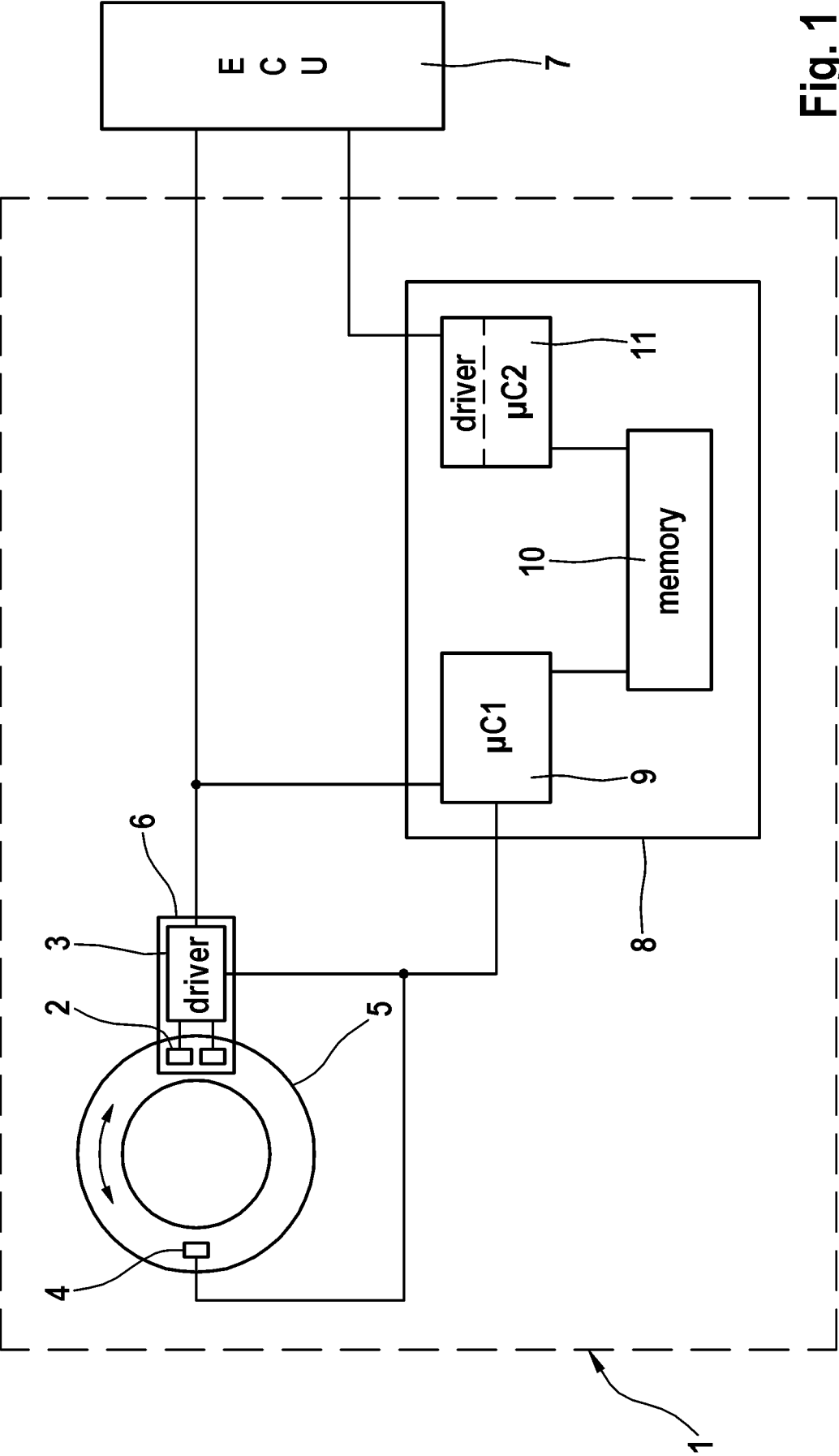


Fig. 1

2 / 3

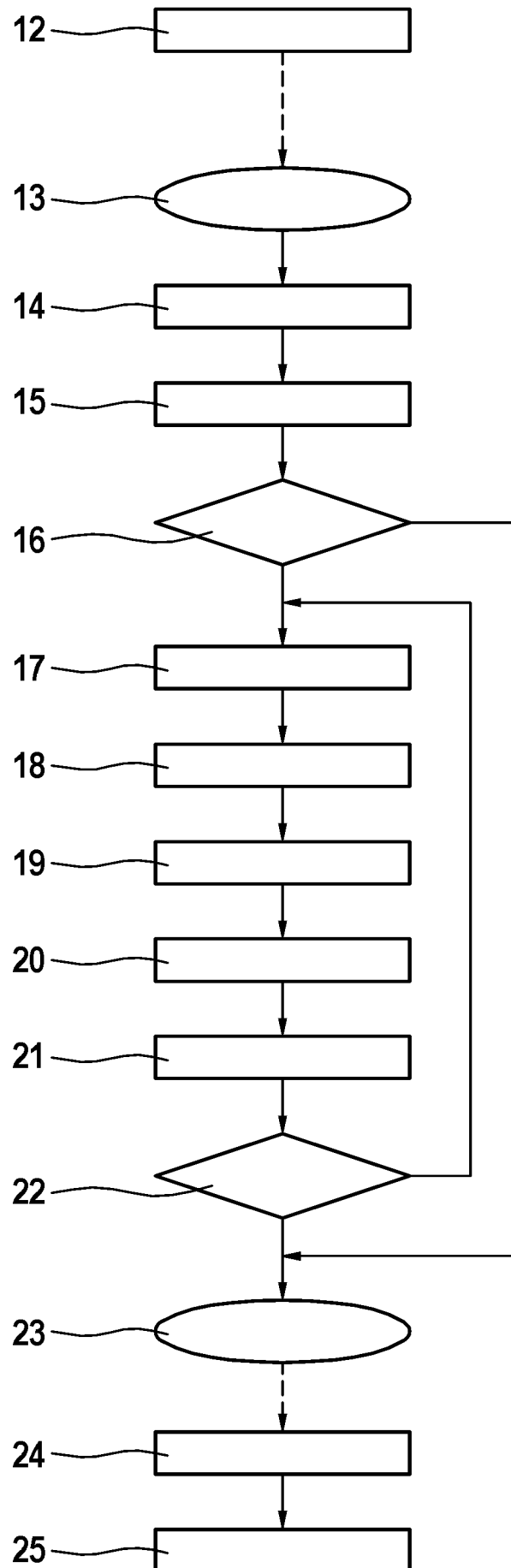


