

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Solarmodulen

Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Herstellung von Solarmodulen aus elektrisch miteinander verbundenen Solarelementen, insbesondere aus elektrisch miteinander verbundenen Solarschindeln, wobei die Vorrichtungen eine
5 Zuführvorrichtung zur Zuführung der Solarelemente zu einer Bestückung von Solarmodulen aufweisen.

Ferner betrifft die Erfindung auch Verfahren zur Herstellung von Solarmodulen, bei denen Solarmodule mit Solarelementen,
10 insbesondere mit Solarschindeln, bestückt werden.

Vorrichtungen und Verfahren zur Herstellung von Solarmodulen aus Solarelementen sind aus der Praxis in unterschiedlichsten Ausführungsformen vorbekannt.

15 Dabei sieht eine neue Technik vor, Solarmodule aus sogenannten Solarschindeln, also aus schindelförmigen Solarzellstreifen, zusammenzusetzen. Dabei können die Solarelemente im fertigen Solarmodul in Zeilen angeordnet sein, wobei eine Zeile von
20 Solarelementen eine benachbarte Zeile von Solarelementen zur elektrischen Kontaktierung überlappt. Auf diese Weise wird ein Solarmodul bereitgestellt, das einen schindelartigen Aufbau erhält.

25 In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass eine Zeile in einem derartigen Solarmodul eine Struktur aus Solarelementen sein kann, innerhalb der ein elektrisches Spannungsniveau anliegt. In diesem Fall ist eine Zeile somit kein konventioneller String, wie er bei anderen Solarmodulen verwendet wird und in
30 dessen Längserstreckungsrichtung der elektrische Spannungsaufbau über die in dem String zusammengefassten Solarelemente erfolgt.

Der elektrische Spannungsaufbau in einem solchen Solarmodul kann über benachbarte, elektrisch miteinander verbundener Zeilen von Solarelementen hinweg quer oder rechtwinklig zur Längserstreckung der Zeilen erfolgen.

5

Aufgabe der Erfindung ist es, Vorrichtungen und Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, die eine möglichst flexible und dennoch wirtschaftliche Herstellung von Solarmodulen begünstigen.

10

Zur Lösung der Aufgabe wird zunächst eine Vorrichtung zur Herstellung von Solarmodulen aus elektrisch miteinander verbundenen Solarelementen, insbesondere aus elektrisch miteinander verbundenen Solarschindeln, vorgeschlagen, die die Mittel und Merkmale des ersten unabhängigen, auf eine derartige Vorrichtung gerichteten Anspruchs aufweist. Zur Lösung der Aufgabe wird somit insbesondere eine Vorrichtung zur Herstellung von Solarmodulen vorgeschlagen, die eine Zuführvorrichtung zur Zuführung der Solarelemente zu einer Bestückung von Solarmodulen aufweist. Die Vorrichtung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführvorrichtung einen magnetisch geführten Planar-Antrieb mit zumindest zwei magnetisch angetriebenen Läufern umfasst. Jeder Läufer weist jeweils eine Werkstückaufnahme auf, an der zumindest ein Auflageplatz, bevorzugt wenigstens zwei oder drei Auflageplätze, für wenigstens ein Solarelement ausgebildet ist.

20

25

Durch die Verwendung einer Zuführvorrichtung mit einem magnetisch geführten Planar-Antrieb, der zumindest zwei magnetisch angetriebene Läufer als Transportmittel zum Transport der Solarelemente zu einer Bestückung eines Solarmoduls aufweist, ist eine äußerst flexible Herstellung von Solarmodulen möglich.

35

Ohne aufwändige Umbaumaßnahmen oder Umrüstvorgänge ist es möglich, ein und dieselbe Vorrichtung zur Herstellung von Solarmodulen zur Herstellung von Solarmodulen mit unterschiedlichster Solar-Panel-Größe und/oder Solarelement-
5 Konfiguration innerhalb eines Solarmoduls herzustellen.

Auf diese Weise wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die eine äußerst flexible Herstellung von Solarmodulen ohne Festlegung auf eine spezifische Solarelementgröße und/oder Solarelement-
10 Geometrie bzw. Solarmodul-Größe und/oder Solarmodul-Geometrie ermöglicht.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es beispielsweise, zunächst Solarmodule eines ersten Typs zu fertigen, um im
15 Anschluss daran - ohne aufwändige Umbaumaßnahmen - Solarmodule eines zweiten Solarmodul-Typs zu fertigen, der sich hinsichtlich beispielsweise der Anzahl der Solarelemente pro Solarmodul und/oder der Größe und/oder Geometrie der Solarelemente und/oder der Anordnung der Solarelemente
20 innerhalb des Solarmoduls von dem ersten Typ unterscheidet.

Bei einer Ausführungsform der Vorrichtung ist vorgesehen, dass an jeder Werkstückaufnahme jeweils zumindest zwei Auflageplätze für jeweils wenigstens ein Solarelement
25 angeordnet sind. Auf diese Weise ist es möglich, mit einem Läufer des magnetisch geführten Planar-Antriebs gleichzeitig zwei oder mehr Solarelemente der Bestückung eines Solarmoduls zuzuführen. Dies kann die Produktivität der Vorrichtung erhöhen.

30

Der Planar-Antrieb kann zur, vorzugsweise unabhängigen, Mehrkoordinaten-Positionierung der zumindest zwei Läufer eingerichtet sein.

35 Vorzugsweise ist der Planar-Antrieb zur unabhängigen

Mehrkoordinaten-Positionierung der zumindest zwei Läufer sechs Freiheitsgraden. Auf diese Weise kann jeder der zumindest zwei Läufer unabhängig von einem oder sämtlichen anderen Läufern des Planar-Antriebs in bzw. um bis zu sechs Achsen bewegt
5 werden.

So ist eine lineare Bewegung der Läufer in X-, Y- und Z-Richtung, wobei X, Y, Z jeweils die Raumkoordinaten darstellen, sowie eine Drehung der Läufer um die drei zuvor
10 erwähnten Raumachsen X, Y und Z möglich. Die Läufer sind somit mithilfe des Planar-Antriebs in sechs Freiheitsgraden beweglich.

Der magnetisch geführte Planar-Antrieb kann eine
15 Antriebsfläche aufweisen, auf der die zumindest zwei Läufer unabhängig voneinander in der zuvor erwähnten Weise positionierbar sind, um die Solarelemente der Bestückung von Solarmodulen zuzuführen. Auf oder oberhalb der Antriebsfläche können die Läufer aufgrund magnetischer Levitation schweben
20 und durch den magnetisch geführten Planar-Antrieb bewegt werden.

Unterhalb der Antriebsfläche kann der Planar-Antrieb Ständer oder Statoren aufweisen, mit denen die Läufer auf der
25 Antriebsfläche positioniert werden können.

Auf der Antriebsfläche kann ein Übergabebereich definiert sein, indem zumindest zwei Läufer zur Konfiguration der auf den Auflageplätzen ihrer Werkstückträger angeordneten
30 Solarelemente in Zeilen nebeneinander positionierbar sind. Dazu können die Läufer innerhalb des Übergabebereichs individuelle und/oder veränderliche Übergabeposition als Zielpositionen einnehmen. Auf diese Weise ist es möglich, die Läufer des Planar-Antrieb auf sehr flexible Weise dazu zu
35 nutzen, die Solarelemente bereits vor der Bestückung von

Solarmodulen in dem zuvor erwähnten Übergabebereich in einer bestimmten Konfiguration anzuordnen. So ist es beispielsweise möglich, die Solarelemente im Übergabebereich in Zeilen anzuordnen, die sich über zwei oder mehrerer der Läufer erstrecken, um die Solarelemente dann zeilenweise der Bestückung eines Solarmoduls zuzuführen.

Die Vorrichtung kann eine Bestückungsvorrichtung aufweisen. Mithilfe der Bestückungsvorrichtung können die an den Werkstückaufnahmen der Läufer angeordneten Solarelemente von den Auflageplätzen abgenommen und vorzugsweise zeilenweise der Bestückung von Solarmodulen zugeführt werden. Die Bestückungsvorrichtung kann zu diesem Zweck zumindest einen Greifer, vorzugsweise zumindest einen Sauggreifer, aufweisen. Die Bestückungsvorrichtung kann dazu eingerichtet sein, den zumindest einen Greifer in zumindest zwei oder drei Freiheitsgraden zu bewegen. Bei einer Ausführungsform der Bestückungsvorrichtung ist es möglich, den zumindest einen Greifer in drei Raumachsen (X, Y und Z) sowie um eine Schwenkachse zu bewegen. Auf diese Weise ist es möglich, die mithilfe der Läufer in Übergabeposition bereitgehaltenen Solarelemente aufzunehmen, in einer Transferbewegung weiter zu transportieren und dann in einer gewünschten Auslegeanordnung zur Bestückung eines Solarmoduls auf einer Unterlage, beispielsweise auf einer nachfolgend noch näher erläuterten Transporteinheit, abzulegen.

Um die Solarelemente zeilenweise und/oder in einer überlappenden Schindel-Anordnung ablegen zu können, kann es zweckmäßig sein, die Solarelemente mithilfe des zumindest einen Greifers der Bestückungsvorrichtung in einer schrägen Ausrichtung abzulegen, d.h. in einer Ausrichtung, in der ihre Unterseite mit einer Unterlage, auf der die Solarelemente zur Bestückung eines Solarmoduls abgelegt werden sollen, einen spitzen Winkel einschließt. Dies ermöglicht ein genaues

- Ablegen der Solarelemente bei der Bestückung des Solarmoduls auf Zeilen bereits abgelegter Solarelemente in einer sogenannten Schindelanordnung. Zu diesem Zweck kann der zumindest eine Greifer der Bestückungsvorrichtung mittels
- 5 eines Schwenkgelenks schwenkbar gelagert sein. Bei einer Ausführungsform der Vorrichtung kann die Linearführung über das zumindest eine Schwenkgelenk schwenkbar gelagert sein, um den zumindest einen Greifer schwenken zu können.
- 10 Wie zuvor bereits angedeutet, kann die Vorrichtung eine Transporteinheit, beispielsweise ein Transportband, aufweisen. Auf die Transporteinheit, insbesondere auf das Transportband, können die Solarelemente zur Bestückung von Solarmodulen vorzugsweise in Schindelanordnung abgelegt werden. Mithilfe
- 15 der Transporteinheit können die mit Solarelementen bestückten Solarmodule dann einem nachgelagerten Bearbeitungs- und/oder Handhabungsschritt zugeführt werden. So ist es beispielsweise möglich, die Solarelemente mithilfe der Transporteinheit einem nachgelagerten Bearbeitungsschritt, beispielsweise einer
- 20 Heizung der Vorrichtung zuzuführen. In dem nachgelagerten Bearbeitungsschritt können die Solarelemente untereinander verbunden bzw. eine Verklebung zwischen den Solarelementen bestückter Solarmodule ausgehärtet werden.
- 25 Die Vorrichtung kann eine Ansaugvorrichtung mit einer Unterdruckquelle und einem Ansaugmittel aufweisen. Das Ansaugmittel kann der zuvor erwähnten Transporteinheit, auf die die Solarelemente bei der Bestückung von Solarmodulen abgelegt werden können, zugeordnet sein. Als Ansaugmittel kann
- 30 beispielsweise ein Ansaugtisch verwendet werden, der mit der Unterdruckquelle der Ansaugvorrichtung verbunden ist. Die Transporteinheit, insbesondere ein Transportband, kann über den Ansaugtisch laufen. Hierbei kann es günstig sein, wenn die Transporteinheit, nämlich insbesondere das Transportband,
- 35 luftdurchlässig, insbesondere perforiert, ist. So kann ein von

der Unterdruckquelle erzeugter Unterdruck über das Ansaugmittel, nämlich insbesondere über den Ansaugtisch, auf die Transporteinheit und darauf positionierte Solarelemente übertragen werden, um die Solarelemente in ihrer Anordnung auf
5 der Transporteinheit zu fixieren. Das Ansaugmittel kann also dazu eingerichtet sein, auf der Transporteinheit abgelegte Solarelemente durch Unterdruck an der Transporteinheit zu fixieren. Dies ist günstig, da die zur Bestückung der Solarmodule auf der Transporteinheit abgelegten Solarelemente zwar durch den
10 Auftrag elektrisch leitfähigen Klebers beispielsweise zeilenweise miteinander verbunden sind, die Klebeverbindung zwischen den Solarelementen aber möglicherweise noch nicht gänzlich ausgehärtet ist, sodass ein Verrutschen der Solarelemente auf der Transporteinheit durch die Klebeverbindung
15 nicht gänzlich vermieden werden kann.

