

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 400 997 A2

(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

(30) Priorität: 19.09.2002 DE 10243600

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

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

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

### (54) Elektrischer Schalter

(57) Ein elektrischer Schalter umfasst einen Betätigungsselement, eine über das Betätigungsselement beaufschlagbare Schalteinrichtung und einen Aktor, mittels dessen auf das Betätigungsselement wenigstens in einer Betätigungsstufe des Betätigungsselementes eine

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

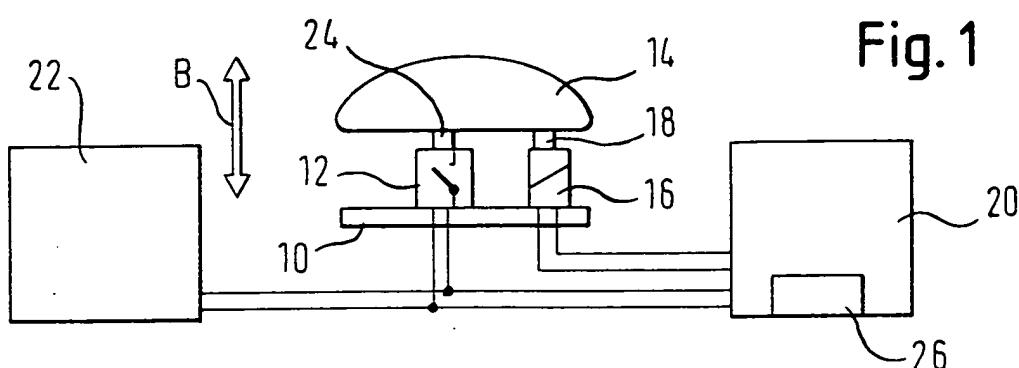


Fig. 1

## Beschreibung

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

**[0002]** Elektrische Schalter sind grundsätzlich bekannt und dienen zum Öffnen und Schließen von Stromkreisen. Hierzu weisen sie eine Schalteinrichtung auf, die über ein Betätigungsselement 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 Betätigungsselementen einnehmen. In solchen Fällen ist es wünschenswert, dass eine Bedienperson, 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 Bedienperson beispielsweise bei einem Niederdrücken eines als Taster ausgebildeten Betätigungsselementen 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 Bedienperson 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 Betätigungsselementen betätigbaren Schalteinrichtung bei Betätigung des Betätigungsselementen zu schaffen.

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

**[0008]** Der erfindungsgemäße elektrische Schalter umfasst ein Betätigungsselement, eine über das Betätigungsselement beaufschlagbare Schalteinrichtung und einen Aktor, mittels dessen auf das Betätigungsselement

5 wenigstens in einer Betätigungsstufe des Betätigungsselement eine Kraft ausübar ist, wobei der Aktor ein piezoelektrisches Element zur Einwirkung auf das Betätigungsselement oder eine Spulenwicklung mit einem Anker, der durch Änderung eines Magnetfelds, das

10 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 Betätigungsselementen betätigbaren

15 Schalteinrichtung bei Betätigung des Betätigungsselement mit den Merkmalen des Anspruchs 18.

**[0010]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Rückmeldung eines Schaltzustandes einer mittels eines Betätigungsselementen betätigbaren Schalteinrich-

20 tung bei Betätigung des Betätigungsselement wird während einer Betätigung des Betätigungsselement die Schalteinrichtung in einen vorgegebenen Schaltzustand versetzt und auf das Betätigungsselement mittels eines piezoelektrischen Elements durch Änderung ei-

25 ner 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

30 Hilfe des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters ausgeführt werden.

**[0012]** Die mit dem Betätigungsselement betätigbare Schalteinrichtung dient zum Öffnen und Schließen eines Stromkreises. Dazu kann sie zwei Schalteinrich-

35 tungsanschlüsse aufweisen, zwischen denen während einer vorgegebenen Betätigung des Betätigungsselement ein vorgegebener Schaltzustand gegeben ist. In diesem vorgegebenen Schaltzustand können, je nach Anwendung die Schalteinrichtungsanschlüsse elek-

40 trisch miteinander verbunden oder voneinander getrennt sein. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann so durch Betätigen des Betätigungsselement die Schalteinrichtung aus einem zu dem vorgegebenen Schaltzustand komplementären Schaltzustand in den

45 vorgegebenen Schaltzustand versetzt werden.

