



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.2004 Patentblatt 2004/13

(51) Int Cl.7: **H01H 3/00**

(21) Anmeldenummer: **03020619.7**

(22) Anmeldetag: **10.09.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(71) Anmelder: **Delphi Technologies, Inc.**
Troy, MI 48007 (US)

(72) Erfinder: **Xanke, Volker**
51688 Wipperfürth (DE)

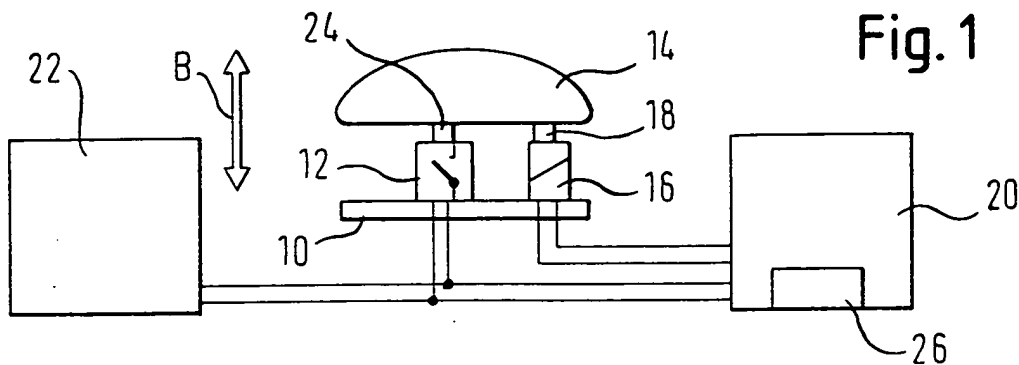
(30) Priorität: **19.09.2002 DE 10243600**

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Postfach 31 02 20
80102 München (DE)

(54) **Elektrischer Schalter**

(57) Ein elektrischer Schalter umfasst einen Betätigungselement, eine über das Betätigungselement beaufschlagbare Schalteinrichtung und einen Aktor, mittels dessen auf das Betätigungselement wenigstens in einer Betätigungslage des Betätigungselements eine

Kraft ausübbar ist, wobei der Aktor ein piezoelektrisches Element zur Einwirkung auf das Betätigungselement oder eine Spulenwicklung mit einem Anker, der durch Änderung eines Magnetfelds, das durch einen Stromfluss durch die Spulenwicklung erzeugbar ist, bewegbar ist, umfasst.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrischen Schalter mit einem Betätigungselement und einer über das Betätigungselement beaufschlagbaren Schalteinrichtung sowie ein Verfahren zur Rückmeldung eines Schaltzustandes einer mittels eines Betätigungselements betätigbaren Schalteinrichtung bei Betätigung des Betätigungselements.

[0002] Elektrische Schalter sind grundsätzlich bekannt und dienen zum Öffnen und Schließen von Stromkreisen. Hierzu weisen sie eine Schalteinrichtung auf, die über ein Betätigungselement so betätigbar ist, dass die Schalteinrichtung einen von zwei Schaltzuständen einnimmt. Bei einem ersten, im Folgenden als leitend bezeichneten Schaltzustand sind zwei Anschlüsse der Schalteinrichtung elektrisch leitend miteinander verbunden, während bei einem zweiten, im Folgenden als getrennt bezeichneten Schaltzustand die Anschlüsse elektrisch voneinander getrennt sind.

[0003] Für eine Reihe von Anwendungen werden als elektrische Schalter sogenannte Taster verwendet, die einen vorgegebenen Schaltzustand nur während einer Betätigung des Betätigungselements einnehmen. In solchen Fällen ist es wünschenswert, dass eine Bedienungsperson, die den Schalter betätigt, erkennen kann, ob eine Auslösung eines Schaltvorgangs bzw. das Erreichen eines vorgegebenen Schaltzustandes durch die Betätigung tatsächlich erreicht wurde.

[0004] Es gibt zwar elektrische Schalter, die hierzu mechanische Einrichtungen aufweisen, die der Bedienungsperson beispielsweise bei einem Niederdrücken eines als Taster ausgebildeten Betätigungselements durch eine Änderung eines der Betätigungsbewegung entgegengebrachten Widerstands das Überwinden eines Druckpunkts und damit das Erreichen eines vorgegebenen Schaltzustandes anzeigen. Eine solche Mechanik ist jedoch verschleißanfällig und vermittelt insbesondere bei längerem Betätigen des Tasters keine sichere Rückmeldung, ob die Schalteinrichtung immer noch in dem gewünschten Schaltzustand ist.

[0005] Eine Rückmeldung ist jedoch insbesondere in Situationen wichtig, in denen die Bedienungsperson die Wirkung der Betätigung nicht visuell kontrollieren kann. Insbesondere ist ein Fahrer eines Kraftfahrzeugs in der Regel gezwungen, den Straßenverkehr zu beobachten, so dass er eine visuelle Rückmeldung einer Betätigung eines Tasters in der Regel nicht wahrnehmen kann.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Schalter bereitzustellen, der eine Rückmeldung eines erreichten Schaltzustandes auf einfache Weise ermöglicht, sowie ein Verfahren zur Rückmeldung eines Schaltzustandes einer mittels eines Betätigungselements betätigbaren Schalteinrichtung bei Betätigung des Betätigungselements zu schaffen.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch einen elektrischen Schalter mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0008] Der erfindungsgemäße elektrische Schalter umfasst ein Betätigungselement, eine über das Betätigungselement beaufschlagbare Schalteinrichtung und einen Aktor, mittels dessen auf das Betätigungselement wenigstens in einer Betätigungslage des Betätigungselements eine Kraft ausübbar ist, wobei der Aktor ein piezoelektrisches Element zur Einwirkung auf das Betätigungselement oder eine Spulenwicklung mit einem Anker, der durch Änderung eines Magnetfelds, das durch einen Stromfluss durch die Spulenwicklung erzeugbar ist, bewegbar ist, umfasst.

[0009] Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur Rückmeldung eines Schaltzustandes einer mittels eines Betätigungselements betätigbaren Schalteinrichtung bei Betätigung des Betätigungselements mit den Merkmalen des Anspruchs 18.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Rückmeldung eines Schaltzustandes einer mittels eines Betätigungselements betätigbaren Schalteinrichtung bei Betätigung des Betätigungselements wird während einer Betätigung des Betätigungselements die Schalteinrichtung in einen vorgegebenen Schaltzustand versetzt und auf das Betätigungselement mittels eines piezoelektrischen Elements durch Änderung einer Spannung an dem piezoelektrischen Element oder mittels eines Ankers durch Änderung eines magnetischen Feldes im Bereich des Ankers eine Kraft ausgeübt.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters ausgeführt werden.

[0012] Die mit dem Betätigungselement betätigbare Schalteinrichtung dient zum Öffnen und Schließen eines Stromkreises. Dazu kann sie zwei Schalteinrichtungsanschlüsse aufweisen, zwischen denen während einer vorgegebenen Betätigung des Betätigungselements ein vorgegebener Schaltzustand gegeben ist. In diesem vorgegebenen Schaltzustand können, je nach Anwendung die Schalteinrichtungsanschlüsse elektrisch miteinander verbunden oder voneinander getrennt sein. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann so durch Betätigen des Betätigungselements die Schalteinrichtung aus einem zu dem vorgegebenen Schaltzustand komplementären Schaltzustand in den vorgegebenen Schaltzustand versetzt werden.

