



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 027 923.7**

(22) Anmeldetag: **22.07.2009**

(43) Offenlegungstag: **27.01.2011**

(51) Int Cl.⁸: **B60R 16/02** (2006.01)

G01M 17/007 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Mutter, Michael, 70825 Korntal-Münchingen, DE;
Floreani, Bruno, 70190 Stuttgart, DE; Robinson,
Greg, Carrum, Victoria, AU

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

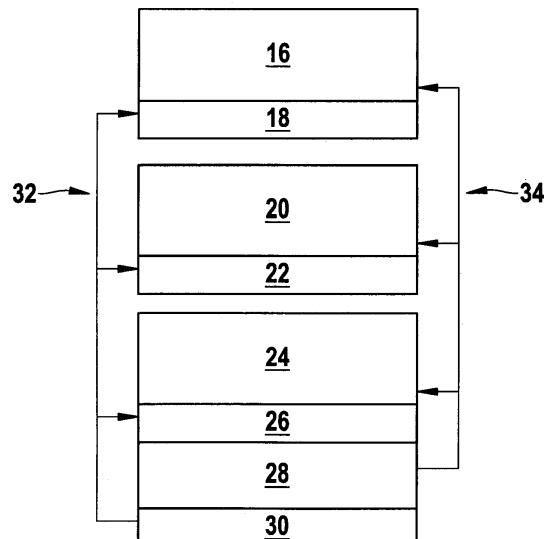
DE	103 03 489	A1
DE	33 13 688	A1
US	43 39 801	A
EP	07 04 343	A2
EP	02 12 682	A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Steuergeräts**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Steuergeräts, das mindestens eine Hardware-Komponente, einen Mikrocontroller und eine Schnittstelle aufweist, wobei in einem Anwendermodus auf dem Mikrocontroller eine Anwender-Software ausgeführt wird und die mindestens eine Hardware-Komponente sowie die Schnittstelle in dem Anwendermodus betrieben werden und wobei in einem Testmodus auf dem Mikrocontroller eine Test-Software (20), die von der Anwender-Software getrennt ist, ausgeführt wird und die mindestens eine Hardware-Komponente sowie die Schnittstelle in dem Testmodus betrieben werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Steuergeräts und eine Anordnung zum Betreiben eines Steuergeräts.

Stand der Technik

[0002] Elektronische Steuergeräte (Electronic Control Units, ECUS), die bspw. zur Umsetzung von Steuerungsfunktionen innerhalb eines Fahrzeugs ausgebildet sind, benötigen u. a. eine Schnittstelle. Diese ermöglicht das Testen von Hardwarekomponenten des Steuergeräts, sobald die Hardware-Komponenten des Steuergeräts in einem Gehäuse hierfür angeordnet sind und somit kein direkter Zugang zu den Hardwarekomponenten des Steuergeräts mehr gegeben ist. Dabei wird vorausgesetzt, dass es möglich ist, die Schnittstelle (Interface) auch während der Produktion bspw. durch ein Update anzupassen, ohne dabei jedoch eine bereits in dem Steuergerät installierte Kunden-Software zu verändern.

[0003] Ein Verfahren zum Testen von Software einer Steuereinheit eines Fahrzeugs ist aus der Druckschrift DE 103 03 489 A1 bekannt. Hierbei wird durch ein Testsystem eine von der Steuereinheit steuerbare Regelstrecke wenigstens teilweise simuliert, wobei Ausgangssignale von der Steuereinheit erzeugt werden und diese Ausgangssignale der Steuereinheit zu ersten Hardware-Bausteinen über eine erste Verbindung übertragen werden und Signale von zweiten Hardware-Bausteinen als Eingangssignale zur Steuereinheit über eine zweite Verbindung übertragen werden. Die Ausgangssignale werden als erste Steuerwerte in der Software bereitgestellt und zusätzlich über eine Kommunikationsschnittstelle bezogen auf die Regelstrecke in Echtzeit zum Testsystem übertragen.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Vor diesem Hintergrund werden ein Verfahren und ein Steuergerät mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgestellt. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich durch die abhängigen Patentansprüche.

[0005] Mit dem Verfahren können die Hardware-Komponenten über die Schnittstelle getestet werden. Das Verfahren kann üblicherweise für ein Steuergerät eines Fahrzeugs verwendet werden. Im Testmodus können nicht nur die Hardware-Komponenten, sondern auch die Schnittstelle selbst getestet werden, da diese üblicherweise auch als Hardware-Komponente ausgebildet ist. Die Schnittstelle ist als Bus-Schnittstelle bzw. Bus-Interface ausgebildet, die durch Ausführen der Anwender-Software auf dem Microcontroller normal betrieben wird. Falls die Test-Software ausgeführt wird, übernimmt die

Schnittstelle u. a. die Funktion einer Test-Schnittstelle.