**[0013]** Weiterhin ist ein Aktor vorgesehen, mittels dessen auf das Betätigungsselement eine Kraft ausübar ist. Der Aktor kann dabei direkt auf das Betätigungs-

50 element 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 Betätigungsselement eine Kraft ausübt, was dann zu einer Kraftausübung auf das Betätigungsselement mittels der Führung bzw. der Lagerung führt.

**[0014]** Weiterhin braucht die Möglichkeit der Krafteinwirkung auf das Betätigungsselement dabei nur in der Betätigungsstufe des Betätigungsselement 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 Betätigungsselement aufweisen. Dabei braucht das piezoelektrische Element nicht unmittelbar auf das Betätigungsselement einzuwirken. Es kann vielmehr auch eine mechanische Kopplungseinrichtung, beispielsweise ein Hebel, zur Übertragung einer von diesem piezoelektrischen Element erzeugten Kraft auf das Betätigungsselement 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 Betätigungsselement eine Kraft ausübbbar. 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 Betätigungsselements 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 Spulenkerne 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 Betätigungsselementes 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 Betätigungsselement befindet sich dann in der Betätigungsstufe. Während der Betätigung des Betätigungsselementes wird dann auf das Betätigungsselement eine Kraft ausgeübt, die für eine Bedienperson, die das Betätigungsselement betätigt, entweder als Kraftänderung oder als Bewegung des Betätigungsselementes 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.

5 **[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.

10 **[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.

15 **[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.

20 **[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 25 Betätigungsselementen 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

30 Betätigung des Betätigungsselement 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 Betätigungsselement und die Schalteinrichtung vorzugsweise entsprechend aufeinander abgestimmt sind. Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist es bevorzugt, dass das Betätigungsselement 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, 50 die auf eine Annäherung des Betätigungsselementes ansprechen und einen Schaltvorgang herbeiführen.

**[0029]** Es ist jedoch bevorzugt, dass die elektrische Schalteinrichtung wenigstens zwei durch Bewegung des Betätigungsselementes 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 Betätigungsselement ist dann zur Übertragung einer Bewegung auf die Schalteinrichtung ausgebildet.

**[0030]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters ist das Betätigungsselement 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 Betätigungsselement 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 Betätigungsselement als Wippelement ausgebildet ist. Bei einem solchen Betätigungsselement ist eine nur weniger genaue Führung als bei einem Druckschalter notwendig. Insbesondere ist es weniger störanfällig bei Betätigungsbewegungen, die nicht genau einer vorgegebenen Bewegungsrichtung des Betätigungsselementes entsprechen.