[0013] Weiterhin ist ein Aktor vorgesehen, mittels dessen auf das Betätigungselement eine Kraft ausübbar ist. Der Aktor kann dabei direkt auf das Betätigungselement wirken, es ist jedoch auch möglich, dass er nur indirekt auf dieses wirkt. Beispielsweise kann die Kraftausübung dadurch erfolgen, dass der Aktor direkt auf eine Führung oder eine Lagerung des Betätigungselements eine Kraft ausübt, was dann zu einer Kraftausübung auf das Betätigungselement mittels der Führung bzw. der Lagerung führt.

[0014] Weiterhin braucht die Möglichkeit der Krafteinwirkung auf das Betätigungselement dabei nur in der Betätigungslage des Betätigungselements möglich zu

sein, die es während der Betätigung, d.h. wenn der entsprechende vorgegebene Schaltzustand erreicht ist, relativ zu der Schalteinrichtung, einnimmt.

[0015] Erfindungsgemäß kann der Aktor nach einer ersten Alternative ein piezoelektrisches Element zur Einwirkung auf das Betätigungselement aufweisen. Dabei braucht das piezoelektrische Element nicht unmittelbar auf das Betätigungselement einzuwirken. Es kann vielmehr auch eine mechanische Kopplungseinrichtung, beispielsweise ein Hebel, zur Übertragung einer von diesem piezoelektrischen Element erzeugten Kraft auf das Betätigungselement vorgesehen sein.

[0016] Vorzugsweise werden piezoelektrische Elemente verwendet, mit denen sich bei Anlegen einer entsprechenden Spannung eine besonders große Ausdehnung in einer vorgegebenen Richtung erzielen lässt.

[0017] Nach einer zweiten Alternative umfasst der Aktor erfindungsgemäß eine Spulenwicklung mit einem Anker, der durch Änderung eines durch einen Stromfluss durch die Spulenwicklung erzeugbaren Magnetfeldes bewegbar ist. Mittels dieses Ankers ist dann auf das Betätigungselement eine Kraft ausübbar. Die Kraftausübung braucht dabei nicht unbedingt unmittelbar durch das Magnetfeld zu erfolgen, vielmehr kann der Anker auch beispielsweise durch eine Änderung eines magnetischen Feldes gegen ein federndes Element bewegt werden, das erst nach einer weiteren Änderung des Magnetfeldes eine Bewegung des Ankers in Richtung des Betätigungselements bewirkt.

[0018] Weiterhin kann der Anker ganz oder teilweise innerhalb der Spulenwicklung angeordnet sein. Es ist jedoch auch möglich, den Anker außerhalb der Spulenwicklung anzuordnen, wobei optional in der Spulenwicklung ein Spulen Kern aus einem ferromagnetischen bzw. weichmagnetischen Material angeordnet sein kann, um das von der Spulenwicklung erzeugte magnetische Feld in den Bereich des Ankers zu führen.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird während einer Betätigung des Betätigungselements die Schalteinrichtung in einen vorgegebenen Schaltzustand versetzt, der abhängig von der Verwendung des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters ein leitender oder auch getrennter Schaltzustand sein kann. Das Betätigungselement befindet sich dann in der Betätigungslage. Während der Betätigung des Betätigungselements wird dann auf das Betätigungselement eine Kraft ausgeübt, die für eine Bedienperson, die das Betätigungselement betätigt, entweder als Kraftänderung oder als Bewegung des Betätigungselements spürbar sein kann.

[0020] Gemäß den beiden Alternativen kann hierzu eine Änderung einer an dem piezoelektrischen Element anliegenden Spannung oder eine Änderung eines magnetischen Feldes im Bereich des Ankers, bei dem erfindungsgemäßen Schalter durch Änderung eines die Spulenwicklung durchfließenden Stromes, vorgenommen werden.

[0021] Die Erfindung erlaubt daher in vorteilhafter

Weise eine aktive taktile Rückmeldung eines erreichten Schaltzustandes bei einer gleichzeitig sehr einfachen und leichten Konstruktion des verwendeten elektrischen Schalters.

[0022] Dies ermöglicht es insbesondere, den erfindungsgemäßen elektrischen Schalter in Kraftfahrzeugen auch an vielen verschiedenen Stellen zu verwenden, ohne dass untragbar hohe Kosten entstehen oder das Gewicht des Kraftfahrzeugs deutlich ansteigt.

[0023] Darüber hinaus können erfindungsgemäße elektrische Schalter so ausgebildet sein, dass sie nur einen sehr geringen Platzbedarf erfordern, was für eine Verwendung einem Kraftfahrzeug sehr vorteilhaft ist.

[0024] Die einfache Konstruktion erlaubt insbesondere auch sehr kurze Ansprechzeiten des Aktors und damit eine schnelle Rückmeldung einer erfolgreichen Betätigung an eine den erfindungsgemäßen elektrischen Schalter betätigende Person.

[0025] Weiterbildungen und bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen beschrieben.

[0026] Grundsätzlich kann der erfindungsgemäße elektrische Schalter nach Erreichen des vorgegebenen Schaltzustandes auch nach Ende der Betätigung des Betätigungselements in diesem erreichten Schaltzustand verbleiben. Es ist jedoch bevorzugt, dass der elektrische Schalter als Taster ausgebildet ist. Unter einem Taster wird hierbei ein Schalter verstanden, der einen vorgegebenen Schaltzustand nur während einer Betätigung des Betätigungselements annimmt, sonst jedoch den zu den vorgegebenen Schaltzustand komplementären Schaltzustand. Bei einem solchen elektrischen Schalter ist eine aktive taktile Rückmeldung besonders vorteilhaft, da eine Bedienperson unter Umständen nur schwer feststellen kann, ob der gewünschte Schaltzustand erreicht wurde bzw. ob der erreichte Schaltzustand noch vorhanden ist.

[0027] Die Betätigung des erfindungsgemäßen Schalters kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen, wobei das Betätigungselement und die Schalteinrichtung vorzugsweise entsprechend aufeinander abgestimmt sind. Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist es bevorzugt, dass das Betätigungselement relativ zu der Schalteinrichtung bewegbar ist. Solche elektrischen Schalter weisen einen sehr einfachen Aufbau auf.

[0028] Dabei können beliebige Schalteinrichtungen verwendet werden. Beispielsweise können kapazitive oder induktive Näherungsschalter verwendet werden, die auf eine Annäherung des Betätigungselements ansprechen und einen Schaltvorgang herbeiführen.

[0029] Es ist jedoch bevorzugt, dass die elektrische Schalteinrichtung wenigstens zwei durch Bewegung des Betätigungselements miteinander in Kontakt bringbare Kontaktelemente umfasst, von denen jeweils eines mit einem entsprechenden Anschluss der Schalteinrichtung verbunden ist. Eine solche Schalteinrichtung ist sehr einfach aufgebaut und erlaubt dabei auch das

Schalten größerer Ströme. Das Betätigungselement ist dann zur Übertragung einer Bewegung auf die Schalteinrichtung ausgebildet.

[0030] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters ist das Betätigungselement als Drucktaste ausgebildet. Ein solcher elektrischer Schalter ist einfach mit nur einem Finger zu bedienen.

[0031] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters ist es bevorzugt, dass das Betätigungselement als Drehknopf ausgebildet ist. Ein solcher elektrischer Schalter ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn er an einer Stelle angebracht ist, an der eine Druckbewegung mit einem Finger nur unter Verdrehen des Handgelenks und/oder des Arms einer Bedienperson möglich ist. Darüber hinaus wird eine versehentliche Betätigung leichter vermieden.

[0032] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters ist es bevorzugt, dass das Betätigungselement als Wippelement ausgebildet ist. Bei einem solchen Betätigungselement ist eine nur weniger genaue Führung als bei einem Druckschalter notwendig. Insbesondere ist es weniger stör anfällig bei Betätigungsbewegungen, die nicht genau einer vorgegebenen Bewegungsrichtung des Betätigungselements entsprechen.