Das Ansaugmittel, insbesondere der Ansaugtisch, kann bis in einen Wirkungsbereich einer Heizung der Vorrichtung hineinreichen, die zum Aushärten einer Klebeverbindung zwischen
20 Solarelementen eines bestückten Solarmoduls vorgesehen ist, und in den die Solarelementen mithilfe der Transporteinheit hinein und/oder hindurch transportiert werden können.

Die zuvor erwähnte Antriebsfläche des Planar-Antriebs kann
25 zwischen einer Vorratsstation für Solarelemente und der Bestückungsvorrichtung ausgebildet sein. In der Vorratsstation der Vorrichtung können Solarelemente beispielsweise in Stapeln vorgehalten werden. Aus der Vorratsstation können die Solarelemente ausgefasst und auf die Auflageplätze an den
30 Werkstückaufnahmen der Läufer abgelegt und mit diesen dann der Bestückung der Solarmodule zugeführt werden.

Die Vorrichtung kann zumindest eine Handhabungsvorrichtung mit zumindest einem Greifer, insbesondere mit zumindest einem
35 Sauggreifer aufweisen. Mithilfe der Handhabungsvorrichtung

können Solarelemente nacheinander oder gleichzeitig auf die Auflageplätze der Werkstückaufnahmen in Aufnahmeposition befindlicher Läufer abgelegt werden.

- 5 Die Vorrichtung kann eine Ausrichtungsbestimmungsvorrichtung zur Bestimmung der Ausrichtung der Solarelemente an der zuvor erwähnten Handhabungsvorrichtung aufweisen. Die Ausrichtungsbestimmungsvorrichtung kann eine optische Ausrichtungsbestimmungsvorrichtung sein und beispielsweise
10 eine Kamera aufweisen. Beispielsweise anhand einer Außenkontur der Solarelemente und/oder oder anhand eines Aufdrucks, den die Solarelemente tragen können, ist es möglich, die Ausrichtung der Solarelemente an der Handhabungsvorrichtung zu bestimmen. Eine Information über die festgestellte Ausrichtung
15 der Solarelemente kann hierbei zur ordnungsgemäßen Ablage der Solarelemente auf den Auflageplätzen an den Werkstückaufnahmen der Läufer verwendet werden.

- Die Vorrichtung, insbesondere der Planar-Antrieb, kann eine
20 Steuereinheit aufweisen. Die Steuereinheit kann dazu eingerichtet sein, einen Läufer in Abhängigkeit entsprechend einer festgestellten Ausrichtung eines Solarelements an der Handhabungsvorrichtung zu positionieren, dass das Solarelement bei der Ablage des Solarelements in gewünschter Ausrichtung
25 auf einem Auflageplatz der Werkstückaufnahme des Läufers zu liegen kommt.

- Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die auf den Auflageplatz an der Werkstückaufnahme eines Läufers abgelegten
30 Solarelemente ordnungsgemäß und in korrekter Ausrichtung für die Bestückung des Solarmoduls an der Werkstückaufnahme positioniert werden. Eine Neuausrichtung der Solarelemente an und/oder durch die Handhabungsvorrichtung kann so vermieden werden.

Die Vorrichtung kann eine Klebestation umfassen, die zumindest eine Abgabedüse zur Abgabe elektrisch leitfähigen Klebers auf ein an einem Auflageplatz angeordnetes Solarelement aufweist. Die zumindest eine Abgabedüse kann oberhalb einer,
5 beispielsweise oberhalb der zuvor erwähnten Antriebsfläche des Planar-Antriebs angeordnet sein.

Um elektrisch leitfähigen Kleber auf die Solarelemente auftragen zu können, ist es möglich, die Solarelemente
10 mithilfe der Läufer unterhalb der Abgabedüse vorbeizubewegen und den elektrisch leitfähigen Kleber dabei auf die Solarelemente aufzutragen.

Die Verwendung eines magnetisch geführten Planar-Antriebs und
15 der Läufer ist auch im Zusammenhang mit dem Auftrag des elektrisch leitfähigen Klebers von Vorteil.

Durch die große Anzahl von Freiheitsgraden, in denen die Läufer auch während der Abgabe des elektrisch leitfähigen
20 Klebers auf die Solarelemente bewegt werden können, ist es möglich, bestimmte Auftragsparameter beim Auftrag des elektrisch leitfähigen Klebers über die Positionierung der Läufer und der daran angeordneten Solarelemente relativ zu der zumindest einen Abgabedüse zu beeinflussen.

25 So ist es beispielsweise möglich, die Läufer mit den daran angeordneten Solarelementen in unterschiedlichen Geschwindigkeiten an der zumindest ein Abgabedüse vorbeizubewegen, um den Auftrag des leitfähigen Klebers
30 anzupassen. Ferner ist es möglich, den Abstand zwischen dem zumindest einen Auflageplatz an dem Werkstückträger der Läufer und der zumindest ein Abgabedüse durch eine entsprechende Bewegung des Läufers in Richtung einer Z-Achse, die vertikal ausgerichtet sein kann, einzustellen. Auch dies kann den
35 Auftrag des elektrisch leitfähigen Klebers auf die

Solarelemente beeinflussen.

- Bevorzugt weist die Klebestation eine Anzahl von Abgabedüsen auf, die einer Anzahl von Auflageplätzen an einem
- 5 Werkstückträger eines Läufers entspricht. Dabei können zumindest zwei der vorhandenen Abgabedüsen in Bewegungsrichtung der Läufer durch die Klebestation versetzt zueinander angeordnet sein. Durch die versetzte Anordnung der zumindest zwei Abgabedüsen ist eine wunschgemäße Anordnung der
- 10 Abgabedüsen unabhängig von ihrem Bauraum möglich, um Kleberauppen elektrisch leitfähigen Klebers mit nur geringem Abstand auch auf vergleichsweise schmale Solarelemente beauftragen zu können.
- 15 Die Vorrichtung kann zumindest eine Prüfstation aufweisen, die zur Prüfung eines Kleberauftrags auf die an den Werkzeugaufnahmen angeordneten Solarelemente und/oder zur Prüfung der an den Werkzeugaufnahmen angeordneten Solarelemente eingerichtet ist. Die Prüfstation kann dabei an oder auf einer,
- 20 beispielsweise an oder auf der zuvor bereits erwähnten, Antriebsfläche des Planar-Antriebs vorgesehen sein.
- Mithilfe der Läufer können die an den Werkzeugaufnahmen angeordneten Solarelemente, vorzugsweise nach einem Auftrag
- 25 elektrisch leitfähigen Klebers, der an einer, beispielsweise an der zuvor bereits erwähnten Klebestation erfolgen kann, der Prüfstation zugeführt und dort entsprechend geprüft werden. Die Prüfstation kann zumindest einen Sensor aufweisen, der zum Prüfen der Solarelemente und/oder eines Kleberauftrags auf den
- 30 Solarelementen eingerichtet ist.

- Vorzugsweise weist die Prüfstation eine Anzahl von Sensoren auf, die einer Anzahl von Auflageplätzen für Solarelemente an einer Werkzeugaufnahme eines Läufers entspricht. Auf diese Weise ist
- 35 es möglich, sämtliche an einer Werkzeugaufnahme eines Läufers

positionierten Solarelemente gleichzeitig zu prüfen, ob die Solarelemente und/oder ein Kleberauftrag darauf in Ordnung oder nicht in Ordnung sind.

- 5 Als Sensor kann ein optischer Sensor, beispielsweise eine Gabellichtschranke oder eine Kamera verwendet werden. Es ist aber auch möglich, als Sensor mechanische Sensoren, beispielsweise Tastsensoren zu verwenden.
- 10 Der Prüfstation kann eine Entnahmevorrichtung zugeordnet sein. Die Entnahmevorrichtung kann zum Ausschleusen nicht ordnungsgemäßer Solarelemente eingerichtet sein. Dabei kann die Entnahmevorrichtung zumindest einen Greifer, insbesondere zumindest einen Sauggreifer aufweisen. Ergibt eine Prüfung der
- 15 Solarelemente und/oder des Kleberauftrags auf den Solarelementen, dass ein Solarelement und/oder ein Kleberauftrag darauf nicht ordnungsgemäß ist/sind, kann das betroffene Solarelement mithilfe der Entnahmevorrichtung von der Werkzeugaufnahme des Läufers abgenommen und aus dem
- 20 Fertigungsprozess ausgeschleust werden. Dies begünstigt, dass möglichst nur ordnungsgemäße Solarelemente der Bestückung von Solarmodulen zugeführt werden. Dies kann die Fertigungsqualität, die mit der Vorrichtung erzielt werden kann, erheblich verbessern und eine Ausschussrate der
- 25 produzierten Solarmodule deutlich verringern.

- Die Vorrichtung kann eine Elektrostatik-Station aufweisen. Die Elektrostatik-Station kann zum elektrostatischen Aufladen und/oder zum elektrostatischen Entladen der Werkstückträger
- 30 der Läufer eingerichtet sein. Auf diese Weise ist es möglich, Solarelemente bei ihrer Zuführung zu der Bestückung von Solarmodulen mithilfe elektrostatischer Ladung an den Werkstückaufnahmen zu fixieren. Mithilfe einer elektrostatischen Transportfixierung ist eine berührungslose
- 35 Fixierung der Solarelemente an den Werkstückträgern möglich,

die einen Verzicht auf vergleichsweise aufwändige mechanische Spannvorrichtungen ermöglicht.

Für eine zuverlässige elektrostatische Fixierung der
5 Solarelemente an den Werkstückaufnahmen der Läufer kann es vorteilhaft sein, die Werkstückaufnahmen zunächst vollständig elektrostatisch zu entladen. Dies kann mithilfe zumindest eines Entladekontaktes der Elektrostatik-Station erfolgen. Die Elektrostatik-Station kann zumindest einen Ladekontakt
10 aufweisen, mit dem die Werkstückaufnahmen der Läufer auf einen gewünschten Wert elektrostatisch aufgeladen werden können.

Vorzugsweise können der zumindest eine Ladekontakt und/oder der zumindest eine Entladekontakt der Elektrostatik-Station
15 dabei ortsfest und/oder unbeweglich an der Elektrostatik-Station der Vorrichtung angeordnet oder ausgebildet sein. Dies kann die Konstruktion der Elektrostatik-Station erheblich vereinfachen.

20 Eine Relativbewegung zwischen Ladekontakt bzw. Entladekontakt und Werkstückaufnahmen der Läufer kann hierbei wiederum durch den magnetisch geführten Planar-Antrieb und die Läufer bewirkt werden.

25 Um die Werkstückaufnahmen mithilfe des zumindest einen Entladekontaktes entladen zu können, können die Läufer die Werkstückaufnahmen in Kontakt zu dem zumindest einen Entladekontakt der Elektrostatik-Station bringen. Ebenso ist es möglich, die Werkstückaufnahmen der Läufer durch eine
30 entsprechende Bewegung der Läufer in Kontakt zu dem zumindest einen Ladekontakt der Elektrostatik-Station zu bringen, um die Werkstückaufnahmen auf einen gewünschten Wert elektrostatisch aufzuladen.