[0006] Ein Spezialfall ist gegeben, wenn eine der Hardwarekomponenten als ein zweiter Microcontroller ausgebildet ist, z. B. aus Redundanzgründen bzw. für einen Notlauf. Dann kann dieser zweite Microcontroller optional im Testmodus vom Hauptprozessor des ersten Microcontrollers, auf dem entweder die Anwender-Software oder die Test-Software ausgeführt wird, dazu veranlasst werden, ebenfalls in einen Testmodus mit einem separaten Programm zu wechseln. Es besteht aber auch die Option, dass der genannte zweite Microcontroller genauso wie die übrigen Hardware-Komponenten behandelt wird.

[0007] Die im Rahmen der Erfindung beschriebene Technik ist übertragbar, so dass diese für Steuergeräte eines Fahrzeugs aber auch für alle anderen Arten von Steuergeräten, bspw. Computer, Kommunikationseinrichtungen, mechanische Vorrichtungen, bspw. für Türen usw., eingesetzt werden kann. Es wird insgesamt eine flexible Software-Technik bereitgestellt, die es gestattet, dass ein Einsatz zusätzlicher Hardware für das Steuergerät nicht nötig ist.

[0008] Die Software, die üblicherweise in einem Steuergerät des Fahrzeugs zur Anwendung kommt, umfasst spezielle Anwender- bzw. Kunden-Software, die u. a. dazu ausgebildet ist, Funktionen auszuführen, durch die eine selbsttätige Um- oder Reprogrammierung dieser Anwender-Software möglich ist.

[0009] In geschützten und getrennten Speicherbereichen innerhalb des Steuergeräts sind die genannten Software-Module für den Anwendermodus einerseits und den Testmodus andererseits, die separat gebootet werden können, gespeichert. Die Reprogrammierungs-Software ist dazu ausgebildet, Updates bzw. Aktualisierungen der Test-Software durchzuführen oder zu erlauben, ohne dabei die Anwender-Software zu beeinflussen. Die typischerweise für die Test-Software vorgesehene Reprogrammierungs-Software kann weiterhin die Einschalt- bzw. Startup-Software umfassen, die dazu ausgebildet ist, zu entscheiden, wann eine nächste Version der Test-Software zur Anwendung oder Ausführung kommt. Falls eine beschriebene Reprogrammierungs-Software in einer Ausgestaltung nicht vorhanden ist, kann alternativ eine Startup-Software als zusätzliche Software vorgesehen sein, die dazu programmiert ist zu entscheiden, wann die Test-Software zur Anwendung kommt.

[0010] Durch Umsetzung der Erfindung ergibt sich u. a., dass eine Aktualisierung bzw. ein Update der Test-Software möglich ist, ohne dass hierbei die Anwender-Software beeinträchtigt oder beeinflusst wird. Der Testmodus und somit ein Screening kann auch während der Herstellung und/oder Produktion

des Steuergeräts ausgeführt werden. Weiterhin ist es möglich, die Test-Software auch während der Produktion zu verändern und dadurch zu optimieren. Erweiterte und komplexe Test-Software kann zur Beschleunigung der Rechengeschwindigkeit eingeführt werden, ohne dabei die Qualität oder Planung der Anwender-Software zu beeinflussen. Daraus ergibt sich u. a. die Möglichkeit, dass automatische Tests für das Steuergerät ausgeführt werden können. Außerdem können Schnittstellen des Steuergeräts oder eines Testgeräts verkleinert und Strategien zur Kontrolle paralleler Testverfahren umgesetzt werden. Üblicherweise sind die Anforderungen der Test-Software von Anforderungen des Anwenders oder Kunden getrennt.

[0011] Bei der Entwicklung und Produktion des Steuergeräts kann die Schnittstelle als Test-Schnittstelle (Testinterface) zum Einsatz kommen, die derart ausgebildet ist, dass während der Entwicklung und/oder Produktion keine Änderungen der Anwender bzw. Kunden-Software innerhalb des Steuergeräts und keine zusätzliche Hardware, die weitere Kosten verursacht, nötig sind. Außerdem wird die Geschwindigkeit der Schnittstelle nicht beeinträchtigt. Mit herkömmlichen Steuergeräten ist es üblicherweise nicht möglich, diese genannten Anforderungen zu erfüllen.

