



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.12.2016 Patentblatt 2016/49**

(51) Int Cl.:  
**H01H 77/10 (2006.01) H01H 1/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15170118.2**

(22) Anmeldetag: **01.06.2015**

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

(71) Anmelder: **Wöhner GmbH & Co. KG**  
**Elektrotechnische Systeme**  
**96472 Rödental (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Steinberger, Philipp**  
**96450 Coburg (DE)**  
• **Lenker, Hubert**  
**96515 Sonneberg (DE)**

(74) Vertreter: **Isarpatent**  
**Patent- und Rechtsanwälte Behnisch Barth**  
**Charles**  
**Hassa Peckmann & Partner mbB**  
**Friedrichstrasse 31**  
**80801 München (DE)**

(54) **STROMUNTERBRECHER**

(57) Stromunterbrecher (1) mit einem Stromzugang (19), der einen elektrischen Strom (I) über ein gewickeltes Spulenleiterband (4) einer ersten Spule (12) an einen ersten Festkontakt (2) leitet, und mit einer zwischen zwei Schaltstellungen bewegbaren Kontaktwippe (10), die miteinander verbundene Kontaktschenkel (8, 9) aufweist, welche in einer ersten Schaltstellung der Kontaktwippe (10) den ersten Festkontakt (2) mit einem zweiten Festkontakt (3) elektrisch verbindet, der über ein gewickeltes Spulenleiterband (5) einer zweiten Spule (13) an einen Stromabgang (20) zur Ableitung eines durch die Kontaktschenkel der Kontaktwippe (10) und die Spulenleiterbänder (4, 5) der Spulen (12, 13) hindurchfließenden elektrischen Strom an einen Stromabgang (20) des Stromunterbrechers (1) angeschlossen ist, wobei ein hoher elektrischer Strom, insbesondere ein Kurzschlussstrom, welcher durch die gewickelten Spulenleiterbänder (4, 5) der Spulen (12, 13) und durch die Kontaktschenkel (8, 9) der Kontaktwippe (10) hindurchfließt, ein Magnetfeld hervorruft, das unmittelbar eine Schaltkraft erzeugt, welche die Kontaktwippe (10) mit einer hohen Schaltgeschwindigkeit von der ersten Schaltstellung in eine zweite Schaltstellung bewegt, in welcher die beiden Festkontakte (2, 3) elektrisch getrennt und der elektrische Strom (I) unterbrochen ist.

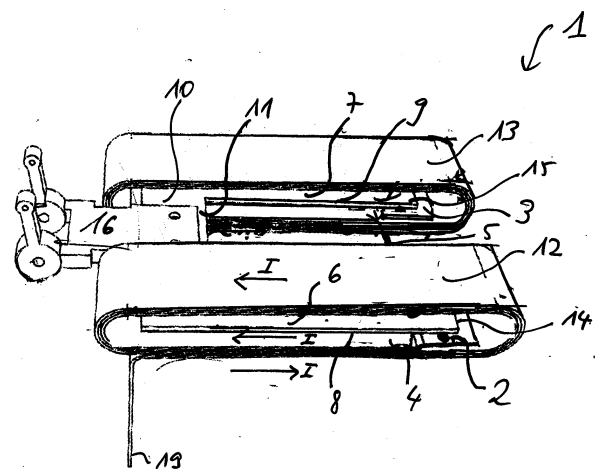


Fig 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen selbstauslösenden Stromunterbrecher für Kurzschlussströme.

**[0002]** Bei Auftreten einer Kurzschlussverbindung fließt ein hoher elektrischer Strom, der ein Mehrfaches eines normalen Betriebsstromes betragen kann. Kurzschlüsse können beispielsweise durch schadhaft gewordene Isolation oder durch einen Schaltfehler in elektrischen Anlagen verursacht werden. Derartige Kurzschlussströme können durch Schutzeinrichtungen erfasst werden und die stromführenden Leiter durch Leistungsschalter bzw. durch Sicherung ausgeschaltet werden. Kurzschlüsse können verschiedene Ursachen haben. Oft werden Kurzschlüsse durch einen Isolationsbruch oder durch Isolationsänderungen hervorgerufen. Auch Fehlschaltungen in elektrischen Schaltanlagen und Geräten sowie die Nichtbeachtung von Sicherheitsregeln können zu Kurzschlüssen führen. Durch eine fehlende Begrenzung eines Kurzschlussstromes kann es zu Schäden durch Überhitzung im Leitungsverlauf oder von elektrischen Schaltanlagenkomponenten kommen. Zur Verhinderung der Folgen von elektrischen Kurzschlüssen können beispielsweise in Niederspannungsnetzen Schutzschalter und Schmelzsicherungen eingesetzt werden. Je nach Anwendungsfall muss das Schalten des Stromunterbrechers mit ausreichender Geschwindigkeit erfolgen.

**[0003]** Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Stromunterbrecher zu schaffen, welcher schnell und zuverlässig einen auftretenden hohen elektrischen Strom unterbricht.

**[0004]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Stromunterbrecher mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

**[0005]** Die Erfindung schafft demnach gemäß einem ersten Aspekt einen Stromunterbrecher mit einem Stromzugang, der einen elektrischen Strom über ein gewickeltes Spulenleiterband einer ersten Spule an einen ersten Festkontakt leitet, und mit einer zwischen zwei Schaltstellungen bewegbaren Kontaktwippe, die miteinander verbundene Kontaktschenkel aufweist, welche in einer ersten Schaltstellung der Kontaktwippe den ersten Festkontakt mit einem zweiten Festkontakt elektrisch verbindet, der über ein gewickeltes Spulenleiterband einer zweiten Spule an einen Stromabgang zur Ableitung eines durch die Kontaktschenkel der Kontaktwippe und die Spulenleiterbänder der Spulen hindurchfließenden elektrischen Strom an einen Stromabgang des Stromunterbrechers angeschlossen ist, wobei ein hoher elektrischer Strom, insbesondere ein Kurzschlussstrom, welcher durch die gewickelten Spulenleiterbänder der Spulen und durch die Kontaktschenkel der Kontaktwippe hindurchfließt, ein Magnetfeld hervorruft, das unmittelbar eine Schaltkraft erzeugt, welche die Kontaktwippe mit einer hohen Schaltgeschwindigkeit von der ersten Schaltstellung in eine zweite Schaltstellung bewegt, in welcher die beiden Festkontakte elektrisch getrennt und der elektri-

sche Strom unterbrochen ist.

**[0006]** Der erfindungsgemäße Stromunterbrecher ist selbstauslösend. Der erfindungsgemäße Stromunterbrecher ist gegenüber äußeren Einflüssen besonders robust. Darüber hinaus bietet der erfindungsgemäße Stromunterbrecher den Vorteil, dass er mit relativ geringem Aufwand herstellbar ist.

