



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 207 285.3**  
(22) Anmeldetag: **02.05.2012**  
(43) Offenlegungstag: **07.11.2013**

(51) Int Cl.: **B65H 29/66 (2012.01)**  
**B65H 5/24 (2012.01)**  
**B65H 29/24 (2012.01)**  
**B65H 5/22 (2012.01)**

(71) Anmelder:  
**BDT Media Automation GmbH, 78628, Rottweil, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Westphal Mussnug & Partner, 78048, Villingen-Schwenningen, DE**

(72) Erfinder:  
**Enderle, Patrick, 78628, Rottweil, DE; Kearney, Peter, 78567, Fridingen, DE; Wardak, Andreas, 78628, Rottweil, DE**

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

DE	44 46 114	A1
DE	81 28 326	U1
US	6 494 452	B1
EP	2 385 007	A2
WO	95/ 01 931	A1
JP	2009- 178 786	A

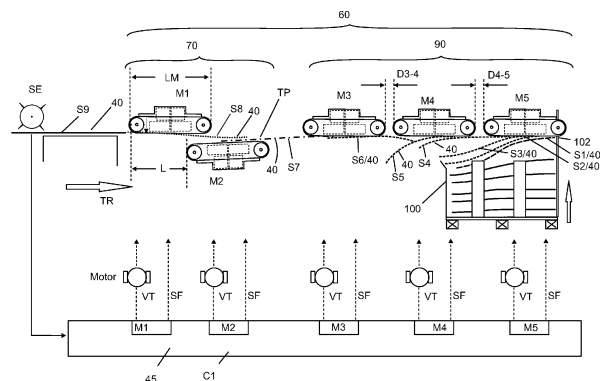
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (70) zur Bildung eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten (40) entlang eines Transportpfads (TP), wobei aufeinanderfolgende Objekte (40) eine Überlappungslänge (Ü) aufweisen, wobei die Vorrichtung (70) eine erste Saug- und Transportvorrichtung (M1) mit ersten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts (40) aufweist, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen (34), dass die Vorrichtung (70) eine zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) mit zweiten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts (40) aufweist, wobei die zweiten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen (34), dass die erste Saug- und Transportvorrichtung (M1) und die zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) auf unterschiedlichen Seiten des Transportpfads (TP) angeordnet sind, dass die erste Saug- und Transportvorrichtung (M1) und die zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) in Richtung des Transportpfads (TP) gegeneinander um eine Länge (L) versetzt und in Richtung quer zum Transportpfad (TP) um einen Abstand (AM) gegeneinander beabstandet angeordnet sind und dass die in Richtung des Transportpfads (TP) hintere zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) gegen die Richtung des Transportpfads (TP) um einen Winkel ( $\alpha$ ) geneigt angeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten, wie sie beispielsweise nach Schneidvorgängen oder bei Bedruckungsvorgängen anfallen.

**[0002]** Bei derartigen Vorgängen wird in der Regel ein kontinuierlicher Strom von flachen, flexiblen Objekten einem Sammelbereich zugeführt, von dem aus diese beispielsweise einer Ablageeinrichtung zur stapelweisen Entnahme zugeführt werden. Bei der verhältnismäßig hohen Transportgeschwindigkeit der verwendeten Schneid- oder Druckvorrichtung muss die Geschwindigkeit der einzelnen Objekte vor Erreichen der Ablageeinrichtung erheblich herabgesetzt werden, um eine Beschädigung der Objekte beim Ablegen zu vermeiden. Die Geschwindigkeitsreduzierung erfolgt üblicherweise durch eine teilweise Überlappung der Objekte, was zur Bildung eines Schuppenstroms führt. Mit der Bildung eines Schuppenstroms und gegebenenfalls einer beim Transport des Schuppenstroms zunehmenden Überlappung der einzelnen Objekte ist am Ende der Transportstrecke die Geschwindigkeit der einzelnen Objekte reduziert. Beispielsweise kann eine Geschwindigkeitsreduzierung mit einem Faktor von 5:1 bis 8:1 selbst bei einer Eintrittsgeschwindigkeit von größer 5 m/s erfolgen, sodass die Ablage der Objekte mit erheblich weniger kinetischer Energie erfolgt im Vergleich zu einem Aufprallen des Objektes mit nicht reduzierter Geschwindigkeit.

**[0003]** Verfahren oder Vorrichtungen zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms sind bspw. aus DE 41 39 888 A1, DE 199 45 114 A1, US 7,628,396 B2, DE 10 2008 025 667 A1 oder DE 27 25 547 A1 bekannt.

**[0004]** Nachteilig bei den bekannten Vorrichtungen und Verfahren zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms ist die Verwendung einer Saugkammer, welche zwingenderweise einen Vakuumgenerator erforderlich macht und welche somit zusammen mit den zugehörigen Steuerungsventilen und Zuleitungen einen nicht unbeträchtlichen Aufwand und Kosten des Gesamtsystems ausmacht. Zudem weisen Saugkammern den Nachteil auf, dass sie ein vorgegebenes Rastermaß für aufeinanderfolgende Objekte aufweisen, was wenig Raum für flexible Anordnungen lässt, und dass die Öffnungen der Saugkammern während des Betriebs vollständig abgedeckt sein müssen, da sie ansonsten in ihrer Ansaug- und Haltefunktion gestört sind. Insbesondere beim ersten und beim letzten Objekt sind somit spezielle Vorkehrungen oder Verfahren bei der Verwendung einer Saugkammer erforderlich, um zu verhindern, dass das erste oder das letzte Objekt von der Saugkammer abfallen. Aufgrund des vorgegebenen

Rastermaßes der Saugkammern ist ein flexibler Einsatz derartiger Vorrichtungen erschwert.

**[0005]** Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms bereitzustellen, welche flexibler einsetzbar sind und vorzugsweise geringere Herstellungs- und/oder Betriebskosten aufweisen.

**[0006]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur Bildung eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch eine Vorrichtung zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6 und durch ein Verfahren zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 16.

**[0007]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0008]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bildung eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten entlang eines Transportpfads, wobei aufeinanderfolgende Objekte eine Überlappungslänge aufweisen, zeichnet sich dadurch aus, dass die Vorrichtung eine erste Saug- und Transportvorrichtung mit ersten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts aufweist, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses angeordnet sind, welches eine Saugöffnung aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen, dass die Vorrichtung eine zweite Saug- und Transportvorrichtung mit zweiten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts aufweist, wobei die zweiten Mittel innerhalb eines Gehäuses angeordnet sind, welches eine Saugöffnung aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen, dass die erste Saug- und Transportvorrichtung und die zweite Saug- und Transportvorrichtung auf unterschiedlichen Seiten des Transportpfads angeordnet sind, dass die erste Saug- und Transportvorrichtung und die zweite Saug- und Transportvorrichtung in Richtung des Transportpfads gegeneinander um eine Länge versetzt und in Richtung quer zum Transportpfad um einen Abstand gegeneinander beabstandet angeordnet sind, und dass die in Richtung des Transportpfads hintere zweite Saug- und Transportvorrichtung gegen die Richtung des Transportpfads um einen Winkel geneigt angeordnet ist. Da die auf einem Wirbelwind basierenden Saug- und Transportvorrichtungen kein Rastermaß erfordern, ergibt sich ein flexiblerer Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die Verwendung von zwei Saug- und Transportvorrichtungen ermöglicht aufgrund der

höheren Saugkraft der Saug- und Transportvorrichtungen basierend auf einem Wirbelwind gegenüber den Saugkammern einen Abstand quer zum Transportpfad, welcher es wiederum den flachen, flexiblen Objekten ermöglicht, ihrer Biegesteifigkeit nachzugeben, sodass ein Knicken oder Knüllen der Objekte vermieden wird. Bei Verwendung von zwei identischen Saug- und Transportvorrichtungen üben diese gleichwertig eine Kraft auf die flachen, flexiblen Objekte aus, sodass sich der Schlupf gleichmäßig auf beide Saug- und Transportvorrichtungen verteilt und die flachen, flexiblen Objekte weniger beansprucht werden. Saug- und Transportvorrichtungen basierend auf einem Wirbelwind weisen gegenüber den Saugkammern zudem den Vorteil einer höheren Saugkraft auf, sodass Objekte aus größeren Abständen im Vergleich zu einer Saugkammer von der Saugöffnung erfasst werden können.

**[0009]** Besonders bevorzugt ist die Länge des Versatzes größer als die Länge der ersten Saug- und Transportvorrichtung. Der Versatz ist definiert als der auf den Transportpfad projizierte Abstand zwischen der hinteren Kante der ersten Saug- und Transportvorrichtung und der hinteren Kante der zweiten Saug- und Transportvorrichtung. Ist die Länge des Versatzes größer als die Länge der ersten Saug- und Transportvorrichtung, entsteht entlang des Transportpfads zwischen der ersten Saug- und Transportvorrichtung und der zweiten Saug- und Transportvorrichtung eine Lücke. Dies stellt für den Transport der flachen, flexiblen Objekte aufgrund der hohen Saugkraft der Saug- und Transportvorrichtungen, welche auf einem Wirbelwind basieren, jedoch kein Problem dar und ermöglicht insbesondere die Bildung und/oder den Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten mit weniger Saug- und Transportvorrichtungen als in dem Fall, dass die Länge des Versatzes kleiner ist als die Länge der ersten Saug- und Transportvorrichtung.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt der Abstand zwischen der ersten Saug- und Transportvorrichtung und der zweiten Saug- und Transportvorrichtung quer zur Richtung des Transportpfads etwa 3 mm bis 25 mm und beträgt besonders bevorzugt etwa 15 mm. Der Abstand ist definiert als der kürzeste Abstand zwischen einem beliebigen Punkt der ersten Saug- und Transportvorrichtung und einem beliebigen Punkt der zweiten Saug- und Transportvorrichtung. Ein derartiger Abstand ermöglicht weiterhin ein zuverlässiges Anziehen der Objekte aufgrund der hohen Haltekraft der Saug- und Transportvorrichtungen, gibt jedoch den flachen, flexiblen Objekten genügend Raum, zwischen der ersten Saug- und Transportvorrichtung und der zweiten Saug- und Transportvorrichtung ihrer Biegesteifigkeit nachzugeben, falls dies nötig sein sollte, ohne dass die Objekte beschädigt, geknickt oder geknüllt werden.

**[0011]** Vorteilhafterweise beträgt der Winkel etwa 0° bis 20° und beträgt besonders bevorzugt etwa 10°. Durch die Neigung der zweiten Saug- und Transportvorrichtung gegen den Transportpfad wird die nachlaufende Kante des Objekts im Vergleich zur vorlaufenden Kante abgesenkt, sodass die Bildung eines Schuppenstroms ohne Beschädigungen der Objekte vereinfacht wird.

**[0012]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Geschwindigkeiten der Transportriemen der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander einstellbar. Dadurch wird die Überlappungslänge stufenlos einstellbar und die Bildung eines Schuppenstroms mit beliebiger Überlappungslänge ermöglicht. Insbesondere, da die Saug- und Transportvorrichtungen basierend auf einem Wirbelwind kein vorgegebenes Rastermaß aufweisen und somit an jeder beliebigen Stelle des Transportriemens ein Objekt anliegen kann, sind beliebige Überlappungslängen möglich, die zudem während des Betriebs durch Variationen der Geschwindigkeiten der Transportriemen stufenlos variiert werden können.

**[0013]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten entlang eines Transportpfads, wobei aufeinanderfolgende Objekte eine Überlappungslänge aufweisen, zeichnet sich dadurch aus, dass entlang des Transportpfads wenigstens drei Saug- und Transportvorrichtungen angeordnet sind, wobei jede der Saug- und Transportvorrichtungen erste Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts aufweist, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses angeordnet sind, welches eine Saugöffnung aufweist, und wobei jede der Saug- und Transportvorrichtungen wenigstens einen Transportriemen aufweist, wobei die Saug- und Transportvorrichtungen in Richtung des Transportpfads hintereinander angeordnet sind, und wobei die Geschwindigkeiten der Transportriemen jeder der Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander einstellbar sind. Die Verwendung von Saug- und Transportvorrichtungen basierend auf einem Wirbelwind ermöglichen eine beliebige Überlappungslänge zwischen den flachen, flexiblen Objekten, insbesondere, da die Saug- und Transportvorrichtungen kein vorgegebenes Rastermaß für die Anlage von Objekten aufweisen. Die Saug- und Transportvorrichtungen haben zudem den Vorteil, dass Objekte aus größerer Entfernung zuverlässig angezogen werden können. Vorzugsweise können daher aufeinanderfolgende Saug- und Transportvorrichtungen in Richtung des Transportpfads gegeneinander mit einem Abstand beabstandet angeordnet sein, wobei unter dem Abstand der aufeinanderfolgenden Saug- und Transportvorrichtungen der Abstand zwischen der vorderen Kante der in Transportrichtung ersten Saug- und Transportvor-

richtung und der hinteren Kante der in Transportrichtung nachfolgenden Saug- und Transportvorrichtung zu verstehen ist.

**[0014]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Saug- und Transportvorrichtungen auf einer Seite des Transportpfads angeordnet sind und besonders bevorzugt oberhalb des Transportpfads angeordnet sind. Durch die Anordnung der Saug- und Transportvorrichtungen oberhalb des Transportpfads ergibt sich ein hängender Transport der flachen, flexiblen Objekte, welcher den Vorteil aufweist, dass an den Objekten gezogen wird, statt an ihnen zu schieben, was die Gefahr von Beschädigungen der Objekte verringert.

**[0015]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind zwei aufeinanderfolgende Saug- und Transportvorrichtungen gegeneinander in einem Winkel, welcher vorzugsweise im Bereich von 0 Grad bis 60 Grad liegt, gegen die Ebene der Objekte und/oder in einem Winkel, welcher vorzugsweise im Bereich von 0 Grad bis 30 Grad liegt, in der Ebene der Objekte geneigt angeordnet. Dadurch wird eine Richtungsänderung der Objekte ermöglicht, sodass die Vorrichtung flexibel einsetzbar ist.

**[0016]** Besonders bevorzugt wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bildung eines Schuppenstroms mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Transport eines Schuppenstroms kombiniert, um eine möglichst einfach aufgebaute, kostengünstige und flexibel einsetzbare Vorrichtung zur Bildung und zum Transport eines Schuppenstroms bereitstellen zu können.

**[0017]** Vorteilhafterweise ist bei einer Vorrichtung zur Bildung eines Schuppenstroms, bei einer Vorrichtung zum Transport eines Schuppenstroms oder bei einer Vorrichtung zur Bildung und zum Transport eines Schuppenstroms in Richtung quer zu dem Transportpfad neben jeder der Saug- und Transportvorrichtungen wenigstens eine weitere Saug- und Transportvorrichtung angeordnet. Dadurch ist auch die Handhabung von Objekten mit großer Breite möglich.

**[0018]** Vorteilhafterweise sind die ersten und/oder zweiten Mittel als Impeller ausgebildet, dessen Drehgeschwindigkeit vorzugsweise für jede der Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander einstellbar ist. Mittels eines Impellers ist die Erzeugung eines Wirbelwinds auf einfache und kostengünstige Art und Weise möglich. Ist die Drehgeschwindigkeit vorzugsweise für der Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander einstellbar, kann die Haltekraft für jede der Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig und vorzugsweise stufenlos geregelt werden, sodass sich vielfache

Möglichkeiten zur Handhabung der Objekte und des Schuppenstroms ergeben.

**[0019]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist wenigstens eine, vorzugsweise jede, der Saug- und Transportvorrichtungen wenigstens zwei Transportriemen auf, welche vorzugsweise die Saugöffnung abschnittsweise überdecken. Die Verwendung von zwei Transportriemen führt in der Regel zu einer stabileren Führung der Objekte.

**[0020]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass entlang des Transportpfads wenigstens ein Stützelement, vorzugsweise mehrere Stützelemente angeordnet sind, welche zu einer vorteilhaften Versteifung der Objekte in Transportrichtung führen können.

