

DE 102005005392 A1

Anmeldeland: DE
Anmeldenummer: 102005005392
Anmeldedatum: 02.02.2005
Veröffentlichungsdatum: 10.08.2006
Hauptklasse: B62M 7/00(2006.01,A)
Nebenklasse: B62M 1/02(2006.01,A)
Nebenklasse: B62M 3/00(2006.01,A)
MCD-Nebenklasse: B62M 1/00(2010.01,A)
MCD-Nebenklasse: B62M 1/36(2013.01,A)
MCD-Nebenklasse: B62M 3/00(2006.01,A)
CPC: B62M 1/28
ECLA: B62M 1/28
Erfinder: Esch, Hans-Jürgen, 10785 Berlin, DE
Anmelder: Esch, Hans-Jürgen, 10785 Berlin, DE

[DE]Stufenlos verstellbarer Linearantrieb für muskelkraftbetriebene oder muskelkraftunterstützte Fahrzeuge

[EN]Pedal power vehicle has sliding pedal block that is returned by spring or electric motor

[EN]A human-powered vehicle has pedals left and right of a drive chain or belt and mounted on a block that moves back and forth and linked to a free wheel system. Following termination of the power stroke the pedal block is returned either by spring or electric motor.

Seite 2 --- ()

Stand der Technik

[0001] Üblicherweise wird bei muskelkraftbetriebenen oder unterstützten Fahrzeugen, z.B. bei Fahrrädern, die Muskelkraft des Fahrers über eine Tretkurbel in eine Drehbewegung umgesetzt. Die Übertragung dieser Drehbewegung auf das Antriebsrad - üblicherweise das Hinterrad - übernimmt eine Kette bzw. eine Riemen oder eine Kardanwelle. Die Veränderung der Kraftübertragung zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung erfolgt durch eine stufige Änderung des Übersetzungsverhältnisses, indem beim Kettenantrieb jeweils geeignete Ritzel zur Kraftübertragung genutzt werden oder das Übersetzungsverhältnis innerhalb der Radnabe durch eine Getriebeanordnung verändert wird. Angewendet werden auch Kombinationen von Nabenschaltung am Hinterrad und Kettenblattwechselvorrichtungen an der Tretkurbel oder Tretkurbelgetriebe. Soll eine zusätzliche Antriebsenergie, z.B. aus einem Elektromotor die Fahrleistung erhöhen, so wirkt diese Energie normalerweise über eine separate Kraftkette auf das Antriebsrad oder ein nicht per Muskelkraft angetriebenes weiteres Rad.

[0002] Bekannt sind ferner Pendelantriebe mit Hebelarmen, die zur Änderung des Übersetzungsverhältnisses mit verstellbaren Hebelpunkten arbeiten sowie Querwippen und Kurbeltriebe mit Pedalgestängen. Ebenfalls bekannt sind geführte Pedalanordnungen, die mit Zahnstangen starr verbunden sind und die Kraft über Zahnräder auf das Antriebsrad übertragen. Alle diese Konstruktionen wandeln die translatorische Bewegung über Freiläufe, die als Drehrichtungsgleichrichter fungieren, in eine rotatorische Bewegung um.

Kritik am Stand der Technik

[0003] Die übliche Art des muskelkraftbetriebenen Antriebes mit Tretkurbel und Änderung der Übersetzung über Ketten- oder Nabenschaltung hat sich bei Fahrrädern mit normalen Rahmengenometrien (z.B. beim klassischen Diamant-Rahmen) trotz der nicht optimalen Kraftentfaltung und des ergonomisch verbesserungswürdigen Bewegungsablaufes etabliert. Bei Sonderkonstruktionen, etwa bei Liegerädern oder Solarfahrzeugen mit Muskelkraftunterstützung, gerät die Kette allerdings sehr lang und stellt damit ein schwierig zu handhabendes und schwergewichtiges Element dar.