**[0007]** Bei einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers ist die Kontaktwippe U-förmig ausgebildet und weist Kontaktschenkel auf, die über einen Verbindungssteg der Kontaktwippe miteinander verbunden sind.

**[0008]** Bei einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers bilden die gewickelten Spulenleiterbänder der beiden Spulen jeweils einen langgezogenen Wickel-Hohlraum, in welchem jeweils ein Kontaktschenkel der U-förmigen Kontaktwippe angeordnet ist.

**[0009]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers wird der erste Festkontakt durch ein in dem Wickel-Hohlraum befindliches Ende des gewickelten Spulenbandes der ersten Spule und der zweite Festkontakt durch ein in dem Wickel-Hohlraum befindliches Ende des gewickelten Spulenbandes der zweiten Spule gebildet.

**[0010]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers sind die gewickelten Spulenleiterbänder der Spulen jeweils 5 bis 10 Mal um den Wickel-Hohlraum der jeweiligen Spule gewickelt.

**[0011]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers sind die gewickelten Spulenleiterbänder der Spulen jeweils um den langgezogenen Hohlraum gewickelt, wobei jede Wicklung zwei einander gegenüberliegende längliche Spulenleiterbandabschnitte aufweist, die im Wesentlichen parallel zu einem in dem Wickel-Hohlraum angeordneten Kontaktschenkel der Kontaktwippe verlaufen.

**[0012]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers ruft ein elektrischer Strom, welcher durch das gewickelte Spulenleiterband einer der Spulen und durch den in dem Wickel-Hohlraum der jeweiligen Spule angeordneten Kontaktschenkel der Kontaktwippe hindurchfließt, aufgrund der gleichen Stromflussrichtung eine Anziehungskraft zwischen dem Kontaktschenkel und einem ersten Spulenleiterbandabschnitt des gewickelten Spulenleiterbandes der Spule und aufgrund der entgegengesetzten Stromflussrichtung eine Abstoßungskraft zwischen dem Kontaktschenkel und einem zweiten Spulenleiterbandabschnitt des gewickelten Spulenleiterbandes der jeweiligen Spule hervor.

**[0013]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers sind die gewickelten Spulenleiterbänder einer Spule voneinander elektrisch isoliert.

**[0014]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers beträgt die

Schaltdauer, mit welcher die Kontaktwippe bei Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, von der ersten Schaltstellung in die zweite Schaltstellung bewegt wird, weniger als 0,1 msec.

**[0015]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers ist der Verbindungssteg der Kontaktwippe zum Bereitstellen von stabilen Endlagen der Kontaktwippe in beiden Schaltstellungen mechanisch gelagert.

**[0016]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers ist der Querschnitt der Spulenleiterbänder für Stromstärken von mehr als 100 Ampere ausgelegt.

**[0017]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers beträgt die Breite der Spulenleiterbänder der Spulen mehr als 1 cm.

**[0018]** Die Erfindung schafft ferner gemäß einem weiteren Aspekt eine Schaltvorrichtung mit den in Patentanspruch 13 angegebenen Merkmalen.

**[0019]** Die Erfindung schafft demnach eine Schaltvorrichtung mit einem selbstauslösenden Stromunterbrecher gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, wobei zur Unterdrückung eines Lichtbogens beim Öffnen des Stromunterbrechers parallel zu dem Stromunterbrecher ein steuerbarer Halbleiterschalter verschaltet ist.

**[0020]** Bei einer möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung wird der steuerbare Halbleiterschalter bei Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, durchgeschaltet.

**[0021]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung wird der parallel verschaltete steuerbare Halbleiterschalter nach einer vorbestimmten Zeit gesperrt.

**[0022]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung weist diese eine integrierte Steuerschaltung zur Ansteuerung des steuerbaren Halbleiterschalters auf.

**[0023]** Bei einer weiteren möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung erfasst die in der Schaltvorrichtung integrierte Steuerschaltung das Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, sensorisch.

**[0024]** Die Erfindung schafft gemäß einem weiteren Aspekt einen Leitungsschutzschalter mit einem Stromunterbrecher gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung.

**[0025]** Im Weiteren werden mögliche Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers sowie der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert.

**[0026]** Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht auf eine mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stromunterbrechers;

Fig. 2 ein Schaltungsdiagramm zur Darstellung einer

möglichen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung;

Fig. 3 einen zeitlichen Spannungsverlauf zur Erläuterung der Funktionsweise der in Fig. 2 dargestellten Schaltvorrichtung.

**[0027]** Fig. 1 zeigt eine Ansicht eines möglichen Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Stromunterbrechers 1 gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung. Man erkennt in Fig. 1 einen ersten Festkontakt 2 und einen zweiten Festkontakt 3. Die beiden Festkontakte 2, 3 werden in dem dargestellten Ausführungsbeispiel durch Enden von Spulenleiterbändern 4, 5 gebildet. Die Spulenleiterbänder 4, 5 sind jeweils um einen Wickel-Hohlraum 6, 7 gewickelt. In den beiden Wickel-Hohlräumen 6, 7 befindet sich jeweils ein Kontaktschenkel 8, 9 einer Kontaktwippe 10, wobei die beiden Kontaktschenkel 8, 9 der Kontaktwippe 10 über einen Verbindungssteg 11 miteinander verbunden sind, wie in Fig. 1 dargestellt. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist somit die Kontaktwippe 10 U-förmig ausgebildet und weist zwei Kontaktschenkel 8, 9 auf, die sich in Wickel-Hohlräumen 6, 7 zweier Spulen 12, 13 befinden. Die erste Spule 12 wird durch das um den Wickel-Hohlraum 6 gewickelte erste Spulenleiterband 4 gebildet. Die zweite Spule 13 wird durch das um den Wickel-Hohlraum 7 herumgewickelte Spulenleiterband 5 gebildet. Die Spulenleiterbänder 4, 5 weisen eine Breite B auf, wie in Fig. 1 dargestellt. Bei einer möglichen Ausführungsform liegt die Breite B der Spulenleiterbänder 4, 5 in einem Bereich von 1 bis 2 cm, beispielsweise 1,5 bis 1,6 cm. Die Spulenleiterbänder 4, 5 sind mehrfach um den zugehörigen Wickel-Hohlraum 6, 7 herumgewickelt. Bei einer möglichen Ausführungsform sind die gewickelten Spulenleiterbänder 4, 5 der beiden Spulen 12, 13 jeweils 5 bis 10 Mal um den zugehörigen Wickel-Hohlraum 6, 7 der jeweiligen Spule 12, 13 herumgewickelt.