**[0021]** Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die nicht überdeckte Länge eines Objekts kleiner als die Länge einer der Saug- und Transportvorrichtungen und vorzugsweise größer als 80% des Abstands der Achsen der äußeren Transportrollen des Transportriemens einer der Saug- und Transportvorrichtungen. Bei der Verwendung von Saugkammern muss die nicht überdeckte Länge eines Objekts, welche der Länge des Objekts abzüglich der Überlappungslänge entspricht, mindestens der Länge der Saug- und Transportvorrichtungen entsprechen. Durch Verwendung der wirbelwindbasierten Saug- und Transportvorrichtungen besteht die Möglichkeit, die nicht überdeckte Länge eines Objekts kleiner als die Länge einer der Saug- und Transportvorrichtungen zu wählen und trotzdem eine sichere Übergabe des Objekts von einer der Saug- und Transportvorrichtungen zu einer nachfolgenden Saug- und Transportvorrichtung zu gewährleisten.

**[0022]** Das erfindungsgemäße Verfahrens zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten entlang eines Transportpfads, wobei aufeinanderfolgende Objekte eine Überlappungslänge aufweisen, zeichnet sich dadurch aus, dass die Überlappungslänge innerhalb des Schuppenstroms stufenlos variabel einstellbar ist. Durch eine stufenlose variable Einstellung der Überlappungslänge innerhalb des Schuppenstroms ist ein besonders flexibler Einsatz möglich. Insbesondere kann die Überlappungslänge von einem Objekt zum nachfolgenden Objekt während der Bildung und/oder während des Transports des Schuppenstroms lediglich durch Änderung der Modulgeschwindigkeitsdifferenz zweier aufeinanderfolgender Module variiert werden, ohne dass aufwändige konstruktive Änderungen der Vorrichtung vonnöten wären.

**[0023]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass bei einer Vorrichtung zur Bildung eines Schuppenstroms von

flachen, flexiblen Objekten entlang eines Transportpfads mit einer ersten Saug- und Transportvorrichtung mit ersten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses angeordnet sind, welches eine Saugöffnung aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen, mit einer zweiten Saug- und Transportvorrichtung mit zweiten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts, wobei die zweiten Mittel innerhalb eines Gehäuses angeordnet sind, welches eine Saugöffnung aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen, wobei die erste Saug- und Transportvorrichtung und die zweite Saug- und Transportvorrichtung auf unterschiedlichen Seiten des Transportpfads angeordnet sind, wobei die erste Saug- und Transportvorrichtung und die zweite Saug- und Transportvorrichtung in Richtung des Transportpfads gegeneinander um eine Länge versetzt und in Richtung quer zum Transportpfad um einen Abstand gegeneinander beabstandet angeordnet sind, und wobei die in Richtung des Transportpfads hintere Saug- und Transportvorrichtung gegen die Richtung des Transportpfads um einen Winkel geneigt angeordnet ist, zur Einstellung der Überlappungslänge die Geschwindigkeiten der Transportriemen der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander und während des Betriebs variabel ansteuerbar sind. Dadurch, dass die Geschwindigkeiten der Transportriemen der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander und während des Betriebs variabel ansteuerbar sind, was insbesondere bedeutet, dass die Geschwindigkeiten der Transportriemen jederzeit stufenlos geändert werden kann, wird die Überlappungslänge stufenlos einstellbar und die Bildung eines Schuppenstroms mit beliebiger Überlappungslänge ermöglicht. Insbesondere, da die Saug- und Transportvorrichtungen basierend auf einem Wirbelwind kein vorgegebenes Rastermaß aufweisen und somit an jeder beliebigen Stelle des Transportriemens ein Objekt anliegen kann, sind beliebige Überlappungslängen möglich, die zudem während des Betriebs durch Variationen der Geschwindigkeiten der Transportriemen stufenlos variiert werden können.

**[0024]** Eine erfindungsgemäße vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass bei einer Vorrichtung zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten entlang eines Transportpfads mit entlang des Transportpfads wenigstens zwei angeordneten Saug- und Transportvorrichtungen, wobei jede der Saug- und Transportvorrichtungen erste Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts aufweist, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses angeordnet sind, welches eine Saugöffnung aufweist, und wobei jede der Saug-

und Transportvorrichtungen wenigstens einen Transportriemen aufweist, wobei die Saug- und Transportvorrichtungen in Richtung des Transportpfads hintereinander angeordnet sind, zur Einstellung der Überlappungslänge die Geschwindigkeiten der Transportriemen der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander und während des Betriebs variabel ansteuerbar sind. Dadurch, dass die Geschwindigkeiten der Transportriemen der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen unabhängig voneinander und während des Betriebs variabel ansteuerbar sind, was insbesondere bedeutet, dass die Geschwindigkeiten der Transportriemen jederzeit stufenlos geändert werden kann, wird die Überlappungslänge stufenlos einstellbar und die stufenlose Variation der Überlappungslänge des bereits gebildeten Schuppenstroms ermöglicht. Während des Betriebs kann somit ein Schuppenstrom aufgestaut werden, beispielsweise um die Ablage der Objekte zu verzögern, und anschließend wieder entzerrt und die Objekte vereinzelt abgeführt werden.

**[0025]** Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren ausführlich erläutert. Es zeigen:

**[0026]** [Fig. 1](#) eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels eines Vortex-Attraktors,

**[0027]** [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung der Luftströmungen, welche durch einen Vortex-Attraktor gemäß [Fig. 1](#) erzeugt werden,

**[0028]** [Fig. 3](#) eine perspektivische Darstellung eines Impellers eines Vortex-Attraktors,

**[0029]** [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Vortex-Attraktors,

**[0030]** [Fig. 5](#) eine perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Saug- und Transportvorrichtung mit einem externen Antrieb,

**[0031]** [Fig. 6](#) eine Ansicht von unten auf ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Saug- und Transportvorrichtung mit einem eigenen Antrieb,

**[0032]** [Fig. 7](#) eine Seitenansicht der Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 6](#),

**[0033]** [Fig. 8](#) eine Draufsicht auf die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 6](#),

**[0034]** [Fig. 9](#) eine schematische Darstellung der Luftströmungen zum Ansaugen eines Objekts, welche durch die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 6](#) erzeugt werden,

**[0035]** [Fig. 10](#) die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 9](#) mit angesaugtem Objekt,

[0036] [Fig. 11](#) eine Ansicht von oben auf ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Saug- und Transportvorrichtung,

[0037] [Fig. 12](#) eine Ansicht von unten auf die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 11](#),

[0038] [Fig. 13](#) einen Schnitt entlang der Linie A-B durch die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 12](#),

[0039] [Fig. 14](#) einen Schnitt entlang der Linie C-D durch die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 12](#) mit einer schematischen Darstellung der Luftströmungen zum Ansaugen eines Objekts,

[0040] [Fig. 15](#) die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 14](#) mit angesaugtem Objekt,

[0041] [Fig. 16](#) die Darstellung gemäß [Fig. 14](#) mit der durch die Riemenanordnung bedingten Verwindungen eines Objekts in angesaugtem Zustand des Objekts,

[0042] [Fig. 17](#) zwei quer zum Transportpfad parallel angeordnete Saug- und Transportvorrichtungen gemäß [Fig. 16](#) mit angesaugten Objekten,

[0043] [Fig. 18](#) die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 12](#) mit daran angeordnetem Objekt, welches die Saugöffnung nicht vollständig überdeckt,

[0044] [Fig. 19](#) die Saug- und Transportvorrichtung gemäß [Fig. 12](#) mit mehreren an einer Saugöffnung gehaltenen Objekten,

[0045] [Fig. 20](#) zwei entlang eines Transportpfads nacheinander angeordnete Saug- und Transportvorrichtungen gemäß [Fig. 12](#) bei der Übergabe eines Objekts von der einen Saug- und Transportvorrichtung auf die nachfolgende Saug- und Transportvorrichtung,

[0046] [Fig. 21](#) eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Bildung eines Schuppenstroms und einer Vorrichtung zum Transport eines Schuppenstroms,

[0047] [Fig. 22a](#) Darstellung einer Momentaufnahme eines Bewegungsablaufs von Objekten in einer Vorrichtung zur Bildung des Schuppenstroms gemäß [Fig. 21](#),

[0048] [Fig. 22b](#) Darstellung einer Momentaufnahme eines Bewegungsablaufs von Objekten in einer Vorrichtung zur Bildung des Schuppenstroms gemäß [Fig. 21](#),

[0049] [Fig. 22c](#) Darstellung einer Momentaufnahme eines Bewegungsablaufs von Objekten in einer

Vorrichtung zur Bildung des Schuppenstroms gemäß [Fig. 21](#),

[0050] [Fig. 22d](#) Darstellung einer Momentaufnahme eines Bewegungsablaufs von Objekten in einer Vorrichtung zur Bildung des Schuppenstroms gemäß [Fig. 21](#),

[0051] [Fig. 22e](#) ein Detailausschnitt aus [Fig. 21](#),

[0052] [Fig. 23](#) die zweite Saug- und Transportvorrichtung der Vorrichtung zur Bildung eines Schuppenstroms gemäß [Fig. 21](#) in einer Draufsicht und einer Seitenansicht bei Überlappung zweier aufeinanderfolgender Objekte,

[0053] [Fig. 24](#) die Vorrichtung zur Bildung und zum Transport eines Schuppenstroms gemäß [Fig. 21](#) mit mehreren nebeneinander angeordneten Saug- und Transportvorrichtungen,

[0054] [Fig. 25a](#) eine schematische Darstellung zweier aufeinanderfolgender Saug- und Transportvorrichtungen, welche gegeneinander gegen die Ebene der Objekte geneigt angeordnet sind,

[0055] [Fig. 25b](#) eine schematische Darstellung zweier aufeinanderfolgender Saug- und Transportvorrichtungen, welche gegeneinander gegen die Ebene der Objekte geneigt angeordnet sind,

[0056] [Fig. 26](#) eine schematische Darstellung dreier aufeinanderfolgender Saug- und Transportvorrichtungen, welche gegeneinander in der Ebene der Objekte geneigt angeordnet sind und

[0057] [Fig. 27](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Saug- und Transportvorrichtung mit zwei Riemenantrieben.

[0058] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugsziffern gleiche oder funktionsgleiche Teile, wobei zur besseren Übersicht nicht sämtliche Bezugsziffern in sämtlichen Figuren angegeben sind.

[0059] Die [Fig. 1](#) zeigt einen Vortex-Attraktor **10** mit einem unteren Impeller **12**, welcher durch einen Motor **20** angetrieben wird. Der untere Impeller **12** weist ein Trennelement **18** und eine Vielzahl von sich radial auf dem Trennelement **18** erstreckenden Flügeln **14** auf, welche im Wesentlichen senkrecht auf dem Trennelement **18** angeordnet sind. Die Flügel **14** und das Trennelement **18** rotieren um eine Rotationsachse R. In einer Ausführungsform ist ein ähnlich ausgestalteter oberer Impeller **16** mit Flügel **14** auf der gegenüberliegenden Seite des Trennelements **18** vorgesehen. In einer Ausführungsform wird einer der beiden Impeller **12**, **16**, vorzugsweise der obere Impeller **16**, zur Kühlung des Motors **20** verwendet. Das Trennelement **18** kann symmetrisch zwischen dem



oberen Impeller **16** und dem unteren Impeller **12** angeordnet sein, vorzugsweise ist in einer Ausführungsform jedoch der obere Impeller **16** zur Kühlung des Motors **20** von geringerer Höhe als der untere Impeller **12**, welcher den Unterdruck zum Ansaugen eines Objekts **40** bereitstellt. Insbesondere weist in einer Ausführungsform der Vortex-Attraktor **10** lediglich den unteren Impeller **12** zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds auf (vgl. [Fig. 4](#)).

**[0060]** Der Motor **20** kann als Gleichstrommotor oder als Wechselstrommotor ausgebildet sein. Beispielsweise ist der Motor **20** als bürstenloser Gleichstrommotor oder als Schrittmotor, beispielsweise mit einem Umdrehungsbereich von ca. 15.000 Umdrehungen/Minute bis 25.000 Umdrehungen/Minute, besonders bevorzugt mit einer Umdrehungszahl von etwa um 20.000 Umdrehungen/Minute, ausgebildet. Bei diesen Umdrehungen kann bei einem Impellerdurchmesser von ca. 50 mm und bei einer Flügelhöhe von ca. 8 mm eine Saughaltekraft von ca. 1,6 N in ca. 4 mm Abstand des Objekts **40** erzeugt werden.

**[0061]** Die Flügel **14** können verschiedene Formen aufweisen und beispielsweise schaufelförmig gebogen sein. In einer Ausführungsform sind die Flügel **14** jedoch im Wesentlichen gerade und flach ausgebildet und insbesondere radial angeordnet. Dadurch wird ein Drehen der Impeller **12**, **16** in beide Richtungen ermöglicht.

**[0062]** In einer Ausführungsform sind der obere Impeller **16** und der untere Impeller **12** aus leichtem Material, wie beispielsweise Plastik, gefertigt und haben vorzugsweise einen Durchmesser von etwa 50 mm.

**[0063]** In einer weiteren Ausführungsform, welche in [Fig. 1](#) dargestellt ist, können die Flügel **14** des oberen Impellers **16** eine Ausnehmung in einem oberen, inneren und radial erstreckenden Bereich aufweisen, in welcher beispielsweise der Motor **20** angeordnet sein kann. Alternativ kann der Motor **20** selbstverständlich auch außerhalb des oberen Impellers **16** angeordnet sein.

**[0064]** Der Vortex-Attraktor **10** kann ein Gehäuse **30** aufweisen, welches um die äußeren Kanten der Trennwand **18**, sofern diese Trennwand **18** vorhanden ist, und die äußeren Kanten der Flügel **14** angeordnet ist. Das Gehäuse **30** kann als Schale oder Ring ausgebildet sein, welches von den Flügeln **14** getrennt ausgebildet ist (vgl. [Fig. 1](#)), um ein besonders leichtes Impellerrad bereitzustellen. Alternativ kann der Impeller **12** und/oder der Impeller **16** auch derart ausgebildet sein, dass ein Ring direkt an den Außenkanten der Flügel **14** oder Außenkante der Trennwand **18** angeordnet ist, welcher das Gehäuse **30** bildet (vgl. [Fig. 3](#)).

**[0065]** Als Vortex-Attraktor **10** ist jede Vorrichtung anzusehen, welche einen Wirbelwind FF erzeugt. Die sich insbesondere radial erstreckenden Flügel **14** erzeugen den Luftstrom FF, welcher insbesondere wirbelwindartig ausgebildet ist und eine Unterdruckregion LP vor dem Impeller **12** erzeugt (vgl. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)). Der Luftstrom FF weist eine Rotationsachse auf, welche insbesondere mit der Rotationsachse der Flügel **14** übereinstimmt. Eine Anziehungskraft A wird in der Unterdruckregion LP erzeugt, welche es ermöglicht, dass der Vortex-Attraktor **10** ein Objekt **40** anziehen kann und/oder an die Oberfläche eines Objekts heranbewegt wird, falls der Vortex-Attraktor **10** in seiner Position nicht fixiert ist. Vortex-Attraktoren **10** sind besonders geeignet, um an ebenen und auch nicht ebenen Oberflächen von Objekten **40** anzugreifen und gegebenenfalls das Objekt im Raum zu bewegen.

**[0066]** Die [Fig. 5](#) bis [Fig. 10](#) zeigen verschiedene Ansichten eines ersten Ausführungsbeispiels einer Saug- und Transportvorrichtung M, welche einen Vortex-Attraktor **10**, beispielsweise einen Vortex-Attraktor **10** gemäß [Fig. 1](#) oder [Fig. 4](#), in einem Gehäuse **30a** aufweist, welches zusätzlich mit zwei Transportriemen **34** ausgestattet ist. Das Gehäuse **30a** weist eine Saugöffnung **33** auf (vgl. [Fig. 6](#)), hinter welcher der Impeller **12** des Vortex-Attraktors **10** angeordnet ist. Um den Impeller **12** gegen Beschädigungen durch die Objekte **40** und umgekehrt die Objekte **40** gegen Beschädigungen durch den Impeller **12** zu schützen, sind in einer Ausführungsform vor der Saugöffnung **33** mehrere Stege **32** oder in einer alternativen Ausführungsform ein Schutzgitter angeordnet.