**[0033]** Bei solchen beweglichen Betätigungsselementen ist zur Ausbildung des elektrischen Schalters als Taster bevorzugt ein federndes Element vorgesehen, mittels dessen das Betätigungsselement und die Schalteinrichtung aus einer Betätigungsstufe 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 Betätigungsselementes zu erfolgen. Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters ist es bevorzugt, dass die Schalteinrichtung und das Betätigungsselement zusammen einen Berührungsschalter bilden. Ein solcher elektrischer Schalter ist allein durch Berührung des Betätigungsselementes betätigbar, wobei jedoch ein gewisser Anpressdruck notwendig sein kann. Da das Betätigungsselement dann bei einer Bewegung im Wesentlichen nicht bewegt wird, befindet es sich immer im Wesentlichen in der Betätigungsstufe. Die Betätigung eines solchen elektrischen Schalters ist ohne größere Bewegung möglich, und erlaubt daher auch die Verwendung in weniger gut zugänglichen Bereichen. Darüber hinaus ist ein mechanischer Verschleiß des Betätigungsselementes und/oder der Schalteinrichtung weitgehend ausgeschlossen, da insbesondere die Schalteinrichtung dann durch eine elektrische Schaltung gegeben sein kann. Da ein Betätigungssteg, der bei der Betätigung eines Betätigungsselementes 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 Betätigungsselement einen kapazitiven Schalter bildet. Ein kapazitiver Schalter zeichnet sich dabei dadurch aus, dass ein Schaltvorgang durch eine Veränderung einer Kapazität eines 5 Kondensators bewirkt wird. Das Betätigungsselement kann dabei einen Teil des Kondensators bilden oder nur auf andere Weise auf die Kapazität des Kondensators 10 wirken. Solche elektrischen Schalter sind sehr einfach aufgebaut und können insbesondere eine besonders flache Bauform aufweisen. Darüber hinaus können sie 15 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 Betätigungsselement 20 übertragen werden. Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Schalters ist es bevorzugt, dass das Betätigungsselement und das piezoelektrische Element oder der Anker mechanisch fest miteinander verbunden sind. Ist insbesondere das Betätigungsselement als Kunststoffspritzgussteil ausgeführt, kann so besonders einfach das piezoelektrische Element 25 bzw. der Anker an dem Betätigungsselement 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 30 durch eine-Führung des Betätigungsselementes 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 Betätigungsselement beweglich ist. Dies hat den Vorteil, dass das piezoelektrische 40 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 Betätigungsselement bewegbar ist. 45 Das Betätigungsselement 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 Betätigungsselement an weitgehend beliebigen Stellen Kräfte 50 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 55 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 Betätigungs-element 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 Betätigungs-element ausgeübten Kräfte als solche oder als Bewegung des Betätigungs-elements 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 Spannung- bzw. Stromsignale an das piezoelektrische Element bzw. die Spulenwicklung abgebbar 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 Abhängig-

5 keit von einem augenblicklichen Schaltzustand der Schalteinrichtung und/oder vorhergehenden Schaltzuständen und/oder Schaltzustandsänderungen ansteuerbar ist und dabei entsprechende Spannungs- bzw. Stromsignale an den Aktor abgebbar sind. Im einfachsten Fall kann es sich hierbei um eine Eingabeeinrichtung für eine Vorrichtung, beispielsweise eine Klimaanlage, handeln, bei der die Schalteinrichtung und das Betätigungs-element zur Eingabe von Steuersignalen dienen. Auf diese Weise ist mit dem erfindungsgemäßen

15 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 20 durch Betätigung des Betätigungs-elements wenigstens teilweise steuerbar sind, wobei bei einer Schaltzustandsänderung infolge einer Betätigung des Betätigungs-elements ein Spannungs- bzw. Stromsignal an den Aktor abgebbar ist. Besonders bevorzugt weist die 25 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 Betätigungs-element und die Schalteinrichtung können 30 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 Li- 35 steneintrag 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 taktile 40 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 Betätigungs-element ausgeübten Kräfte von den externen Steuersignalen 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 abgebbar 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 Betätigungs-element direkt oder als Bewegung des Betätigungs-elements 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 Betätigungs-elements 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 Betätigungs-element 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 Pulse 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 Rückmelde signale, die Kräfte auf das Betätigungs-element 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 abgebbar sein.

**5** **[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 abgebbar 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 10 wenigstens teilweise als digitaler Schaltung ausgebildeten Rückmeldeschaltung kann bei Durchlaufen einer Liste durch dauernde Betätigung des Betätigungs-elements die Zeitdauer für einen Sprung auf einen nächsten Eintrag mit zunehmender Betätigungszeit abnehmen, so dass unmittelbar vor, bei oder unmittelbar 15 nach Erreichen des Listeneintrags ein Spannungs- oder Stromsignal abgebbar ist.