**[0028]** Der erste Festkontakt 2, welcher durch das Ende des Spulenleiterbandes 4 gebildet wird, ist über das gewickelte Spulenleiterband 4 elektrisch mit einem Stromzugang des Stromunterbrechers 1 verbunden. Der zweite Festkontakt 3, welcher durch das Ende des zweiten Spulenleiterbandes 5 gebildet wird, ist über das gewickelte Spulenleiterband 5 mit einem Stromabgang des Stromunterbrechers 1 verbunden. Der Stromzugang leitet einen elektrischen Strom I über das erste gewickelte Spulenleiterband 4 der ersten Spule 12 an den ersten Festkontakt 2. Im normalen Betrieb, d.h. vor Auftreten eines hohen elektrischen Stromes bzw. Kurzschlussstromes, liegt das distale Ende 14 des ersten Kontaktschenkels 8 der U-förmigen Kontaktwippe 10 an dem ersten Festkontakt 2 an. In gleicher Weise liegt in dem normalen Betrieb das distale Ende 15 des zweiten Kontaktschenkels 9 der U-förmigen Kontaktwippe 10 an dem zweiten Festkontakt 3 an. In dieser Schaltstellung sind somit die beiden Festkontakte 2, 3 über die beiden Kontaktschenkel 8, 9 und den Verbindungssteg 11 der U-förmigen Kon-

taktwippe 10 miteinander elektrisch verbunden. Der Verbindungssteg 11 sowie die beiden Kontaktschenkel 8, 9 der U-förmigen Kontaktwippe 10 bestehen aus einem elektrisch leitenden Material. Der von dem Stromzugang über das erste Spulenleiterband 4 zu dem ersten Festkontakt 2 fließende elektrische Strom  $I$  fließt über die Kontaktschenkel 8, 9 und den dazwischenliegenden Verbindungssteg 11 zu dem zweiten Festkontakt 3 und von dort über den Stromabgang des Stromunterbrechers 1 ab. Der Stromunterbrecher 1 verbleibt in dieser normalen Schaltstellung, solange der hindurchfließende elektrische Strom  $I$  einen gewissen Stromschwellenwert nicht überschreitet.

**[0029]** Ein hoher elektrischer Strom  $I$ , insbesondere ein Kurzschlussstrom, welcher durch die gewickelten Spulenleiterbänder 4, 5 der beiden Spulen 12, 13 sowie durch die beiden Kontaktschenkel 8, 9 der Kontaktwippe 10 hindurchfließt, ruft ein Magnetfeld  $B$  hervor, das unmittelbar eine Schaltkraft  $F$  erzeugt, welche die Kontaktwippe 10 mit einer hohen Schaltgeschwindigkeit von der ersten Schaltstellung, bei der die beiden Festkontakte 2, 3 über die Kontaktwippe 10 miteinander verbunden sind, in eine zweite Schaltstellung bewegt, in welcher die beiden Festkontakte 2, 3 elektrisch getrennt und der elektrische Strom  $I$  unterbrochen ist. Bei einer möglichen Ausführungsform beträgt die Schaltdauer, mit welcher die Kontaktwippe 10 bei Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, von der ersten Schaltstellung in die zweite Schaltstellung bewegt wird, weniger als 0,1 msec.

**[0030]** Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform sind die gewickelten Spulenleiterbänder 4, 5 der beiden Spulen 12, 13 jeweils um den langgezogenen Wickel-Hohlraum 6, 7 gewickelt, wobei jede Wicklung zwei einander gegenüberliegende längliche Spulenleiterabschnitte aufweist, nämlich einen oberen Spulenleiterbandabschnitt und einen unteren Spulenleiterbandabschnitt, die im Wesentlichen parallel zu dem in dem Wickel-Hohlraum angeordneten Kontaktschenkel 8, 9 der U-förmigen Kontaktwippe 10 verlaufen. Ein elektrischer Strom  $I$ , welcher durch das gewickelte Spulenleiterband 4, 5 einer der beiden Spulen 12, 13 und durch den in dem Wickel-Hohlraum 6, 7 der jeweiligen Spule 12, 13 angeordneten Kontaktschenkel 8, 9 der Kontaktwippe 10 hindurchfließt, ruft aufgrund der gleichen Stromflussrichtung eine Anziehungskraft  $F_1$  zwischen dem Kontaktschenkel 8, 9 und einem ersten Spulenleiterbandabschnitt des jeweiligen gewickelten Spulenleiterbandes 4, 5 der jeweiligen Spule 12, 13 und aufgrund der entgegengesetzten Stromflussrichtung eine Abstoßungskraft  $F_2$  zwischen dem Kontaktschenkel 8, 9 und einem zweiten gegenüberliegenden Spulenleiterbandabschnitt des gewickelten Spulenleiterbandes der jeweiligen Spule 12, 13 hervor. Wie man in Fig. 1 erkennen kann, fließt der elektrische Strom  $I$  in der ersten normalen Schaltstellung des Stromunterbrechers 1 von dem ersten Festkontakt 2 über den Kontaktschenkel 8 in Richtung hin zu dem Verbindungssteg 11 und somit parallel

zu dem elektrischen Strom, der durch den oberen Spulenleiterbandabschnitt des gewickelten Spulenleiterbandes 4 der ersten Spule 12 fließt. Der Kontaktschenkel 8 wird aufgrund des gebildeten Magnetfeldes demzufolge durch den oberen Spulenleiterbandabschnitt der ersten Spule 12 nach oben mit einer Anziehungskraft  $F_1$  angezogen. In gleicher Weise ist aus Fig. 1 erkennbar, dass der durch den unteren Spulenleiterbandabschnitt des Spulenleiterbandes 4 der ersten Spule 12 hindurchfließende Strom  $I$  antiparallel bzw. entgegengesetzt zu dem über den ersten Kontaktschenkel 8 fließenden Strom  $I$  fließt und somit aufgrund des Magnetfeldes eine Abstoßungskraft  $F_2$  hervorruft. Der Kontaktschenkel 8 wird somit einerseits durch den parallel fließenden Strom  $I$  durch den oberen Spulenleiterbandabschnitt der ersten Spule 12 angezogen und gleichzeitig von dem unteren Spulenleiterbandabschnitt der ersten Spule 12 abgestoßen. Die Anziehungskraft  $F_1$  und die Abstoßungskraft  $F_2$  haben somit die gleiche Richtung und führen bei einem ausreichend hohen elektrischen Strom bzw. einem Strom mit einer genügend hohen Stromamplitude dazu, dass der Kontaktschenkel 8 aufgrund der erzeugten summierten Schaltkraft  $F(F=F_1+F_2)$  mit einer sehr hohen Schaltgeschwindigkeit von der ersten Schaltstellung in eine zweite Schaltstellung bewegt wird, in welcher der Kontaktschenkel 8 von dem ersten Festkontakt 2 getrennt ist und somit der elektrische Strom  $I$  unterbrochen ist. Das Öffnen des zweiten Kontaktschenkels 9 erfolgt aufgrund der durch die Spulenleiterbandabschnitte der zweiten Spule 13 parallel bzw. antiparallel fließenden Ströme in gleicher Weise, d.h., der obere Spulenleiterbandabschnitt des zweiten Spulenleiterbandes 5 der zweiten Spule 13 übt eine Anziehungskraft  $F_1$  auf den Kontaktschenkel 9 aus, während der untere Spulenleiterbandabschnitt des zweiten Spulenleiterbandes 5 der zweiten Spule 13 eine Abstoßungskraft  $F_2$  auf den Kontaktschenkel 9 aufgrund des gebildeten Magnetfeldes erzeugt.