**[0067]** Die Transportriemen **34** sind als Endlosband ausgebildet und um das Gehäuse **30a** geführt. Dazu sind an dem Gehäuse **30a** für jeden der Transportriemen **34** zwei Transportrollen **36** und zwei Umlenkrollen **35** angeordnet. Der Abschnitt der Transportriemen **34**, welcher zwischen den Transportrollen **36** angeordnet ist, dient als Anlagefläche für die zu bewegenden Objekte **40**. Die maximale Länge, an welcher das Objekt **40** an dem Transportriemen **34** anliegen kann, ist der Abstand zwischen den beiden Achsen TA der Transportrollen **36** (vgl. [Fig. 7](#)). Über die Umlenkrollen **35** wird der Transportriemen **34** auf der der Saugöffnung **33** gegenüberliegenden Seite des Gehäuses **30a** geführt.

**[0068]** Es ist grundsätzlich möglich, dass auf den Transportrollen **36** und den Umlenkrollen **35** nicht nur einer der Transportriemen **34**, sondern auch zwei oder mehr Transportriemen **34** laufen. Die Transportriemen sind derart um das Gehäuse **30a** geführt, dass sie an der Seite, in welcher die Saugöffnung **33** angeordnet ist, parallel zur Gehäusesseite angeordnet sind, an den Stirnseiten des Gehäuses **30a** über die Transportrollen **36** hochgeführt sind und auf

der der Saugöffnung **33** gegenüberliegenden Seitenwand des Gehäuses **30a** über die Umlenkrollen **35** zurückgeführt sind. Die Transportriemen **34** können entweder mithilfe eines externen Motors über einen Antrieb **37a** beispielsweise an einer der Transportrollen **36** angetrieben werden, wie bei der Ausführungsform in [Fig. 5](#) dargestellt. Ein externer Motorantrieb hat den Vorteil, dass parallel arbeitende Saug- und Transportvorrichtungen über eine kraftschlüssige Kopplung, beispielsweise eine gemeinsame Achse, angetrieben werden kann, wie nachfolgend anhand von [Fig. 24](#) erläutert. Alternativ kann jede Saug- und Transportvorrichtung M einen eigenen Riemenmotor **37** zum Antrieb der Transportriemen **34** aufweisen (vgl. [Fig. 7](#)). Der Riemenmotor **37** kann als Schrittmotor oder als Gleichstrommotor sowie als Asynchronmotor ausgeführt sein. In einer Ausführungsform ist zwischen dem Riemenmotor **37** und einer der Transportrollen **36** ein Getriebe **38** angeordnet (vgl. [Fig. 7](#)).

**[0069]** Die Saug- und Transportvorrichtung M kann einen Einzelcontroller **39** aufweisen, der vorzugsweise den Motor **20** des Impellers **12** und, falls vorhanden, den Riemenmotor **37** zum Antrieb der Transportriemen **34** steuert. Dabei sind vorzugsweise der Motor **20** und der Riemenmotor **37** unabhängig voneinander, unabhängig von anderen Saug- und Transportvorrichtungen und auch während des laufenden Betriebs einzeln und vorzugsweise unabhängig stufenlos steuer- und regelbar. Eine Ansteuerung des Einzelcontrollers **39** kann über ein Flachbandkabel **39a** erfolgen.

**[0070]** [Fig. 9](#) zeigt schematisch die Erzeugung des Luftstroms FF durch die Saug- und Transportvorrichtung M gemäß [Fig. 7](#), um ein in einem Abstand a angeordnetes Objekt **40** an die Transportriemen **34** anzuziehen, wie in [Fig. 10](#) dargestellt. Sind die Transportriemen **34** angetrieben, wird das Objekt **40** über die Transportriemen **34** weiter bewegt.

**[0071]** Die [Fig. 11](#) bis [Fig. 16](#) zeigen verschiedene Ansichten eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Saug- und Transportvorrichtung M', welche sich von der in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 10](#) dargestellten Saug- und Transportvorrichtung M lediglich durch die Anordnung der Transportriemen **34** unterscheidet. Während bei der Saug- und Transportvorrichtung M gemäß der [Fig. 5](#) bis [Fig. 10](#) die Transportriemen **34** die Saugöffnung **33** nicht überdecken, sind bei der Saug- und Transportvorrichtung M' gemäß der [Fig. 11](#) bis [Fig. 16](#) die Transportriemen **34** über die Saugöffnung **33** geführt. Die Führung der Transportriemen **34** über der Saugöffnung **33** verringert die Ansaugkraft nur geringfügig. Dies ist insbesondere kaum der Fall, wenn die Transportriemen **34** einen flachen Querschnitt aufweisen, beispielsweise mit einer Stärke von 0,8 mm und einer Breite von etwa 15 mm, im Vergleich zu einem Durchmesser der Saugöffnung **33**

von etwa 50 mm. Trotz der Teilabdeckung der Saugöffnung **33** wird der durch den Impeller **12** erzeugte Wirbelwind auch außerhalb der Transportriemen **34** aufrecht erhalten, was weiterhin zu einer guten Ansaugkraft führt. Die Anordnung der Transportriemen **34** über der Saugöffnung **33** hat den Vorteil, dass Stege **32** oder ein sonstiges Schutzgitter entfallen können, da die Transportriemen **34** selbst verhindern, dass das Objekt **40** nachteilig mit den Flügeln **14** des Impellers **12** in Kontakt gerät. Ein weiterer Vorteil der Anordnung der Transportriemen **34** über der Saugöffnung **33** ist, dass eine Verwindung des Objekts **40** erzeugt wird, die in [Fig. 16](#) dargestellt ist. Die Objekte **40** erfahren wölbungsbedingt in der vertikalen Projektion eine Reduzierung der Objektbreite quer zur Transportrichtung TR, sodass eine im Wesentlichen parallele Führung und Ablage der Objekte **40** möglich ist, ohne den Transportpfad für die parallel laufenden Objekte **40** aufzuweiten. Die Breitenverkleinerung ist bedingt durch geometrische Anordnung der Transportriemen **34** relativ zu der Saugöffnung **33**. Die Breitenverkleinerung ist abhängig von der Biegesteifigkeit des Objekts **40** und von der Saugstärke des Vortex-Attraktors **10**. Ein dünnes Objekt mit wenig Biegesteifigkeit kann leichter gebogen werden, während ein Objekt **40** mit hoher Grammatik und/oder Biegesteifigkeit zur Erzielung einer gewünschten Wölbung eine erhöhte Saugkraft erfordern wird. Hilfreich bei der Bildung der Wölbung ist die Elastizität der Transportriemen **34**, die sich im Bereich der Saugöffnung **33** aufgrund des Saugdrucks an die Wölbung des Objekts **40** anpassen, wie in [Fig. 16](#) dargestellt.

**[0072]** In [Fig. 17](#) ist die vorteilhafte Verwindung der Objekte **40** nochmals erkennbar. [Fig. 17](#) zeigt zwei nebeneinander, d. h. Quer zur Transportrichtung, angeordnete Saug- und Transportvorrichtungen M', welche die Objekte **40** in einer Transportrichtung transportieren, die senkrecht zur Papierebene steht. Unterhalb der Saug- und Transportvorrichtungen M' ist ein Stapel von Objekten **40** angeordnet, welche im Wesentlichen horizontal ohne Verwindung angeordnet sind, so dass deren schnittbedingter Abstand A1 deutlich kleiner ist als der verwindungsbedingte Abstand A2 bei durchgebogenen Objekten **40**, welche an den Saug- und Transportvorrichtungen M' hängend angeordnet sind.

**[0073]** Die [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) illustrieren einen weiteren Vorteil der Saug- und Transportvorrichtungen M'. Versuche und Messungen haben ergeben, dass die Saugöffnung **33**, insbesondere die projizierte Fläche des Impellerrads, nicht vollständig bedeckt sein muss, um trotzdem eine Saugkraft in einer Distanz von bis zu **40** mm vor der Saugöffnung **33** zu entwickeln. Falls die Saugöffnung **33** durch das Objekt **40** nur zu einer Fläche von 30% der Fläche der Saugöffnung **33** abgedeckt ist, ist bei einem Abstand des Objekts **40** zur Saugöffnung **33** von etwa 4 mm dennoch



eine Saugkraft von 1,2 N gegeben. Wie in [Fig. 18](#) dargestellt, wird somit trotz eines offenen Bereichs O der Saugöffnung **33** und nur eines teilweise abgedeckten Bereichs G der Saugöffnung **33** ein Objekt **40** zuverlässig an der Saug- und Transportvorrichtung M' gehalten.

**[0074]** Weiterhin ist es möglich, mehrere Objekte **40** in Transportrichtung TR hintereinander an der Saugöffnung **33** einer einzigen Saug- und Transportvorrichtung M' zu transportieren. Beispielsweise ist es somit möglich, bis zu drei DIN A4-formatige Objekte **40** mit einer Grammatur von bis zu 80 g/qm an einer einzigen Saug- und Transportvorrichtung M' hängend zu befördern. Sofern die Biegesteifigkeit des Objekts **40** und die Verwindung durch die Saug- und Transportvorrichtung M' ausreichend hoch sind, kann dieses Objekt aufgrund seiner Formstabilität auch in hängender Form an die nachfolgende Saug- und Transportvorrichtung M' übergeben werden (vgl. [Fig. 20](#)). Aufgrund der noch in einer Distanz von bis zu 50 mm vor der Saugöffnung **33** wirkenden Saugkraft wird das Objekt **40** vom Unterdruck der nachfolgenden Saug- und Transportvorrichtung M erfasst und gegen die Transportriemen **34** der nachfolgenden Saug- und Transportvorrichtung in Richtung der Saugöffnung **33** gezogen. Auch ein Abstand d in Transportrichtung TR zwischen den Objekten **40** ist möglich, wie in [Fig. 20](#) dargestellt. Die Saug- und Transportvorrichtungen M, M' erlauben es somit, Objekte **40** nicht nur zu halten, sondern auch zu transportieren, selbst wenn die Saugöffnung **33** nur teilweise abgedeckt ist.

**[0075]** In den [Fig. 18](#) und [Fig. 19](#) sind zusätzliche Stützelemente **50** erkennbar, welche zu einer vorteilhaften Versteifung der Objekte **40** in Transportrichtung führen können. Wie in [Fig. 18](#) erkennbar, führt das Stützelement **50**, welches beispielsweise als Stahlseil ausgebildet sein kann, dazu, dass das Objekt **40** sich derart vorteilhaft versteift, dass die Anlagefläche an den Transportriemen **34** vergrößert wird.

**[0076]** [Fig. 21](#) zeigt eine Vorrichtung **60** zur Bildung und zum Transport eines Schuppenstroms von Objekten **40**, welche eine Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms der Objekte **40** und eine Vorrichtung **90** zum Transport des Schuppenstroms der Objekte **40** aufweist. Zu beachten ist, dass die Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms der Objekte **40** nicht zwingenderweise mit der Vorrichtung **90** zum Transport des Schuppenstroms von Objekten **40** kombiniert sein muss, sondern beide Vorrichtungen **70**, **90** unabhängig voneinander sind. Die Vorrichtungen **70**, **90** können dabei in Transportrichtung TR in einem Abstand D2-3 gegeneinander beabstandet angeordnet sein.

**[0077]** Die Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten **40** wie beispielsweise geschnittenen Objekten **40** in Form von Papierbögen oder ähnlichem weist eine erste Saug- und Transportvorrichtung M1 und eine zweite Saug- und Transportvorrichtung M2 auf. Die Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 können bspw. wie die Saug- und Transportvorrichtung M, welche in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 10](#) beschrieben ist, oder wie die Saug- und Transportvorrichtung M', welche in den [Fig. 11](#) bis [Fig. 16](#) beschrieben ist, ausgestaltet sein. Vorzugsweise sind die Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 baugleich ausgebildet.

**[0078]** Die Objekte **40**, die sich innerhalb der Vorrichtung **60** an den mit S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, und S9 bezeichneten Positionen befinden können, werden entlang eines Transportpfads TP in eine Transportrichtung TR bewegt. Der Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms der Objekte **40** werden die durch eine Schneideinrichtung SE, insbesondere eine Quer- und Längsschneideinrichtung, vereinzelt und geschnittenen Objekte **40** einzeln nacheinander und ohne Überlappung zugeführt (vgl. Position S9). Die Objekte **40** bewegen sich dabei mit einer Eingangsgeschwindigkeit  $V_e$ . Die erste Saug- und Transportvorrichtung M1 und die zweite Saug- und Transportvorrichtung M2 sind auf gegenüberliegenden Seiten des Transportpfads TP angeordnet. Insbesondere ist die erste Saug- und Transportvorrichtung M1, welche in Transportrichtung TR vor der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 angeordnet ist, oberhalb des Transportpfads TP angeordnet, während die zweite Saug- und Transportvorrichtung M2 unterhalb des Transportpfads TP angeordnet ist. Die Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 weisen eine Länge LM auf. Die Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 sind in Richtung des Transportpfads TP gegeneinander um eine Länge L versetzt, welche in dem dargestellten Ausführungsbeispiel kleiner als die Länge LM einer der Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 ausgebildet ist, welche aber in einer alternativen Ausführungsform auch größer als die Länge LM eines der Saug- und Transportvorrichtungen ausgebildet sein kann, beispielsweise um 25% der Länge LM einer der Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2. Die entsprechende Detaildarstellung zeigt [Fig. 22e](#). Die Länge L ist vorzugsweise derart gewählt, dass sich die Saugwirbel der Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 nicht überschneiden und sich möglichst mit einem Abstand SW, der vorzugsweise etwa 5 bis 10 mm beträgt, aneinander vorbei drehen (vgl. [Fig. 22e](#)).

**[0079]** Wie in [Fig. 21](#) und [Fig. 22e](#) erkennbar, sind die beiden Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 um einen Abstand AM in Richtung quer zum Transportpfad TP gegeneinander beabstandet angeordnet und sind somit zwar auf gegenüberliegenden Seiten des Objekts **40** angeordnet, liegen jedoch nicht beide

auf gegenüberliegenden Seiten des Objekts **40** an. Der Abstand AM beträgt etwa 3 bis 25 mm, vorzugsweise etwa 10 bis 15 mm.

**[0080]** Weiterhin ist die zweite Saug- und Transportvorrichtung M2 gegen die Transportrichtung TR bzw. den Transportpfad TP in einen Winkel  $\alpha$  angeordnet, wie ebenfalls in [Fig. 21](#) und [Fig. 22e](#) ersichtlich. Der Winkel  $\alpha$  liegt im Bereich von 0 Grad bis 20 Grad und beträgt vorzugsweise etwa 10 Grad.

**[0081]** Die Bewegung des Objekts **40** zwischen den beiden Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 ist anhand der [Fig. 22a](#) bis [Fig. 22d](#) näher erläutert. Das Objekt **40** wird eben der Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms von Objekten **40** zugeführt (vgl. [Fig. 22a](#)). Der Abstand D1 zwischen aufeinanderfolgenden Objekten **40** kann zwischen 2 mm und 30 mm betragen, bspw. etwa 20 mm.

**[0082]** Aufgrund des quer zum Transportpfad TP in vertikaler Richtung vorhandenen Abstands AM zwischen der ersten Saug- und Transportvorrichtung M1 und der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 hängt die vorlaufende Kante des Objekts **40** herunter, wenn eine gewisse Länge des Objekts **40** an der Saugöffnung **33** der ersten Saug- und Transportvorrichtung M1 vorbei gelaufen ist (vgl. [Fig. 22a](#)). Die vorlaufende Kante legt sich dabei auf die Transportriemen **34** der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2. Die Transportriemen der Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 werden dabei mit im Wesentlichen gleicher Geschwindigkeit bewegt.