[0012] Im Rahmen der Erfindung kann alternativ oder ergänzend vorgesehen sein, dass für einen Test, eine Anwender- bzw. Kundenfunktion und ggf. das Bootprogramm voneinander getrennte, unabhängige Softwareprogramme existieren, die in getrennten Speicherbereichen eines Microcontrollers des Steuergeräts abgelegt werden. Mittels eines von außen an das Steuergerät angelegten Musters oder einer bestimmten Signalsequenz, das bzw. die im Anwendungsbetrieb nicht auftreten kann, wird dann mit der Start-Software entschieden, welche der beiden Softwares, ob nun die Test-Software oder die Anwender-Software nach einem Reset des Steuergeräts ausgeführt werden soll.

[0013] Durch die Trennung der Software bzw. der Programme wird u. a. erreicht, dass diese vollkommen unabhängig voneinander erstellt und im Steuergerät reprogrammiert werden können. Dadurch wird z. B. bei einer Änderung eines Testprogramms, das von der Test-Software ausgeführt wird, keine erneute Kundenfreigabe erforderlich. Änderungen und/oder Optimierungen des Testmodus sind daher auch sehr viel leichter in eine laufende Serie einzubringen.

[0014] Weiterhin hat der Umstand, dass beide Programme bzw. beide Arten der Software auf demselben Microcontroller laufen, den Vorteil, dass das Testprogramm Zugriff auf das gesamte Steuergerät hat und somit keine speziellen Testinterfaces in die Hardware eingebaut werden müssen, die ansonsten

zusätzliche Kosten und zusätzlichen Testaufwand aufgrund der dann erheblich erhöhten Komplexität zur Folge hätten. Außerdem ist so keine Abstimmung zwischen der Test-Software bzw. dem Testprogramm und der Anwender-Software bzw. dem Kundenprogramm erforderlich, da sie nicht gleichzeitig auf dem Steuergerät laufen können. Die Hardware, Interrupts etc. können dabei von den beiden Programmen auf unterschiedliche, für den jeweiligen Zweck optimale Art genutzt werden. Als Kommunikationsschnittstelle zur Bereitstellung einer Verbindung zu einem Teststeuerungscomputer wird die vorhandene, ansonsten durch die Anwender-Software genutzte Schnittstelle genutzt, ohne dies in der Anwender-Software in irgendeiner Form berücksichtigen zu müssen.

[0015] Das beschriebene Steuergerät ist dazu ausgebildet, sämtliche Schritte des vorgestellten Verfahrens durchzuführen. Dabei können einzelne Schritte dieses Verfahrens auch von einzelnen Komponenten des Steuergeräts durchgeführt werden. Weiterhin können Funktionen des Steuergeräts oder Funktionen von einzelnen Komponenten des Steuergeräts als Schritte des Verfahrens umgesetzt werden. Außerdem ist es möglich, dass Schritte des Verfahrens als Funktionen einzelner Komponenten des Steuergeräts oder des Steuergeräts realisiert werden.

[0016] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

[0017] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung zu einer Integration einer Schnittstelle als Test-Schnittstelle in einem Steuergerät nach dem Stand der Technik.

[0019] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung zu einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Integration einer Schnittstelle als Test-Schnittstelle in einem Steuergerät.

[0020] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Darstellung zu einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Integration einer Schnittstelle als Test-Schnittstelle in einem Steuergerät.

[0021] [Fig. 4](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0022] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsformen in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[0023] Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben, gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Komponenten.

[0024] Die schematische Darstellung des Stands der Technik in [Fig. 1](#) umfasst eine Anwendung **2** für ein Steuergerät, die eine Anwendungs-Software eines Kunden sowie eine Test-Software für eine Test-Schnittstelle gemeinsam umfasst. Dabei werden die Anwendungs-Software und die Test-Software von der Anwendung **2** ausgeführt. Dieser Anwendung **2** sind weiterhin Anwendungs-Unterbrechungen **4** (Interrupts) zugeordnet. Außerdem ist hier eine Reprogrammierungs-Software **6**, die eine Reprogrammierungs-Software des Kunden umfasst, gezeigt. Dieser Reprogrammierungs-Software **6** ist eine Unterbrechungs- bzw. Interrupt-Vektor-Tabelle **8** zugeordnet. Zwischen der Interrupt-Vektor-Tabelle **8** und den Anwendungs-Unterbrechungen **4** besteht eine Verbindung **10**, über die die Anwendungs-Unterbrechungen **4** mit Interrupt-Vektoren eines Microcontrollers des Steuergeräts verbunden sind. Die Reprogrammierungs-Software **6** ist zur Ausführung **12** der Anwendung **2** ausgebildet, falls während eines Betriebs des Steuergeräts keine Anfrage zu einer Reprogrammierung vorliegt.