[0004] Pendelantriebe ermöglichen eine einfache Kraftübertragung, benötigen jedoch einen relativ langen Pendelarm, dessen Drehpunkt in einem etwa rechten Winkel zur Tretrichtung gelegen ist und so zu ungünstigen Fahrzeuggeometrien führt. Querwippen, letztlich aus der Fahrtrichtung gedrehte Pendelarme, haben den Nachteil, dass sich der Abstand der Füße während der Tretbewegung verändert. Die bekannten Verschiebekonstruktionen des Kraftausleitungspunktes bei Pendelantrieben, die durch Veränderung des Hebelverhältnisses das Übersetzungsverhältnis ändern, sind umständlich zu realisieren und haben zudem den Nachteil des sich über den Bewegungszyklus verändernden Kraftverlaufs. Diese Veränderung hat ihren Ursprung in einer Winkeländerung zwischen Einwirkungspunkt und Ausleitungspunkt der Antriebskraft über den Bewegungsablauf. Dieser Winkel variiert zusätzlich über den Verstellbereich und führt zu einem in der Praxis untauglichen Verhalten derartiger Antriebe.

[0005] Soll zusätzlich ein Elektroantrieb in ein mit derartigen bekannten Pedalantrieben ausgerüstetes Fahrzeug integriert werden, so wird eine separate Kraftkette nötig, um eine Anpassung an die Betriebsdaten eines Elektromotors zu ermöglichen, da dieser normalerweise eine zu hohe Drehzahl bei zu niedrigem Drehmoment liefert.

[0006] Die Erfindung löst die übliche rotatorische Bewegung von Kurbelantrieben in translatorische Bewegungen auf. Diese Oszillation in den mindestens zwei Bewegungspfaden, die maximal zwischen den durch die Konstruktion begrenzten Endpunkten erfolgen kann, ermöglicht eine geeignete Führung eines Pedalschlittens entlang einer geraden oder leicht geschwungenen Bahn. Die auf das mit dem Pedalschlitten verbundene Pedal geleitete Muskelkraft wirkt in einer Richtung - im Folgenden als Tretrichtung bezeichnet - als Zugkraft über ein geeignetes flexibles Zugmedium (vorzugsweise in flacher oder gezahnter Ausführung, jedoch auch in Seilform).

[0007] Eine derartige Anordnung bietet gerade bei Liegerädern oder Solarfahrzeugen erhebliche Vorteile, ist jedoch nicht auf einen bestimmten Typ muskelkraftbetriebener oder unterstützter Fahrzeuge beschränkt.

[0008] Die folgenden Darstellungen unterstellen wegen der besonderen Eignung der Erfindung für Liegeräder eine Liegeradgeometrie.

[0009] Die in Tretrichtung über das Pedal 1 eingeleitete Muskelkraft wirkt über ein am Pedalschlitten 2 angebrachtes Zugmedium 3 auf den Freilauf 4 (bzw. über eine Rolle, die auf einem Freilauf bzw. an einem Freilaufkörper montiert ist) und wird so in eine Drehung umgesetzt, die wiederum direkt oder indirekt das Antriebsrad 5 oder die Antriebsräder antreibt (Fig. 1). Bei der Rückstellung des Pedals im entlasteten Zustand wird der Kraftschluss zur Abtriebswelle

durch den Freilauf aufgehoben und die Konstruktion kehrt mittels einer Rückzugskraft, die im Beispiel aus der Feder 6 stammt, in eine Ausgangsposition zurück.

[0010] Das Zugmedium muss nicht in einer geschlossenen Anordnung laufen, sondern kann verkürzt werden. Die Rückstellkraft wirkt nun in Richtung der Zugkraft gesehen direkt hinter dem Freilauf auf das Zugmedium 3 (**Fig. 2**).

[0011] Der nächste Schritt besteht darin, das Zugmedium direkt auf eine Rolle aufzuwickeln, die auf dem Freilauf 4 montiert ist (**Fig. 3**). Die dem Pedalweg (Pedalhub) entsprechende Länge des Zugmediums wird in Tretrichtung abgespult und beim Pedalrücklauf wieder aufgespult. Die zum Aufwickeln auf diese, im Folgenden als Aufwickelvorrichtung bezeichnete Anordnung, nötige Energie kann aus einer Feder 7 stammen, vorzugsweise aus aufgewickeltem flachem Federstahl oder über einen Elektromotor geliefert werden. Wird ein Elektromotor 8, an der Aufwickelvorrichtung montiert (**Fig. 4**) oder greift dieser über eine zusätzliche Rolle in das Zugmedium ein, ist eine Servounterstützung des Pedalantriebs möglich, indem seine Kraft das nach vorne getretene Pedal unterstützt. Die Steuerung des Motors, also seiner Drehrichtung und Leistung, kann über eine elektronische Steuerung erfolgen, die als Eingangsgrößen die Bewegungsrichtung und die auf das Pedal wirkende Kraft erhält bzw. die auf rechnerischem Weg und/oder sensorisch ermittelte Kraft des Fahrers mit einbezieht. Die gewünschte Unterstützungskraft kann der Steuerung durch eine Stellgröße, z.B. über ein Potentiometer oder programmgesteuert mitgeteilt werden. Auf diese Weise entsteht eine dosierbare Servounterstützung, die den Fahrer entlastet.