[0033] Bei solchen beweglichen Betätigungselementen ist zur Ausbildung des elektrischen Schalters als Taster bevorzugt ein federndes Element vorgesehen, mittels dessen das Betätigungselement und die Schalteinrichtung aus einer Betätigungslage in eine Ruhelage zurückführbar ist. Dieses kann beispielsweise in der Schalteinrichtung vorgesehen sein.

[0034] Eine Betätigung des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters braucht jedoch nicht unbedingt durch eine Bewegung des Betätigungselements zu erfolgen. Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters ist es bevorzugt, dass die Schalteinrichtung und das Betätigungselement zusammen einen Berührungsschalter bilden. Ein solcher elektrischer Schalter ist allein durch Berührung des Betätigungselements betätigbar, wobei jedoch ein gewisser Anpressdruck notwendig sein kann. Da das Betätigungselement dann bei einer Bewegung im Wesentlichen nicht bewegt wird, befindet es sich immer im Wesentlichen in der Betätigungslage. Die Betätigung eines solchen elektrischen Schalters ist ohne größere Bewegung möglich, und erlaubt daher auch die Verwendung in weniger zugänglichen Bereichen. Darüber hinaus ist ein mechanischer Verschleiß des Betätigungselements und/oder der Schalteinrichtung weitgehend ausgeschlossen, da insbesondere die Schalteinrichtung dann durch eine elektrische Schaltung gegeben sein kann. Da ein Betätigungsweg, der bei der Betätigung eines Betätigungselements wie einer Drucktaste oder einem Wippelement zurückzulegen ist, entfällt, weisen solche elektrischen Schalter auch eine besonders geringe Bauhöhe auf.

[0035] Dabei ist es besonders bevorzugt, dass die

Schalteinrichtung mit dem Betätigungselement einen kapazitiven Schalter bildet. Ein kapazitiver Schalter zeichnet sich dabei dadurch aus, dass ein Schaltvorgang durch eine Veränderung einer Kapazität eines Kondensators bewirkt wird. Das Betätigungselement kann dabei einen Teil des Kondensators bilden oder nur auf andere Weise auf die Kapazität des Kondensators wirken. Solche elektrischen Schalter sind sehr einfach aufgebaut und können insbesondere eine besonders flache Bauform aufweisen. Darüber hinaus können sie sehr unempfindlich gegenüber Vibrationen sein, die zum einen durch Umgebungseinflüsse, beispielsweise bei einer Verwendung in einem Kraftfahrzeug, auftreten können und zum anderen durch Betätigung des Aktors hervorgerufen werden können.

[0036] Eine Kraft kann von dem Aktor grundsätzlich auf beliebige Art und Weise auf das Betätigungselement übertragen werden. Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters ist es bevorzugt, dass das Betätigungselement und das piezoelektrische Element oder der Anker mechanisch fest miteinander verbunden sind. Ist insbesondere das Betätigungselement als Kunststoffspritzgussteil ausgeführt, kann so besonders einfach das piezoelektrische Element bzw. der Anker an dem Betätigungselement beispielsweise durch Einpressen oder Einschnappen in eine hierfür gebildete Öffnung befestigt werden. Insbesondere bei Verwendung des Ankers ist eine separate Führung des Ankers nicht notwendig, sondern kann durch eine Führung des Betätigungselements übernommen werden. Weiterhin reduziert sich die Anzahl der Einzelteile des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters, was die Montage erleichtert.

[0037] Bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters kann das piezoelektrische Element jedoch auch mit einem Teil des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters verbunden sein, gegenüber dem das Betätigungselement beweglich ist. Dies hat den Vorteil, dass das piezoelektrische Element einfach über eine nicht bewegte Leitung mit Spannung versorgbar ist.

[0038] Bei Verwendung eines Aktors mit einer Spulenwicklung mit einem Anker ist es bevorzugt, dass der Anker relativ zu dem Betätigungselement bewegbar ist. Das Betätigungselement kann dann weitgehend unabhängig von dem Anker ausgebildet werden. Weiterhin kann der Anker vorzugsweise in der Spulenwicklung geführt sein, wodurch es ermöglicht wird, auf das Betätigungselement an weitgehend beliebigen Stellen Kräfte zu übertragen.

[0039] Bei einem erfindungsgemäßen elektrischen Schalter mit einem Aktor, der die Spulenwicklung mit dem Anker umfasst, ist es bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung weiterhin bevorzugt, dass der Anker linear relativ zu der Spulenwicklung bewegbar ist. Hierzu kann insbesondere eine entsprechende Führung für den Anker vorgesehen sein. Besonders bevorzugt erfolgt die Führung in der Spulenwicklung bzw. einem

Wicklungskörper, der die Spulenwicklung trägt. Ein solcher Aktor erlaubt eine unmittelbare Umsetzung der Bewegung des Ankers in eine Kraft auf das Betätigungselement und erlaubt so eine besonders einfache und damit platzsparende und leichte Konstruktion. Weiterhin ergeben sich so besonders geringe Ansprechzeiten des Aktors.

[0040] Um eine möglichst hohe Kraft bei gegebenem magnetischem Feld zu erzielen, kann der Anker insbesondere einen Abschnitt aus einem ferromagnetischen, d.h. insbesondere weich- oder hartmagnetischen Material aufweisen. Bei einem erfindungsgemäßen elektrischen Schalter mit einem Aktor, der die Spulenwicklung mit dem Anker umfasst, ist es jedoch bevorzugt, dass der Anker einen Permanentmagneten aufweist. Dessen Magnetisierung ist dann in geeigneter Weise, beispielsweise parallel zu einer Achse der Spulenwicklung, ausgerichtet. Ein solcher Anker kann durch ein Magnetfeld einfach in entgegengesetzte Richtungen bewegt werden.

[0041] Die Ansteuerung des Aktors kann auf unterschiedliche Art und Weise durch entsprechende Spannungs- bzw. Stromsignale für das piezoelektrische Element bzw. die Spulenwicklung erfolgen. Die Ansteuerung des Aktors erfolgt dabei vorzugsweise derart, dass eine den erfindungsgemäßen elektrischen Schalter betätigende Bedienperson die auf das Betätigungselement ausgeübten Kräfte als solche oder als Bewegung des Betätigungselements oder eines Teils davon wahrnehmen kann. Weiterhin kann die Art der Ansteuerung vom Einsatzzweck des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters abhängen.

[0042] Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters ist es bevorzugt, dass eine Rückmeldeschaltung mit einem mit der Schalteinrichtung elektrisch verbundenen Steuereingang und einem mit dem piezoelektrischen Element bzw. der Spulenwicklung des Aktors elektrisch verbundenen Rückmeldeschaltungsausgang vorgesehen ist, mit der in Abhängigkeit von einem augenblicklichen Schaltzustand der Schalteinrichtung oder einer letzten Änderung des Schaltzustandes der Schalteinrichtung Spannungs- bzw. Stromsignale an das piezoelektrische Element bzw. die Spulenwicklung abgebar sind. Vorzugsweise hängen die Spannungs- bzw. Stromsignale dabei nicht von weiteren, vorhergehenden Schaltzustandsänderungen ab. Die Ansteuerung des Aktors, d.h. die Zuführung von Spannungssignalen an das piezoelektrische Element bzw. von Stromsignalen an die Spulenwicklung, kann daher unabhängig von der Funktion einer mit der Betätigung des Schalters gesteuerten Vorrichtung erfolgen. Ein solcher elektrischer Schalter kann einfach an beliebigen Orten, beispielsweise in einem Kraftfahrzeug, ohne zusätzliche Verkabelung verwendet werden.