**[0031]** Der Verbindungssteg 11 der U-förmigen Kontaktwippe 10 ist vorzugsweise zum Bereitstellen von stabilen Endlagen der Kontaktwippe 10 in beiden Schaltstellungen mechanisch gelagert, wie in Fig. 1 dargestellt. An dem Verbindungssteg 11 der U-förmigen Kontaktwippe 10 ist eine Halterung 16 vorgesehen, die mittels Federn stabile Endlagen der U-förmigen Kontaktwippe 10 in beiden Schaltstellungen bereitstellt. Im Normalbetrieb ist die Amplitude des über den Stromunterbrecher 1 fließenden elektrischen Stromes  $I$  so gering, dass sich die U-förmige Kontaktwippe 10 in der unteren stabilen Endlage befindet und die beiden Festkontakte 2, 3 miteinander elektrisch verbindet. Bei Auftreten eines hohen elektrischen Stromes bzw. Kurzschlussstromes wird die U-förmige Kontaktwippe 10 durch die hervorgerufenen Magnetfeldkräfte mit hoher Schaltgeschwindigkeit in die andere stabile Endlage verbracht, in der die beiden Festkontakte 2, 3 voneinander elektrisch getrennt sind. Die Anzahl der Wicklungen der beiden Spulenleiterbänder 4, 5 der beiden Spulen 12, 13 kann je nach Anwendungsfall für unterschiedliche Stromstärken unterschiedlich

ausgelegt sein. Je mehr Wicklungen die beiden Spulen 12, 13 aufweisen, desto höher sind die durch den hindurchfließenden Strom  $I$  hervorgerufenen Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte, die auf die Kontaktschenkel 8, 9 der Kontaktwippe 10 wirken, sodass der Stromunterbrecher 1 bereits bei geringeren Stromstärken auslöst. Bei Auftreten eines Kurzschlussstromes wird eine Freiauslösung des Stromunterbrechers 1 bewirkt. Unter Freiauslösung versteht man den Mechanismus, welcher das Wiedereinschalten einer Anlage oder eines Gerätes verhindert, solange die Ursache der Abschaltung noch besteht. Der erfindungsgemäße Stromunterbrecher 1, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, ist vorzugsweise symmetrisch aufgebaut und weist zwei Spulen 12, 13 auf, die jeweils einen Kontaktschenkel 8, 9 der U-förmigen Kontaktwippe 10 umschließen. Bei alternativen Ausführungsformen kann die Kontaktwippe auch eine größere Anzahl von Kontaktschenkeln aufweisen, die jeweils durch eine zugehörige Spule umschlossen werden.

**[0032]** Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer möglichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung 17, die einen selbstauslösenden Stromunterbrecher 1 enthält. Der Stromunterbrecher 1 ist ein selbstauslösender mechanischer Schalter, der mit hoher Schaltgeschwindigkeit schaltet. Bei der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung 17 ist zur Unterdrückung eines Lichtbogens beim Öffnen des Stromunterbrechers 1 parallel zu dem Stromunterbrecher 1 ein steuerbarer Halbleiterschalter 18 vorgesehen. Der steuerbare Halbleiterschalter 18 ist beispielsweise ein Thyristor oder dergleichen. Der Stromzugang 19 des Stromunterbrechers 1 und der Stromabgang 20 des Stromunterbrechers 1 ist jeweils mit zugehörigen Anschlüssen 21, 22 der Schaltvorrichtung 17 verbunden, wie in Fig. 2 dargestellt. Wie in Fig. 2 dargestellt, ist der Halbleiterschalter 18, beispielsweise ein Thyristor, parallel zu dem Stromunterbrecher 1 verschaltet. Der steuerbare Halbleiterschalter 18 wird bei Auftreten eines hohen Stromes  $I$ , insbesondere eines Kurzschlussstromes, durchgeschaltet. Der parallel verschaltete Halbleiterschalter 18 wird nach einer vorbestimmten Zeit gesperrt. Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform enthält die Schaltvorrichtung 17 eine integrierte Steuerschaltung 23, die das Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, sensorisch erfasst.

**[0033]** Die Funktionsweise der in Fig. 2 dargestellten Schaltvorrichtung 17 mit dem darin enthaltenen Stromunterbrecher 1 und dem dazu parallel verschalteten Halbleiterschalter 18 wird anhand des Spannungsverlaufs gemäß Fig. 3 näher erläutert. Zunächst fließt im Normalbetrieb ein elektrischer Strom  $I$  über den geschlossenen Stromunterbrecher 1 von einem Stromeingang 21 direkt zu einem Stromausgang 22 der Schaltvorrichtung 17. Die Schaltvorrichtung 17 ist symmetrisch aufgebaut, d.h. Stromeingang 21 und Stromausgang 22 sind austauschbar. Im Normalbetrieb fließt der Strom über den mechanischen Stromunterbrecher 1, wobei dort nur eine geringe Spannung  $U_1$  abfällt, wie in Fig. 3