[0012] Gegenüber bekannten Anordnungen mit Hebelarmen verändert sich bei der beschriebenen Konstruktion das Verhältnis zwischen der auf das Pedal wirkenden Muskelkraft und dem resultierenden Drehmoment nicht mit der Pedalposition. Gleichzeitig ergibt sich gegenüber einer starren Verbindung eine größere konstruktive Freiheit und eine günstige Möglichkeit, Elektromotore zur Servounterstützung auch an weiteren Punkten in die Kraftkette zu integrieren. Kennzeichnend für die Erfindung ist auch, dass jede Kraffteinleitung in Tretrichtung, egal in welcher Pedalposition, in eine Drehung umgewandelt wird. Durch diese Eigenschaft passt sich dieser Antrieb stets an die Trittposition des Fahrers an. Ebenso ist es möglich, mit kurzen oder langen Hüben zu treten.

[0013] Die in **Fig. 1-4** skizzierten Anordnungen sind mindestens zweifach vorhanden. Es steht somit für die linke und rechte Seite des Fahrers, vorzugsweise für den linken und rechten Fuß, ein unabhängiger Bewegungspfad zur Verfügung.

[0014] Zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung kann die Muskelkraft bei dem hier beschriebenen Antrieb auf verschiedene Weise feinstufig oder stufenlos umgesetzt werden. Die im Folgenden beschriebenen Methoden zur Anpassung können in sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden.

[0015] Zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung wird die Muskelkraft, bzw. eine zusätzlich aus einer Servounterstützung stammende Kraft, über eine Veränderung des Durchmessers der Aufwickelvorrichtung variabel übersetzt. Dies geschieht bei dem hier beschriebenen Antrieb dadurch, dass eine der gewünschten Durchmesseränderung entsprechende Länge des Zugmediums auf die Aufwickelvorrichtung zusätzlich auf- oder abgespult wird. Eine mögliche Anordnung für diese Durchmesseränderung durch Auf- oder Abspulen des Zugmediums basiert auf einer zur Aufwickelvorrichtung hinzugefügten Vorratsvorrichtung 9, die jeweils die entsprechende Länge des Zugmediums freigibt oder zurücknimmt, ggf. ergänzt durch einen Stoppmechanismus, der das Zugmedium in Relation zur Pedalschlitten fixiert (**Fig. 5**). Diese Vorratsvorrichtung ist auf dem Pedalschlitten untergebracht, kann jedoch auch am Fahrzeugrahmen montiert werden. Eine Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung wird somit durch die Freigabe oder Zurücknahme einer entsprechenden Länge des Zugmediums erreicht. Die weiter oben beschriebene Vorrichtung, die das Zugmedium unter Spannung hält, ist bei Verwendung der beschriebenen Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung so dimensioniert, das zusätzlich das von der Vorratsvorrichtung stammende Zugmedium vollständig aufgewickelt werden kann. Der Wickelvorgang zur Durchmesseränderung selbst kann an sich jederzeit erfolgen, wird jedoch sinnvollerweise während der Rückstellphase durchgeführt, also im entlasteten Zustand des Zugmediums, da dann geringere Kräfte wirken. Sofern kein zusätzlicher Stoppmechanismus eingesetzt werden soll, kann die Vorratsvorrichtung z.B. über ein Schneckengetriebe mit Selbsthemmung verstellt werden.