[0043] Es ist weiterhin bevorzugt, dass eine Rückmeldeschaltung mit einem mit der Schalteinrichtung elektrisch verbundenen Steuereingang und einem mit dem piezoelektrischen Element bzw. der Spulenwicklung

des Aktors elektrisch verbundenen Rückmeldeschaltungsausgang vorgesehen ist, die als Steuer- oder Regeleinrichtung für eine zu steuernde Vorrichtung ausgebildet ist und mittels derer die Vorrichtung in Abhängigkeit von einem augenblicklichen Schaltzustand der Schalteinrichtung und/oder vorhergehenden Schaltzuständen und/oder Schaltzustandsänderungen ansteuerbar ist und dabei entsprechende Spannungs- bzw. Stromsignale an den Aktor abgebar sind. Im einfachsten Fall kann es sich hierbei um eine Eingabeeinrichtung für eine Vorrichtung, beispielsweise eine Klimaanlage, handeln, bei der die Schalteinrichtung und das Betätigungselement zur Eingabe von Steuersignalen dienen. Auf diese Weise ist mit dem erfindungsgemäßen elektrischen Schalter die Steuerung einer Vorrichtung mit einer einfachen taktilen Rückmeldung möglich.

[0044] Dabei ist es besonders bevorzugt, dass die Rückmeldeschaltung wenigstens teilweise als digitale Schaltung ausgebildet ist, deren Schaltungszustände durch Betätigung des Betätigungselements wenigstens teilweise steuerbar sind, wobei bei einer Schaltzustandsänderung infolge einer Betätigung des Betätigungselements ein Spannungs- bzw. Stromsignal an den Aktor ausgebar ist. Besonders bevorzugt weist die digitale Schaltung einen Mikrocontroller oder -prozessor auf, der eine einfache Änderung der Eigenschaften der digitalen Schaltung durch Änderung einer Programmierung des Mikrocontrollers bzw. -prozessors erlaubt. Das Betätigungselement und die Schalteinrichtung können so einfach auch zur Steuerung komplexer Vorrichtungen eingesetzt werden. Insbesondere ist es bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung möglich, dass durch Betätigung des elektrischen Schalters aus einer Liste von Werten für eine Steuerparameter ein Listeneintrag und/oder aus einer Hierarchie von Funktionsoptionen oder -alternativen eine Option bzw. Alternative auswählbar ist. Damit ist insbesondere eine Bewegung in einem Menü eines Programms möglich, wobei das Erreichen eines Menüpunktes durch eine taktiler Rückmeldung an die Bedienperson über den erfindungsgemäßen Schalter möglich ist.

[0045] Bei einer solchen Steuerung können die augenblicklich zur Verfügung stehenden Auswahlalternativen auch von Größen abhängen, die der Rückmeldeschaltung über einen entsprechenden Eingang zuführbar sind und die deren Funktion beeinflussen. Es ist dann besonders bevorzugt, dass die Spannung für das piezoelektrische Element bzw. das magnetische Feld im Bereich des Ankers zusätzlich in Abhängigkeit von externen Steuersignalen geändert wird. Insbesondere können auch die Art der Änderung der Spannung bzw. des magnetischen Feldes und damit die Art der auf das Betätigungselement ausgeübten Kräfte von dem externen Steuersignal abhängen.

[0046] Bei dem erfindungsgemäßen elektrischen Schalter ist es dazu bevorzugt, dass die Rückmeldeschaltung wenigstens einen weiteren Steuereingang aufweist, und dass die Spannungs- bzw. Stromsignale

auch in Abhängigkeit von augenblicklichen oder zeitlich zurückliegenden Signalen an dem weiteren Steuereingang von der Rückmeldeschaltung abgebar sind.

[0047] Die Spannungs- bzw. die Stromsignale können grundsätzlich eine beliebige geeignete Form aufweisen. Die Form und Dauer der Spannungs- bzw. Stromsignale, die dem piezoelektrischen Element bzw. der Spulenwicklung zugeführt werden, können sich vorzugsweise jedoch zum einen danach richten, ob die durch sie hervorgerufenen Kräfte auf das Betätigungselement direkt oder als Bewegung des Betätigungselements für eine Bedienperson einfach, aber sicher wahrnehmbar sind. Zum anderen können sie sich nach der Art der Verwendung des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters richten.

[0048] Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird bei einer Betätigung an das piezoelektrische Element eine oszillierende Spannung angelegt bzw. ein oszillierendes magnetisches Feld im Bereich des Ankers erzeugt. Dazu ist es bevorzugt, dass die Rückmeldeschaltung einen Oszillator zur Generierung eines oszillierenden Spannungs- bzw. Stromsignals aufweist. Die Frequenz der Schwingung kann dabei so hoch sein, dass eine Bedienperson noch eine Vibration des Betätigungselements wahrnehmen kann.

[0049] Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist es bevorzugt, dass bei einer einzelnen Betätigung wenigstens eine pulsartige Änderung der Spannung bzw. des magnetischen Feldes im Bereich des Ankers bewirkt wird. Bei dem erfindungsgemäßen elektrischen Schalter ist es dazu bevorzugt, dass die Rückmeldeschaltung zur Abgabe von pulsartigen Spannungs- oder Stromsignalen an den Aktor ausgebildet ist. Ein Spannungspuls oder eine pulsartige Änderung des magnetischen Feldes im Bereich des Ankers, d.h. ein eine solche Änderung bewirkender Strompuls, kann insbesondere so gewählt sein, dass die so bewirkten Kräfte für eine Bedienperson als ein Stoß gegen das Betätigungselement wahrnehmbar sind. Um bei Verwendung eines Ankers eine Rückführung des Ankers nach Erreichen seiner maximalen Auslenkung zu bewirken, kann entweder ein entsprechendes elastisches Element vorgesehen sein, das bei Bewegung des Ankers gespannt wird und diesen nach Ende der Kraft zurückbewegt, oder es kann sich an einen Puls ein weiterer Puls anschließen, der eine Kraft auf den Anker in entgegengesetzter Richtung bewirkt. Unter Pulsen werden hierbei auch mit einer vorgegebenen Schwingungsfrequenz modulierte Pulse verstanden.

[0050] Es ist jedoch besonders bevorzugt, dass ein Zeitgeber vorgesehen ist, mittels dessen während einer Betätigung entsprechenden Schaltzustandes der Schalteinrichtung in vorgegebenen Zeitabständen die Abgabe eines Spannungs- bzw. Stromsignals an den Aktor auslösbar ist. Ein solcher elektrischer Schalter erlaubt die Abgabe von Pulsfolgen als Rückmeldesignale, die Kräfte auf das Betätigungselement bewirken, die eine Bedienperson bei geringen Frequenzen beispiels-

weise als ein wiederholtes Klopfen, bei höheren Frequenzen auch als Vibration wahrnehmen kann. Solche Pulsfolgen können auch während einer Betätigung wiederholt abgebar sein.