35 Bei einer Ausführungsform der Vorrichtung sind die

Werkstückaufnahmen der Läufer zur Aufnahme eines Matrix-Musters aus mehreren Solarelementen eingerichtet. Auf diese Weise ist es möglich, auf den Werkstückaufnahmen der Läufer bereits ein Matrix-Muster aus einzelnen Solarelementen, das
5 zumindest einem Teil-Muster eines zu bestückenden Solarmoduls entspricht, für die Bestückung eines Solarmoduls bereitzuhalten.

Die Vorrichtung kann zumindest eine Prüfvorrichtung zur
10 Prüfung der Solarelemente auf Beschädigungen und/oder Maßhaltigkeit und/oder Geometrie aufweisen. Die Prüfvorrichtung kann dabei einer, beispielsweise der zuvor bereits erwähnten, Antriebsfläche des Planar-Antriebs vorgelagert sein. Auf diese Weise ist es möglich, nicht
15 ordnungsgemäße Solarelemente auszuschleusen, bevor diese auf die Auflageplätze an den Werkstückaufnahmen aufgelegt und der Bestückung der Solarmodule zugeführt werden.

Zur Lösung der Aufgabe wird auch eine Vorrichtung mit den
20 Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 oder nach einem der Ansprüche 1-16 vorgeschlagen, die eine, beispielsweise die zuvor bereits erwähnte, Bestückungsvorrichtung aufweist, mit der in einer Ausgangsanordnung bereitgehaltene Solarelemente aufgenommen und in einer definierten Ziellanordnung zur
25 Bestückung eines Solarmoduls abgegeben werden können. Die Bestückungsvorrichtung weist zumindest zwei Gruppen von Greifern, insbesondere Sauggreifern, auf, deren Abstand zueinander veränderlich ist, um die Solarelemente in einer Ausgangsanordnung aufzunehmen und in einer von der
30 Ausgangsanordnung abweichenden Ziellanordnung zur Bestückung eines Solarmoduls abzugeben.

Die Bestückungsvorrichtung kann hierfür eine Linearführung aufweisen, entlang der die Gruppen von Greifern verschieblich
35 zueinander angeordnet sind. Die Linearführung kann dabei quer

oder rechtwinklig zu einer Transportrichtung einer, beispielsweise der zuvor bereits erwähnten, der Bestückungsvorrichtung nachgelagerten Transporteinheit ausgerichtet sein und/oder selbst in dieser Transportrichtung
5 beweglich sein.

Die Gruppen von Greifern können somit, insbesondere entlang der Linearführung, in einer ersten Richtung und/oder quer oder rechtwinklig zu einer Transportrichtung einer, beispielsweise
10 der zuvor bereits erwähnten, der Bestückungsvorrichtung nachgelagerten Transporteinheit, auf der die Bestückung des Solarmoduls mit Solarelementen erfolgt, beweglich sein. Ferner ist es auch möglich, dass die Gruppen von Greifen quer oder rechtwinklig zu der von der zuvor erwähnten Linearführung
15 vorgegebenen Bewegungsrichtung beweglich sind. Hierfür kann die Bestückungsvorrichtung eine Transferführung, insbesondere ein Portal, aufweisen, entlang der die Gruppen von Greifern in einer zweiten Richtung verschieblich sind. Die zweite Richtung kann quer oder rechtwinklig zur ersten Richtung orientiert
20 sein.

Auf diese Weise ist es möglich, die Solarelemente mithilfe der Bestückungsvorrichtung aus einer Übergabeposition, in der sie zur Bestückung des Solarmoduls bereitgehalten werden,
25 aufzunehmen und in einer gewünschten Art und Weise zur Bestückung von Solarmodulen abzulegen und dabei durch eine Relativbewegung der zumindest zwei Gruppen von Greifern gegebenenfalls neu zu positionieren und/oder zu einer Zeile zu vereinigen. So können unterschiedlichste Legemuster von
30 Solarelementen bei der Bestückung von Solarmodulen erzeugt werden.

Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zur Herstellung von Solarmodulen vorgeschlagen, wobei Solarmodule mit
35 Solarelementen, insbesondere mit Solarschindeln, bestückt

werden, das die Mittel und Merkmale des ersten unabhängigen, auf ein derartiges Verfahren gerichteten Anspruchs aufweist. Zur Lösung der Aufgabe wird somit bei einem Verfahren zur Herstellung von Solarelementen vorgeschlagen, dass die

5 Solarelemente mit magnetisch angetriebenen Läufern eines magnetisch geführten Planar-Antriebs der Bestückung eines Solarmoduls zugeführt werden.

Dabei können die Solarelemente mit den Läufern, insbesondere

10 in einer Übergabeposition in einem Übergabebereich an einer Bestückungsvorrichtung, in zumindest einer Zeile angeordnet werden. Ferner ist es möglich, die Solarelemente mit den Läufern in eine Übergabeposition in einem Übergabebereich an einer Bestückungsvorrichtung zu transportieren. Mithilfe der

15 äußerst flexibel anzusteuernenden Läufer des magnetisch geführten Planar-Antriebs ist es möglich, die Solarelemente in nahezu jeder beliebigen Anordnung und Relativausrichtung zueinander der Bestückung von Solarmodulen zuzuführen und zur Bestückung von Solarmodulen bereitzustellen.

20 Zur Bestückung von Solarmodulen können die Solarelemente auf einer Transporteinheit abgelegt werden. Die Transporteinheit kann beispielsweise als Transportband ausgebildet sein. Mit der Transporteinheit können die mit Solarelementen bestückten

25 Solarmodule einem nachfolgenden Bearbeitungsschritt zugeführt werden. So ist es beispielsweise möglich, die mit Solarelementen bestückten Solarmodule mithilfe der Transporteinheit einer Heizung zuzuführen, um eine Klebeverbindung, die weiter unter noch näher erläutert wird,

30 zwischen den Solarelemente oder zwischen Zeilen von Solarelementen der Solarmodule auszuhärten. In diesem Zusammenhang kann es sinnvoll sein, die Solarelemente der bestückten Solarmodule mittels Unterdrucks an der Transporteinheit zu fixieren, bis die Klebeverbindungen

35 ausgehärtet sind. Mit der zuvor erwähnten Heizung können die

Klebeverbindungen zwischen den Solarelementen, insbesondere zwischen den Zeilen von Solarelementen, der bestückten Solarmodule ausgehärtet werden.

5

Die Solarmodule können, beispielsweise mit einer Handhabungsvorrichtung, auf Auflageplätze an Werkstückaufnahmen der Läufer abgelegt werden. Die Handhabungsvorrichtung kann beispielsweise eine

10 Handhabungsvorrichtung der zuvor erwähnten Vorrichtung zur Herstellung von Solarmodulen sein.

Bevor die Solarelemente auf den Auflageplätzen abgelegt werden, ist es möglich, die Ausrichtung der Solarelemente zu
15 bestimmen. Die Läufer können dann vor Ablage der Solarelemente auf den Auflageplätzen gemäß der festgestellten Ausrichtung der Solarelemente so angesteuert und ausgerichtet werden, dass die Solarelemente ohne eine Veränderung ihrer Ausrichtung an der Handhabungsvorrichtung ordnungsgemäß ausgerichtet auf die
20 Auflageplätze abgelegt werden.

Eine mögliche Fehlausrichtung der Solarelemente kann so bei der Ablage auf die Auflageplätze durch eine entsprechende Positionierung der Läufer kompensiert werden, so dass die Solarelemente nach der Ablage ordnungsgemäß auf den
25 Auflageplätzen angeordnet sind.

Dabei können die Läufer gemäß ihren bis zu sechs Freiheitsgraden in und/oder um zumindest eine von bis zu sechs Achsenbewegt werden.

30

Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, elektrisch leitfähigen Kleber aus zumindest einer Abgabedüse einer Klebestation vorzugsweise randseitig auf Solarelemente aufzubringen, die auf den Auflageplätzen der

35 Werkstückaufnahmen der Läufer positioniert sind. Dabei kann

der Kleber während einer relativ zur Abgabedüse ausgeführten Transferbewegung des Läufers aufgetragen werden. Ferner ist es möglich, einen definierten Abstand zwischen den Solarelementen unter zumindest einen Abgabedüse durch eine Bewegung des

5 Läufers entlang einer vorzugsweise vertikalen Bewegungsachse des Läufers einzustellen. Auf diese Weise ist es möglich, die Auftragsparameter beim Auftrag des elektrisch leitfähigen Klebers auf die Solarelemente durch eine gezielte Bewegung und/oder Ansteuerung der Läufer in gewünschter Weise zu

10 beeinflussen, ohne eine Position der zumindest einen Abgabedüse zu verändern.

Bei einer Variante des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Solarelemente zur Prüfung, insbesondere eines Kleberauftrags auf

15 oder an den Solarelementen, mit den Läufern einer Prüfstation zugeführt werden. Die Prüfstation kann im Bereich der zuvor bereits erwähnten Antriebsfläche der Vorrichtung angeordnet oder ausgebildet sein.

20 In der Prüfungsstation kann eine Prüfung der Solarelemente und/oder eines Kleberauftrags auf den Solarelementen durchgeführt werden. Nicht ordnungsgemäße Solarelemente, also beispielsweise solche, die einen Defekt aufweisen oder bei denen ein Kleberauftrag nicht ordnungsgemäß erfolgt ist,

25 können mit einer, beispielsweise mit der zuvor bereits erwähnten Entnahmevorrichtung der Vorrichtung dann von den Werkzeugaufnahmen der Läufer abgenommen und aus dem Fertigungsprozess ausgeschleust werden.

30 Die Werkstückaufnahmen der Läufer können bei einer Ausführungsform des Verfahrens so mit Solarelementen belegt und mit den Läufern so in eine Übergabeposition bewegt werden, dass Solarelemente an zwei jeweils in Übergabeposition nebeneinander angeordneten Läufern zumindest eine Zeile von

35 Solarelementen bilden. Auf diese Weise ist es möglich, die

- Solarelemente in Zeilen einer Bestückung von Solarmodulen zuzuführen und in Zeilen zusammengestellt zur Bestückung von Solarmodulen bereitzuhalten. Dies kann insbesondere die zuvor erläuterte Fertigung von Solarmodulen in der Schindel-Bauweise
5 bzw. in der so genannten Schindel-Matrix-Bauweise begünstigen, bei der eine Zeile von Solarelementen innerhalb eines Solarmoduls eine benachbarte Zeile randseitig überlappt, um einen elektrischen Kontakt zu der benachbarten Zeile von Solarelementen herzustellen.
- 10 Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass zur Erzeugung einer Matrix-Anordnung, insbesondere einer Schindel-Matrix-Anordnung, bei der Bestückung eines Solarmoduls zumindest in jeder zweiten Zeile von
15 Solarelementen, die in Übergabeposition zur Bestückung der Solarmodule bereitgehalten wird, zumindest ein Versatzelement, also ein Solarelement mit kürzerer Abmessung als die übrigen Solarelemente innerhalb einer Zeile, bereitgestellt wird.
- 20 In diesem Zusammenhang sei erläutert, dass eine Matrixanordnung von Solarelementen eine Anordnung von Solarelementen darstellen kann, in der die Solarelemente wie in einem Mauerwerk mit einem zeilenweisen Versatz zueinander angeordnet sind. Auf diese Weise ist es möglich, dass ein
25 Solarelement einer Zeile zumindest zwei Solarelemente einer benachbarten Zeile überlappt. Dies begünstigt die Ausbildung alternativer Strompfade innerhalb eines derartig aufgebauten Solarmoduls.
- 30 Zur Transportfixierung der Solarelemente auf den Auflageplätzen können die Werkstückaufnahmen der Läufer elektrostatisch geladen werden. Dies vorzugsweise auf einen definierten Wert. Vorher ist es möglich, die Werkstückaufnahmen zuvor elektrostatisch zu entladen. Dabei
35 können die Werkstückaufnahmen durch eine Bewegung der Läufer