[0016] Zur Vergrößerung des Arbeitsbereichs der beschriebenen Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung kann die Durchmesseränderung der Aufwickelvorrichtung durch eine Durchmesseränderung der Vorratsvorrichtung ergänzt werden. Die Vorratsvorrichtung wird dazu vom Pedalschlitten getrennt und in Relation zu ihm fixiert (z.B. am Fahrzeugrahmen) montiert. Ein Aufspulen auf die Abtriebsseite, also auf die Aufwickelvorrichtung, bewirkt somit gleichzeitig ein Abspulen von der Vorratsseite und dadurch eine Durchmesservergrößerung auf der einen und eine Durchmesserverkleinerung auf der anderen Seite und umgekehrt und somit eine Veränderung des Übersetzungsverhältnisses. Um dieses Umspulen zu erreichen, wird die Vorratsvorrichtung

Seite 4 --- ()

10 mit der ursprünglichen Anordnung gem. **Fig. 1** kombiniert, die am Pedalschlitten um eine Verstellung 11 der geschlossenen Anordnung 12 ergänzt wird (**Fig. 6**). Die Verstellung 11 gibt über einen Antrieb die benötigte Länge des Zugmediums frei oder nimmt sie zurück, indem eine Drehung der Vorratsvorrichtung in die eine oder andere Richtung über die geschlossene Anordnung 12 erwirkt wird. Eine weitere Möglichkeit, die Durchmesseränderung zu bewirken, besteht im Einfügen eines Freilaufs 13 zwischen Vorratsvorrichtung und Rolle 14 (**Fig. 7**). Wird bei dieser Anordnung die Vorratsvorrichtung für eine bestimmte Dauer während der Rückstellphase über eine, z.B. elektromagnetisch betriebene Bremse 15 blockiert, so wirkt die folgende Kraft in Tretrichtung auf einen größeren Durchmesser - das Übersetzungsverhältnis hat sich vergrößert. Zum Verkleinern des Übersetzungsverhältnisses kann statt der Verstellung auf dem Pedalschlitten auch die kraftschlüssige Verbindung zwischen Rolle 14 und Vorratsvorrichtung 10 kurzzeitig durch eine Kupplung 16 unterbrochen werden. Für ein definiertes Abspulen sorgt dann eine kontrollierte Bremsung der Vorratsvorrichtung über die Bremse 15 oder alternativ über einen Elektromotor, der in diesem Betriebsfall auch rekupierend arbeiten kann. Die Anordnung nach **Fig. 7** erfordert nicht mehr die geschlossene Anordnung, wie sie aus der ursprünglichen Anordnung gem. **Fig. 1** übernommen wurde, sondern kann ebenso mit der nicht geschlossenen Anordnung gem. **Fig. 2-4** verbunden werden.

[0017] Aus den Beschreibungen der Abbildungen **Fig. 6** und **7** folgert, dass die gegenläufige Durchmesseränderung von Aufwickel- und Vorratsvorrichtung durch eine entsprechende Verdrehung zwischen Rolle 14 und Vorratsvorrichtung erfolgt. Eine weitere Möglichkeit, diese Verdrehung zu realisieren, besteht im Einfügen einer Getriebeanordnung in **Fig. 7** an Stelle der Kupplung 16 zwischen Rolle 14 und Vorratsvorrichtung. Diese Getriebeanordnung kann ein Planetengetriebe sein. Das Sonnenrad ist mit der Rolle 14 und das Hohlräder mit der Vorratsvorrichtung zu verbinden. Die Planetenräder sind mit einer Bremseinrichtung auszustatten, die die Planetenräder blockieren, sofern die Verstellung ruht. Zur Verstellung werden die Planetenräder freigegeben und können so über eine Links- oder Rechtsdrehung die Übersetzung vergrößern oder verkleinern. Der Freilauf 13 wird bei Verwendung einer derartigen Getriebeablösung überflüssig.