dargestellt. Die Spannung  $U_1$  kann beispielsweise 0,1 Volt betragen. Zu einem Zeitpunkt  $t_1$  tritt ein Kurzschlussstrom auf, welcher aufgrund der erzeugten Magnetfeldkräfte mit einer hohen Schaltkraft die Kontaktwippe 10 des Stromunterbrechers 1 in die andere Schaltstellung bewegt und somit zu einem Öffnen des Stromunterbrechers 1 führt. Die aufgetretenen Kräfte wirken hierbei direkt auf die beweglichen Schaltkontakte bzw. die Kontaktschenkel der Kontaktwippe 10. Beim Öffnen des Stromunterbrechers 1 steigt die Spannung 11 schnell auf einen höheren Spannungswert  $U_2$ , beispielsweise 20 Volt, an. Die ansteigende Spannung wird durch die Steuerschaltung 23 der Schaltvorrichtung 17 erkannt, wobei die Steuervorrichtung 23 ab einem gewissen Schwellenwert den parallel geschalteten Halbleiterschalter 18 mit einer gewissen Zeitverzögerung zu einem Zeitpunkt  $t_2$  an- bzw. durchschaltet. Hierdurch sinkt die Spannung 11 auf einen geringeren Spannungswert  $U_3$ , beispielsweise eine Spannung von 2 Volt, ab. Das Durchschalten des Halbleiterschalters 18 unterdrückt das Auftreten eines Lichtbogens bei dem mechanischen Stromunterbrecher 1 und führt somit zu einer deutlichen Schonung des Stromunterbrechers 1 bzw. zu einem geringeren Verschleiß. Zu einem Zeitpunkt  $t_3$  wird der steuerbare Halbleiterschalter 18 durch die integrierte Steuerschaltung 23 aus- bzw. abgeschaltet und die Spannung steigt auf einen hohen Spannungswert  $U_4$  an. Zu dem Zeitpunkt  $t_3$  sind sowohl der Halbleiterschalter 18 als auch der Stromunterbrecher 1 geöffnet bzw. getrennt, sodass kein Strom  $I$  mehr zwischen den Stromanschlüssen 21, 22 der Schaltvorrichtung 17 fließt. Die Schaltflanke zum Zeitpunkt  $t_1$  ist aufgrund des besonderen Aufbaus des in Fig. 1 dargestellten Stromunterbrechers 1 besonders steil, d.h., die Schaltdauer zum mechanischen Schalten ist sehr gering und liegt vorzugsweise unter 0,1 msec. Die Reaktionszeit zum Durchschalten des Halbleiterschalters 18 zum Zeitpunkt  $t_2$  wird vorzugsweise ebenfalls minimiert, um das Auftreten eines Lichtbogens an dem mechanischen Schalter 1 zu verhindern. Bei einer möglichen Ausführungsform spricht der selbstauslösende Stromunterbrecher 1 an, wenn das Verhältnis des momentan fließenden Stromes  $I$ , insbesondere Kurzschlussstromes  $I_K$ , zu einem Normalstrom  $I_{NORM}$  ein gewisses Verhältnis überschreitet. Bei einer möglichen Ausführungsform spricht der selbstauslösende Stromunterbrecher 1 an, wenn das Verhältnis zwischen Kurzschlussstrom  $I_K$  und einem Normalstrom  $I_{NORM} \geq 20$  ist. Dieses Verhältnis kann in Abhängigkeit von der besonderen Geometrie der Spulen 12, 13 und der Anzahl der Spulenwicklungen sowie der Ausgestaltung der Schalt- bzw. Kontaktwippe 10 für unterschiedliche Anwendungsfälle unterschiedlich ausgelegt werden.

**[0034]** Der erfindungsgemäße Stromunterbrecher 1 sowie die in Fig. 2 dargestellte Schaltvorrichtung 17 sind für verschiedenste Anwendungen einsetzbar, beispielsweise für Elektrofahrzeuge, Batterien sowie Photovoltaikanlagen. Bei einer möglichen Ausführungsform ist der Querschnitt der Spulenleiterbänder 4, 5 der beiden Spu-

len 12, 13 für Stromstärken von mehr als 100 Ampere ausgelegt. Die gewickelten Spulenleiterbänder 4, 5 der beiden Spulen 12, 13 sind voneinander elektrisch isoliert. Die durch die Spulen 12, 13 hindurchfließenden Ströme  $I$  erzeugen Magnetkräfte  $F$ , die unmittelbar auf die beweglichen Kontaktschenkel 8, 9 der Kontaktwippe wirken, sodass die Schaltgeschwindigkeit sehr hoch bzw. die Schaltdauer sehr gering ist. Die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung 17 enthält eine Hybridschaltanordnung, die aus dem mechanischen Stromunterbrecher 1 und dem Halbleiterschalter 18 besteht. Diese Hybridschaltung schaltet einerseits besonders schnell und ist andererseits auch besonders robust gegenüber Umwelteinflüssen. Zudem hat die in der Schaltvorrichtung 17 vorgesehene Hybridschaltanordnung eine besonders hohe Lebensdauer und ermöglicht eine hohe Anzahl von Schaltzyklen bzw. Schaltvorgängen. Der erfindungsgemäße Stromunterbrecher 1 ist in relativ einfacher Weise mit geringem Aufwand herstellbar. Je nach Auslegung der Spulenleiterbänder 4, 5 und der Geometrie der beiden Spulen 12, 13 kann der Stromunterbrecher 1 auch für hohe Stromstärken von mehr als 100 Ampere, beispielsweise 400 oder sogar 800 Ampere, ausgelegt werden. Der selbstauslösende Stromunterbrecher 1 zeichnet sich durch eine sehr hohe Schaltgeschwindigkeit aus, wobei der Halbleiterschalter 18 ein Auftreten von Lichtbögen verhindert. Im normalen Dauerbetrieb ist der Stromunterbrecher 1 geschlossen. Da der Stromunterbrecher 1 bei normalem Dauerbetrieb einen sehr geringen Spannungsabfall aufweist, ist die Verlustleistung bei Verwendung der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung 17 im Normalbetrieb sehr gering. Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist die Steuerschaltung 23 in der Schaltvorrichtung 17 integriert. Bei einer alternativen Ausführungsform kann der Halbleiterschalter 18 auch durch eine externe Steuerschaltung eines Geräts oder einer Anlage angesteuert werden.

## Patentansprüche

### 1. Stromunterbrecher (1) mit:

einem Stromzugang (19), der einen elektrischen Strom ( $I$ ) über ein gewickeltes Spulenleiterband (4) einer ersten Spule (12) an einen ersten Festkontakt (2) leitet, und mit einer zwischen zwei Schaltstellungen bewegbaren Kontaktwippe (10), die miteinander verbundene Kontaktschenkel (8, 9) aufweist, welche in einer ersten Schaltstellung der Kontaktwippe (10) den ersten Festkontakt (2) mit einem zweiten Festkontakt (3) elektrisch verbindet, der übereingewickelte Spulenleiterband (5) einer zweiten Spule (13) an einen Stromabgang (20) zur Ableitung eines durch die Kontaktschenkel (8, 9) der Kontaktwippe (10) und die Spulenleiterbänder (4, 5) der Spulen (12, 13) hindurchfließenden elektri-

schen Strom an einen Stromabgang (20) des Stromunterbrechers (1) angeschlossen ist, wobei ein hoher elektrischer Strom, insbesondere ein Kurzschlussstrom, welcher durch die gewickelten Spulenleiterbänder (4, 5) der Spulen (12, 13) und durch die Kontaktschenkel (8, 9) der Kontaktwippe (10) hindurchfließt, ein Magnetfeld hervorruft, das unmittelbar eine Schaltkraft erzeugt, welche die Kontaktwippe (10) mit einer hohen Schaltgeschwindigkeit von der ersten Schaltstellung in eine zweite Schaltstellung bewegt, in welcher die beiden Festkontakte (2, 3) elektrisch getrennt und der elektrische Strom ( $I$ ) unterbrochen ist.