**[0052]** Häufig kann es wünschenswert sein, mit einem elektrischen Schalter zwei sich ausschließende 20 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 Betätigungs-element wenigstens in einer Betätigungs-lage des 25 Betätigungs-elements eine Kraft ausübar ist und der ein weiteres piezoelektrisches Element oder eine weitere Spulenwicklung mit einem weiteren Anker umfasst, vorgesehen sind, und dass das Betätigungs-element eine Schaltwippe mit einem ersten und einem zweiten Arm 30 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 35 den zweiten Arm eine Kraft mittels des weiteren piezoelektrischen Elements oder der weiteren Spulenwicklung mit dem weiteren Anker ausübar ist. Dabei können die Schalteinrichtungen und die Aktoren jeweils 40 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 Aktor abgebbar sind. Dadurch, dass sich die auf das Betätigungslement 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 Betätigungslement 14 zur Betätigung der Schalteinrichtung 12 und als Aktor eine Spule 16 mit einem Anker 18, mittels dessen das Betätigungslement 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 Kontaktlemente, von denen eines federnd ausgebildet ist. Die Bewegung der Kontaktlemente erfolgt in an sich bekannter Weise über einen Stift 24. In einem ersten leitenden Schaltzustand der Schalteinrichtung 12 sind die Kontaktlemente miteinander in Kontakt, so dass die Schaltungseinrichtungsanschlüsse miteinander elektrisch verbunden bzw. kurzgeschlossen sind. Dabei ist das federnde Kontaktlement gespannt. In einem zweiten, zu dem ersten Schaltzustand komplementären ge-

trennten Schaltzustand ist das federnde Kontaktlement in einem entspannten Zustand und die Kontaktlemente sind nicht miteinander in Kontakt, so dass die Schalteinrichtungsanschlüsse nicht miteinander verbunden sind. Die Kontaktlemente sind also nur durch Druck gegen die Federkraft des entsprechenden Kontaktlements 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 Betätigungslement 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 20 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 Betätigungslements 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 Betätigungslements 14, in der die Schalteinrichtung 12 den verbundenen Schaltzustand einnimmt, durch das Betätigungslement 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 Rechteckstrompulse 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 Rechteckstrompulse 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 Betätigungslement 14 zu bewegt und stößt an dieses an. Eine das Betätigungslement 14 betätigende Bedienungsperson nimmt daher während einer Betätigung des Betätigungslements 14 ein Klopfen gegen das Betätigungslement 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 Betätigungssegment 32 in Form eines Drehknopfes mit einer Betätigungsnoeck 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 Betätigungssegments 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 Betätigungssegment 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 Betätigungssegments 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 Rückmeldeschaltungsauschlüsse 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 Betätigungssegment 32 bewegt wird, so dass eine Bedienperson, die das Betätigungssegment 32 betätigt, eine Vibration des Betätigungssegments 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 5 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 10 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 30 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 Steuerschaltung 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 55 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 ausgibt, 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 Betätigungsselementes 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 Betätigungsselement 54 eine taktile Rückmeldung erhält. Bei Loslassen des Betätigungsselementes 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 Betätigungsselement 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 anzusteuernde

Vorrichtung 72 verbunden.

**[0081]** Die Schalteinrichtung 64 zusammen mit dem Betätigungsselement 66 bilden einen kapazitiven Berührungsschalter, wobei das als Metallplatte ausgebildete 5 Betätigungsselement 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 Betätigungsselements 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 Betätigungsselement 66 angeordnet, so dass es bei Anlegen einer Spannung auf das Betätigungsselement 66 eine Kraft orthogonal zu einer Fläche des Betätigungsselements 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 Betätigungsselements 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 Betätigungsselement 66 eine entsprechende Folge von Kraftpulsen ab. Eine das Betätigungsselement 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 erfindungsgemäßiger elektrischer Schalter sind durch entsprechende Kombination von Betätigungsselementen, Schalteinrichtungen, Aktoren und Rückmeldeschaltungen möglich.