[0018] Eine weitere Möglichkeit zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung, besteht darin, das Zugmedium nicht einfach fest fixiert (bzw. über die Vorrichtung **Fig. 4**, also fest, sofern die Verstellung nicht gerade arbeitet) mit der Pedalplatte zu verbinden, sondern die Vorratsvorrichtung an der Pedalplatte mit der Pedalbewegung veränderbar zu drehen. Um diese in Relation zum Pedalweg veränderbare Drehung zu bewirken, kann z.B. eine Anordnung verwendet werden, die aus einer feststehenden zusätzlichen Vorratsvorrichtung 16 und einer auf dem Pedalschlitten montierten zusätzlichen Aufwickelvorrichtung 17 besteht, die mit der Vorratsvorrichtung 18 über eine Welle verbunden ist (**Fig. 8**). Zur Durchmesseränderung wird hierbei über die zusätzliche Vorratsvorrichtung jeweils eine entsprechende Länge des Zugmediums freigegeben oder zurückgenommen, ggf. ergänzt durch einen Stoppmechanismus, der das zusätzliche Zugmedium 19 in Relation zur zusätzlichen Vorratsvorrichtung 16 fixiert.

[0019] Die Stellvorrichtung bzw. eine Kombination der beschriebenen Stellvorrichtungen sollte für beide Seiten synchronisiert erfolgen. Am einfachsten ist dies dadurch zu erreichen, dass zur Verstellung kleine Elektromotoren (z.B. Schrittmotore) oder elektromechanische Bremsen verwendet werden, die über eine elektronische Steuerung die gewünschte Synchronität herstellen. Die elektronische Steuerung muss dazu die jeweilige

Position der Zugmedien bzw. der momentanen Durchmesser mindestens von Aufwickel- oder Vorratsvorrichtung kennen. Diese Information erhält die Steuerung z.B. über eine Abtastung der Zugträgerlänge oder eine Erfassung der Durchmesser z. B. über Abstandssensoren, ggf. ergänzt um Endschalter oder andere Sensoren, die zuverlässig die einzuhaltenden Endpunkte detektieren. Die Steuerung erhält als weitere Eingangsgröße das gewünschte Übersetzungsverhältnis, das entweder direkt vom Fahrer z.B. über einen Drehschalter eingegeben werden oder auch von einem Programm geliefert werden kann. Aufgabe der Steuerung ist es, aus diesen Eingangsgrößen die nötige Verstellarbeit abzuleiten und die Verstellelemente entsprechend kontrolliert zu steuern. Durch eine geeignete Verknüpfung der Eingangsgrößen über Algorithmen oder tabellarische Zuordnungen kann die Verstellcharakteristik optimiert werden, etwa um gleichmäßig über den Verstellbereich verteilte kleine Stufen zu erhalten. Erhält die Steuerung weitere Eingangsgrößen, mindestens die Fahrgeschwindigkeit oder die auf das Pedal wirkende Kraft bzw. die auf rechnerischem Weg und/oder sensorisch ermittelte Kraft des Fahrers, ist ein programmgesteuerter flexibler Automatikbetrieb der Verstellung realisierbar.

[0020] Um die Pedalbewegung auf Wunsch, wie vom normalen Kurbelantrieb gewohnt, auch starr gegenläufig gestalten zu können, kann eine Verbindung über eine zusätzlich an beiden Pedalschlitten angebrachte Kette, ein Seil oder einen Riemen 20 eingefügt werden (**Fig. 9**). Über eine lösbare Kupplung zu mindestens einem Pedalschlitten kann die Verbindung während des Fahrbetriebes oder im Stand zu- oder abgeschaltet werden. Sofern eine der benötigten Umlenkrollen beweglich gespannt gelagert wird, kann hier eine Bremse, etwa über einen Bowdenzug 21 angeschlossen werden, die dadurch betätigt wird,

Seite 5 --- ()

dass mit beiden Füßen Druck auf die Pedale ausgeübt wird (**Fig. 10**).

[0021] Die beschriebene Verbindung der beiden Pedale über eine Anordnung gemäß **Fig. 9** ermöglicht auch eine einfache und fein dosierte Unterstützung des Antriebs mittels eines Motors. Dazu wird mindestens eine Umlenkrolle durch einen Elektromotor 22 ergänzt, der seine Drehrichtung jeweils so ändert, dass seine Kraft das nach vorne getretene Pedal unterstützt (**Fig. 11**). Die Steuerung des Motors erfolgt wie bereits weiter oben beschrieben.