- relativ zu einem Ladekontakt und/oder relativ zu einem Entladekontakt einer Elektrostatik-Station in Kontaktstellung zu dem Ladekontakt und/oder zu dem Entladekontakt gebracht werden. Die Werkstückaufnahmen zunächst zu entladen, was
- 5 beispielsweise durch einen Kurzschluss bewirkt werden kann, ist vorteilhaft, um die Werkstückaufnahmen anschließend möglichst genau auf einen definierten Wert elektrostatisch aufzuladen. Das Maß der elektrostatischen Ladung des Werkstückträgers kann die Haltekraft der elektrostatischen
- 10 Transportfixierung bestimmen, mit der die Solarelemente an den Werkstückträgern der Läufer bei der Zuführung der Solarelemente zur Bestückung eines Solarmoduls an den Auflageplätzen fixiert werden können.
- 15 Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass zumindest einen Läufer vor dem Bewegen eines Läufers in seine Zielposition neben einen bereits in Übergabeposition befindlichen Läufer eine Ausweichbewegung ausführt, um eine Kollision zwischen an den Auflageplätzen der
- 20 Werkstückaufnahmen der Läufer abgelegten Solarelementen zu vermeiden.
- Dabei kann vorgesehen sein, dass die Ausweichbewegung des zumindest einen Läufers eine Kippbewegung um eine
- 25 Bewegungsachse des zumindest einen Läufers ist. Es ist aber auch möglich, zumindest einen Läufer entlang einer Raumachse zu bewegen, beispielsweise in Z-Richtung, um Platz zum Einfahren eines Läufers in seine Zielposition benachbart zu einem anderen Läufer zu schaffen. Hierbei kann zumindest ein
- 30 Läufer, beispielsweise der Läufer, der in seine Zielposition bewegt werden soll, angehoben oder abgesenkt werden. Bei Durchführung einer Kippbewegung ist es möglich, dass die Kippbewegung um eine Bewegungsachse erfolgt, die in Bewegungsrichtung des einen Läufers in seine Zielposition
- 35 ausgerichtet ist.

Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass ein Läufer vor dem Bewegen in seine Zielposition zwischen zwei bereits in Übergabeposition befindlichen Läufern angehoben
5 oder absenkt und/oder um eine Bewegungsachse, insbesondere um eine in Richtung seiner Bewegung in die Zielposition ausgerichteten Achse, gekippt wird, um eine Kollision zwischen dem zumindest einen an seiner Werkstückaufnahme angeordneten Solarelement und den an den Werkstückaufnahmen der bereits in
10 Übergabeposition befindlichen Läufern angeordneten Solarelementen zu vermeiden. Es ist aber auch möglich, die beiden Läufer, zwischen die der eine Läufer in seine Zielposition bewegt werden soll, zuvor anzuheben oder abzusenken oder entsprechend zu kippen, um eine Kollision der
15 Solarelemente an den Werkstückträgern der Läufer zu vermeiden.

Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, Solarelemente in einer Matrix-Anordnung, nämlich in zumindest zwei Zeilen und/oder mit Versatz zueinander, an einer
20 Werkstückaufnahme zumindest eines Läufers anzuordnen. Auf diese Weise ist es möglich, die Solarelemente bereits in einer Matrix-Anordnung, die sich auch im nachfolgend hergestellten Solarmodul wiederfinden kann, der Bestückung des Solarmoduls zuzuführen.

25

Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren mit den Mitteln und Merkmalen des zweiten unabhängigen, auf ein Verfahren zur Herstellung von Solarmodulen gerichteten Anspruchs vorgeschlagen. Dabei ist vorgesehen, dass Solarelemente mit
30 Transportmitteln, insbesondere mit Läufern eines magnetisch geführten Planar-Antriebs, einer Bestückung eines Solarmoduls zugeführt werden, wobei Solarelemente von zumindest zwei in einer Übergabeposition befindlichen Transportmitteln gemeinsam aufgenommen und zur Bestückung eines Solarmoduls zu einer
35 Zeile von Solarelementen vereinigt werden. Dabei kann

vorgesehen sein, dass die Solarelemente zu einer Zeile vereinigt auf einer, beispielsweise auf der zuvor bereits erwähnten Transporteinheit abgelegt werden.

- 5 An der Transporteinheit können die Solarelemente mittels Unterdrucks transportfixiert und/oder einer Heizung der zuvor erwähnten Vorrichtung zugeführt werden. Durch die Heizung können Klebeverbindungen zwischen den Solarelementen, insbesondere zwischen den Zeilen von Solarelementen, der
10 bestückten Solarmodule ausgehärtet werden.

Die Solarelemente können mit zumindest zwei Gruppen von Greifern einer Bestückungsvorrichtung gemeinsam aufgenommen und durch eine Relativbewegung der Gruppen von Greifern zu
15 einer Zeile von Solarelementen vereint werden.

Die Solarelemente können bei der Bestückung eines Solarmoduls sich zeilenweise überlappend, insbesondere auf einer Transporteinheit, abgelegt und/oder miteinander verklebt
20 werden. Die Ablage der Solarelemente kann auf eine Transporteinheit, beispielsweise auf die zuvor bereits erwähnte Transporteinheit, erfolgen. Die abgelegten Solarelemente können mittels Unterdrucks fixiert werden, beispielsweise an der Transporteinheit. Dazu kann eine,
25 beispielsweise die bereits erwähnte, Ansaugvorrichtung mit ihrer Unterdruckquelle und einem Ansaugmittel verwendet werden.

Es ist möglich, dass die Solarelemente bei der Bestückung
30 eines Solarmoduls so abgelegt werden, dass sie bereits abgelegte Solarelemente überlappen. Es ist ferner möglich, die Solarelemente bei der Bestückung eines Solarmoduls zeilenweise eine bereits abgelegte Zeile von Solarelementen überlappend abzulegen.

Die Solarelemente können bei der Bestückung eines Solarmoduls so auf bereits positionierte Solarelemente abgelegt werden, dass ihre Unterseite beim Ablegen einen spitzen Winkel mit einer Unterlage aufspannt, auf der die Solarelemente zur

5 Bestückung von Solarmodulen abgelegt werden sollen. Auf diese Weise können die Solarelemente angepasst auf eine bei dem überlappenden Ablegen der Solarelemente erzeugten Schindelanordnung abgelegt werden. Durch das zuvor erläuterte schräge Ablegen der Solarelemente auf bereits positionierte

10 Solarelemente kann dies mit besonders hoher Positioniergenauigkeit erfolgen.

Zur Lösung der Aufgabe wird schließlich auch die Verwendung einer Vorrichtung zur Herstellung von Solarmodulen nach einem

15 der Ansprüche 1-23 zur Durchführung eines Verfahrens zur Herstellung von Solarmodulen nach einem der Ansprüche 24-40 vorgeschlagen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispiel

20 näher beschrieben, ist aber nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. Weitere Ausführungsbeispiele ergeben sich durch Kombination der Merkmale einzelner oder mehrerer Schutzansprüche untereinander und/oder in Kombination einzelner oder mehrerer Merkmale der Ausführungsbeispiele.

25

Es zeigen:

Figur 1: Eine perspektivische Darstellung einer Vorrichtung zur Herstellung von Solarmodulen,

30 die eine Zuführvorrichtung mit einem magnetisch geführten Planar-Antrieb und mehreren mithilfe des Planar-Antriebs auf einer Antriebsfläche des Planar-Antriebs frei positionierbaren Läufern aufweist, die als Transportmittel verwendet

35 werden, um Solarelemente einer Bestückung von

Solarmodulen zuzuführen,

Figuren 2

und 3:

Detailansichten des magnetisch-geführten Planar-Antriebs mit daran angeordneten Läufern zur Veranschaulichung der Freiheitsgrade, in denen die Läufer bei der Zuführung der Solarelemente zur Bestückung von Solarmodulen bewegt werden können,

10

Figuren 4-7: unterschiedliche Ansichten zur Veranschaulichung von Ausweichbewegungen, die mithilfe der Läufer beim Bewegen der Läufer in Übergabeposition zur Bestückung eines Solarmoduls mit Solarelementen ausgeführt werden können, um Kollisionen zwischen Solarelementen zu vermeiden, die an Werkstückaufnahmen der Läufer angeordnet sind,

15

Figuren 8-14: unterschiedliche Ansichten zur Veranschaulichung der Ablage von Solarelementen auf Auflageplätzen an Werkstückaufnahmen der Läufer,

20

Figur 15: eine Detailansicht einer Klebestation der in Figur 1 gezeigten Vorrichtung, wobei die Klebestation insgesamt drei in Transportrichtung der Läufer durch die Klebestation versetzt zueinander angeordneten Abgabedüsen,

25

Figur 16: eine Seitenansicht der in Figur 15 gezeigten Klebestation zur Veranschaulichung des Auftrags einer ersten Kleberaupe aus elektrisch-leitfähigem Kleber auf ein erstes von drei Solarelementen, die an der Werkstückaufnahme des Läufers angeordnet sind,

30

35

- Figur 17: eine Seitenansicht der in den Figuren 15 und 16
gezeigten Klebestation zur Veranschaulichung des
Auftrags einer Kleberaupe aus elektrisch
leitfähigem Kleber auf ein mittleres der
insgesamt drei auf den Auflageplätzen der
Werkstückaufnahme des Läufers positionierten
Solarelementen,
- Figur 18: eine Seitenansicht der in den Figuren 15 des 17
gezeigten Klebestation zur Veranschaulichung des
Auftrags einer dritten Kleberaupe aus elektrisch
leitfähigem Kleber auf ein drittes Solarelement
an der Werkstückaufnahme,
- Figuren 19
und 20: Ansichten zur Veranschaulichung der randseitig
auf die Solarelemente aufgetragenen Kleberaupen
aus elektrisch leitfähigem Kleber,
- Figur 21: eine Detailansicht einer Elektrostatik-Station
zum elektrostatischen Entladen und Aufladen der
Werkstückträger zwecks Transportfixierung der
Solarelement an den Auflageplätzen der
Werkstückaufnahmen der Läufer,
- Figuren 22-24: Detailansichten der Elektrostatik-Station zur
Veranschaulichung einer Bewegung der Läufer, um
die Werkstückträger in eine Kontaktstellung zu
Entlade-Kontakten der Elektrostatik-Station zu
bringen,
- Figuren 25-27: Detailansichten der Elektrostatik-Station zur
Veranschaulichung einer Bewegung, die die Läufer
durchführen, um ihre Werkstückträger in eine
Kontaktstellung an Ladekontakte der

Elektrostatik-Station zu bringen, um die Werkstückaufnahmen auf einen definierten Wert elektrostatisch aufzuladen,

5 Figuren 28-31: Detailansichten eines Übergabebereichs der in Figur 1 gezeigten Vorrichtung an einer Bestückungsvorrichtung, mit deren Hilfe die Solarelemente der Bestückung von Solarmodulen zugeführt werden,

10

Figuren 32-43: unterschiedliche Seitenansichten von Bestückungsvorrichtungen zur Veranschaulichung der Bestückung von Solarmodulen mit Solarelementen, die mithilfe der Läufer des Planar-Antriebs in Übergabeposition
15 bereitgehalten werden,

15

Figur 44: eine Detailansicht des Übergabebereichs der Vorrichtung an einer Bestückungsvorrichtung zur Bestückung der Solarmodule mit Solarelementen, wobei zu erkennen ist, dass die Werkstückaufnahmen der Läufer mit in Matrix- oder Mauerwerk-Anordnung angeordneten Solarelementen belegt sind, wobei die Anordnung
20 der Solarelemente auf den Werkstückaufnahmen der Läufer sich in den auf einer Transporteinheit der Vorrichtung mit Solarelementen bestückten Solarmodulen wiederfindet,

25

30 Figur 45: eine weitere Detailansicht eines Übergabebereichs der in Figur 1 gezeigten Vorrichtung, wobei hier zu erkennen ist, dass jeder Läufer an seinem Werkstückträger eine Anordnung und Anzahl von Solarelementen aufweist, die der Anordnung und Anzahl von
35

Solarelementen in den auf der Transporteinheit mit Solarelementen bestückten Solarmodulen entspricht,

5 Figuren 46-49: eine weitere Detailansicht einer Bestückungsvorrichtung, die an der in Figur 1 gezeigten Vorrichtung eingesetzt werden kann und die eine Linearführung mit insgesamt vier daran angeordneten Gruppen von Greifern aufweist,
10 wobei die Gruppen von Greifern zur Bestückung von Solarmodulen mit an Läufern eines Planar-Antriebs bereitgehaltenen Solarelementen unabhängig voneinander entlang einer Linearführung relativ zueinander beweglich sind,

15

Figur 50: eine Einzeldarstellung einer Prüfstation der Vorrichtung zur Prüfung der Solarelementen und/oder eines Kleberauftrags auf den Solarelementen sowie

20

Figur 51: die in Figur 50 mit dem Kreis markierte Einzelheit in vergrößerter Darstellung.