2. Stromunterbrecher nach Anspruch 1, wobei die Kontaktwippe (10) U-förmig ausgebildet ist und Kontaktschenkel (8, 9) aufweist, die über einen Verbindungssteg (11) der Kontaktwippe (10) miteinander verbunden sind.
3. Stromunterbrecher nach Anspruch 1 oder 2, wobei die gewickelten Spulenleiterbänder (4, 5) der beiden Spulen (12, 13) jeweils einen langgezogenen Wickel-Hohlraum (6, 7) bilden, in welchem jeweils ein Kontaktschenkel (8, 9) der U-förmigen Kontaktwippe (10) angeordnet ist.
4. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei der erste Festkontakt (2) durch ein in dem Wickel-Hohlraum (6) befindliches Ende des gewickelten Spulenbandes (4) der ersten Spule (12) und wobei der zweite Festkontakt (3) durch ein in dem Wickel-Hohlraum (7) befindliches Ende des gewickelten Spulenbandes (5) der zweiten Spule (13) gebildet wird.
5. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei die gewickelten Spulenleiterbänder (4, 5) der Spulen (12, 13) jeweils 5 bis 10 Mal um den Wickel-Hohlraum (6, 7) der jeweiligen Spule (12, 13) gewickelt sind.
6. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 5, wobei die gewickelten Spulenleiterbänder (4, 5) der Spulen (12, 13) jeweils um den langgezogenen Wickel-Hohlraum (6, 7) gewickelt sind, wobei jede Wicklung zwei einander gegenüberliegende längliche Spulenleiterbandabschnitte aufweist, die im Wesentlichen parallel zu einem in dem Wickel-Hohlraum (6, 7) angeordneten Kontaktschenkel (8, 9) der Kontaktwippe (10) verlaufen.
7. Stromunterbrecher nach Anspruch 6, wobei ein elektrischer Strom, welcher durch das ge-

- wickelte Spulenleiterband (4, 5) einer der Spulen (12, 13) und durch den in dem Wickel-Hohlraum (6, 7) der jeweiligen Spule (12, 13) angeordneten Kontaktschenkel (8, 9) der Kontaktwippe (10) hindurchfließt,  
 aufgrund der gleichen Stromflussrichtung eine Anziehungskraft zwischen dem Kontaktschenkel (8, 9) und einem ersten Spulenleiterbandabschnitt des gewickelten Spulenleiterbandes (4, 5) der Spule (12, 13) und  
 aufgrund der entgegengesetzten Stromflussrichtung eine Abstoßungskraft zwischen dem Kontaktschenkel (8, 9) und einem zweiten Spulenleiterbandabschnitt des gewickelten Spulenleiterbandes (4, 5) der jeweiligen Spule (12, 13) hervorruft.
8. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 7,  
 wobei die gewickelten Spulenleiterbänder (4, 5) einer Spule (12, 13) voneinander elektrisch isoliert sind.
9. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 8,  
 wobei die Schaltdauer, mit welcher die Kontaktwippe (10) bei Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, von der ersten Schaltstellung in die zweite Schaltstellung bewegt wird, weniger als 0,1 msec beträgt.
10. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 2 bis 9,  
 wobei der Verbindungssteg (11) der Kontaktwippe (10) zum Bereitstellen von stabilen Endlagen der Kontaktwippe (10) in beiden Schaltstellungen mechanisch gelagert ist.
11. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 10,  
 wobei ein Querschnitt der Spulenleiterbänder (4, 5) für Stromstärken von mehr als 100 Ampere ausgelegt ist.
12. Stromunterbrecher nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 11,  
 wobei die Breite der Spulenleiterbänder (4, 5) der Spulen (12, 13) mehr als 1 cm beträgt.
13. Schaltvorrichtung (17) mit einem selbstauslösenden Stromunterbrecher (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12,  
 wobei zur Unterdrückung eines Lichtbogens beim Öffnen des Stromunterbrechers (1) parallel zu dem Stromunterbrecher (1) ein steuerbarer Halbleiterschalter (18) verschaltet ist.
14. Schaltvorrichtung nach Anspruch 14,  
 wobei der steuerbare Halbleiterschalter (18) bei Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, durchgeschaltet wird.
15. Schaltvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,  
 wobei der parallel verschaltete steuerbare Halbleiterschalter (18) nach einer vorbestimmten Zeit gesperrt wird.
16. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15 mit einer integrierten Steuerschaltung (23) zur Ansteuerung des steuerbaren Halbleiterschalters (18).
17. Schaltvorrichtung nach Anspruch 16,  
 wobei die in der Schaltvorrichtung (17) integrierte Steuerschaltung (23) das Auftreten eines hohen Stromes, insbesondere eines Kurzschlussstromes, sensorisch erfasst.
18. Leitungsschutzschalter mit einem Stromunterbrecher (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 12.