**[0083]** Sobald die nachlaufende Kante des Objekts **40** in der Position S9 die Mitte der Saugöffnung **33** der ersten Saug- und Transportvorrichtung M1 erreicht hat (vgl. [Fig. 22b](#)), wird die Geschwindigkeit der Transportriemen **34** der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 je nach zu transportierenden Objekten **40** auf ca. 10% bis 90% der Eingangsgeschwindigkeit  $V_e$  reduziert. Da die Transportriemen **34** der ersten Saug- und Transportvorrichtung M1 mit unverminderter Geschwindigkeit weiterlaufen, schiebt sich das Objekt **40** in Position S8 über das voranlaufende Objekt **40** in der Position S7, was zu einer Überlappung führt und eine ggf. bereits vorhandene Überlappung vergrößert. Bei der Verarbeitung von relativ biegesteifen Objekten **40** kann es zu Schlupferscheinungen kommen, da der relativ schnell transportierte Teil des Objekts **40**, welcher an der ersten Saug- und Transportvorrichtung M1 anliegt, von dem langsam transportierten Teil, welcher an der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 anliegt, gebremst wird. Bei dünnen, in den meisten Fällen weniger biegesteifen Objekten kann dabei eine Schlaufenbildung wie in [Fig. 22c](#) dargestellt auftreten. Aufgrund des vorhandenen Abstands AM zwischen der ersten und der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M1, M2 kann sich eine derarti-

ge Schlaufe ohne Beschädigung des Objekts **40** ausbilden. Sobald die nachlaufende Kante des Objekts **40** etwa die Mitte der Saugöffnung **33** der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 erreicht hat (vgl. [Fig. 22d](#)), wird die Geschwindigkeit der Transportriemen der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 wieder auf die ursprüngliche Geschwindigkeit, d. h. die Eingangsgeschwindigkeit  $V_e$ , hochgefahren, wodurch die eventuell entstehende Schlaufe des Objekts **40** begradigt wird. Anschließend wird das Objekt **40** von der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 an eine nachfolgende weiterverarbeitende Vorrichtung übergeben, bspw. wie nachfolgend beschrieben an die Vorrichtung **90** zum Transport des Schuppenstroms der Objekte **40**. [Fig. 23](#) zeigt zwei aufeinander folgende Objekte **40** mit einer Überlappungslänge  $\ddot{U}$  bei dem Transport über das zweite Saug- und Transportmodul M2. Der Schuppenstrom, der durch die Vorrichtung **70** gebildet wird, weist bei Übergabe an eine nachfolgende Vorrichtung somit weiterhin die Eingangsgeschwindigkeit  $V_e$  auf.

**[0084]** Durch die Vorrichtung **70** wird somit ein Schuppenstrom der Objekte **40** erzeugt, welche eine Überlappungslänge  $\ddot{U}$  aufweisen, welcher als der Bereich zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Objekte **40** definiert ist, in welchem die beiden aufeinanderfolgenden Objekte **40** überlappen (vgl. [Fig. 22d](#)).

**[0085]** Die Überlappungslänge  $\ddot{U}$  kann mit der beschriebenen Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms stufenlos in Abhängigkeit von den Geschwindigkeiten der Transportriemen **34** der Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 und insbesondere der Differenz der Transportgeschwindigkeiten der Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 während der Übergabe des Objekts **40** von der ersten Saug- und Transportvorrichtung M1 an die zweite Saug- und Transportvorrichtung M2 eingestellt werden (vgl. [Fig. 22a-d](#)).

**[0086]** Durch die entsprechende Ansteuerung der Geschwindigkeiten der Transportriemen, insbesondere der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2, kann die Überlappungslänge  $\ddot{U}$  jederzeit geändert werden, sodass bei der Bildung des Schuppenstroms die Überlappungslänge  $\ddot{U}$  variabel einstellbar ist und zwischen aufeinanderfolgenden Paaren von Objekten variieren kann.

**[0087]** Der nicht überlappte Anteil zweier aufeinanderfolgender Objekte **40** kann kleiner als die Länge LM einer der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 und sogar kleiner als der Durchmesser der Saugöffnung **33** einer der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5.

**[0088]** Die Ansteuerung der ersten und zweiten Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 erfolgt

über die Steuerung **45**, welche vorzugsweise vom Schnitttakt der Schneideinrichtung SE getaktet wird. In Abhängigkeit von der Länge, der Biegesteifigkeit und der Objektabstände der Objekte **40** werden die Zeitpunkte für eine Geschwindigkeitsänderung der Transportgeschwindigkeit der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 berechnet und als Tabelle hinterlegt. Bei Objekten **40** mit sehr hoher oder sehr geringer Biegesteifigkeit kann zusätzlich auch die Saugkraft der ersten und/oder zweiten Saug- und Transportvorrichtung M1, M2 variiert werden, um den Schlupfvorgang zu beeinflussen oder allzu große Schlaufen zu vermeiden. Die Steuerung **45** kann dabei sowohl die Geschwindigkeiten der Transportriemen **34** der einzelnen Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 als auch die Geschwindigkeiten der Impeller **12** der Vortex-Attraktoren **10** der Saug- und Transportvorrichtungen M1, M2 unabhängig voneinander jeweils einzeln und während des Betriebs regelbar ansteuern.

**[0089]** Die Vorrichtung **90** zum Transport des Schuppenstroms der Objekte **40** dient einerseits dazu, den Schuppenstrom zu einer Ablage **100** zu befördern. Andererseits soll mit der Vorrichtung **90** die Geschwindigkeit der Objekte **40** reduziert werden, um eine Beschädigung der Objekte **40** beim Ablegen in die Ablageeinrichtung **100** zu vermeiden.

**[0090]** Die Vorrichtung **90** weist wenigstens drei Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 auf, welche entlang des Transportpfads TP nacheinander und vorzugsweise auf einer Seite des Transportpfads TP, insbesondere oberhalb des Transportpfads TP, angeordnet sind. Dabei ist in Richtung des Transportpfads TP zwischen den Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4 ein Abstand D3-4 und zwischen den Saug- und Transportvorrichtungen M4, M5 ein Abstand D4-5 angeordnet. Ein direktes Anliegen der Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 ist aufgrund des wirbelwindbasierten Ansaugprinzips nicht nötig. Durch die Abstände D3-4 und D4-5 kann die Transportstrecke vergrößert oder die Zahl der für eine vorgegebene Transportstrecke nötigen Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 reduziert werden.

**[0091]** Die Geschwindigkeit der Transportriemen **34** der Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 und die Drehgeschwindigkeiten der Impeller **12** der Vortex-Attraktoren **10** der Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 können ebenfalls durch die Steuerung **45** unabhängig voneinander und während des Betriebs regelbar angesteuert werden.

**[0092]** Bei der Übergabe des Objekts **40** von der Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms von Objekten **40** an die Vorrichtung **90** zum Transport des Schuppenstroms der Objekte **40** können die Transportriemen **34** der in Transportrichtung TR ers-

ten Saug- und Transportvorrichtung M3 der Vorrichtung **90** mit der gleichen Geschwindigkeit angetrieben werden, wie die Transportriemen **34** der zweiten Saug- und Transportvorrichtung M2 der Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms der Objekte **40**. Von der Saug- und Transportvorrichtung M3 wird das Objekt **40** über die Position S7 und die Position S6 in die Position S5 in Richtung der nachfolgenden Saug- und Transportvorrichtung M4 befördert. Die Transportriemen **34** der Saug- und Transportvorrichtung M4 laufen bevorzugt mit kleinerer Geschwindigkeit als die Transportriemen **34** der vorangehenden Saug- und Transportvorrichtung M3. Das Objekt **40** wird aus der Position S5 über die Position S4 in die Position S3 an die nachfolgende Saug- und Transportvorrichtung M5 übergeben. Die Transportriemen **34** der Saug- und Transportvorrichtung M5 laufen bevorzugt mit kleinerer Geschwindigkeit als die Transportriemen der Saug- und Transportvorrichtung M4. Falls weitere Saug- und Transportvorrichtungen nachfolgend angeordnet sein sollten, werden die Transportgeschwindigkeiten der Transportriemen **34** bevorzugt zunehmend kleiner, sodass an der letzten Saug- und Transportvorrichtung eine gewünschte verringerte Ausgangsgeschwindigkeit erreicht ist. Bspw. kann die Eingangsgeschwindigkeit bis zu 6 m/s, bei geeigneten biegesteifen Objekten **40** auch bis zu 8 m/s betragen. Die Endgeschwindigkeit beträgt vorzugsweise 1 m/s oder weniger. Hat das Objekt **40** die letzte Saug- und Transportvorrichtung M5 erreicht, schlägt die vorlaufende Kante des Objekts **40** an eine Stapelkante **102** und wird von nachfolgenden Objekten **40**, die an den Transportriemen **34** der Saug- und Transportvorrichtung M5 weiter in Transportrichtung TR transportiert werden. Mit zunehmender Überlappung des nachfolgenden Objekts **40**, wird das vorausgehende Objekt **40** letztendlich von den Transportriemen **34** der Saug- und Transportvorrichtung M5 abgeschält (vgl. die beiden Objekte **40** in den Positionen S2 und S1), um anschließend in die Ablageeinrichtung **100** zu fallen.

**[0093]** Durch gezielte Ansteuerung und Änderung der Geschwindigkeiten der Transportriemen **34** der unterschiedlichen Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 kann die Überlappungslänge des Schuppenstroms der Objekte **40** über die Länge der Vorrichtung **90** gezielt beeinflusst und stufenlos geregelt werden. Falls gewünscht, kann der Schuppenstrom auch zeitweilig akkumuliert werden und eine hohe Überlappungslänge erzeugt werden, die beim nachfolgenden Weitertransport falls gewünscht auch wieder entzerrt werden kann. Dies ist bspw. von Vorteil, wenn in der Ablageeinrichtung **100** sich so viele Objekte **40** angesammelt haben, dass die Ablageeinrichtung **100** entleert oder gegen eine leere Ablageeinrichtung **100** getauscht werden muss. Nach erfolgreichem Entleeren oder Austausch der Ablageeinrichtung **100** kann der aufgestaute Schuppen-

strom der Objekte **40** über entsprechende Ansteuerung der Geschwindigkeit der nachfolgenden Saug- und Transportvorrichtungen wieder entzerrt werden, um die Objekte **40** an die neue Ablageeinrichtung **100** oder die geleerte Ablageeinrichtung **100** abzugeben.

**[0094]** Die Endgeschwindigkeit ist insbesondere über die letzten Saug- und Transportvorrichtungen, vorliegend die Saug- und Transportvorrichtungen M4, M5 einstellbar. Bspw. ist bei einer Eingangsgeschwindigkeit von 5 m/s eine Endgeschwindigkeit von 1 m/s erreichbar. Die gewünschte Endgeschwindigkeit ist als die maximale Geschwindigkeit definiert, bei der die Objekte **40** beim Auftreffen auf die Stapelkante **102** unbeschadet bleiben und nicht bedingt durch die Elastizität der Objekte **40** zurückgeworfen werden und/oder ungeordnet in der Ablageeinrichtung **100** zu liegen kommen. Sie liegt bei den meisten Objekte **40** bei etwa 1 m/s, ist aber abhängig von den Objekten **40** und muss erforderlichenfalls weiter reduziert werden. Mit der gewünschten Endgeschwindigkeit werden die Transportriemen **34** der letzten Saug- und Transportvorrichtung M5, an welcher die Objekte **40** in die Ablageeinrichtung **100** abgeschält werden, betrieben. Bspw. kann die Geschwindigkeit der Saug- und Transportvorrichtung M5 etwa 1 m/s betragen, während die vorangehende Saug- und Transportvorrichtung M4 noch mit etwa 2,5 m/s betrieben wird. Selbstverständlich kann die Endgeschwindigkeit durch weitere Saug- und Transportvorrichtungen weiter verringert werden, falls insbesondere für dünne Objekte **40** mit geringer Biegesteifigkeit eine geringere Ausgangsgeschwindigkeit, bspw. von deutlich unter 1 m/s, bspw. von 0,8 m/s, erforderlich sein sollte. Alternativ kann mit weiteren Saug- und Transportvorrichtung auch die Eingangsgeschwindigkeit bei gleichbleibender Endgeschwindigkeit von etwa 1 m/s erhöht werden. Je größer die Differenz zwischen Eingangsgeschwindigkeit und Ausgangsgeschwindigkeit ist, desto höher ist in der Regel die Anzahl der nötigen Saug- und Transportvorrichtungen zur Erreichung dieser gewünschten Differenz.

**[0095]** Über die Steuereinheit **45** sind die Geschwindigkeiten jeder der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 gezielt einstellbar, was zu einer flexiblen Vorrichtung **60** führt.

**[0096]** Zusätzlich ist möglich, über die Steuereinheit **45** die Geschwindigkeiten der Impeller **12** der Vortex-Attraktoren **10** der einzelnen Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 zu steuern und somit die Saugkraft zu variieren. Während in der Regel bei den meisten Objekte **40** eine mittlere Saugkraft von ca. 0,8 N in Abstand von 4 mm ausreichend ist, kann bei schwereren Objekten **40** mit einer Grammatur von bis zu 200 g/m<sup>2</sup> eine Saugkraft von 1,2 N pro Saug- und Transportvorrichtung M1 bis M5 erforderlich sein.

**[0097]** Alternativ kann es auch sinnvoll sein, die Saugkraft der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 unabhängig voneinander zu reduzieren. Z. B. kann bei dünnen und weniger biegesteifen Objekten **40** eine starke Verwindung des Objekts **40** an der Saugöffnung **33** der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 nachteilig für den Transport sein, sodass über die Reduzierung der Umdrehungszahl des Motors **20** der Vortex-Attraktoren **10** eine Anpassung der Saugkraft an das Objekt **40** vorgenommen werden kann. Üblicherweise weisen sämtliche der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 eine vergleichbare Saugkraft auf. Bedarfsmäßig kann jedoch bei jeder einzelnen der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 individuell die Saugkraft eingestellt werden, um bspw. eine Friktionsanpassung vorzunehmen. Dies gilt insbesondere für die erste Saug- und Transportvorrichtung M1, bei welcher eine geringere Saugkraft vorteilhaft sein kann, wenn bei der Beschleunigung des Objekts **40** bei der Übergabe des Objekts **40** von der Vorrichtung **70** zur Bildung des Schuppenstroms an die Vorrichtung **90** zum Transport des Schuppenstroms die Höchstgeschwindigkeit des Objekts **40** beim Beschleunigen kurzfristig über der Eingangsgeschwindigkeit  $V_e$  liegt.

**[0098]** Die Vorrichtung **60** mit den Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 deckt die üblichen Größen der Objekte **40** im papierverarbeitenden Sektor weitgehend ab. Beispielsweise können bei der beschriebenen Vorrichtung **60** mit insgesamt fünf hintereinander liegenden Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 Objekte ab einer Länge von 80 mm und einer Breite von 110 mm bis zu einer Länge von 530 mm und einer Breite von 210 mm und mit einer Grammatur von 40 g/m<sup>2</sup> bis zu 250 g/m<sup>2</sup> befördert werden. Die Abstände zwischen den einzelnen Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 müssen dazu nicht verändert werden. Die minimale Länge der Objekte **40** ist dabei nur von der Größe der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 abhängig. Bei einer Länge LM der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 von 110 mm ist das kürzeste, noch von einer Saug- und Transportvorrichtung zur nächsten Saug- und Transportvorrichtung transportierbare Objekt **40** etwa 80 mm lang. Selbstverständlich können mit kleineren Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 auch kleinere Objekte **40**, wie beispielsweise Scheckkarten oder Objekte **40** in Briefmarkengröße, transportiert werden.

**[0099]** Zur Bildung eines Schuppenstroms von Objekten **40** mit Übergröße, beispielsweise mit einem Größenformat von 710 mm mal 530 mm und einer Grammatur von bis zu 500 g/m<sup>2</sup>, werden vorzugsweise mehrere parallel verlaufende Vorrichtungen **60** verwendet, um die jeweiligen Objekte mit ihren Gewichten und Flächen auf die gewünschte, reduzierte Endgeschwindigkeit zu bringen. Ein Beispiel für eine derartige Vorrichtung **60'** ist in [Fig. 24](#) dargestellt.