[0051] Insbesondere bei Verwendung einer als Steuer- oder Regeleinrichtung ausgebildeten Rückmeldeschaltung ist es jedoch besonders bevorzugt, dass während einer Berührung oder Auslenkung mehrere pulsartige Veränderungen der Spannung bzw. des magnetischen Feldes bewirkt werden, deren zeitlicher Abstand mit zunehmender Dauer der Betätigung abnimmt. Bei dem erfindungsgemäßen elektrischen Schalter ist es dazu bevorzugt, dass mittels der Rückmeldeschaltung als Spannungs- oder Stromsignale Pulse abgebar sind, deren zeitlicher Abstand mit zunehmender Zeitdauer seit der letzten Änderung des Schaltzustands der Schalteinrichtung abnimmt. Eine Bedienperson erhält so zusätzlich eine taktile Rückmeldung über die Dauer der Betätigung. Insbesondere bei Verwendung einer wenigstens teilweise als digitaler Schaltung ausgebildeten Rückmeldeschaltung kann bei Durchlaufen einer Liste durch dauernde Betätigung des Betätigungselements die Zeitdauer für einen Sprung auf einen nächsten Eintrag mit zunehmender Betätigungsdauer abnehmen, so dass unmittelbar vor, bei oder unmittelbar nach Erreichen des Listeneintrags ein Spannungs- oder Stromsignal abgebar ist.

[0052] Häufig kann es wünschenswert sein, mit einem elektrischen Schalter zwei sich ausschließende Funktionen ausüben zu können. Es ist daher bevorzugt, dass eine von der Schalteinrichtung unabhängige weitere Schalteinrichtung und ein von dem Aktor unabhängiger weiterer Aktor, mittels dessen auf das Betätigungselement wenigstens in einer Betätigungslage des Betätigungselements eine Kraft ausübbar ist und der ein weiteres piezoelektrisches Element oder eine weitere Spulenwicklung mit einem weiteren Anker umfasst, vorgesehen sind, und dass das Betätigungselement eine Schaltwippe mit einem ersten und einem zweiten Arm umfasst, wobei der erste Arm mit der Schalteinrichtung sowie mechanisch mit dem Aktor und der zweite Arm mit der weiteren Schalteinrichtung sowie mechanisch mit dem weiteren Aktor koppelbar sind, so dass auf den ersten Arm eine Kraft mittels des piezoelektrischen Elements oder der Spulenwicklung mit dem Anker und auf den zweiten Arm eine Kraft mittels des weiteren piezoelektrischen Elements oder der weiteren Spulenwicklung mit dem weiteren Anker ausübbar ist. Dabei können die Schalteinrichtungen und die Aktoren jeweils gleich oder auch verschieden ausgebildet sein. Insbesondere können die weitere Schalteinrichtung und der weitere Aktor entsprechend den oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ausgebildet sein.

[0053] Besonders bevorzugt ist eine mit den beiden Schalteinrichtungen und den beiden Aktoren verbundene Rückmeldeschaltung vorgesehen, mit der bei einer entsprechenden Betätigung einer Schalteinrichtung für

die jeweilige Schalteinrichtung charakteristische Spannungs- bzw. Sprungsignale an den entsprechenden Akteur abgebar sind. Dadurch, dass sich die auf das Betätigungselement ausgeübten Kräfte dann ebenfalls unterscheiden, erhält eine Bedienperson eine einfache taktile Rückmeldung über die Art der Betätigung.

[0054] Der erfindungsgemäße elektrische Schalter eignet sich insbesondere zur Verwendung in Kraftfahrzeugen.

[0055] Die Erfindung wird nun beispielhaft weiter anhand der Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schalters nach einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen elektrischen Schalters nach einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines elektrischen Schalters nach einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines elektrischen Schalters nach einer vierten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

[0056] In Fig. 1 weist ein elektrischer Schalter nach einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auf einer Grundplatte 10 eine Schalteinrichtung 12 mit Schalteinrichtungsanschlüssen, ein Betätigungselement 14 zur Betätigung der Schalteinrichtung 12 und als Akteur eine Spule 16 mit einem Anker 18, mittels dessen das Betätigungselement 14 bewegbar ist, auf. Weiterhin umfasst der elektrische Schalter eine Rückmeldeschaltung 20, die über Steuereingänge mit den Schalteinrichtungsanschlüssen der Schalteinrichtung 12 und über Rückmeldeschaltungsausgänge mit der Spulenwicklung 16 elektrisch leitend verbunden ist. Der elektrische Schalter ist über die Schalteinrichtungsanschlüsse mit einer Vorrichtung 22 verbunden, deren Stromversorgung mit dem elektrischen Schalter geschaltet werden kann.

[0057] Die als Taster ausgebildete Schalteinrichtung 12 umfasst zwei mit jeweils entsprechenden Schalteinrichtungsanschlüssen verbundene, gegeneinander bewegliche, in der Fig. 1 nicht explizit gezeigte Kontaktelemente, von denen eines federnd ausgebildet ist. Die Bewegung der Kontaktelemente erfolgt in an sich bekannter Weise über einen Stift 24. In einem ersten leitenden Schaltzustand der Schalteinrichtung 12 sind die Kontaktelemente miteinander in Kontakt, so dass die Schalteinrichtungsanschlüsse miteinander elektrisch verbunden bzw. kurzgeschlossen sind. Dabei ist das federnde Kontaktelement gespannt. In einem zweiten, zu dem ersten Schaltzustand komplementären ge-

trennten Schaltzustand ist das federnde Kontaktelement in einem entspannten Zustand und die Kontaktelemente sind nicht miteinander in Kontakt, so dass die Schalteinrichtungsanschlüsse nicht miteinander verbunden sind. Die Kontaktelemente sind also nur durch Druck gegen die Federkraft des entsprechenden Kontaktelements in Kontakt zubringen, bei Wegfall des Drucks wird die Schalteinrichtung durch die Federkraft wieder in den getrennten Schaltzustand gebracht.

[0058] Zur Betätigung der Schalteinrichtung 12 ist das als Drucktaster ausgebildete Betätigungselement 14 vorgesehen, das, in Fig. 1 nicht gezeigt, in Bewegungsrichtung B des Stifts 24 in einer Betätigungsrichtung linear beweglich in einem in Fig. 1 nicht gezeigten Gehäuse geführt ist.

[0059] Der Anker 18 ist als Stift aus einem weichmagnetischen Material, im Beispiel einer geeigneten Eisenlegierung, ausgebildet und linear beweglich in einem in Fig. 1 nicht explizit gezeigten Wicklungsträger der Spulenwicklung 16 geführt. Der Anker 18 stützt sich dabei über eine in den Fig. 1 nicht gezeigt Feder an der Grundplatte 10 ab. Der Anker 18 und die Feder sind so ausgebildet und in der Spulenwicklung 16 gelagert, dass der Anker 18 durch Anlegen eines Stroms an die Spulenwicklung 16 unter Spannen der Feder in die Spulenwicklung 16 hineingezogen wird und bei Verschwinden des Stroms von der gespannten Feder in einer Richtung parallel zu einer Betätigungsrichtung des Betätigungselements 14 auf dieses zu bewegbar ist. Die Spulenwicklung 16 und der Anker 18 sind dabei so auf der Grundplatte 10 angeordnet, dass die Bewegung des Ankers 18 in einer Betätigungslage des Betätigungselements 14, in der die Schalteinrichtung 12 den verbundenen Schaltzustand einnimmt, durch das Betätigungselement 14 begrenzt wird.

[0060] Die Rückmeldeschaltung 20 weist einen Zeitgeber 26 auf und ist so ausgebildet, dass bei Kurzschluss des Steuereingangs in mittels des Zeitgebers 26 ermittelten Zeitabständen von etwa beispielsweise einer halben Sekunde Rechteckstimpulse an die Spulenwicklung 16 abgegeben werden, die eine entsprechende zeitliche Änderung eines von der Spulenwicklung 16 erzeugten Magnetfelds bewirken.