Figur 1 zeigt eine im Ganzen mit 1 bezeichnete Vorrichtung zur
25 Herstellung von Solarmodulen 2 aus elektrisch miteinander verbundenen Solarelementen 3, nämlich aus elektrisch miteinander verbundenen Solarschindeln. Die übrigen Figuren 2-49 zeigen einzelne Funktionseinheiten bzw. Teilbereichen der Vorrichtung 1 in Einzeldarstellungen.

30

Die Vorrichtung 1 weist eine Zuführvorrichtung 4 zur Zuführung der Solarelemente 3 zu einer Bestückung von Solarmodulen 2 auf.

Die Zuführvorrichtung 4 umfasst einen magnetisch geführten Planar-Antrieb 5 mit mehreren magnetisch angetriebenen Läufern 6, die auf einer Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 in sechs Freiheitsgraden frei und unabhängig voneinander positionierbar sind.

Jeder der Läufer 6 weist jeweils eine Werkstückaufnahme 8 auf, an der Auflageplätzen 9 für jeweils wenigstens ein Solarelement 3,31 ausgebildet sind. Der Planar-Antrieb 5 ist zur Mehrkoordinaten-Positionierung der Läufer 6 in sechs Freiheitsgraden eingerichtet.

Solarelemente 3 sind solche Solarelemente, die im Vergleich zu den Solarelementen 31, die auch als Versatzelemente bezeichnet werden können, eine größere Länge aufweisen. Gemeinsam können die Solarelemente 3 und 31 dazu verwendet werden Solarmodule 2 in der sogenannten Matrix-Schindel-Bauweise zu fertigen. Die Solarelemente 3 und 31 können daher auch als Solarschindeln oder Solarzellstreifen bezeichnet werden.

20

Der magnetisch geführte Planar-Antrieb 5 weist die zuvor bereits erwähnte Antriebsfläche 7 auf, auf der die Läufer 6 unabhängig voneinander positioniert werden können. Die Antriebsfläche 7 wird aus einzelnen Antriebsmodulen 10 des Planar-Antriebs gebildet. Die Antriebsmodule 10 können Antriebseinheiten, beispielsweise Ständer und/oder Statoren des Planar-Antriebs 5 aufweisen oder beinhalten.

Auf der Antriebsfläche 7 ist ein Übergabebereich 11 definiert. Dieser Übergabebereich 11 ist beispielsweise in den Figuren 1, 28-33 sowie 44-49 näher gezeigt.

In dem Übergabebereich 11 können mehrere Läufer 6 zur Konfiguration der auf den Auflageplätze 9 ihrer

Werkstückaufnahmen 8 angeordneten Solarelemente 3 in Zeilen 12 nebeneinander positioniert werden.

Benachbart zu dem Übergabebereich 11 weist die Vorrichtung 1
5 eine Bestückungsvorrichtung 13 auf. Mithilfe der Bestückungsvorrichtung 13 können die auf den Läufern 6 angeordneten Solarelemente 3 von den Auflageplätzen 9 abgenommen und beispielsweise zeilenweise der Bestückung von Solarmodulen 2 auf einer Unterlage 14 abgelegt werden.

10 Jede der in den Figuren gezeigten Bestückungsvorrichtungen 13 weist zu diesem Zweck zumindest mehrere Greifer 15 auf. Sämtliche Greifer 15, die in den Figuren gezeigt sind, sind als Sauggreifer ausgebildet, die eine schonende Handhabung der
15 Solarelemente 3 erlauben.

Die Solarelemente 3 werden zur Bestückung von Solarmodulen 2 auf einer Transporteinheit 16, die als Transportband ausgebildet ist, der Vorrichtung 1 abgelegt. Das Transportband
20 16 dient dabei als Unterlage 14, auf die die Solarelemente 3 zur Bestückung der Solarmodule 2 abgelegt werden können.

Die Figuren, die die Transporteinheit 16 und die Unterlage 14 zeigen, verdeutlichen, dass die Solarelemente 3 zur Bestückung
25 von Solarmodulen 2 in Schindelanordnung und in einer Anordnung abgelegt werden, die vom Aufbau her einem Mauerwerk ähnelt und auch als Matrix-Anordnung bzw. Matrix-Schindel-Anordnung bezeichnet werden kann.

30 Dabei ist vorgesehen, dass die Solarelemente 3 einer Zeile 12 Solarelemente 3 einer benachbarten Zeile 12 derart überlappen, dass ein Solarelement 3 einer überlappenden Zeile zwei Solarelemente 3 aus der überlappten Zeile 12 überdeckt.

Figur 1 zeigt, dass die Vorrichtung 1 eine Ansaugvorrichtung 38 aufweist. Die Ansaugvorrichtung 38 umfasst eine Unterdruckquelle 39 und ein der Transporteinheit 16 zugeordnetes Ansaugmittel 40, das im in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 als Ansaugtisch ausgebildet ist. Die Transporteinheit 16 ist als perforiertes und daher luftdurchlässiges Transportband ausgebildet, das über das Ansaugmittel 40 geführt wird. Das Ansaugmittel 40 ist unterhalb der Transporteinheit 16 angeordnet und dazu eingerichtet, auf der Transporteinheit 16 abgelegte Solarelemente 3 durch Unterdruck an der Transporteinheit 16 zu fixieren. Das Ansaugmittel 40 reicht dabei bis in einen Wirkungsbereich einer Heizung 33 der Vorrichtung 1 hinein. Die Heizung 33 dient zum Aushärten einer Klebeverbindung zwischen Solarelementen 3 eines bestückten Solarmoduls 2.

An der Transporteinheit 16 werden die Solarelemente 3 somit mittels Unterdrucks transportfixiert und der Heizung 33 zugeführt. Durch die Heizung 33 werden Klebeverbindungen zwischen den Solarelementen 3, insbesondere zwischen den Zeilen 12 von Solarelementen 3, der bestückten Solarmodule 2 ausgehärtet.

Um die Solarelemente 3 bei der Bestückung von Solarmodulen 2 besonders präzise in der zuvor erwähnten Schindelanordnung ablegen zu können, sind die Greifer 15 der in den Figuren 33-44 gezeigten Bestückungsvorrichtung 13 in mehreren Freiheitsgraden beweglich. So ist es möglich, die Solarelemente 3, wie in den Figuren 32-35 einerseits und 36-43 andererseits gezeigt, mit schräggehaltenen Greifern 15 in Schrägstellung präzise auf bereits auf der Unterlage 14 abgelegte Solarelemente 3 vorzugsweise zeilenweise in Schindelanordnung abzulegen.

Figur 1 verdeutlicht, dass die Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 zwischen einer Vorratsstation 17 für Solarelemente 3 und der zuvor erläuterten Bestückungsvorrichtung 13 ausgebildet ist. Die Antriebsfläche 7 wird unter anderem dazu
5 genutzt, die Solarelemente 3, die mithilfe der Läufer 6 des Planar-Antriebs 5 der Bestückung von Solarmodulen 2 zugeführt werden können, in einer gewünschten und für die Bestückung von Solarmodulen 2 optimierten Anordnung im Übergabebereich 11 der Antriebsfläche 7 benachbart zu der Bestückungsvorrichtung 13
10 zu positionieren.

Durch die freie Positionierbarkeit der Läufer 6 auf der Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 ist es möglich, nahezu jedes beliebige Legemuster, das bei der Bestückung von
15 Solarmodulen 2 mit den Solarelementen 3 erzeugt werden soll, durch entsprechende Bereitstellung der Solarelemente 3 im Übergabebereich 11 mithilfe der Läufer 6 vorzubereiten.

Die Vorrichtung 1 weist außerdem drei Handhabungsvorrichtungen
20 18 auf, die an jeweils vier Armen mehrere Greifer 15, die ebenfalls als Sauggreifer ausgebildet sind, umfassen. Mithilfe der Handhabungsvorrichtungen 18 ist es möglich, Solarelemente 3 nacheinander oder auch gleichzeitig auf die Auflageplätze 9 der Werkstückaufnahmen 8 in Aufnahmeposition befindlicher
25 Läufer 6 abzulegen.

Die freie Positionierbarkeit der Läufer 6 in zu sechs Freiheitsgraden wird in den Figuren 2 und 3 näher erläutert. Hier ist zu sehen, dass die Läufer 6 in X-, Y- und Z-Richtung
30 auf der Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 verfahren werden können. Ferner ist es möglich, die Läufer 6 außerdem um jede der drei zuvor erwähnten Achsen auch zu kippen, zu drehen bzw. zu schwenken.

Die Ablage der Solarelemente 3 auf den Auflageplätzen 9 an den Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 wird näher in den Figuren 8-15 gezeigt.

- 5 Die Vorrichtung 1 weist mehrere optische
Ausrichtungsbestimmungsvorrichtung 19 zur Bestimmung der
Ausrichtung der Solarelemente 3 an den
Handhabungsvorrichtungen 18 auf. Anhand von Außenkonturen der
Solarelemente 3 und/oder anhand an den Solarelementen 3
10 vorhandenen Aufdrucken ist es mithilfe der
Ausrichtungsbestimmungsvorrichtungen 19 möglich, die konkrete
Ausrichtung der an den Handhabungsvorrichtungen 18 und ihren
Greifern 15 gehaltenen Solarelemente 3 zu bestimmen, bevor die
Solarelemente auf die in Aufnahmeposition befindlichen Läufer
15 6 abgelegt werden.

- Die Vorrichtung 1, insbesondere der Planar-Antrieb 5, umfasst
eine Steuereinheit 20. Die Steuereinheit 20 ist dazu
eingerrichtet, die Läufer 6 in Abhängigkeit einer
20 festgestellten Ausrichtung eines Solarelements 3 an den
Handhabungsvorrichtungen 18 in ihrer Aufnahmeposition
benachbart zu den Handhabungsvorrichtungen 18 so zu
positionieren, dass die Solarelemente 3 gemäß ihrer
Ausrichtung ohne Neuausrichtung der Handhabungsvorrichtungen
25 18 auf einen der Auflageplätze 9 der Werkstückaufnahmen 8 der
Läufer 6 abgelegt werden können. Die Läufer 6 werden vor der
Ablage zur Aufnahme der Solarelemente 3 in eine Ausrichtung
gebracht, in der sie, abgestimmt auf die konkret festgestellte
Ausrichtung der Solarelemente 3 an den Greifern 15 der
30 Handhabungsvorrichtungen 18 die Solarelemente 3 so empfangen
können, dass sie ordnungsgemäß auf den Auflageplätzen 9 den
Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 abgelegt werden können.