### Bezugszeichenliste

#### **[0086]**

45	10	Grundplatte
	12	Schalteinrichtung
	14	Betätigungsselement
	16	Spulenwicklung
50	18	Anker
	20	Rückmeldeschaltung
	22	Vorrichtung
	24	Stift
	26	Zeitgeber
55	28	Grundplatte
	30	Schalteinrichtung
	32	Betätigungsselement
	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	Betätigungsselement
67	Grundplatte
68	piezoelektrisches Element
70	Rückmeldeschaltung
72	Vorrichtung

## B Betätigungsrichtung

### Patentansprüche

1. Elektrischer Schalter mit einem Betätigungsselement (14; 32; 54; 66), einer über das Betätigungsselement (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 Betätigungsselement (14; 32; 54; 66) wenigstens in einer Betätigungsstufe des Betätigungsselementes (14; 32; 54; 66) eine Kraft ausübar ist, wobei der Aktor (16, 18; 36, 38; 50, 52, 50', 52'; 68) ein piezoelektrisches Element (68) zur Einwirkung auf das Betätigungsselement (14; 32; 54; 66) oder eine Spulenwicklung (16; 36; 50, 50') mit einem Anker (18; 38; 52, 52'), der durch Änderung eines Magnetfelds, das durch einen Stromfluss durch die Spulenwicklung (16; 36; 50, 50') erzeugbar ist, bewegbar ist, umfasst.
  2. Elektrischer Schalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der elektrische Schalter als Taster ausgebildet ist.
  3. Elektrischer Schalter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Betätigungsselement (14; 32; 54) relativ zu der Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48') bewegbar ist.
  4. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
5. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48') wenigstens zwei durch Bewegung des Betätigungsselementes (14; 32; 54) miteinander in Kontakt bringbare Kontaktkontakte umfasst, von denen jeweils eines mit einem entsprechenden Anschluss der Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48') verbunden ist.
  6. Elektrischer Schalter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Schalteinrichtung (64) und das Betätigungsselement (66) zusammen einen Berührungs-Schalter bilden.
  7. Elektrischer Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Betätigungsselement (66) und das piezoelektrische Element (68) oder der Anker mechanisch 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 Betätigungsselement (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 vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Rückmeldeschaltung (20; 40; 70) mit einem mit der Schalteinrichtung (12; 30; 64) elektrisch verbundenen Steuereingang und einem mit dem piezoelektrischen Element (68) bzw. der Spulenwicklung (16; 36) des Aktors (16, 18; 36, 38; 68) elektrisch verbundenen Rückmeldeschaltungsausgang, mit der in Abhängigkeit von einem augenblicklichen Schaltzustand der Schalteinrichtung (12; 30; 64) oder einer letzten Änderung des Schaltzustands der Schalteinrichtung (12; 30; 64) Spannungs- 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') ausgebbar 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 Betätigungslement (54) wenigstens in einer Betätigungsfrage des Betätigungslements (14; 32; 54; 66) eine Kraft ausübar ist und der ein weiteres piezoelektrisches Element oder eine weitere Spulenwicklung (50') mit einem weiteren Anker (52') umfasst, vorgesehen sind, und **dass** das Betätigungslement (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') ausübar ist.
18. Verfahren zur Rückmeldung eines Schaltzustandes einer mittels eines Betätigungslements (14; 32; 54; 66) betätigbar Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48'; 64) bei Betätigung des Betätigungslements (14; 32; 54; 66), bei dem während einer Betätigung des Betätigungslements (14; 32; 54; 66) die Schalteinrichtung (12; 30; 48, 48'; 64) in einen vorgegebenen Schaltzustand versetzt wird, und auf das Betätigungslement (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 ausübt 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