Die einzelnen Vorrichtungen **60** können zur Variation des gegenseitigen Abstands AX auf parallel verlaufenden Trägerschienen AS montiert werden. Die Abstände AX können entweder manuell oder auch motorisch gesteuert variiert werden. Je nach Größe des Objekts **40** können bereits zwei Vorrichtungen **60** ausreichend sein. In [Fig. 24](#) ist eine Vielzahl von parallel angeordneten Vorrichtungen **60** dargestellt. Die Vorrichtungen **60** können gleichmäßig über die Breite des Objekts **40** verteilt sein. Bei der Aufteilung der Vorrichtungen **60** auf die Blattbreite gilt jedoch dem Randabstand RA eine besondere Aufmerksamkeit. Je kleiner dieser Randabstand RA des Saugbereichs zum Rand des Objekts gewählt wird, umso problemloser ist die Führung des Objekts **40**, insbesondere bei Geschwindigkeiten von mehr 4 m/s. Insbesondere sollte daher darauf geachtet werden, dass der Randabstand RA kleiner als 25 mm ist. Dies gilt insbesondere für den Überlappungsbereich, wo die vorlaufende Kante des Objekts **40** in der Position S8 möglicherweise auf die hochgestellte nachlaufende Kante des Objekts **40** in Position S7 trifft, anstelle kollisionsfrei überlappend auf dem Blattende des Objekts **40** in der Position S7 zu liegen zu kommen.

**[0100]** Der Riemenantrieb der Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 der nebeneinander angeordneten Vorrichtungen **60** gemäß der Vorrichtung **60'** kann entweder individuell über einzelne Riemenmotoren **37** der Transportriemen **34** für jedes Modul M1 bis M5 der Vorrichtung **60** erfolgen oder bevorzugt mit Hilfe von durchgehenden Achsen VT mit jeweils einem einzigen Antriebsmotor.

**[0101]** Mit der Vorrichtung **60'** ist es auch möglich, mehrere parallel eingehende, gleichartige Objekte **40**, zeitparallel über die einzelnen Vorrichtungen **60** in entsprechende Ablageeinrichtungen **100** abzulegen. Dabei erlaubt die Reduzierung der Breite der Objekte **40** über die saugkraftbedingte Verformung den parallelen Transport und die parallele Ablage (vgl. auch [Fig. 17](#)).

**[0102]** Die Saughaltekraft einer Saug- und Transportvorrichtung M1 bis M5 von etwa 1,2 N lässt grundsätzlich den Schluss zu, dass zur Beförderung und Verzögerung eines Objekts **40** mit der Größe DIN A3 und einer Grammatur von 200 g/m<sup>2</sup>, welches quer zur Transportrichtung TR in die Vorrichtung **90** geführt wird, eine einzelne Vorrichtung **60** ausreichend sei, da das Normalgewicht des Objekts **40** lediglich etwa 0,25 N beträgt. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass das Objekt **40** bei seinem Transport mit einer Geschwindigkeit von etwa 5 m/s bis 8 m/s erheblichem Widerstand durch die Umgebungsluft ausgesetzt ist, insbesondere, da das Objekt **40** an seinen Ecken nicht geführt ist und bei dieser Geschwindigkeit flatternd in Bewegung gerät. Tatsächlich ist es bei diesem Format und der genannten Eingangsgeschwindigkeit nahezu zwingend, mindestens eine

weitere Vorrichtung **60** zu verwenden, wobei bei der Aufteilung der beiden Vorrichtungen **60** auf die Breite des Objekts **40** mehr auf die Abdeckung der seitlichen Ränder des Objekts **40** zu achten ist als auf eine gleichmäßige Verteilung der Vorrichtungen **60** über die Breite der zu befördernden Objekte **40**.

**[0103]** Die zum Betrieb erforderlichen Beschleunigungskurven und -zeiten sowie auch die sonstigen zur Steuerung der jeweiligen Objekte **40** gehörenden Steuerdaten werden aus den eingegebenen Parametern, wie Grammatur und Größe der Objekte **40** bestimmt, über eine zentrale Kontrolleinrichtung eingegeben und sind dort als Steuerdaten programmiert. Je nach gewähltem Objekt **40** können in der Vorrichtung **60** zur Bildung und zum Transport des Schuppenstroms der Objekte **40** die einzelnen Funktionen der jeweiligen Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5 von der Steuereinheit **45** gesteuert werden.

**[0104]** Mit den beschriebenen Vorrichtungen **70** zur Bildung eines Schuppenstroms und den Vorrichtungen **90** zum Transport eines Schuppenstroms können Objekte **40** in Form von flachen, flexiblen Objekten **40** verschiedener Dimension und verschiedenen Materials transportiert werden. Beispielsweise ist der Transport von Blechen, Textilien, Kunststoffen oder Papieren möglich. Je nach Dimensionierung der zu transportierenden Objekte **40** wird die Dimensionierung der einzelnen Saug- und Transportvorrichtungen M1 bis M5, die Zahl der nötigen Vorrichtungen **60**, **70** und **90** zur Bildung einer Vorrichtung **60'** entsprechend angepasst.

**[0105]** Um die Bewegungsmöglichkeiten der Objekte **40** noch flexibler gestalten zu können, ist es möglich, zwei aufeinanderfolgende Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 gegeneinander in einem Winkel  $\beta$ ,  $\gamma$ , welcher vorzugsweise im Bereich von 0° bis 60° liegt, gegen die Ebene der Objekte **40** anzuordnen, wie dies beispielsweise in den [Fig. 25a](#) und [Fig. 25b](#) dargestellt ist. In [Fig. 25a](#) können dabei die Objekte **40** aus der Horizontalen um einen Winkel  $\beta$  nach oben abgelenkt werden. Gemäß [Fig. 25b](#) können die Objekte **40** aus der Horizontalen um einen Winkel  $\gamma$  nach unten abgelenkt werden.

**[0106]** Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, zwei aufeinanderfolgende Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 in einem Winkel  $\delta$ ,  $\epsilon$ , welcher vorzugsweise im Bereich von 0° bis 30° liegt, in der Ebene der Objekte **40** gegeneinander geneigt anzuordnen, wie dies beispielsweise in [Fig. 26](#) dargestellt. Damit eine Ablenkung der Objekte **40** in der Ebene der Objekte **40** ermöglicht werden kann, werden vorteilhafterweise Saug- und Transportvorrichtungen M3, M4, M5 verwendet, bei welchen die beiden Transportriemen **34** einer einzelnen Saug- und Transportvorrichtung M3, M4, M5 unabhängig voneinander angesteuert werden können, um die beiden



Transportriemen **34** mit unterschiedlicher Geschwindigkeit bewegen zu können. Ein derartiges Ausführungsbeispiel einer Saug- und Transportvorrichtung M", wie sie in diesem Fall als Saug- und Transportvorrichtung M3, M4 oder M5 verwendet werden könnte, zeigte **Fig. 27**. Die dort dargestellte Saug- und Transportvorrichtung M" zeigt zwei Riemenmotoren **37, 37b**, welche jeweils einen der Transportriemen **34** antreiben und mittels welcher unabhängig voneinander die Antriebsgeschwindigkeit der beiden verschiedenen Transportriemen **34** geregelt werden kann.

## Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Vortex-Attraktor
<b>12</b>	Impeller
<b>14</b>	Flügel
<b>16</b>	Impeller
<b>18</b>	Trennwand
<b>20</b>	Motor
<b>30</b>	Gehäuse
<b>30a</b>	Gehäuse
<b>31</b>	Befestigungslasche
<b>32</b>	Steg
<b>33</b>	Saugöffnung
<b>34</b>	Transportriemen
<b>35</b>	Umlenkrolle
<b>36</b>	Transportrolle
<b>37</b>	Riemenmotor
<b>37a</b>	Riemenantrieb
<b>37b</b>	Riemenantrieb
<b>38</b>	Getriebe
<b>39</b>	Einzelcontroller
<b>39a</b>	Flachbandkabel
<b>40</b>	Objekt
<b>45</b>	Ansteuereinheit
<b>50</b>	Stützelement
<b>60</b>	Vorrichtung
<b>60'</b>	Vorrichtung
<b>70</b>	Vorrichtung
<b>90</b>	Vorrichtung
<b>100</b>	Ablageeinrichtung
<b>102</b>	Stapelkante
<b>M, M', M''</b>	Saug- und Transportvorrichtung
<b>M1</b>	Saug- und Transportvorrichtung
<b>M2</b>	Saug- und Transportvorrichtung
<b>M3</b>	Saug- und Transportvorrichtung
<b>M4</b>	Saug- und Transportvorrichtung
<b>M5</b>	Saug- und Transportvorrichtung
<b>R</b>	Rotationsachse
<b>LP</b>	Unterdruckregion
<b>FF</b>	Luftstrom
<b>TA</b>	Lagerachse
<b>TR</b>	Transportrichtung
<b>TP</b>	Transportpfad
<b>L</b>	Länge
<b>AM</b>	Abstand
<b>LM</b>	Länge
<b>Ü</b>	Überlappungslänge
<b>SE</b>	Schneideinrichtung

<b>Ve</b>	Eingangsgeschwindigkeit
<b>SW</b>	Abstand
<b>D1</b>	Abstand
<b>D3-4</b>	Abstand
<b>D4-5</b>	Abstand
<b>AX</b>	Abstand
<b>RA</b>	Randabstand
<b>AS</b>	Trägerschiene
<b>VT</b>	Achse
<b>a</b>	Abstand
<b>d</b>	Abstand
<b><math>\alpha</math></b>	Winkel
<b><math>\beta</math></b>	Winkel
<b><math>\gamma</math></b>	Winkel
<b><math>\delta</math></b>	Winkel
<b><math>\varepsilon</math></b>	Winkel

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 4139888 A1 [0003]
- DE 19945114 A1 [0003]
- US 7628396 B2 [0003]
- DE 102008025667 A1 [0003]
- DE 2725547 A1 [0003]

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (70) zur Bildung eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten (40) entlang eines Transportpfads (TP), wobei aufeinanderfolgende Objekte (40) eine Überlappungslänge (Ü) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (70) eine erste Saug- und Transportvorrichtung (M1) mit ersten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts (40) aufweist, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen (34), dass die Vorrichtung (70) eine zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) mit zweiten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts (40) aufweist, wobei die zweiten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen (34), dass die erste Saug- und Transportvorrichtung (M1) und die zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) auf unterschiedlichen Seiten des Transportpfads (TP) angeordnet sind, dass die erste Saug- und Transportvorrichtung (M1) und die zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) in Richtung des Transportpfads (TP) gegeneinander um eine Länge (L) versetzt und in Richtung quer zum Transportpfad (TP) um einen Abstand (AM) gegeneinander beabstandet angeordnet sind und dass die in Richtung des Transportpfads (TP) hintere zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) gegen die Richtung des Transportpfads (TP) um einen Winkel ( $\alpha$ ) geneigt angeordnet ist.

2. Vorrichtung (70) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (L) des Versatzes größer ist als die Länge (LM) der ersten Saug- und Transportvorrichtung (M1).

3. Vorrichtung (70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (AM) etwa 3 mm bis 25 mm beträgt und besonders bevorzugt etwa 10 mm bis 15 mm beträgt.

4. Vorrichtung (70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel ( $\alpha$ ) etwa  $0^\circ$  bis  $30^\circ$  beträgt und besonders bevorzugt etwa  $10^\circ$  beträgt.

5. Vorrichtung (70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeiten der Transportriemen (34) der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2) unabhängig voneinander einstellbar sind.

6. Vorrichtung (90) zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten (40) entlang eines Transportpfads (TP), wobei aufeinander-

folgende Objekte (40) eine Überlappungslänge (Ü) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass entlang des Transportpfads (TP) wenigstens drei Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) angeordnet sind, wobei jede der Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) erste Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts aufweist, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und wobei jede der Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) wenigstens einen Transportriemen (34) aufweist, wobei die Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) in Richtung des Transportpfads (TP) hintereinander angeordnet sind und wobei die Geschwindigkeiten der Transportriemen (34) jeder der Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) unabhängig voneinander einstellbar sind.

7. Vorrichtung (90) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) auf einer Seite des Transportpfads (TP) angeordnet sind und besonders bevorzugt oberhalb des Transportpfads (TP) angeordnet sind.

8. Vorrichtung (90) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei aufeinanderfolgende Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) gegeneinander in einem Winkel ( $\beta$ ,  $\gamma$ ), welcher vorzugsweise im Bereich von  $0^\circ$  bis  $60^\circ$  liegt, gegen die Ebene der Objekte (40) und/oder in einem Winkel ( $\delta$ ,  $\epsilon$ ), welcher vorzugsweise im Bereich von  $0^\circ$  bis  $30^\circ$  liegt, in der Ebene der Objekte (40) geneigt angeordnet sind.

9. Vorrichtung (90) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (90) in Transportrichtung (TR) hinter einer Vorrichtung (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 angeordnet ist.

10. Vorrichtung (70, 90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Richtung quer zu dem Transportpfad (TP) neben jeder der Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2, M3, M4, M5) wenigstens eine weitere Saug- und Transportvorrichtung (M1, M2, M3, M4, M5) angeordnet ist.

11. Vorrichtung (70, 90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder zweiten Mittel als Impeller (12, 16) ausgebildet sind, dessen Drehgeschwindigkeit vorzugsweise für jede der Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2, M3, M4, M5) unabhängig voneinander einstellbar ist.

12. Vorrichtung (70, 90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Saug- und Transportvorrichtung (M1, M2,

M3, M4, M5) wenigstens zwei Transportriemen (34) aufweist, welche vorzugsweise die Saugöffnung (33) abschnittsweise überdecken.

13. Vorrichtung (70, 90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass entlang des Transportpfads (TP) wenigstens ein Stützelement (50), vorzugsweise mehrere Stützelemente (50) angeordnet sind.

14. Vorrichtung (70, 90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Überlappungslänge ( $\ddot{U}$ ) zumindest für zwei aufeinanderfolgende Objekte (40) kleiner ist als die Länge (LM) einer der Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2, M3, M4, M5) und besonders bevorzugt kleiner ist als der Durchmesser der Saugöffnung (33) einer der Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2, M3, M4, M5).

15. Vorrichtung (70, 90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die nicht überdeckte Länge eines Objekts (40) kleiner ist als die Länge (LM) einer der Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2, M3, M4, M5) und vorzugsweise größer als 80% des Abstands der Achsen der äußeren Transportrollen (36) des Transportriemens (34) einer der Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2, M3, M4, M5).