[0061] Bei einer Betätigung des elektrischen Schalters wird die Schalteinrichtung 12 in den leitenden Schaltzustand versetzt, so dass zum einen zwei Anschlüsse in der Vorrichtung 22 elektrisch verbunden werden können. Zum anderen wird der Steuereingang der Rückmeldeschaltung 20 unabhängig von der Funktion der Vorrichtung 22 kurzgeschlossen, wodurch diese Rechteckstimpulse an die Spulenwicklung 16 abgibt. Die Spulenwicklung 16 erzeugt ein entsprechendes magnetisches Feld. Durch das magnetische Feld wird der Anker 18 in Richtung auf das Betätigungselement 14 zu bewegt und stößt an dieses an. Eine das Betätigungselement 14 betätigende Bedienperson nimmt daher während einer Betätigung des Betätigungselements 14 ein Klopfen gegen das Betätigungselement 14 mit

der Pulsfrequenz von etwa 2 Hertz wahr.

[0062] Ein elektrischer Schalter nach einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in Fig. 2 weist auf einer Grundplatte 28 eine Schalteinrichtung 30 mit Schalteinrichtungsanschlüssen, ein Betätigungselement 32 in Form eines Drehknopfes mit einer Betätigungsnocke 34 und eine Spulenwicklung 36 mit einem darin linear geführten Anker 38 als Aktor auf. Weiterhin ist eine Rückmeldeschaltung 40 mit einem Oszillator 42 vorgesehen, die über einen Steuereingang mit der Schalteinrichtung 30 und über einen Rückmeldeschaltungsausgang mit der Spulenwicklung 36 verbunden ist. Der elektrische Schalter ist über die Schalteinrichtungsanschlüsse mit einer Vorrichtung 44 verbunden, deren Stromversorgung mit dem elektrischen Schalter geschaltet werden kann.

[0063] Die Schalteinrichtung 30 ist wie die Schalteinrichtung 12 ausgebildet, weist jedoch, in Fig. 2 nicht genau gezeigt, einen modifizierten Mechanismus zur Übertragung einer Drehbewegung des Betätigungselements 32 um eine orthogonal zu der Grundplatte 28 ausgerichtete Achse mittels des Betätigungsnockens 34 auf die Schalteinrichtung 30 auf.

[0064] Während die Spulenwicklung 36 wie in dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet ist, ist nun der linear in der Spulenwicklung 36 in einer Richtung orthogonal zu der Grundplatte 28 geführte Anker 38 als parallel zu seiner Bewegungsrichtung magnetisierter Permanentmagnet ausgeführt.

[0065] Die Spulenwicklung 36 mit dem Anker 38 ist so auf der Grundplatte 28 angeordnet, dass der Anker 38 durch einen entsprechenden sich ändernden Strom in der Spulenwicklung 36 und damit ein entsprechendes sich änderndes magnetisches Feld gegen das Betätigungselement 32 bewegbar ist.

[0066] Die Rückmeldeschaltung 40 mit dem Oszillator 42 ist so ausgebildet, dass sie, wenn der Steuereingang kurzgeschlossen ist, unter Verwendung des Oszillators 42 während des Andauerns dieses Schaltzustandes ein harmonisch schwingendes Stromsignal mit einer Frequenz von etwa 100 Hertz abgibt.

[0067] Bei Betätigung des Betätigungselements 32 wird die Schalteinrichtung 30 in einen leitenden Schaltzustand versetzt, so dass, wie in dem Ausführungsbeispiel zuvor, zum einen die Vorrichtung 44 entsprechend geschaltet wird und zum anderen die Rückmeldeschaltungsanschlüsse der Rückmeldeschaltung 40 kurzgeschlossen werden. Der Oszillator 42 gibt daraufhin für die Dauer des Kurzschlusses das Stromsignal mit einer Frequenz von etwa 100 Hz ab. Dieses Stromsignal wird durch die Spulenwicklung 36 in ein magnetisches Feld entsprechender Frequenz umgesetzt, das auf den Anker 38 in Form eines Permanentmagneten einwirkt. Der Anker 38 wird durch das sich ändernde magnetische Feld in eine Schwingungsbewegung versetzt, bei der er gegen das Betätigungselement 32 bewegt wird, so dass eine Bedienperson, die das Betätigungselement 32 betätigt, eine Vibration des Betätigungselements 32 mit ei-

ner der Frequenz des Oszillators entsprechenden Frequenz wahrnimmt.

[0068] Ein elektrischer Schalter nach einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 3 gezeigt. Der elektrische Schalter umfasst auf einer Grundplatte 46 erste und zweite Schalteinrichtungen 48 und 48' mit entsprechenden Schalteinrichtungsanschlüssen, als Aktoren erste und zweite Spulenwicklungen 50 und 50' mit Ankern 52 und 52' sowie eine schwenkbar gelagerte Schaltwippe 54 mit zwei Armen 56 und 56'. Weiterhin ist eine Rückmeldeschaltung 58 vorgesehen, die über zwei getrennte Steuereingänge mit den Schalteinrichtungsanschlüssen der Schalteinrichtungen 48 und 48' und über zwei Rückmeldeschaltungsausgänge mit den Spulenwicklungen 50 bzw. 50' verbunden ist. Die Rückmeldeschaltung ist weiterhin über Signalanschlüsse 62, 62' mit einer Vorrichtung 60 verbunden, die von der Rückmeldeschaltung 58 ansteuerbar ist.

[0069] Die Schalteinrichtungen 48 und 48' sind wie die Schalteinrichtung 12 in dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet.

[0070] Die Spulenwicklungen 50 und 50' mit den Ankern 52 und 52' sind wie die Spulenwicklung 36 und der Anker 38 in dem zweiten Ausführungsbeispiel ausgebildet.

[0071] Die erste Schaltungseinrichtung 48, die erste Spulenwicklung 50 mit dem Anker 52 sind so unter dem ersten Arm 56 der Spaltwippe 54 angeordnet, dass bei einem Niederdrücken des ersten Arms 56 zum einen die Schalteinrichtung 48 in einen leitenden Schaltzustand gebracht wird, in dem mit der Rückmeldeschaltung 58 verbundene Schalteinrichtungsanschlüsse elektrisch leitend miteinander verbunden bzw. kurzgeschlossen sind. Weiterhin ist die Spulenwicklung 50 mit dem Anker 52 so unter dem ersten Arm 56 angeordnet, dass dieser bei Betätigung der Schalteinrichtung 48 gegen den ersten Arm 56 bewegbar ist.

[0072] Die zweite Schalteinrichtung 48', die zweite Spulenwicklung 50' und der Anker 52' sind in entsprechender Weise unter dem zweiten Arm 56' angeordnet.

[0073] Die Rückmeldeschaltung 58 ist als Steuerung für die Vorrichtung 60 ausgebildet. Hierzu weist sie eine digitale Schaltung mit einem programmierbaren Mikrocontroller auf, die über die Steuereingänge der Rückmeldeschaltung 58 mit den Schalteinrichtungen 48 und 48' verbunden ist.

[0074] Bei der zu steuernden Vorrichtung 60 kann es sich beispielsweise um eine Klimaanlage in einem Kraftfahrzeug handeln, wobei die Rückmeldeschaltung 58 zur Eingabe von Soll-Temperaturen dient. Signale der Vorrichtung 60 sind der Rückmeldeschaltung 58 über den Anschluss 62 zuführbar, während die Rückkopplungsschaltung 58 über den Anschluss 62' Signale an die Vorrichtung 60 abgeben kann.

[0075] Hierzu ist die digitale Schaltung so ausgebildet, dass durch Betätigen der Schalteinrichtungen 48 und 48' aus einer Liste vorgegebener möglicher Soll-

Temperaturen eine bestimmte Temperatur ausgewählt werden kann. Solange einer der beiden Steuereingänge kurzgeschlossen ist, wird aus der Liste der möglichen Soll-Temperaturen ausgehend von einem aktuellen Listenelement das benachbarte Listenelement entsprechend einer niedrigeren bzw. höheren Temperatur ausgewählt. Bei länger andauerndem Kurzschluss des entsprechenden Steuereingangs werden die Listeneinträge zunehmend schneller durchlaufen.