- Figur 8 zeigt einen Läufer 6 in Aufnahmeposition an einer
35 Handhabungsvorrichtung 18. Die Handhabungsvorrichtung 18 weist

mehrere Greifer 15 auf und ist dazu eingerichtet, insgesamt drei Solarelemente 3 gleichzeitig zu halten.

Figur 8 zeigt, dass jedes Solarelement 3 der drei
5 Solarelemente 3 an den Greifern 15 in unterschiedlicher Ausrichtung angeordnet ist. Mithilfe der Beweglichkeit der Läufer 6 in sechs Freiheitsgraden ist es möglich, den Läufer 6 vor Aufnahme der einzelnen Solarelemente 3 entsprechend der Ausrichtung der Solarelemente 3 an der Handhabungsvorrichtung
10 18 auszurichten. Ziel ist es, die Solarelemente 3 ohne ein aufwändiges Umsetzen oder nochmaliges Handhaben direkt in der mit dem Greifer 15 gegriffenen Ausrichtung ordnungsgemäß auf einen der Auflageplätze 9 der Werkstückaufnahme 8 des Läufers zu positionieren.

15 Dazu wird der Läufer 6 gemäß Figur 9 in eine erste Ausrichtung an der Handhabungsvorrichtung 18 in Abhängigkeit der Ausrichtung eines ersten Solarelements 3 positioniert und das erste Solarelement 3 auf einen ersten Auflageplatz 9 an der
20 Werkstückaufnahme 8 des Läufers 6 abgelegt.

Figur 10 zeigt die gleiche Vorgehensweise in Bezug auf ein zweites Solarelement 3, das an der Handhabungsvorrichtung 18 zum Ablegen bereitgehalten wird. In Abhängigkeit der
25 Ausrichtung dieses Solarelements 3 wird der Läufer 6 unterhalb des Greifers 15 entsprechend ausgerichtet und das Solarelement 3 anschließend auf den zweiten Auflageplatz 9 an der Werkstückaufnahme 8 des Läufers 6 abgelegt.

30 Die Ablage des dritten Solarelements 3, die in Figur 11 gezeigt wird, erfolgt analog. Auch hier wird eine Ausrichtung des Läufers 6 in Abhängigkeit der in Bezug auf das dritte Solarelement 3 an der Handhabungsvorrichtung 18 festgestellten Ausrichtung vorgenommen, bevor das Solarelement 3 auf einen

Auflageplatz 9 an der Werkstückaufnahme 8 des Läufers abgelegt wird.

Die Figuren 12, 13 und 14 verdeutlichen eine weitere
5 Möglichkeit, die Ablage der Solarelemente 3 auf den
Auflageplätzen 9 der Werkstückaufnahme 8 eines Läufers 6
vorzunehmen. Hierbei ist vorgesehen, dass der Läufer 6 -
zusätzlich zu der zuvor erwähnten Ausrichtung des Läufers 6
entsprechend einer Ausrichtung der Solarelemente 3 an der
10 Handhabungsvorrichtung 18 - ein Stück weit in Richtung der
einzelnen Greifer 15 der Handhabungsvorrichtung 18 angehoben
wird. Zum Ablegen der Solarelemente 3 müssen die Greifer 15
dann, wie in den Figuren 12-14 gezeigt, nicht mehr in Richtung
der Auflageplätze 9 absenkt werden. Dadurch, dass die Läufer 6
15 den abzulegenden Solarelementen 3 durch das Anheben
entgegenkommen, müssen die Solarelemente 3 nur noch freigeben
werden. Die Greifer 15 können dann in eine zurückgezogene
Position verfahren werden. Dies kann die Taktzeiten beim
Ablegen der Solarelemente 3 auf die Auflageplätze 9 an den
20 Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 reduzieren und die
Wirtschaftlichkeit der Vorrichtung 1 erhöhen.

Die Figuren 15-20 zeigen Detailansichten einer Klebestation 21
der Vorrichtung 1. Die Klebestation 21 umfasst insgesamt drei
25 Abgabledüsen 22 zur Abgabe elektrisch leitfähigen Klebers auf
die an den Auflageplätzen 9 der Läufer 6 angeordneten
Solarelemente 3. Die Abgabledüsen 22 sind dazu oberhalb der
Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 angeordnet, so dass die
Läufer 6 mit den daran positionierten Solarelementen 3
30 unterhalb der Abgabledüsen 22 vorbeibewegt werden können, um
den elektrisch leitfähigen Kleber aus den Abgabledüsen 22 in
Form von Kleberaupen 23 auf die Solarelemente 3 aufzutragen.

Die Klebestation 21 weist somit eine Anzahl von Abgabledüsen 22
35 auf, nämlich drei, die der Anzahl von Auflageplätzen 9 an den

Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 entspricht. Die insgesamt drei Abgabedüsen 22 sind in Bewegungsrichtung der Läufer 6 durch die Klebestation 21 versetzt zueinander angeordnet. So ist es möglich, Kleberauppen 23 von elektrisch leitfähigem Kleber auch mit vergleichsweise geringem Abstand zueinander auf die entsprechend an den Werkstückaufnahmen 8 positionierten Solarelemente 3 aufzutragen.

Die Figuren 15-20 zeigen den Auftrag der Kleberauppen 23, wobei Figur 20 eine Detailansicht der Solarelemente 3 mit den darauf erzeugten Kleberrauhen 23 wiedergibt. Der Auftrag des elektrisch leitfähigen Klebers auf die Solarelemente 3 kann durch eine Bewegung der Läufer 6 gemäß zumindest einem der insgesamt sechs Freiheitsgrade, innerhalb derer jeder der Läufer 6 bewegt werden kann, gezielt beeinflusst werden. So kann es beispielsweise sinnvoll sein, den Abstand zwischen den Solarelementen 3 an den Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 und den Abgabedüsen 22 der Klebestation 21 durch eine entsprechende Bewegung der Läufer 6 in Richtung der Z-Achse anzupassen. Ferner ist es möglich, den Auftrag der Kleberauppen 23 auch durch Anpassung der Geschwindigkeit der Läufer 6, mit der die Läufer 6 durch die Klebestation 21 bewegt werden, zu beeinflussen.

Der Kleberauftrag auf die Solarelemente 3 kann in unterschiedlicher Form erfolgen. So ist beispielsweise möglich, elektrisch-leitfähigen Kleber in Form durchgängiger Kleberrauhen 23 auf die Solarelemente 3 aufzubringen. Es ist aber auch möglich, elektrisch-leitfähigen Kleber in Form von Punktmustern oder auch Strichmustern oder auch Strich-Punkt-Mustern auf die Solarelemente 3 aufzubringen. Dies kann an der Klebestation 21 der Vorrichtung 1 durch eine entsprechende Ansteuerung der Abgabedüsen 22 erfolgen. Die Ansteuerung der Abgabedüsen 22 kann dabei von der zuvor bereits erwähnten Steuereinheit 20 vorgenommen werden.

Die Vorrichtung 1 weist eine Prüfstation 35 auf. Die Prüfstation 35 ist an bzw. auf der Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 angeordnet. Die Prüfstation 35 dient einer
5 Prüfung eines Kleberauftrags auf den an den Werkzeugaufnahmen 8 angeordneten Solarelementen 3 und auch zur Prüfung der an den Werkzeugaufnahmen 8 angeordneten Solarelementen 3.

Zu diesem Zweck weist die Prüfstation 35 drei Sensoren 36 auf.
10 Die Sensoren 36 dienen insbesondere dazu, den Kleberauftrag auf den einzelnen Solarelementen 3 zu prüfen. Im in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Sensoren 36 als so genannte Gabellichtschranken ausgebildet. Es ist aber auch möglich, als Sensoren 36 ergänzend oder alternativ
15 Tastsensoren und/oder Kameras zu verwenden.

Die Prüfvorrichtung 35 ist der Klebestation 21 nachgelagert und in den Figuren 50 und 51 im Detail dargestellt. Figur 50 zeigt, dass der Prüfstation 35 eine Entnahmevorrichtung 37
20 zugeordnet ist. Die Entnahmevorrichtung 37 ist zum Ausschleusen nicht ordnungsgemäßer Solarelemente 3 eingerichtet. Ein nicht ordnungsgemäßes Solarelement 3 kann ein solches sein, das im Rahmen der Prüfung in der Prüfstation 35 als nicht ordnungsgemäß geprüft wurde, beispielsweise weil
25 das Solarelement 3 selbst nicht ordnungsgemäß, beispielsweise beschädigt, ist oder aber elektrisch-leitfähiger Kleber nicht ordnungsgemäß aufgetragen wurde.

Die Entnahmevorrichtung 37 weist einen Greifer 15 auf, der als
30 Sauggreifer ausgebildet ist. Der Greifer 15 der Entnahmevorrichtung 37 ist entlang einer Linearachse 41 beweglich, so dass mit ihm nicht ordnungsgemäße Solarelemente 3 von den Werkzeugaufnahmen 8 abgenommen und aus dem Fertigungsprozess ausgeschleust werden können.

Ergibt die Prüfung der mit den Läufern 6 der Prüfstation 35
zugeführten Solarelemente 3, dass die Solarelemente 3 oder der
Kleberauftrag auf den Solarelementen 3 nicht ordnungsgemäß
ist/sind, können die nicht ordnungsgemäßen Solarelementen 3
5 mit der Entnahmevorrichtung 37 von den Werkzeugaufnahmen 8 der
Läufer 6 abgenommen und durch eine Bewegung des Greifers 15
entlang der Linearachse 41 aus dem Fertigungsprozess
ausgeschleust werden. Dies begünstigt, dass der Bestückung von
Solarmodulen 2 mithilfe der Läufer 6 nachfolgend möglichst nur
10 ordnungsgemäße Solarelemente 3 zugeführt werden.

Die Figuren 21-27 zeigen eine Elektrostatik-Station 24 der
Vorrichtung 1. Die Elektrostatik-Station 24 dient zum
elektrostatischen Aufladen und zum elektrostatischen Entladen
15 der Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6. Zu diesem Zweck weist
die Elektrostatik-Station 24 zwei Ladekontakte 25 sowie zwei
Entladekontakte 26 auf. Sowohl die Ladekontakte 25 als auch
die Entladekontakte 26 sind ortsfest an der Elektrostatik-
Station 24 angeordnet. Die elektrostatische Ladung der
20 Werkstückaufnahmen 8 dient der Fixierung der Solarelemente 3
auf den Auflageplätzen 9. Durch die elektrostatische Ladung
der Werkstückaufnahmen 8 ist es möglich, die Solarelemente 3
durch elektrostatische Anziehungskräfte zuverlässig an den
Auflageplätzen 9 für die Zuführung zu fixieren.

25 Zur gezielten und vor allem reproduzierbaren Einstellung der
Haltekräfte zur elektrostatischen Fixierung der Solarelemente
3 an den Auflageplätzen 9 werden die Werkstückträger 8
zunächst elektrostatisch entladen. Dies geschieht über die
30 Entladekontakte 26 der Elektrostatik-Station 24.

Zur elektrostatischen Entladung werden die Läufer 6 zunächst
unterhalb der Entladekontakte 26 positioniert und dann durch
eine Bewegung in Richtung der Z-Achse so weit angehoben, bis
35 die Werkstückaufnahmen 8 die Entladekontakte 26 berühren.

Dadurch entsteht ein Kurzschluss, der die elektrostatische Entladung der Werkstückaufnahmen 8 bewirkt. Die Positionierung der Läufer 6 mit ihren Werkstückaufnahmen 8 gegen die Entladekontakte 26 ist in den Figuren 22-24 und näher gezeigt.