16. Verfahren zur Bildung und/oder zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten (40) entlang eines Transportpfads (TP), wobei aufeinanderfolgende Objekte (40) eine Überlappungslänge ( $\ddot{U}$ ) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Überlappungslänge ( $\ddot{U}$ ) innerhalb des Schuppenstroms stufenlos variabel einstellbar ist.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Vorrichtung (70) zur Bildung eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten (40) entlang eines Transportpfads (TP) mit einer ersten Saug- und Transportvorrichtung (M1) mit ersten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts (40), wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen (34), mit einer zweiten Saug- und Transportvorrichtung (M2) mit zweiten Mitteln zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts (40), wobei die zweiten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und mit wenigstens einem Transportriemen (34), wobei die erste Saug- und Transportvorrichtung (M1) und die zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) auf unterschiedlichen Seiten des Transportpfads (TP) angeordnet sind, wobei die erste Saug- und Transportvorrichtung (M1)

und die zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) in Richtung des Transportpfads (TP) gegeneinander um eine Länge (L) versetzt und in Richtung quer zum Transportpfad (TP) um einen Abstand (AM) gegeneinander beabstandet angeordnet sind und wobei die in Richtung des Transportpfads (TP) hintere zweite Saug- und Transportvorrichtung (M2) gegen die Richtung des Transportpfads (TP) um einen Winkel ( $\alpha$ ) geneigt angeordnet ist, zur Einstellung der Überlappungslänge ( $\ddot{U}$ ) die Geschwindigkeiten der Transportriemen (34) der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen (M1, M2) unabhängig voneinander und während des Betriebs variabel ansteuerbar sind.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Vorrichtung (90) zum Transport eines Schuppenstroms von flachen, flexiblen Objekten (40) entlang eines Transportpfads (TP) mit entlang des Transportpfads (TP) wenigstens zwei angeordneten Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5), wobei jede der Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) erste Mittel zur Erzeugung eines Unterdrucks mittels eines Wirbelwinds zum Ansaugen wenigstens eines Objekts (40) aufweist, wobei die ersten Mittel innerhalb eines Gehäuses (30a) angeordnet sind, welches eine Saugöffnung (33) aufweist, und wobei jede der Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) wenigstens einen Transportriemen (34) aufweist, wobei die Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) in Richtung des Transportpfads (TP) hintereinander angeordnet sind, zur Einstellung der Überlappungslänge ( $\ddot{U}$ ) die Geschwindigkeiten der Transportriemen (34) der verschiedenen Saug- und Transportvorrichtungen (M3, M4, M5) unabhängig voneinander und während des Betriebs variabel ansteuerbar sind.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