[0076] Die digitale Schaltung ist weiterhin so ausgebildet, dass bei jedem Erreichen eines neuen Listeneintrags die Rückmeldeschaltung 58 an die Spulenwicklung 50 bzw. 50', die der gerade betätigten Schalteinrichtung 48 bzw. 48' entspricht, einen Stromsignal aus gibt, das zu einer entsprechenden Änderung eines von der Spulenwicklung 50 bzw. 50' erzeugten Magnetfelds führt.

[0077] Zur Unterscheidung, ob der Arm 56 oder der Arm 56' niedergedrückt wurde, sind dabei die Stromsignale, die auf eine Betätigung der Schalteinrichtung 48 hin an die Spulenwicklung 50 ausgegeben werden, als Doppelpulse ausgebildet, während die bei Betätigung der Schalteinrichtung 54' abgegebenen Stromsignale jeweils als Einzelpuls ausgebildet sind.

[0078] Der elektrische Schalter funktioniert folgendermaßen. Wird keine der Schalteinrichtungen 48 bzw. 48' mittels des Betätigungselements 54 betätigt, wird über den Anschluss 62' ein dem gerade ausgewählten Listeneintrag entsprechendes Signal an die Vorrichtung, d.h. die Klimaanlage, abgegeben.

[0079] Bei Betätigen einer der Schalteinrichtungen 48 oder 48' werden deren Schalteinrichtungsanschlüsse kurzgeschlossen, so dass die Rückmeldeschaltung 58 die Liste abwärts bzw. aufwärts durchläuft, solange die jeweilige Schalteinrichtung 48 bzw. 48' betätigt ist. Dadurch werden entsprechende Stromsignale an die entsprechende Spulenwicklung 50 bzw. 50' ausgegeben. Diese erzeugt ein entsprechendes sich änderndes Magnetfeld, das den entsprechenden Anker 52 bzw. 52' gegen den dann niedergedrückten Arm 56 bzw. 56' bewegt, so dass eine Bedienperson bei jedem Erreichen eines neuen Listeneintrags durch die Wahrnehmung einer Klopfbewegung an das Betätigungselement 54 eine taktile Rückmeldung erhält. Bei Loslassen des Betätigungselements 54 wird ein dem aktuellen Listeneintrag entsprechendes Signal an die Vorrichtung 60 abgegeben.

[0080] In Fig. 4 ist ein elektrischer Schalter nach einer vierten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gezeigt, der eine Schalteinrichtung 64 mit einem Betätigungselement 66, ein auf eine Grundplatte 67 befestigtes piezoelektrisches Element 68 als Aktor und eine mit zwei Schalteinrichtungsanschlüssen der Schalteinrichtung 64 über einen Steuereingang und mit dem piezoelektrischen Element 68 über einen Rückmeldeschaltungsausgang verbundene Rückmeldeschaltung 70 umfasst. Mit den Schalteinrichtungsanschlüssen der Schalteinrichtung 64 ist weiterhin eine anzusteuende

Vorrichtung 72 verbunden.

[0081] Die Schalteinrichtung 64 zusammen mit dem Betätigungselement 66 bilden einen kapazitiven Berührungsschalter, wobei das als Metallplatte ausgebildete Betätigungselement 66 einen Teil eines als Sensorelement dienenden Kondensators des Berührungsschalters bildet. Die Schalteinrichtung 64 umfasst dabei weiterhin eine elektronische Schaltung, die so ausgebildet ist, dass sie bei einer durch eine Berührung des Betätigungselements 66 erfolgenden Änderung der Kapazität des Kondensators die zwei Schalteinrichtungsanschlüsse kurzschließt und damit die Schalteinrichtung 64 in einen leitenden Schaltzustand versetzt.

[0082] Das piezoelektrische Element 68 ist in direktem Kontakt zu dem Betätigungselement 66 angeordnet, so dass es bei Anlegen einer Spannung auf das Betätigungselement 66 eine Kraft orthogonal zu einer Fläche des Betätigungselements 66 ausübt.

[0083] Die Rückmeldeschaltung 70 ist so ausgebildet, dass sie bei einem Kurzschluss ihres Steuereingangs eine Folge von Spannungspulsen an das piezoelektrische Element 68 abgibt.

[0084] Bei einer Betätigung des Betätigungselements 66 durch Berührung wird zum einen die Vorrichtung 72 geschaltet. Zum anderen werden die Schalteinrichtungsanschlüsse der Schalteinrichtung 64 kurzgeschlossen, so dass die Rückmeldeschaltung eine Folge von Spannungspulsen an das piezoelektrische Element 68 abgibt. Dieses gibt daraufhin an das Betätigungselement 66 eine entsprechende Folge von Kraftpulsen ab. Eine das Betätigungselement 66 berührende Bedienperson nimmt diese Folge von Pulsen, die beispielsweise eine Frequenz von einem Hertz haben können, als gleichmäßige Klopfbewegung wahr und erhält so eine taktile Rückmeldung über das Erreichen des leitenden Schaltzustandes der Schalteinrichtung 64.

[0085] Weitere Ausführungsformen erfindungsgemäßer elektrischer Schalter sind durch entsprechende Kombination von Betätigungselementen, Schalteinrichtungen, Aktoren und Rückmeldeschaltungen möglich.

Bezugszeichenliste

[0086]

10	Grundplatte
12	Schalteinrichtung
14	Betätigungselement
16	Spulenwicklung
18	Anker
20	Rückmeldeschaltung
22	Vorrichtung
24	Stift
26	Zeitgeber
28	Grundplatte
30	Schalteinrichtung
32	Betätigungselement
34	Betätigungsnocke

36 Spulenwicklung
 38 Anker
 40 Rückmeldeschaltung
 42 Oszillator
 44 Vorrichtung
 46 Grundplatte
 48, 48' Schalteinrichtungen
 50, 50' Spulenwicklungen
 52, 52' Anker
 54 Schaltwippe
 56, 56' Arme
 58 Rückmeldeschaltung
 60 Vorrichtung
 62, 62' Anschlüsse
 64 Schalteinrichtung
 66 Betätigungselement
 67 Grundplatte
 68 piezoelektrisches Element
 70 Rückmeldeschaltung
 72 Vorrichtung

B Betätigungsrichtung

Patentansprüche

1. Elektrischer Schalter mit
 einem Betätigungselement (14; 32; 54; 66),
 einer über das Betätigungselement (14; 32; 54; 66)
 beaufschlagbaren Schalteinrichtung (12; 30; 48,
 48'; 64) und
 einem Aktor (16, 18; 36, 38; 50, 52, 50', 52'; 68),
 mittels dessen auf - das Betätigungselement (14;
 32; 54; 66) wenigstens in einer Betätigungslage des
 Betätigungselements (14; 32; 54; 66) eine Kraft
 ausübbar ist,
 wobei der Aktor (16, 18; 36, 38; 50, 52, 50', 52'; 68)
 ein piezoelektrisches Element (68) zur Einwirkung
 auf das Betätigungselement (14; 32; 54; 66) oder
 eine Spulenwicklung (16; 36; 50, 50') mit einem An-
 ker (18; 38; 52, 52'), der durch Änderung eines Ma-
 gnetfelds, das durch einen Stromfluss durch die
 Spulenwicklung (16; 36; 50, 50') erzeugbar ist, be-
 wegbar ist, umfasst.
2. Elektrischer Schalter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der elektrische Schalter als Taster ausgebil-
 det ist.
3. Elektrischer Schalter nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Betätigungselement (14; 32; 54) relativ
 zu der Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48') bewegbar
 ist.
4. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehen-
 den Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48') wenig-
 stens zwei durch Bewegung des Betätigungsele-
 ments (14; 32; 54) miteinander in Kontakt bringbare
 Kontaktelemente umfasst, von denen jeweils eines
 mit einem entsprechenden Anschluss der
 Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48') verbunden ist.

5. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehen-
 den Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schalteinrichtung (64) und das Betäti-
 gungselement (66) zusammen einen Berührungs-
 schalter bilden.
6. Elektrischer Schalter nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schalteinrichtung (64) mit dem Betäti-
 gungselement (66) einen kapazitiven Schalter (64,
 66) umfasst.
7. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehen-
 den Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Betätigungselement (66) und das piezo-
 elektrische Element (68) oder der Anker mecha-
 nisch fest miteinander verbunden sind.
8. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 1
 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Aktor (16, 18; 36, 38; 50, 52, 50', 52') die
 Spulenwicklung (16; 36; 50, 50') und den Anker (18;
 38; 52, 52') umfasst, und
dass der Anker (18; 38; 52, 52') relativ zu dem Be-
 tätigungselement (14; 32; 54; 66) bewegbar ist.
9. Elektrischer Schalter nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Aktor (16, 18; 36, 38; 50, 52, 50', 52') die
 Spulenwicklung (16; 36; 50, 50') und den Anker (18;
 38; 52, 52') umfasst, und
dass der Anker (18; 38; 52, 52') linear relativ zu der
 Spulenwicklung (16; 36; 50, 50') bewegbar ist.
10. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehen-
 den Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
 eine Rückmeldeschaltung (20; 40; 70) mit einem
 mit der Schalteinrichtung (12; 30; 64) elektrisch ver-
 bundenen Steuereingang und einem mit dem pie-
 zoelektrischen Element (68) bzw. der Spulenwick-
 lung (16; 36) des Aktors (16, 18; 36, 38; 68) elek-
 trisch verbundenen Rückmeldeschaltungsaus-
 gang, mit der in Abhängigkeit von einem augen-
 blicklichen Schaltzustand der Schalteinrichtung
 (12; 30; 64) oder einer letzten Änderung des Schalt-
 zustands der Schalteinrichtung (12; 30; 64) Span-
 nungs- bzw. Stromsignale an das piezoelektrische

Element (68) bzw. die Spulenwicklung (16; 36) abgebar sind.

11. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch**,
 Rückmeldeschaltung (58) mit einem mit der Schalteinrichtung (48, 48') elektrisch verbundenen Steuereingang und einem mit dem piezoelektrischen Element bzw. der Spulenwicklung (50, 50') des Aktors (50, 52, 50', 52') elektrisch verbundenen Rückmeldeschaltungsausgang, die als Steuer- oder Regeleinrichtung für eine zu steuernde Vorrichtung (60) ausgebildet ist und mittels derer die Vorrichtung (60) in Abhängigkeit von einem augenblicklichen Schaltzustand der Schalteinrichtung (48, 48') und/oder vorhergehenden Schaltzuständen und/oder Schaltzustandsänderung ansteuerbar ist und dabei entsprechende Spannungs- bzw. Stromsignale an den Aktor (50, 52, 50', 52') abgebar sind.

12. Elektrischer Schalter nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Rückmeldeschaltung (58) wenigstens teilweise als digitale Schaltung ausgebildet ist, deren Schaltungszustände durch Betätigung des Betätigungselements (54) wenigstens teilweise steuerbar sind, wobei bei einer Schaltzustandsänderung infolge einer Betätigung des Betätigungselements (54) ein Spannungs- bzw. Stromstromsignal an den Aktor (50, 52, 50', 52') ausgebar ist.

13. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Rückmeldeschaltung (58) wenigstens einen weiteren Steuereingang (62) aufweist, und **dass** die Spannungs- bzw. Stromsignale auch in Abhängigkeit von augenblicklichen oder zeitlich zurückliegenden Signalen an dem weiteren Steuereingang (62) von der Rückmeldeschaltung (58) abgebar sind.

14. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Rückmeldeschaltung (40) einen Oszillator (42) zur Generierung eines oszillierenden Spannungs- bzw. Stromsignals aufweist.

15. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Rückmeldeschaltung (20; 58; 70) zur Abgabe von pulsartigen Spannungs- oder Stromsignalen an den Aktor (16, 18; 50, 52, 50', 52'; 68) ausgebildet ist.

16. Elektrischer Schalter nach einem der Ansprüche 10 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass mittels der Rückmeldeschaltung (58) als Spannungs- oder Stromsignale Pulse abgebar sind, deren zeitlicher Abstand mit zunehmender Zeitdauer seit der letzten Änderung des Schaltzustands der Schalteinrichtung (48, 48') abnimmt.

17. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine von der Schalteinrichtung (48) unabhängige weitere Schalteinrichtung (48') und ein von dem Aktor (50, 52) unabhängiger weiterer Aktor (50', 52'), mittels dessen auf das Betätigungselement (54) wenigstens in einer Betätigungslage des Betätigungselements (14; 32; 54; 66) eine Kraft ausübbar ist und der ein weiteres piezoelektrisches Element oder eine weitere Spulenwicklung (50') mit einem weiteren Anker (52') umfasst, vorgesehen sind, und

dass das Betätigungselement (54) eine Schaltwippe mit einem ersten und einem zweiten Arm (56, 56') umfasst, wobei der erste Arm (56) mit der Schalteinrichtung (48) sowie mechanisch mit dem Aktor (50, 52) und der zweite Arm (56') mit der weiteren Schalteinrichtung (48') sowie mechanisch mit dem weiteren Aktor (50', 52') koppelbar sind, so dass auf den ersten Arm (56) eine Kraft mittels des piezoelektrischen Elements oder der Spulenwicklung (50) mit dem Anker (52) und auf den zweiten Arm (56') eine Kraft mittels des weiteren piezoelektrischen Elements oder der weiteren Spulenwicklung (50') mit dem weiteren Anker (52') ausübbar ist.

18. Verfahren zur Rückmeldung eines Schaltzustandes einer mittels eines Betätigungselements (14; 32; 54; 66) betätigbaren Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48'; 64) bei Betätigung des Betätigungselements (14; 32; 54; 66), bei dem während einer Betätigung des Betätigungselements (14; 32; 54; 66) die Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48'; 64) in einen vorgegebenen Schaltzustand versetzt wird, und auf das Betätigungselement (14; 32; 54; 66) mittels eines piezoelektrischen Elements (68) durch Änderung einer Spannung an dem piezoelektrischen Element (68) oder mittels eines Ankers (18; 38; 52, 52') durch Änderung eines magnetischen Feldes im Bereich des Ankers (18; 38; 52, 52') eine Kraft ausgeübt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Spannung für das piezoelektrische Element bzw. das magnetische Feld im Bereich des

Ankers (52, 52') zusätzlich in Abhängigkeit von externen Steuersignalen geändert wird.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19,
dadurch gekennzeichnet, 5
dass bei einer einzelnen Betätigung wenigstens eine pulsartige Änderung der Spannung bzw. des magnetischen Feldes im Bereich des Ankers (18; 52, 52') bewirkt wird. 10
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass während einer Berührung oder Auslenkung mehrere pulsartige Veränderungen der Spannung bzw. des magnetischen Feldes bewirkt werden, deren zeitlicher Abstand mit zunehmender Dauer der Betätigung abnimmt. 15
- 20 25 30 35 40 45 50 55