5

Das gezielte statische Aufladen der Werkstückaufnahmen 8 Läufer 6 ist in den Figuren 25-27 veranschaulicht. Hierzu werden die Läufer 6 zunächst unterhalb der Ladekontakte 25 der Elektrostatik-Station 24 positioniert. Anschließend werden die Läufer 6 so weit in Z-Richtung angehoben, dass die Werkstückaufnahmen 8 in Berührkontakt mit den Ladekontakten 25 der Elektrostatik-Station 24 gelangen und elektrostatisch aufgeladen werden können. Anschließend sind die Werkstückaufnahmen 8 zur Aufnahme von Solarelementen 3 an den Handhabungsvorrichtungen 18 bereit.

10

15

Die Figuren 44-49 verdeutlichen, dass die Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 auch zur Aufnahme von Solarelementen 3 in einer Matrix-Musteranordnung aus mehreren Solarelementen 3 eingerichtet sind. Auf diese Weise können die Solarelemente 3 zur Bestückung von Solarmodulen 2 im Übergabebereich 11 der Antriebsfläche 7 benachbart zu der Bestückungsvorrichtung 13 in einer Anordnung bereitgehalten werden, die die Bestückung von Solarmodulen 2 in Matrix-Anordnung oder in Matrix-Schindel-Anordnung begünstigt.

20

25

Die Vorrichtung 1 weist außerdem mehrere Prüfvorrichtungen 27 auf. Die Prüfvorrichtungen 27 sind zur Prüfung der Solarelemente 3 auf Beschädigungen und/oder Maßhaltigkeit und/oder Geometrie eingerichtet. Die Prüfvorrichtungen 27 sind im Bereich der Handhabungsvorrichtungen 18 angeordnet und der Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 vorgelagert. Auf diese Weise ist es möglich, die Solarelemente 3 vor Ablage auf den Auflageplätzen 9 an den Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 zu

30

prüfen und Solarelemente 3, die nach der Prüfung als nicht ordnungsgemäß befunden werden, auszuschleusen.

Die Verwendung des Planar-Antriebs 5 mit seinen frei und sehr
5 flexibel positionierbaren Läufern 6 begünstigt auch diese Vorgehensweise.

Jeder der in den Figuren gezeigten Läufer 6 weist an seiner Werkstückaufnahme 8 mehrere Auflageplätze 9 für Solarelemente
10 3 auf. Selbst dann, wenn durch Ausschleusen als nicht in Ordnung befundener Solarelemente 3 einzelne oder mehrere Auflageplätze 9 an den Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 frei bleiben sollten, kann dies durch eine entsprechende Positionierung der Läufer 6 im Übergabebereich 11 benachbart
15 zu der Bestückungsvorrichtung 13 kompensiert werden. Ein Läufer 6, der einen freigebliebenen, unbelegten Auflageplatz 9 aufweist, kann zum Schließen der dadurch eigentlich vorhandenen Lücke in der bereitgestellten Anordnung von Solarelementen 3, dann entsprechend verfahren werden, bevor
20 die Abnahme der Solarelemente 3 erfolgt, dass die Bestückung von Solarmodulen 2 durch den freigebliebenen, unbelegten Auflageplatz 9 die Bestückung von Solarmodulen 2 nicht beeinträchtigt wird.

25 Die Figuren 46-49 zeigen eine Variante einer Bestückungsvorrichtung 13. Die in den Figuren 46-49 gezeigte Bestückungsvorrichtung 13 ist dazu eingerichtet, in einer Ausgangsanordnung breitgehaltenen Solarelemente 3,31, die hier an den Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 in Matrix- oder
30 Mauerwerk-Anordnung bereitgehalten werden, aufzunehmen und in einer definierten Zielanordnung zur Bestückung eines Solarmoduls 2 abzugeben. Zu diesem Zweck weist die Bestückungsvorrichtung 13 zwei Gruppen 28 von Greifern 15 auf, nämlich von Sauggreifern, deren Abstand zueinander
35 veränderlich ist. Auf diese Weise ist es möglich,

Solarelemente 3, 31 mithilfe der insgesamt vier Gruppen 28 von Greifern 15 in einer Ausgangsanordnung aufzunehmen und in einer von der Ausgangsanordnung abweichenden Zielanordnung zur Bestückung von Solarmodulen 2 abzugeben. Gemäß den Figuren 46-
5 49 greift jede Gruppe 28 von Greifern 15 eine Zeile 12 von Solarelementen 3,31, die an einer Werkstückaufnahme 8 eines Läufers 6 bereitgehalten werden auf und legt diese durch eine Transferbewegung auf der Unterlage 14 ab, die die als Transportband ausgebildete Transporteinheit 16 bereitstellt.

10

Dabei vereinigen jeweils zwei Gruppen 28 von Greifern 15 die von ihnen aufgegriffenen Zeilen 12 von Solarelementen 3,31 bei der Bestückung eines Solarmoduls 2 zu einer langen Zeile 12. Dazu werden die Gruppen 28 von Greifern 15 in einer quer zur
15 Transferbewegung ausgerichteten Bewegung einander angenähert.

Zu diesem Zweck weist die Bestückungsvorrichtung 13 eine Linearführung 29 auf, entlang der die Gruppen 28 von Greifern 15 verschieblich zueinander angeordnet sind.

20

Entlang der Linearführung 29 können die Gruppen 28 von Greifern 15 somit quer bzw. rechtwinklig zu einer Transportrichtung, die von der der Bestückungsvorrichtung 13 nachgelagerten Transporteinheit 16 vorgegeben wird, bewegt
25 werden.

Zudem können die Gruppen 28 von Greifern 15 durch eine Transferführung 30 eines Portals, innerhalb derer auch die Linearführung 29 verschoben werden kann, in Richtung der von
30 der Transporteinheit 16 vorgegebenen Transportrichtung, also in einer eigenen Transferrichtung, bewegt werden. Die Transferführung 30 und die Linearführung 29 sind rechtwinklig zueinander ausgerichtet und bilden eine Kreuzschlittenführung, die die Bewegung der Gruppen 28 von Greifern 15 in zwei Achsen
35 ermöglicht.

- Bei der in den Figuren 32-35 gezeigten Ausführungsform einer Bestückungsvorrichtung 13 ist vorgesehen, dass die Greifer 15 nicht nur entlang einer von der Transferführung 30 vorgegebenen Linearachse beweglich sind, sondern zudem auch noch um eine quer zur von der Transferführung 30 vorgegebenen Linearachse ausgerichteten Schwenkachse schwenkbar gelagert sind. Die Schwenkachse verläuft durch Schwenkgelenke 32.
- 10 Dies begünstigt die zuvor bereits ausführlich erläuterte Ablage der Solarelemente 3 auf der Unterlage 14 bei der Bestückung von Solarmodulen 2 in einer Schindel-Anordnung, bei der Zeilen 12 von Solarelementen 3 überlappend auf bereits positionierte Zeile 12 von Solarelementen 3 abgelegt werden.
- 15 In dem Überlappungsbereich zwischen zwei Zeilen 12 sind Übrigens dann auch die zuvor aufgetragenen Kleberaupe 23 der Solarelemente 3 vorgesehen, so dass die Zeilen 12 von Solarelementen 3 hierbei elektrisch miteinander verbunden und miteinander verklebt werden.
- 20 In einem nachgelagerten Bearbeitungsschritt kann die Transporteinheit 16 das so bestückte Solarmodul 2 dann beispielsweise einem Wirkungsbereich der Heizung 33 oder einer Laminier-Station oder einem anderen Bearbeitungsschritt
- 25 zuführen.
- Bei der in den Figuren 36-43 gezeigten Ausführungsform einer Bestückungsvorrichtung 13 sind insgesamt zwei Reihen von Greifern 15 vorgesehen. Mithilfe der zwei Reihen von Greifern
- 30 15 ist es möglich, zwei Zeilen 12 von Solarelementen 3 nacheinander aufzunehmen und dann gemeinsam einer Bestückung von Solarmodulen 2, die auf der Unterlage 14, die von der Transporteinheit 16 bereitgestellt wird, abzulegen. Auch hier sind die beiden Reihen von Greifern 15 über Schwenkgelenke 32
- 35 schwenkbar an einer Tragstruktur 34, beispielsweise einem

Portal, der Bestückungsvorrichtung 13 angeordnet, um die Schindel-Anordnung der Zeilen 12 von Solarelementen 3 bei der Bestückung von Solarmodulen 2 zu begünstigen.

- 5 Zur Herstellung von Solarmodulen 2 ist die zuvor ausführlich erläuterte Vorrichtung 1 zur Durchführung der nachfolgend beschriebenen Verfahren eingerichtet. Dabei werden Solarmodule 2 mit Solarelementen 3, nämlich beispielsweise mit Solarschindeln, die auch als Solarzellstreifen bezeichnet
10 werden können, bestückt.

- Die Solarelemente 3 werden gemäß dem Verfahren mit den bereits zuvor erwähnten magnetisch angetriebenen Läufern 6 des magnetisch geführten Planar-Antriebs 5 der Bestückung von
15 Solarmodulen 2 zugeführt.

- Die Solarelemente 3 werden, wie es beispielsweise in den Figuren 28-31 oder auch in den Figuren 44-49 gezeigt ist, mit den Läufern 6 in dem zuvor bereits erwähnten Übergabebereich
20 11 benachbart zu der Bestückungsvorrichtung 13 zu Zeilen 12 angeordnet. Die Läufer 6 werden also dazu verwendet, die Solarelemente 3 einerseits in ihre jeweilige Übergabeposition im Übergabebereich 11 an der Bestückungsvorrichtung 13 zu transportieren und andererseits in einer für die zeilenweise
25 Übergabe der Solarelemente 3 bei der Bestückung von Solarmodulen 2 günstigen Ausrichtung bereitzustellen.

- Mithilfe der Handhabungsvorrichtungen 18 werden die Solarelemente 3, 31 auf die Auflageplätze 9 an den
30 Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 abgelegt. Hierbei wird eine Ausrichtung der Solarelemente 3, 31 vor ihrer Ablage auf den Ablageplätzen 9 mithilfe der Ausrichtungsbestimmungsvorrichtung 19 bestimmt und die Läufer 6 vor Ablage der Solarelemente 3,31 auf den Auflageplätzen 9
35 so angesteuert und ausgerichtet, dass die Läufer 6 zur

ordnungsgemäßen Aufnahme der bereitgehaltenen Solarelemente 3,31 an den Handhabungsvorrichtungen 18 bereitstehen und eine möglicherweise festgestellte Fehlausrichtung der Solarelemente 3 bei der Ablage auf die Auflageplätze 9 kompensiert werden
5 kann.

So ist es möglich, die Solarelemente 3 schließlich ordnungsgemäß auf den Auflageplätzen 9 positioniert abzulegen. Zur Antizipation der festgestellten Ausrichtung der
10 Solarelemente 3 und zur Anpassung der Ausrichtung der Läufer 6 an die Ausrichtung der Solarelemente 3 an den Handhabungsvorrichtungen 18 ist es möglich, die Läufer 6 in zumindest einem von sechs Freiheitsgraden zu bewegen.

15 An der Klebestation 21 wird elektrisch leitfähiger Kleber in Kleberaupen 23 auf die Solarelemente 3 aufgebracht. Dies folgt durch Abgabe von elektrisch leitfähigem Kleber aus den zuvor bereits erwähnten Abgabedüsen 22. Der elektrisch leitfähige Kleber wird dabei randseitig auf die einzelnen Solarelemente
20 3,31 in Form der Kleberaupen 23 aufgebracht. Mithilfe des elektrisch leitfähigen Klebers ist es möglich, die Solarelementen 3,31 gemäß der Schindelanordnung, die sie im bestückten Solarmodul 2 später einnehmen, zeilenweise untereinander zu verkleben.