[0025] [Fig. 2](#) zeigt schematisch eine Darstellung zur Umsetzung einer Test-Schnittstellentechnik für ein Steuergerät im Rahmen einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Testmodus. Dabei ist eine Anwendung **16** gezeigt, die Anwender-Software eines Kunden umfasst, wobei die Anwender-Software zur Durchführung der Anwendung ausgeführt wird. Dieser Anwendung **16** sind Anwendungs-Unterbrechungen **18** zugeordnet.

[0026] Getrennt von der Anwendung **16** ist weiterhin eine Test-Software **20** vorgesehen. Diese Test-Software **20** ist somit von der Anwender-Software für die Anwendung **16** hinsichtlich eines Speicherorts räumlich und außerdem auch funktionell getrennt. Der Test-Software **20** sind weiterhin Test-Software-Interrupts (Unterbrechungen) **22** zugeordnet. Es ist zudem vorgesehen, dass die Anwendung **16** einen allgemeinen Dienst (Common Service) zum Starten der Test-Software **20** aufweist.

[0027] Eine Reprogrammierungs-Software **24** ist anwenderspezifisch ausgewählt. Dieser Reprogrammierungs-Software **24** sind Reprogrammierungs-Unterbrechungen **26**, eine Startup-Software **28** sowie eine Unterbrechungs- bzw. Interrupt-Vektor-Tabelle

30 zugeordnet. Dabei ist vorgesehen, dass die Startup-Software **28**, die auch als Einschalt-Software bezeichnet wird, dazu ausgebildet ist, zu entscheiden, welche Software, ob nun die Anwender-Software der Anwendung **16** zur Durchführung eines Anwendermodus oder die Test-Software zur Durchführung des Testmodus ausgeführt wird. Die Interrupt-Vektor-Tabelle **30** ist dazu ausgebildet, eine Verbindung **32** zwischen aktuell ausgeführten Software-Interrupts und Interrupt-Vektoren eines Microcontrollers des Steuergeräts bereitzustellen. Eine Entscheidung **34** darüber, welche Software durchgeführt wird, wird von der Startup-Software **28** getroffen. Bei Ausführung des Verfahrens ist vorgesehen, dass eine nicht gezeigte Schnittstelle des Steuergeräts bei Ausführung der Anwender-Software als herkömmliche Schnittstelle betrieben wird. Falls die Test-Software **20** ausgeführt wird, wird diese Schnittstelle als Test-Schnittstelle betrieben.

[0028] Die in [Fig. 3](#) gezeigte schematische Darstellung zu einer zweiten Ausführungsform zur Umsetzung der im Rahmen der Erfindung vorgesehenen Test-Schnittstellentechnik in einem Testmodus unterscheidet sich von der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform durch das Fehlen der Reprogrammierungs-Software **24** sowie der Reprogrammierungs-Unterbrechungen **26**. Ähnlich wie in dem anhand von [Fig. 2](#) dargestellten Beispiel ist die Interrupt-Vektor-Tabelle **30** zur Bereitstellung einer Verbindung **32** zu den Software-Unterbrechungen, d. h. den Anwendungs-Unterbrechungen **18** und/oder den Schnittstellen-Unterbrechungen **22** ausgebildet. Eine Auswahl einer auszuführenden Software und demnach eine Entscheidung **34** darüber, ob die Anwender-Software, mit der die Anwendung **16** auszuführen ist, oder ob die Test-Software **20** ausgeführt wird, wird von der Startup-Software **28** getroffen.

[0029] Bei Durchführung des Verfahrens gemäß mindestens einer der anhand von [Fig. 2](#) oder [Fig. 3](#) beschriebenen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass die Test-Software **20** in einer festgelegten Weise angesteuert und somit zur Umsetzung von Funktionen im Testmodus aufgefordert wird. Somit ergibt sich, dass die Test-Software nicht mehr verändert werden muss, sobald diese geschrieben bzw. verfasst ist. Außerdem ist das Verfahren dazu geeignet, die Test-Software **20** in einer festgelegten Weise auszuführen, so dass auch hier eine Änderung der Anwender-Software nicht nötig ist. Die Ausführung kann über ein Zurücksetzen bzw. Reset oder durch direkte Ausführung der Startup-Software **28** erfolgen. Das Verfahren ist betriebssicher auszuführen. Eine Speicherung der beschriebenen unterschiedlichen Software-Module kann in getrennten Speicherbereichen eines nichtflüchtigen Speichers (nonvolatile memory, NVM) oder eines initialisierten Arbeitsspeichers (RAM) erfolgen.