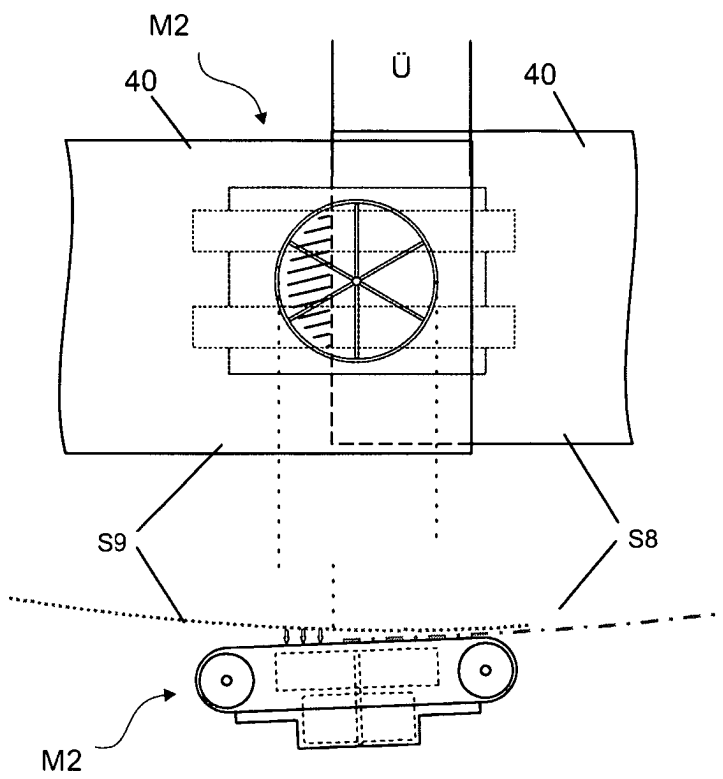


Fig. 23



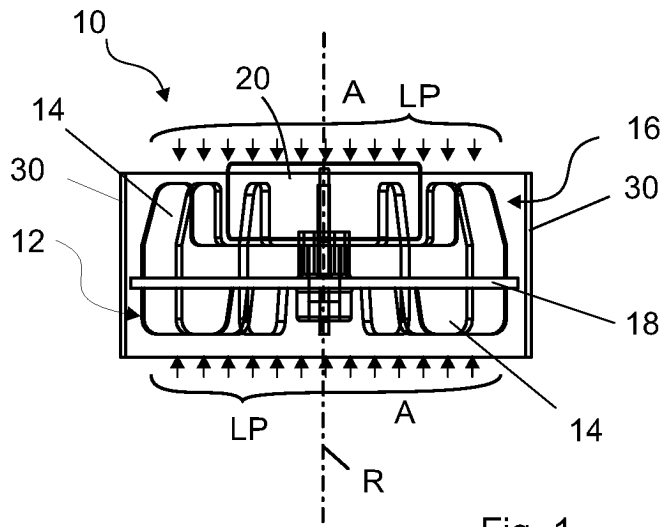


Fig. 1

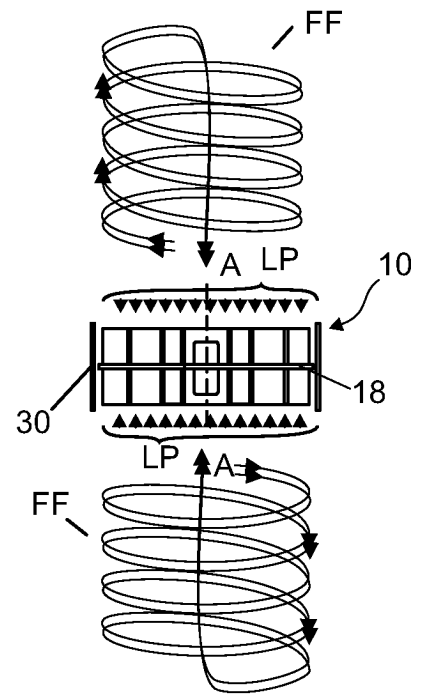


Fig. 2

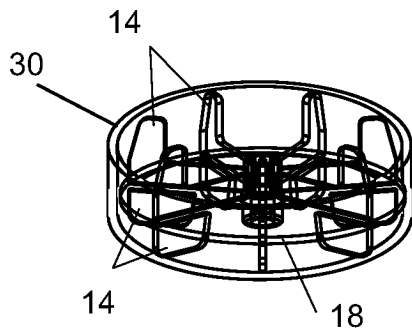


Fig. 3

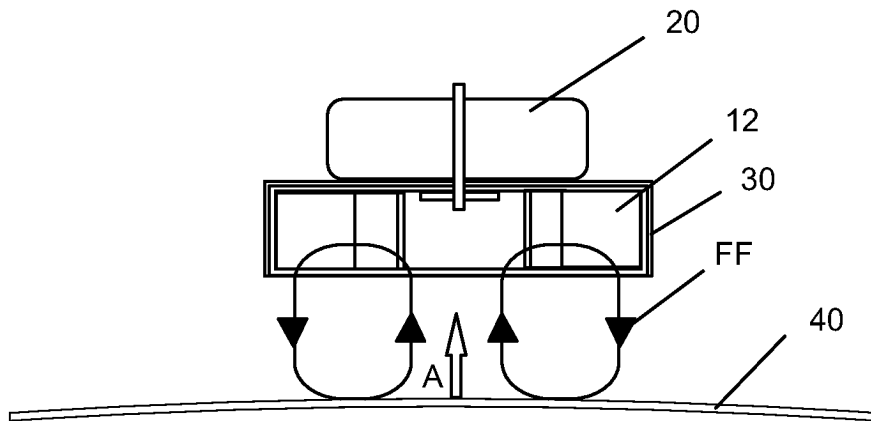


Fig. 4

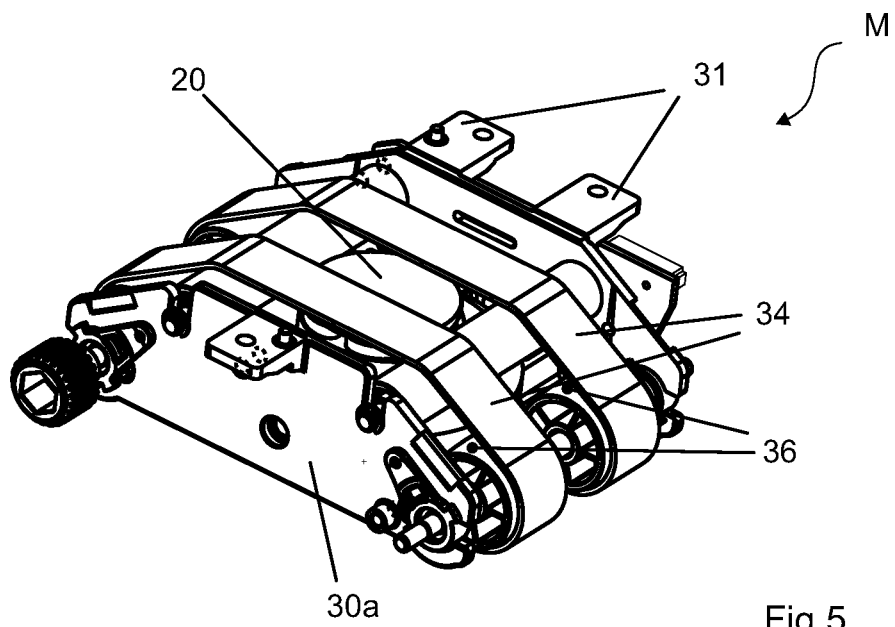


Fig 5

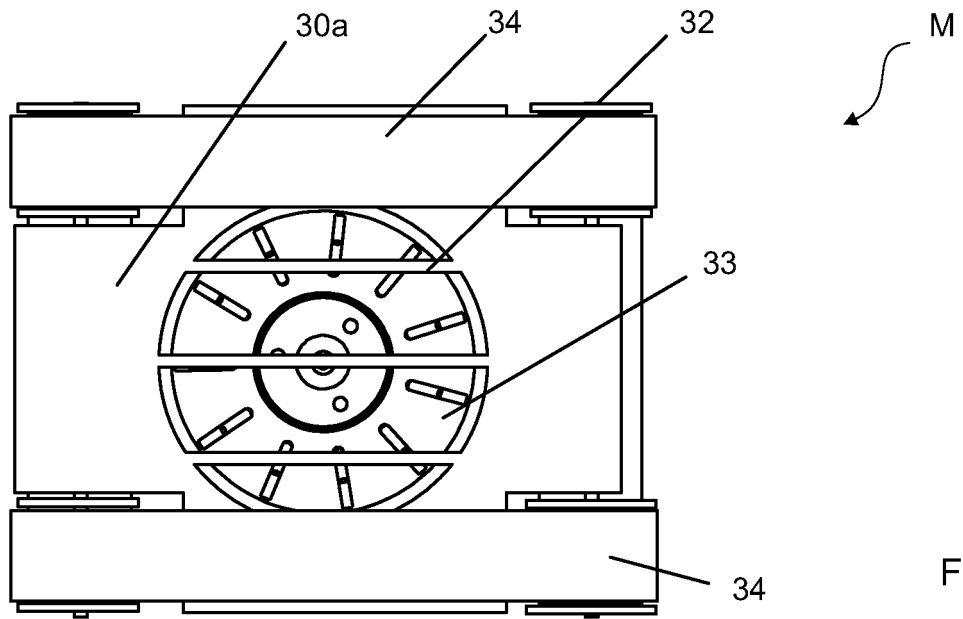


Fig. 6

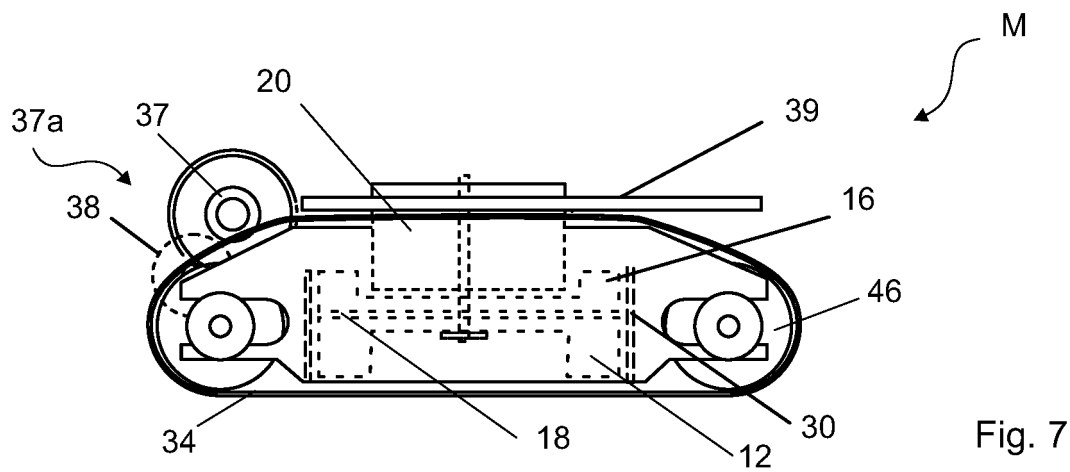


Fig. 7

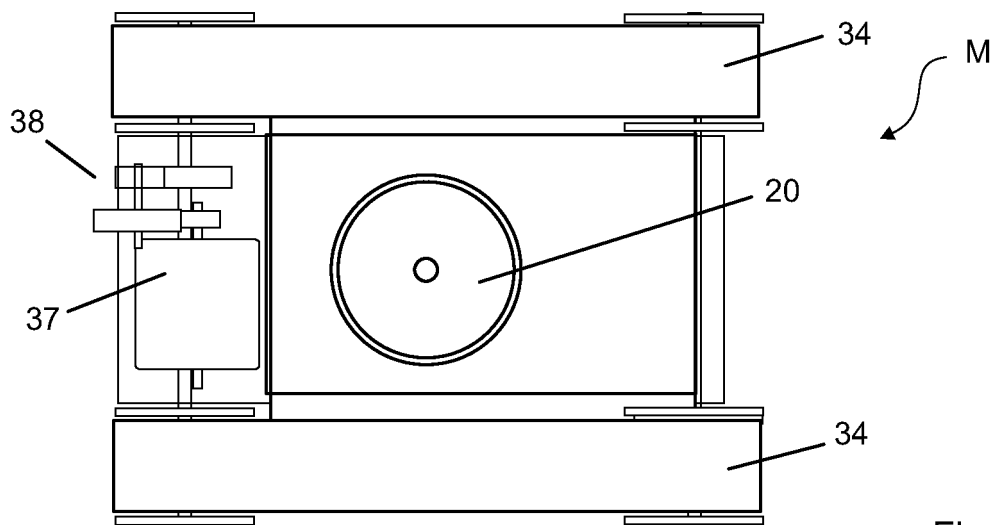


Fig. 8

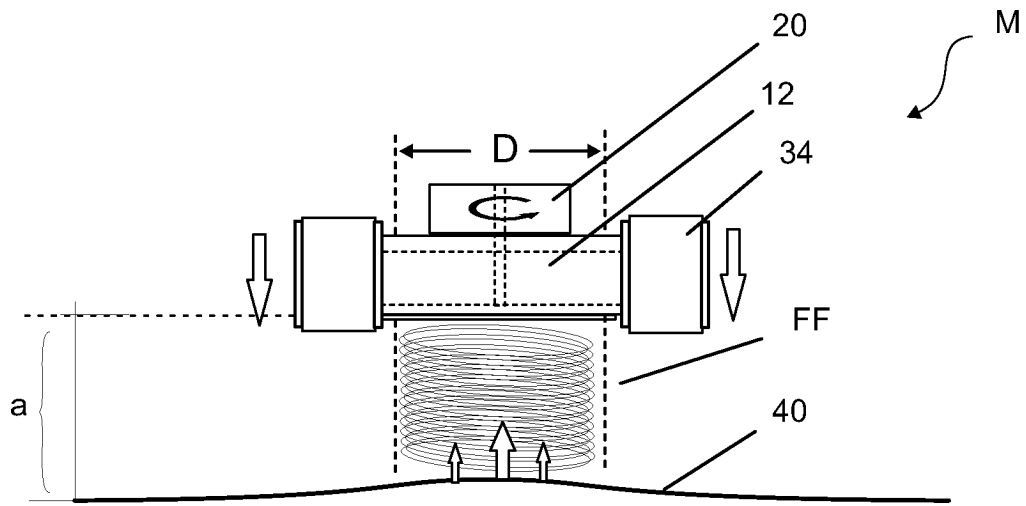


Fig. 9

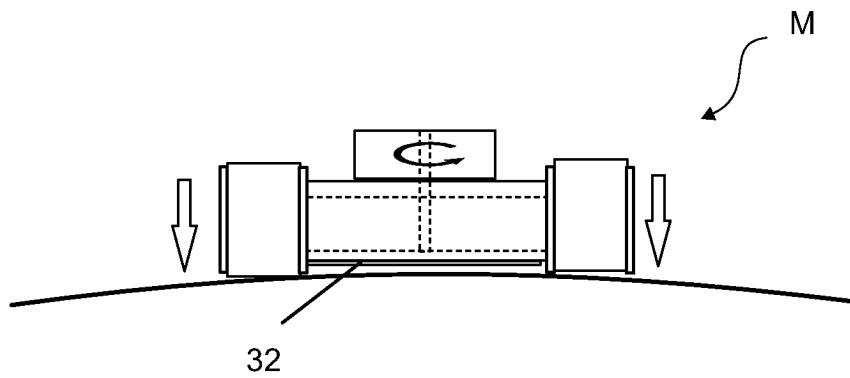


Fig. 10

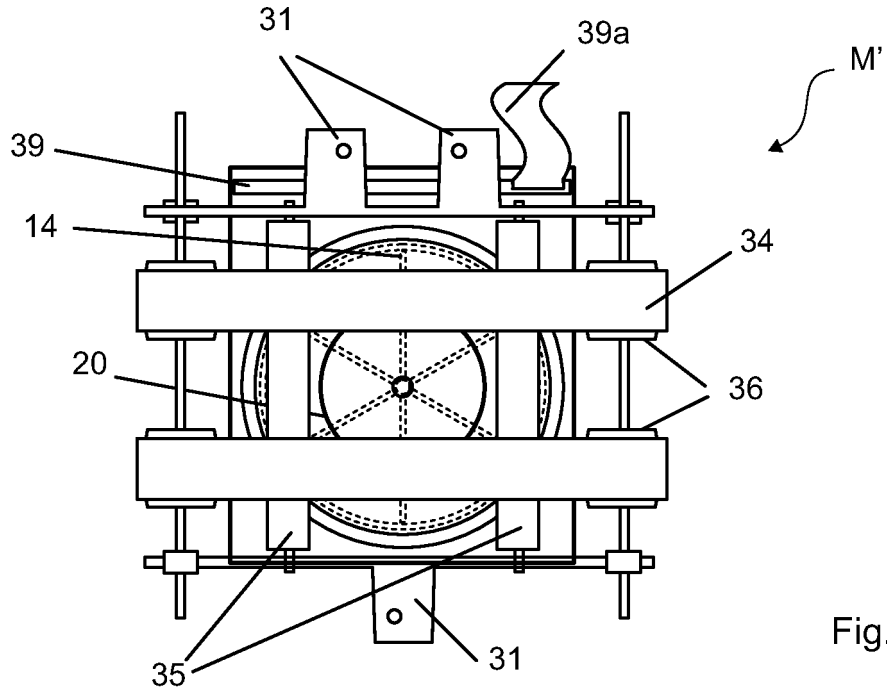


Fig. 11

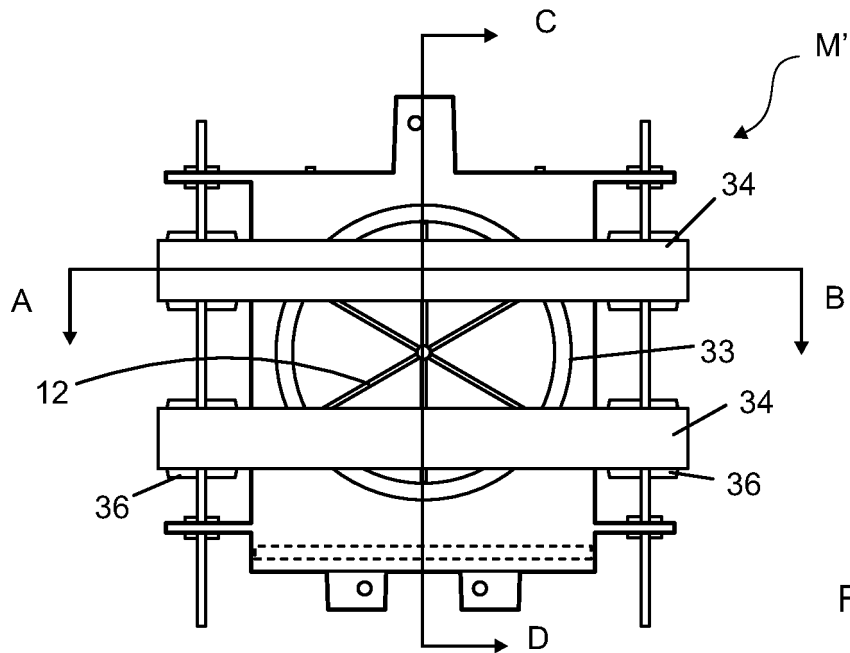


Fig. 12

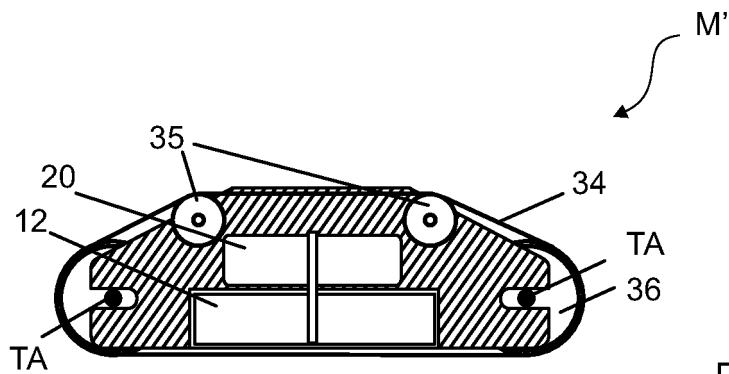


Fig. 13



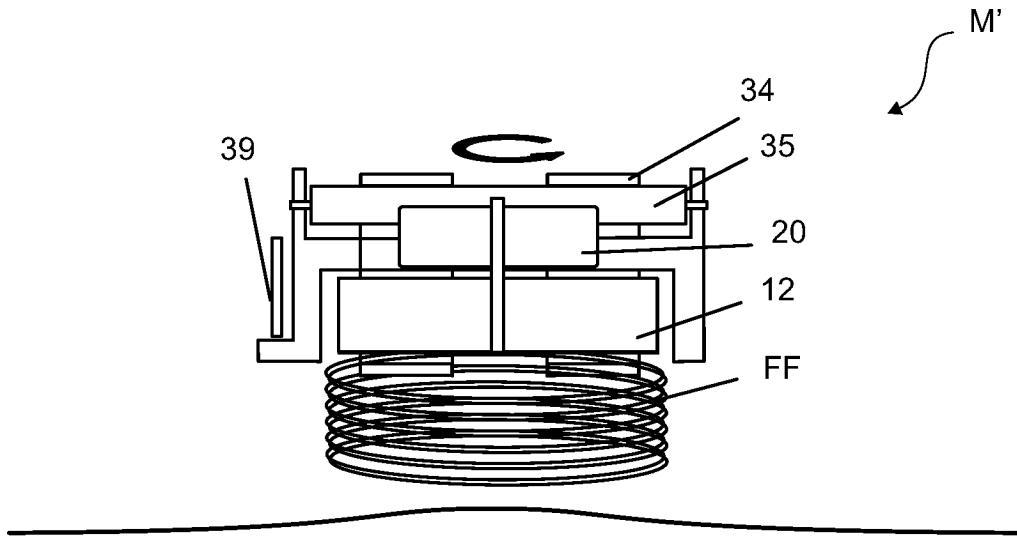


Fig. 14

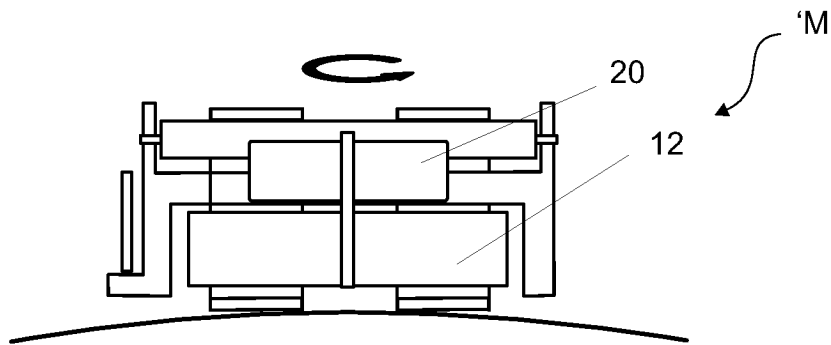


Fig. 15

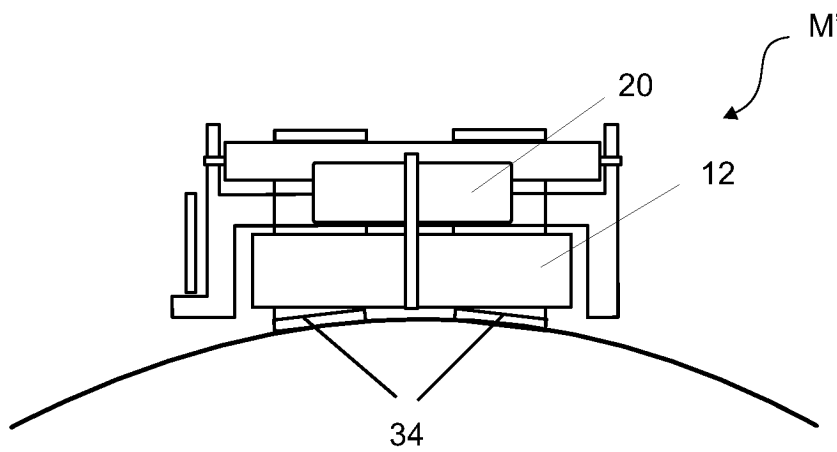


Fig. 16

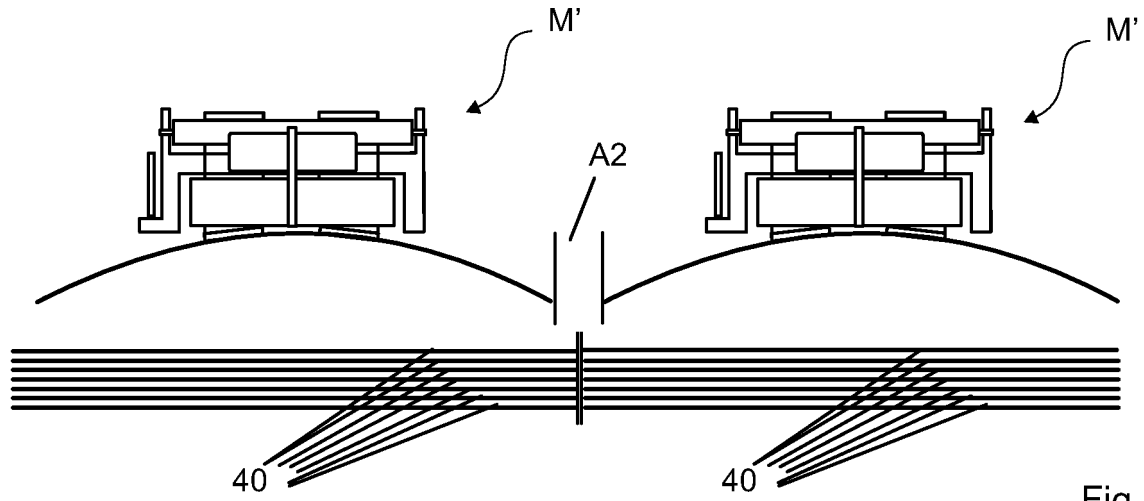
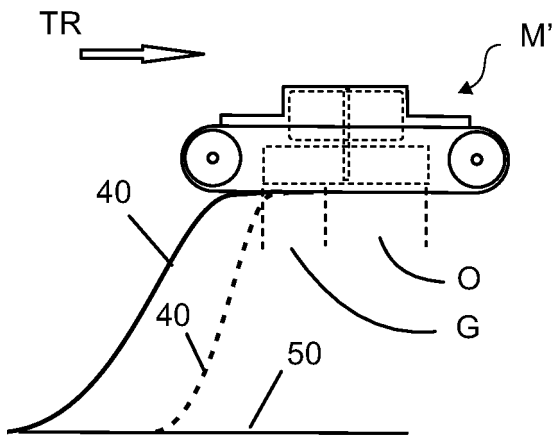