[0022] Sinnvollerweise erfolgt die Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung durch elektromechanische, elektromagnetische bzw. elektromotorische Verstellung der beschriebenen Mechaniken in Verbindung mit einer elektronischen Steuerung. Dazu ist es erforderlich, eine entsprechende elektrische Energie zu Versorgung mitzuführen. Diese Energie kann aus einer Batterie stammen. Ebenso kann der Elektromotor zur Servounterstützung gem. **Fig. 10** bei geeigneter Auslegung auch (zeitweise) als Generator fungieren um diese Energie bereitzustellen. Antrieb für muskelkraftbetriebene oder muskelkraftunterstützte Fahrzeuge mit mindestens einem Antriebsrad mit prinzipiell unabhängigen Bewegungspfaden für die linke und rechte Seite des Fahrers, vorzugsweise für den linken und rechten Fuß, der über Pedale, die an einem Pedalschlitten montiert sind, der sich mittels einer geeigneten Führung entlang einer geraden oder leicht geschwungenen Bahn bewegen lässt, die Muskelkraft zum Vortrieb nutzt, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der folgenden Eigenschaften vorliegt: Die auf die Pedale wirkende Kraft wird durch geeignete Zugmedien übertragen und die Pedale werden durch eine Vorspannung des Zugmediums oder eine sonstige direkt oder indirekt wirkende Vorspannung zurückbewegt, die aus einer Feder oder einem Elektromotor stammen kann. Die in Tretrichtung wirkende Zugkraft, egal in welcher Pedalposition, wird über einen Freilauf in eine Drehung umwandelt, die wiederum direkt oder indirekt das Antriebsrad oder die Antriebsräder antreibt. Das Zugmedium kann in einer nicht geschlossenen Anordnung laufen. Das Zugmedium kann direkt auf einer auf dem Freilauf montierten Rolle aufgewickelt werden. Zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung kann über eine Veränderung des Durchmessers der Aufwickelvorrichtungen die Übersetzung geändert werden. Zur Vergrößerung des Arbeitsbereichs dieser Durchmesseränderung zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit- und Leistung kann auch der Durchmesser der Vorratsvorrichtung verändert werden. Zur Vergrößerung des Arbeitsbereiches können weitere Auf- und Abwickelvorrichtungen in die Kraftkette eingeführt werden. Synchronisation der beschriebenen Verstellvorrichtungen durch mechanische Elemente oder durch Aktuatoren (Elektromotore, elektromechanische Schalt- und Bremsen) in Kombination mit einer elektronischen Steuerung, die wahlweise auch für Automatikbetrieb ausgelegt werden kann. Verbindungselemente können vorgesehen werden, die die prinzipiell unabhängigen Antriebsstränge gegenläufig, wie beim Trekkurbelantrieb gewohnt, fest verbinden oder auch während des Fahrbetriebes und/oder im Stand zugeschaltet und wieder abgeschaltet werden können. Ableitung einer Bremskraft über eine beweglich gelagerte und entsprechend gespannte Umlenkrolle im Bereich der Verbindungselemente, die dadurch betätigt wird, dass gleichzeitig Druck auf beide Pedale ausgeübt wird. Einleitung zusätzlicher Antriebsenergie zur Unterstützung des Antriebs durch einen Motor an mindestens einer Aufwickelvorrichtung oder über eine zusätzliche Rolle im Verlauf mindestens eines Zugmediums oder durch mindestens einen Motor im Bereich der Verbindungselemente, der seine Drehrichtung jeweils so ändert, dass seine Kraft das nach vorne getretene (oder gedrückte) Pedal unterstützt. Steuerung des Motors, also seiner Drehrichtung und der abgegebenen Leistung über eine elektronische Steuerung, die als Eingangsgrößen die Bewegungsrichtung und die auf die Pedale wirkende Kraft erhält bzw. die auf rechnerischem Weg und/oder sensorisch ermittelte Kraft des Fahrers mit einbezieht. Einstellung der gewünschten Unterstützungskraft durch eine Stellgröße, z.B. über ein Potentiometer oder programmgesteuert. Zeitweise Verwendung dieses Motors als Generator zur Energieversorgung der Elektronik. Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Seite 6 --- ()

Seite 7 --- ()

Seite 8 --- ()

Seite 9 --- ()

Seite 10 --- ()

Seite 11 --- ()