[0030] Die Test-Software **20** weist in Ausgestaltung einen allgemeinen Wert zum automatischen Beenden eines Betrieb im Testmodus auf. Mit dem Verfahren wird ein Anruf der Anwendungs-Software in einen nichtflüchtigen Speicher oder einen initialisierten Arbeitsspeicher gespeichert.

[0031] Die Ausführung kann über einen Reset oder direkt über die Startup-Software **28** erfolgen.

[0032] Die Startup-Software **28** ist dazu geeignet, Anfragen für Unterbrechungen für eine jeweils ausgeführte Software in einer festgelegten Weise umzuleiten, so dass die bereits geschriebene Software nicht mehr verändert werden muss. Außerdem ist die Startup-Software **28** dazu ausgebildet, Datensätzen von der jeweils ausgeführten Software, d. h. der Anwendungs-Software oder der Test-Software, in festgelegter Weise auszuführen.

[0033] [Fig. 4](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung mit einem Steuergerät **38**, das innerhalb eines Gehäuses **40** angeordnet ist. Dieses Steuergerät **38** umfasst mehrere Hardware-Komponenten **42**, **44**, **46**, die zur Umsetzung von Funktionen des Steuergeräts **38** ausgebildet sind. Während eines normalen, anwenderbezogenen Betriebs des Steuergeräts **38** läuft auf einem Microcontroller **49** eine Anwender-Software, die in einem ersten Speicherbereich **48** gespeichert ist. Außerdem umfasst das Steuergerät **38** eine Schnittstelle **50**, über die eine Verbindung **52** der Hardware-Komponenten **42**, **44**, **46** zu Geräten außerhalb des Gehäuses **40** des Steuergeräts **38** möglich ist.

[0034] Auf einem zweiten Speicherbereich **54** des Microcontrollers **49** ist, von der Anwender-Software getrennt, eine Test-Software gespeichert. Bei einer ersten Betriebssituation wird die Anwender-Software ausgeführt, in diesem Fall funktioniert die Schnittstelle **50** in herkömmlicher Weise anwenderspezifisch. In einer zweiten, alternativen Betriebssituation wird die separate Test-Software ausgeführt, so dass die Schnittstelle **50** die Funktion einer Test-Schnittstelle übernimmt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10303489 A1 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Steuergeräts (38) das mindestens eine Hardware-Komponente (42, 44, 46), einen Microcontroller (49) und eine Schnittstelle (50) aufweist, wobei in einem Anwendermodus auf dem Microcontroller (49) eine Anwender-Software ausgeführt wird und die mindestens eine Hardware-Komponente (42, 44, 46) sowie die Schnittstelle (50) in dem Anwendermodus betrieben werden, und wobei in einem Testmodus auf dem Microcontroller (49) eine Test-Software (20), die von der Anwender-Software getrennt ist, ausgeführt wird und die mindestens eine Hardware-Komponenten (42, 44, 46) sowie die Schnittstelle (50) in dem Testmodus betrieben werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem entweder die Anwender-Software oder die Test-Software (20) hochgefahren wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem auf dem Steuergerät (38) eine Startup-Software (28) ausgeführt wird, die darüber entscheidet, mit welcher Software das Steuergerät (38) betrieben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem mit der Startup-Software (28) Unterbrechungs-Abfragen zu einer ausgeführten Software umgeleitet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem mit der Startup-Software (28) ein Datensatz zu einer ausgeführten Software gelesen wird.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem auf dem Steuergerät (38) eine zusätzliche Reprogrammierungs-Software (24) ausgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem die Hardware-Komponenten (42, 44, 46) und/oder die Schnittstelle (50) über die Schnittstelle (50) getestet werden bzw. wird.

8. Steuergerät, das mindestens eine Hardware-Komponente (42, 44, 46), einen Microcontroller (49) und eine Schnittstelle (50) aufweist, wobei in einem Anwendermodus auf dem Microcontroller (49) eine Anwender-Software auszuführen ist und die mindestens eine Hardware-Komponente (42, 44, 46) sowie die Schnittstelle (50) in dem Anwendermodus betrieben werden, und wobei in einem Testmodus auf dem Microcontroller (49) eine Test-Software (20), die von der Anwender-Software getrennt ist, auszuführen ist und die mindestens eine Hardware-Komponente (42, 44, 46) sowie die Schnittstelle (50) in dem Testmodus zu betreiben sind.

9. Steuergerät nach Anspruch 8, bei dem der Microcontroller (49) einen ersten Speicherbereich (48),

der zum Speichern der Anwender-Software ausgebildet ist, und einen davon getrennten zweiten Speicherbereich (54), der zum Speichern der Test-Software (20) ausgebildet ist, aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