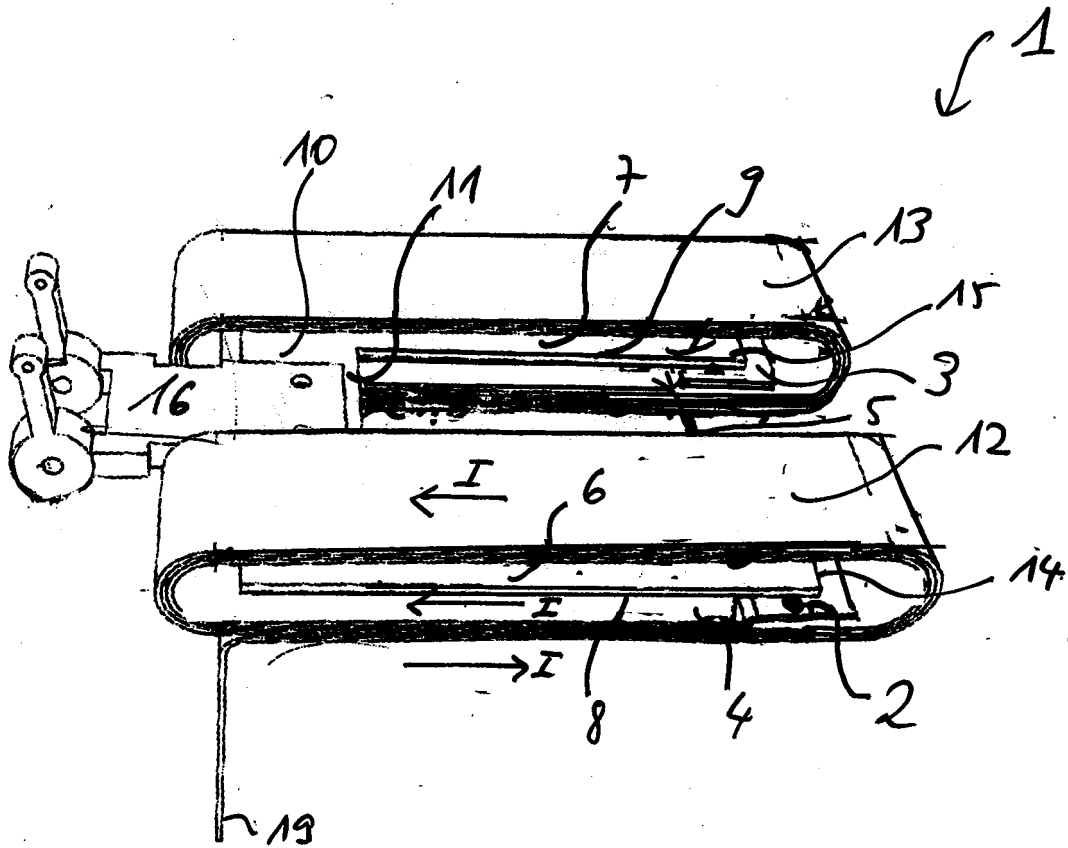


Fig 1

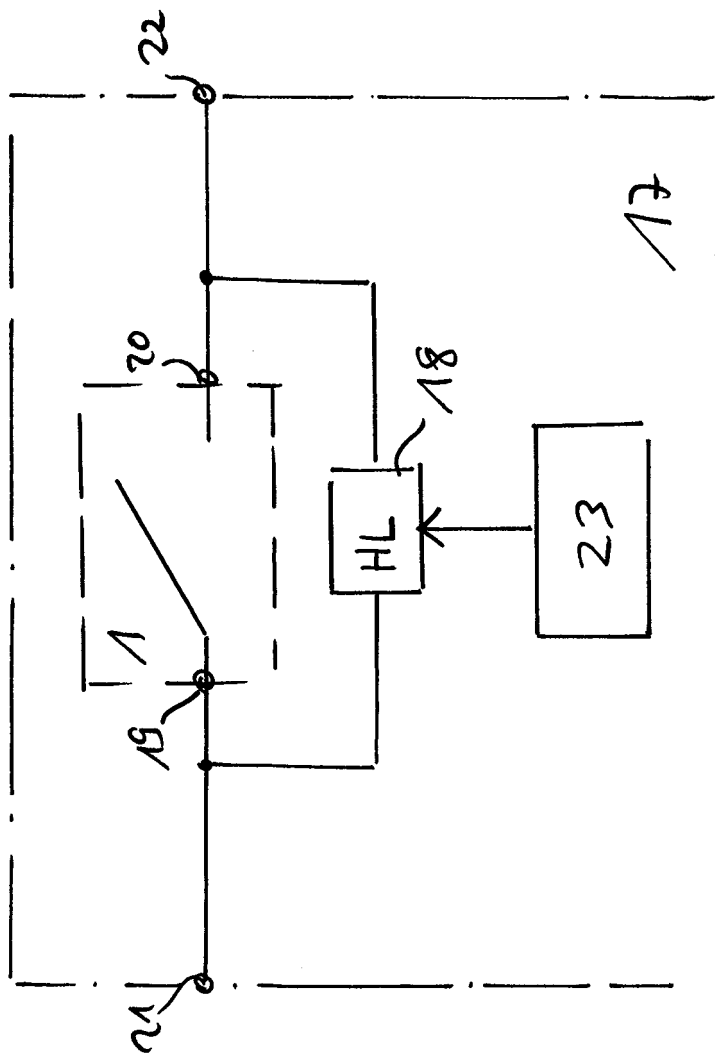


Fig 2

FIG 1

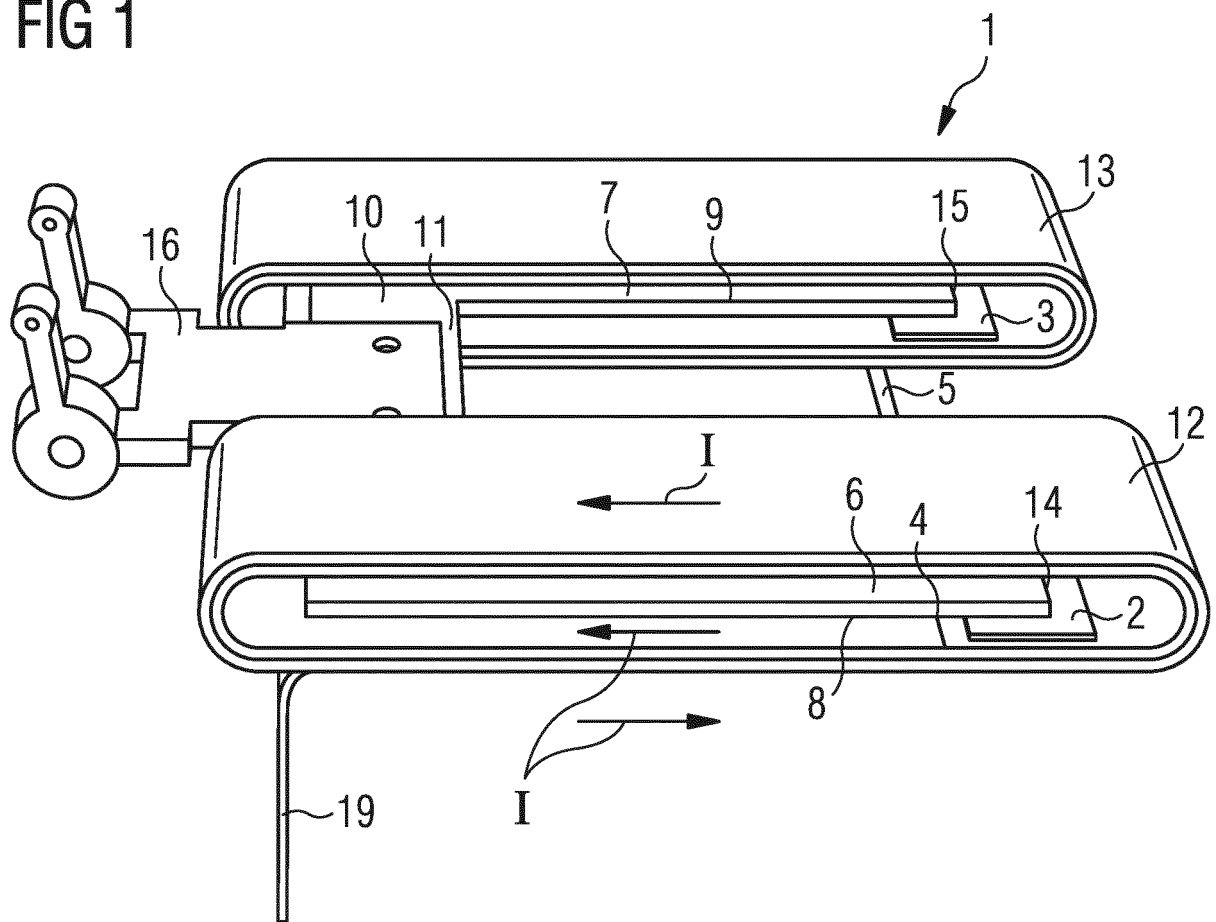


FIG 2

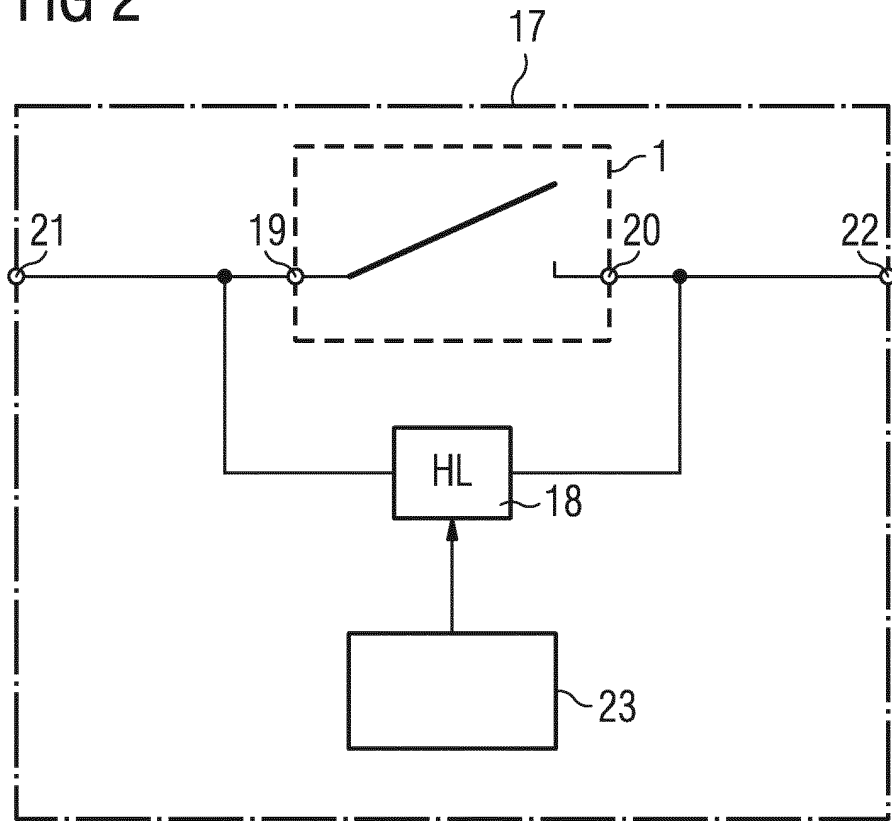
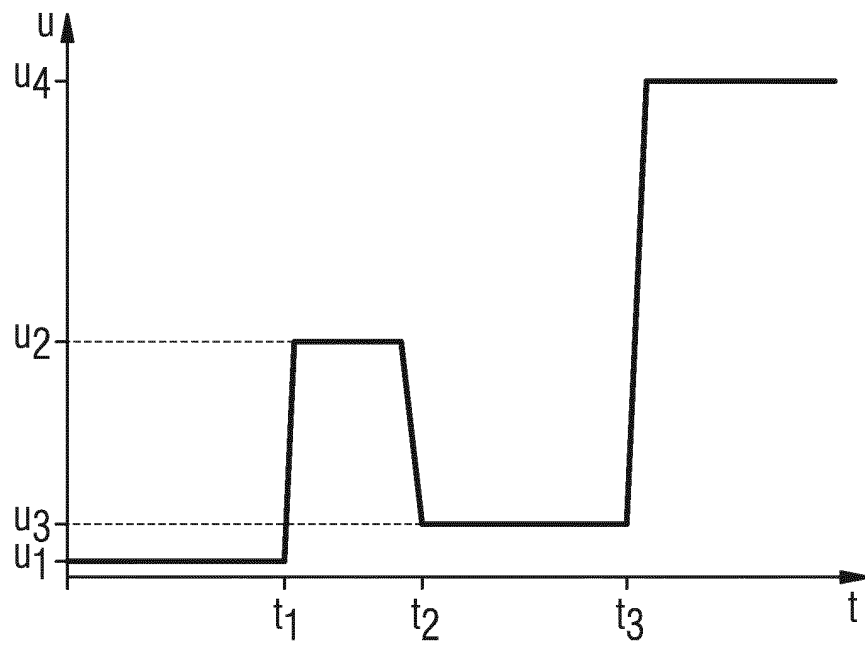


FIG 3





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 15 17 0118

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                            | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 196 29 867 A1 (KLOECKNER MOELLER GMBH [DE]) 5. Februar 1998 (1998-02-05)<br>* Spalte 2, Zeile 23 - Spalte 3, Zeile 55;<br>Abbildungen 1,2 * | 1,13,18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | INV.<br>H01H77/10<br>H01H1/20      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 20 2011 106970 U1 (WOEHNER GMBH & CO KG [DE]) 8. Dezember 2011 (2011-12-08)<br>* Absatz [0056]; Abbildung 3 *                               | 1,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 100 58 419 C1 (MOELLER GMBH [DE])<br>6. Juni 2002 (2002-06-06)<br>* Abbildung 1 *                                                           | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 1 850 361 A1 (LEGRAND FRANCE [FR];<br>LEGRAND SNC [FR])<br>31. Oktober 2007 (2007-10-31)<br>* Abbildungen 1-5 *                             | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 86 20 645 U1 (SIEMENS)<br>28. Januar 1988 (1988-01-28)<br>* Seite 4, Zeile 26 - Seite 7, Zeile 35;<br>Abbildungen 1-4 *                     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 2 479 772 A1 (ABB AG [DE])<br>25. Juli 2012 (2012-07-25)<br>* das ganze Dokument *                                                          | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | H01H                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                | Abschlußdatum der Recherche<br><b>2. Dezember 2015</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Prüfer<br><b>Arenz, Rainer</b>     |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 17 0118

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

02-12-2015

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                         | Datum der<br>Veröffentlichung                        |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| DE 19629867 A1                                     | 05-02-1998                    | KEINE                                                                     |                                                      |
| DE 202011106970 U1                                 | 08-12-2011                    | KEINE                                                                     |                                                      |
| DE 10058419 C1                                     | 06-06-2002                    | KEINE                                                                     |                                                      |
| EP 1850361 A1                                      | 31-10-2007                    | AT 466374 T<br>EP 1850361 A1<br>ES 2347369 T3<br>FR 2900496 A1            | 15-05-2010<br>31-10-2007<br>28-10-2010<br>02-11-2007 |
| DE 8620645 U1                                      | 28-01-1988                    | KEINE                                                                     |                                                      |
| EP 2479772 A1                                      | 25-07-2012                    | CN 202275790 U<br>DE 102011008829 A1<br>EP 2479772 A1<br>US 2012182096 A1 | 13-06-2012<br>19-07-2012<br>25-07-2012<br>19-07-2012 |

EPO FORM P0461

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