Fig. 17



— mit Verformung  
 - - - ohne Verformung

Fig. 18

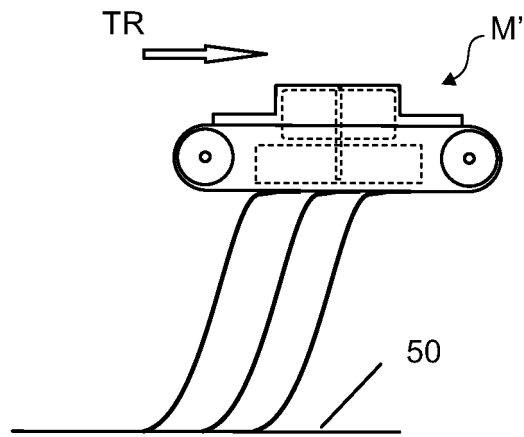


Fig. 19

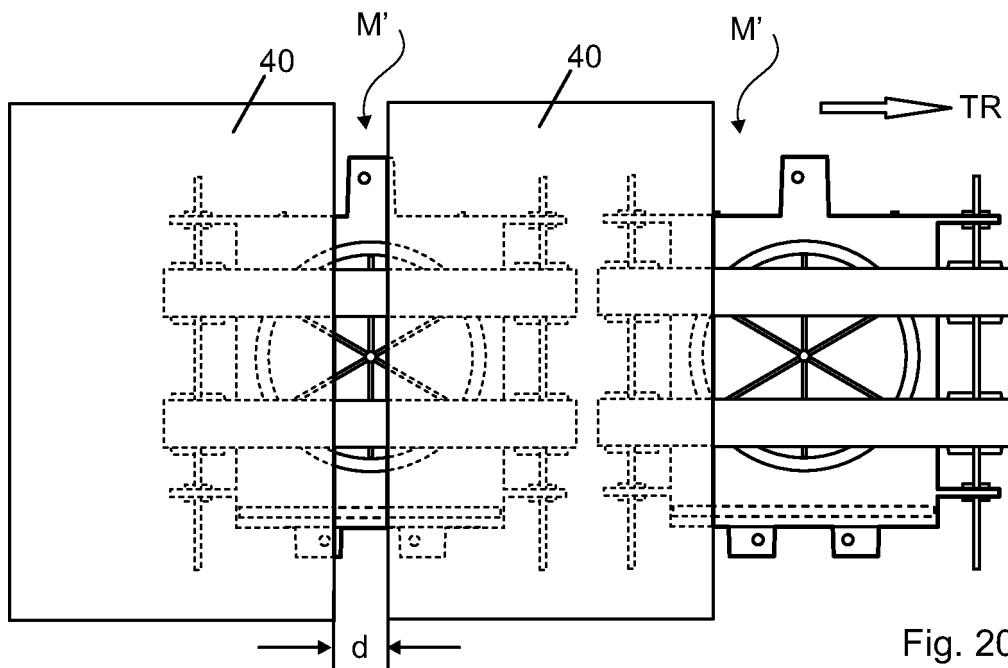


Fig. 20

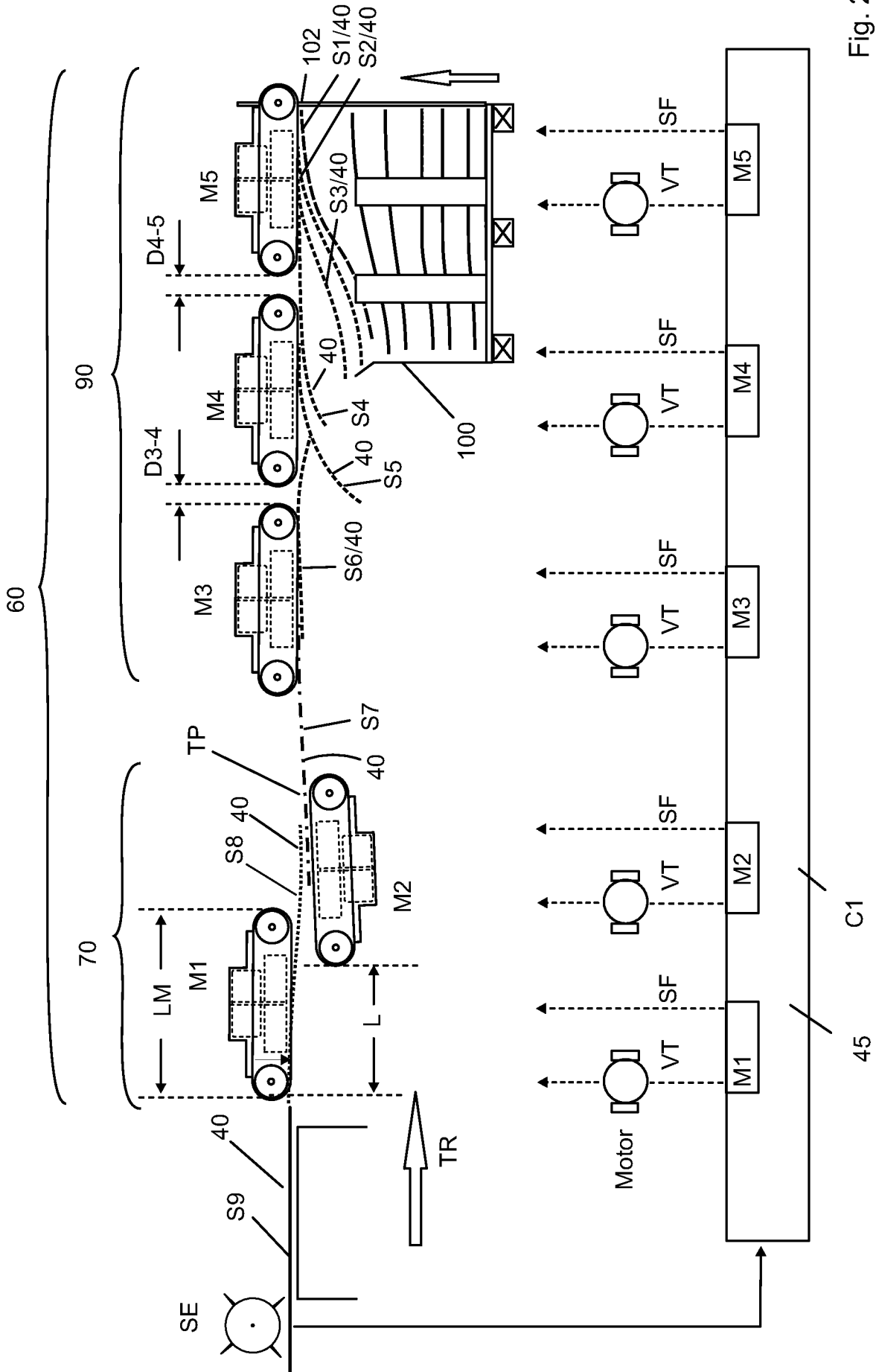
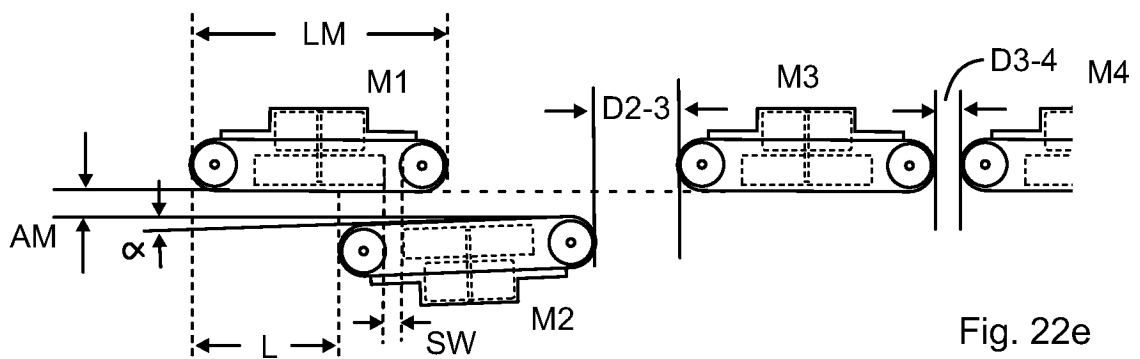
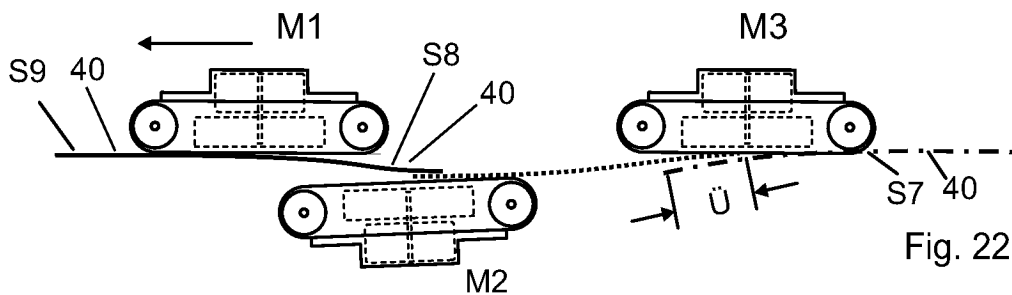
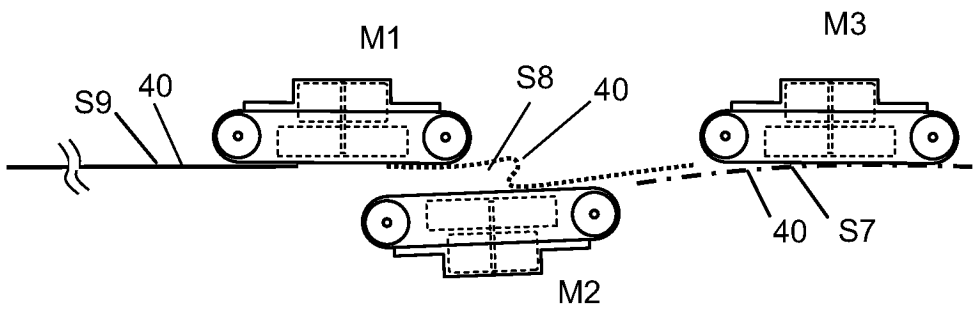
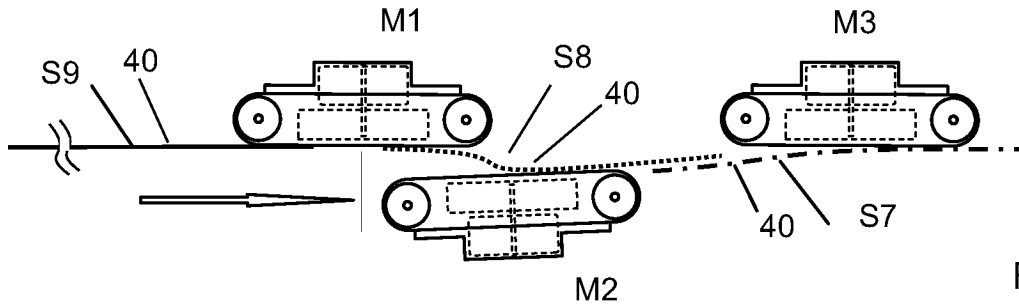
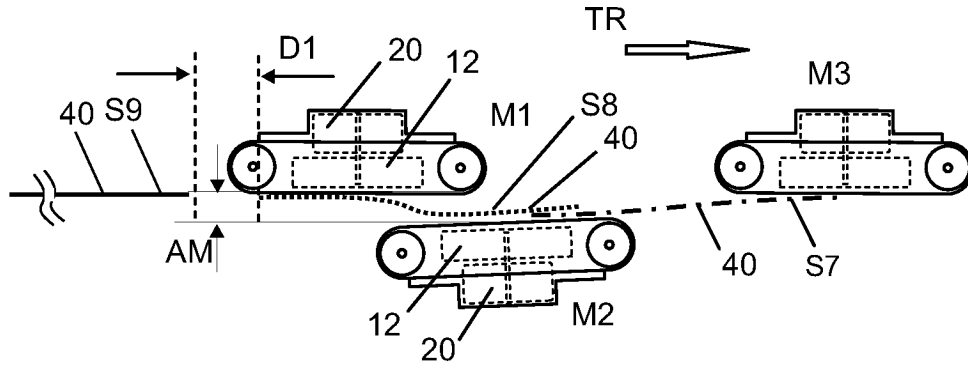


Fig. 21



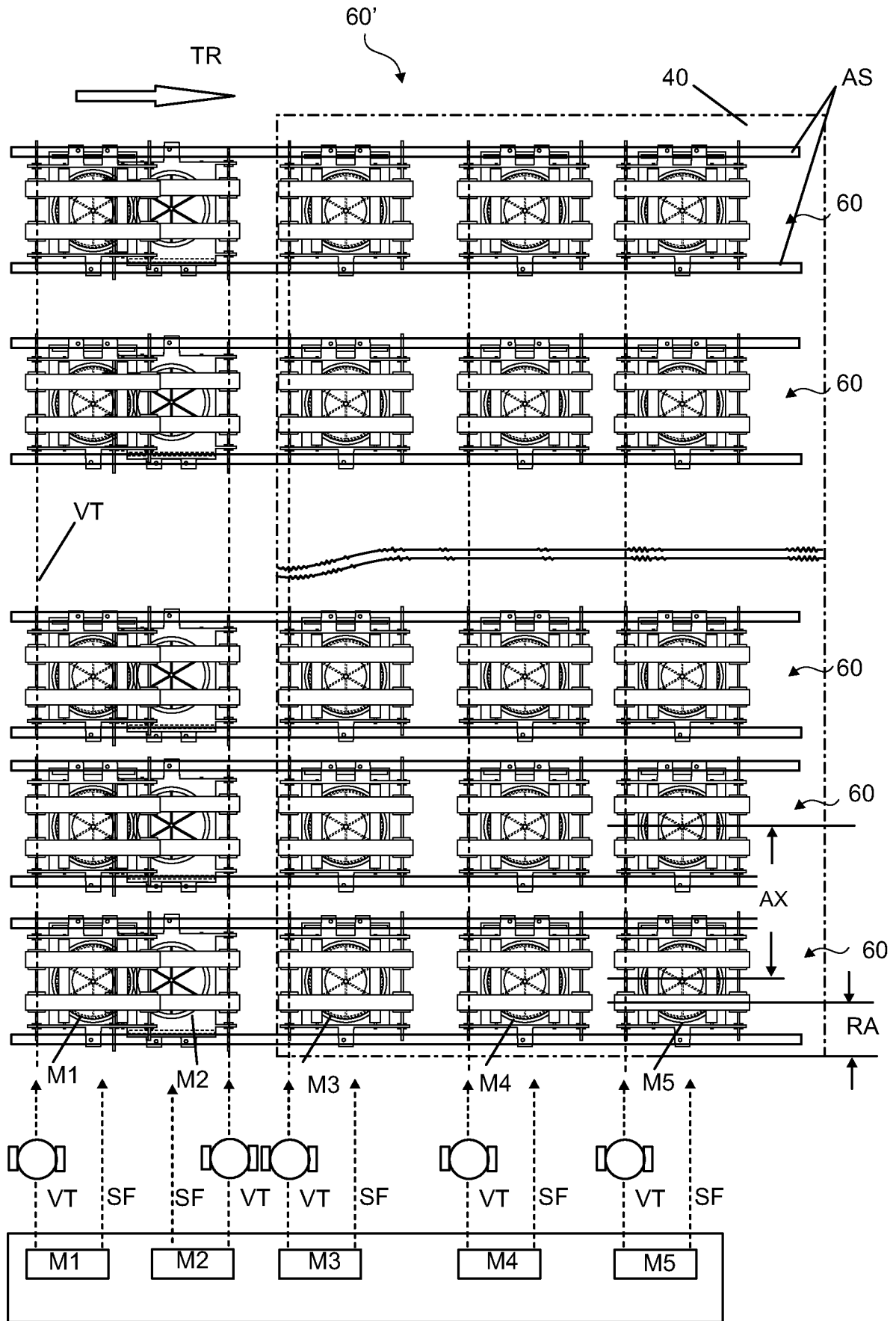


Fig. 24

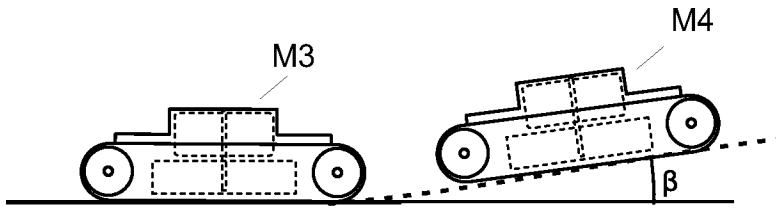


Fig. 25a

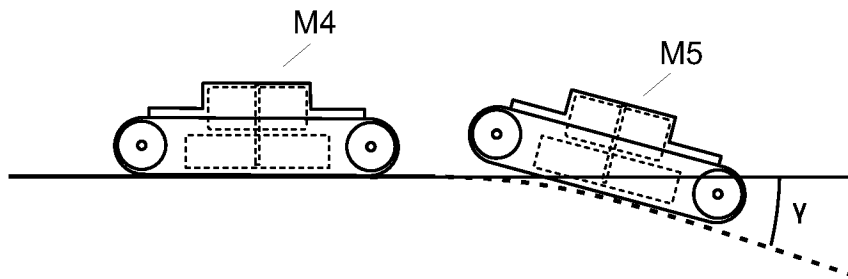


Fig. 25b

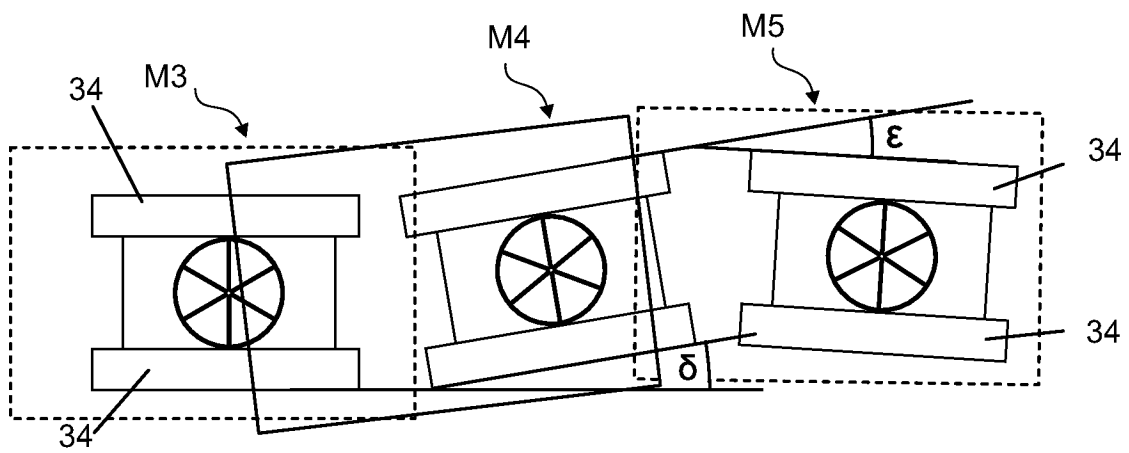


Fig. 26

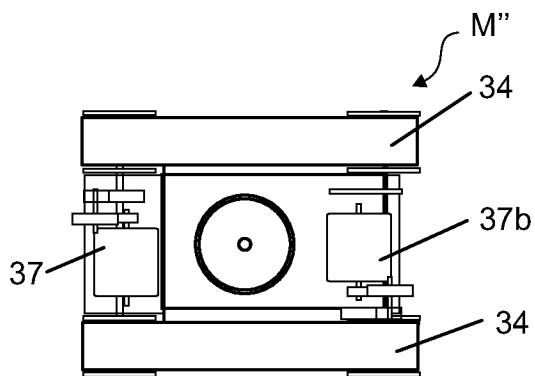


Fig. 27