Fig. 2

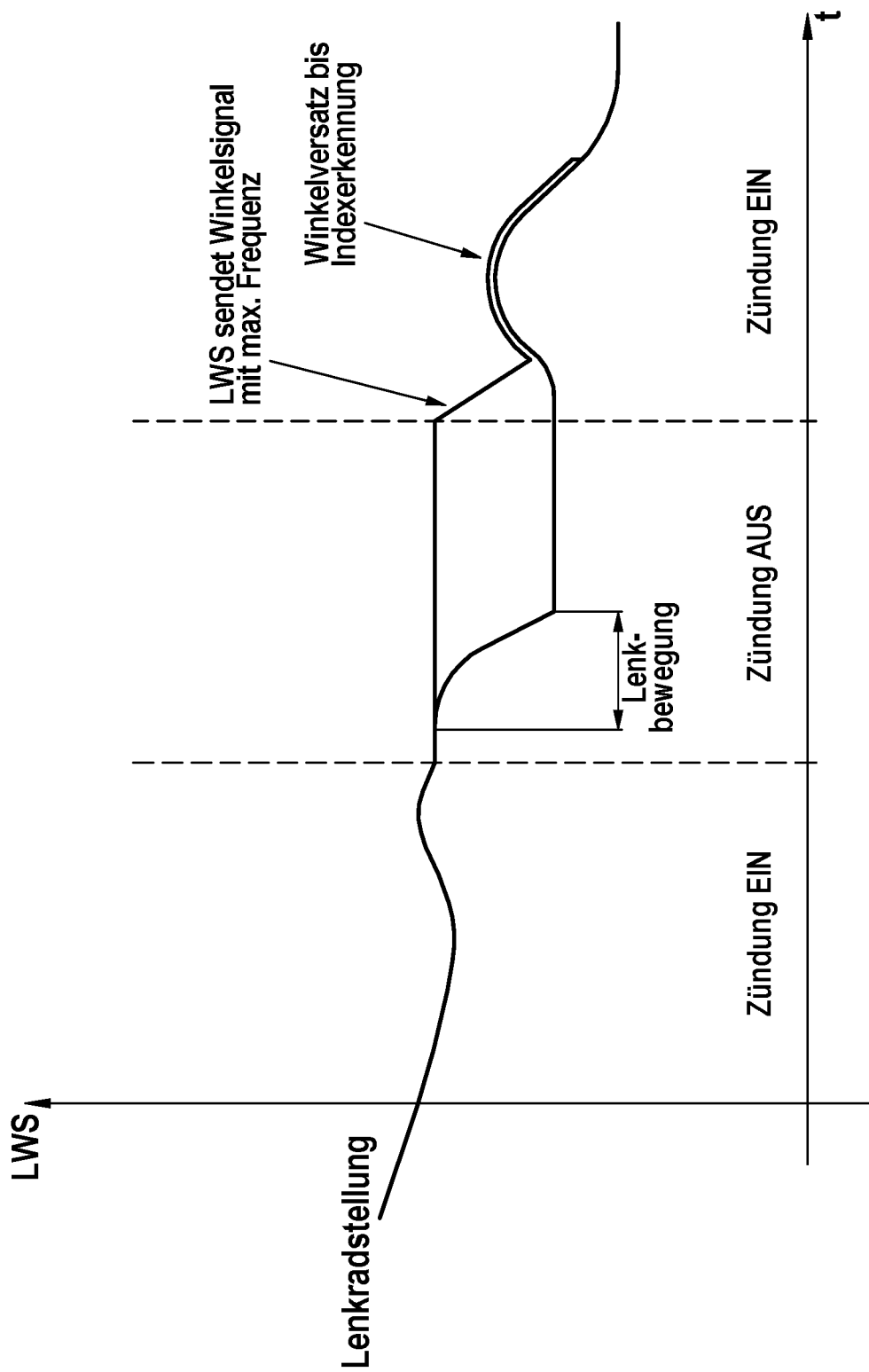


Fig. 3