25

Während des Auftrags des elektrisch leitfähigen Klebers auf die Solarelemente 3,31 werden diese mithilfe der Läufer 6 entsprechend an den Abgabedüsen 22 der Klebestation 21 positioniert und zum Auftrag des elektrisch leitfähigen
30 Klebers in Form der Kleberaupe 23 an den Abgabedüsen 22, genauer unterhalb der Abgabedüsen 22 vorbeigefahren. So wird der elektrisch leitfähige Kleber während einer relativ zu den Abgabedüsen 22 ausgeführten Transferbewegung der Läufer 6 auf die Solarelemente 3,31 aufgetragen. Ein definierter Abstand
35 zwischen den Solarelementen 3,31 und den Abgabedüsen 22 kann

durch Bewegung der Läufer 6 entlang einer vorzugsweise vertikalen Bewegungsachse, hier der Z-Achse, der Läufer 6 eingestellt werden.

- 5 Die Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 können so mit Solarelementen 3,31 belegt und mit den Läufern 6 so in eine Übergabeposition im Übergabebereich 11 bewegt werden, dass die Solarelemente 3,31 an zwei in Übergabeposition nebeneinander angeordneten Läufern 6 eine Zeile 12 von Solarelementen 3,31
10 bilden.

- Bei dem in den Figuren 44-49 gezeigten Ausführungsbeispiel des Verfahrens werden zur Erzeugung einer Matrix-Anordnung, insbesondere einer Schindel-Matrix-Anordnung, bei der
15 Bestückung eines Solarmoduls 2 zumindest in jeder zweiten Zeile 12 von Solarelementen 3,31, die mithilfe der Läufer 6 in der Übergabeposition im Übergabebereich 11 benachbart zu der Bestückungsvorrichtung 13 zur Bestückung der Solarmodule 2 bereitgehalten wird, zumindest ein Versatzelement 31, also ein
20 Solarelement mit kürzerer Abmessung als die übrigen Solarelemente 3, bereitgestellt.

- Auf diese Weise ist es möglich, Solarmodule 2 mit dem in den Figuren gezeigten, mauerwerkartigen Schindel-Matrix-Muster zu
25 erzeugen.

- Zur Transportfixierung der Solarelemente 3,31 werden die Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 auf einen definierten Wert elektrostatisch aufgeladen. Dies geschieht in der bereits
30 zuvor erläuterten Elektrostatik-Station 24. Zuvor werden die Werkstückaufnahmen 8 allerdings elektrostatisch entladen.

- Zum Entladen der Werkstückaufnahmen 8 werden die Werkstückaufnahmen durch eine entsprechende Bewegung der
35 Läufer 6 in eine Kontaktstellung zu den Entladekontakten 26

der Elektrostatik-Station 24 gebracht und dann durch Kurzschluss entladen.

Die Werkstückaufnahmen 8 werden durch eine Bewegung der Läufer
5 6 relativ zu den Ladekontakten 25 der Elektrostatik-Station 24 in Kontaktstellung zu den Ladekontakten 25 gebracht, um die Werkstückaufnahmen 8 entsprechend elektrostatisch aufzuladen.

Die Figuren 4-7 verdeutlichen, dass die Läufer 6 vor dem
10 Bewegen in eine Zielposition neben bereits in Übergabeposition befindlichen Läufern 6 eine Ausgleichsbewegung ausführen können, um eine Kollision zwischen an den Auflageplätzen 9 der Werkstückaufnahmen 8 abgelegten Solarelementen 3,31 zu vermeiden. Dabei sind unterschiedliche Vorgehensweisen
15 möglich.

Figur 6 verdeutlicht, dass es beispielsweise möglich ist, den bereits in Übergabeposition befindlichen Läufer 6 durch eine Ausweichbewegung des mittleren Läufers 6 in Richtung einer
20 Bewegungsachse, die rechtwinklig zu der Antriebsfläche 7 des Planar-Antriebs 5 ausgerichtet ist und der zuvor bereits erwähnten Z-Achse entspricht, auszuweichen. So kann der mittlere der drei Läufer 6 in seine Zielposition ohne Kollision zwischen den an den Werkstückaufnahmen 8
25 angeordneten Solarelementen 8 bewegt werden.

Durch die Ausweichbewegung wird der mittlere Läufer 6 im Vergleich zu den beiden äußeren Läufern 6 in Richtung der Z-Achse abgesenkt.

30 Gemäß Figur 7 ist vorgesehen, den mittleren Läufer 6, der in seine Zielposition zwischen den bereits positionierten Läufern 6 bewegt werden soll, zu kippen, um eine Kollision der an den Werkstückaufnahmen 8 angeordneten Solarelemente 3,31 zu
35 vermeiden. Zu diesem Zweck führt der Läufer 6 eine

Kippbewegung um eine Bewegungsachse des Läufers 6 aus, die in Bewegungsrichtung des Läufers 6 in seine Zielposition ausgerichtet ist.

- 5 Gemäß den Figuren 44-49 können die Solarelemente 3,31 bereits auf den Werkstückaufnahmen 8 der Läufer 6 in einer Matrix-Anordnung, nämlich in zumindest zwei Zeilen und/oder mit Versatz zueinander angeordnet werden. Dies begünstigt die Bestückung der Solarmodule 2 mit Solarelementen 3,31 in einer
10 Matrix-Schindelanordnung, wie sie in den Figuren 44-49 gezeigt wird.

- Gemäß den Figuren 46-49 werden die Solarelemente 3,31 mit Transportmitteln, nämlich mit Läufern 6 des magnetisch
15 geführten Planar-Antriebs 5, der Bestückung von Solarmodulen 2 zugeführt. Dabei werden die Solarelemente 3,31 von zumindest zwei in Übergabeposition befindlichen Läufern 6 gemeinsam aufgenommen und zur Bestückung eines Solarmoduls 2 zu einer Zeile 12 von Solarelementen 3,31 vereinigt. Dies geschieht
20 durch Ablage auf der von der Transporteinheit 16 bereitgestellten Unterlage 14.

- Dabei werden die Solarelemente 3,31 mit jeweils zumindest zwei Gruppen 28 von Greifern 15 der Bestückungsvorrichtung 13
25 gemeinsam aufgenommen und durch eine Relativbewegungen der Gruppen 28 von Greifern 15 zu einer Zeile 12 von Solarelementen 3,31 vereinigt.

- Bei der Bestückung des Solarmoduls 2 werden die Solarelemente
30 3,31 so abgelegt, dass sie bereits abgelegte Solarelemente 3,31 überlappen. Die Solarelemente 3,31 werden bei der Bestückung des Solarmoduls 2 außerdem mit den Solarelementen 3,31 einer bereits abgelegten Zeile 12 von Solarelementen 3,31 verklebt. Dies geschieht dadurch, dass die bereits
35 positionierten Solarelemente 3,31 Kleberaugen 23 aufweisen,

die im Überlappungsbereich der nächsten Zeile 12 von Solarelementen 3,31, die nachfolgend auf die bereits positionierten Solarelemente 3,31 abgelegt werden, angeordnet sind.

- 5 Die Figuren 32-35 sowie 36-43 verdeutlichen, dass die Solarelemente 3,31 bei der Bestückung eines Solarmoduls 2 so auf bereits positionierte Solarelemente 3,31 abgelegt werden, dass ihre Unterseiten beim Ablegen einen spitzen Winkel mit einer Unterlage 14, auf der die Solarelemente 3,31 zur
10 Bestückung von Solarmodulen 2 abgelegt werden oder platziert sind, aufspannen.

- Die in den Figuren gezeigte Vorrichtung 1 zur Herstellung von Solarmodulen 2 kann zur Durchführung eines Verfahrens zur
15 Herstellung von Solarmodulen 2, wie es zuvor beschrieben wurde, verwendet werden.

- Die Erfindung befasst sich mit Verbesserungen auf dem technischen Gebiet der Solarmodulherstellung. Hierzu wird
20 unter anderem eine Vorrichtung 1 vorgeschlagen, die zur Zuführung von Solarelementen 3,31 zur Bestückung eines Solarmoduls 2 zumindest zwei Läufer 6 eines magnetisch geführten Planar-Antriebs 5 einer Zuführvorrichtung 4 der Vorrichtung 1 aufweist.

25

/ Bezugszeichenliste

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zur Herstellung von Solarmodulen
2	Solarmodul
3	Solarelement, Solarschindel
5	4 Zuführvorrichtung
5	Planar-Antrieb
6	Läufer
7	Antriebsfläche
8	Werkstückaufnahme
10	9 Auflageplatz
10	Antriebsmodul
11	Übergabebereich
12	Zeilen
13	Bestückungsvorrichtung
15	14 Unterlage
15	Greifer
16	Transporteinheit, nämlich Transportband
17	Vorratsstation
18	Handhabungsvorrichtung
20	19 Ausrichtungsbestimmungsvorrichtung
20	Steuereinheit
21	Klebestation
22	Abgabedüse
23	Kleberaupe
25	24 Elektrostatik-Station
25	Ladekontakt
26	Entladekontakt
27	Prüfvorrichtung
28	Gruppen von Greifern
30	29 Linearführung
30	Transferführung
31	Versatzelement
32	Schwenkgelenk
33	Heizung
35	34 Tragstruktur

- 35 Prüfstation
- 36 Sensor an 35
- 37 Entnahmevorrichtung
- 38 Ansaugvorrichtung
- 5 39 Unterdruckquelle
- 40 Ansaugmittel
- 41 Linearachse an 35

Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Herstellung von Solarmodulen (2) aus elektrisch miteinander verbundenen Solarelementen (3),
5 insbesondere aus elektrisch miteinander verbundenen Solarschindeln (3), mit einer Zuführvorrichtung (4) zur Zuführung der Solarelemente (3) zu einer Bestückung von Solarmodulen (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführvorrichtung (4) einen magnetisch geführten Planar-
10 Antrieb (5) mit zumindest zwei magnetisch angetriebenen Läufern (6) umfasst, wobei jeder Läufer (6) jeweils eine Werkstückaufnahme (8) aufweist, an der zumindest ein Auflageplatz (9) für wenigstens ein Solarelement (3,31) ausgebildet ist.
15
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei an jeder Werkstückaufnahme (8) jeweils zumindest zwei Auflageplätze (9) für jeweils wenigstens ein Solarelement (3) angeordnet sind.
20
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Planar-Antrieb (5) zur, vorzugsweise unabhängigen, Mehrkoordinaten-Positionierung der zumindest zwei Läufer (6) vorzugsweise in sechs Freiheitsgraden eingerichtet
25 ist.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der magnetisch geführte Planar-Antrieb (5) eine Antriebsfläche (7) aufweist, auf der die zumindest zwei
30 Läufer (6) unabhängig voneinander positionierbar sind.
5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4, wobei auf der Antriebsfläche (7) ein Übergabebereich (11) definiert ist, in dem zumindest zwei Läufer (6) zur Konfiguration der auf
35 den Auflageplätzen (9) ihrer Werkstückaufnahmen (8)

angeordneten Solarelemente (3) in Zeilen (11)
nebeneinander positionierbar sind.

- 5 6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
die Vorrichtung (1) eine Bestückungsvorrichtung (13)
aufweist, mit der auf den Läufern (6) angeordnete
Solarelemente (3) von den Auflageplätzen (9) abnehmbar und
vorzugsweise zeilenweise zur Bestückung von Solarmodulen
10 (2) auf einer Unterlage (14) ablegbar sind, vorzugsweise
wobei die Bestückungsvorrichtung (13) zumindest einen
Greifer (15), vorzugsweise zumindest einen Sauggreifer,
aufweist, insbesondere der in zumindest zwei, drei oder
vier Freiheitsgraden beweglich ist.
- 15 7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
die Vorrichtung (1) eine Transporteinheit (16),
insbesondere ein Transportband, aufweist, auf die die
Solarelemente (3) zur Bestückung von Solarmodulen (2)
vorzugsweise in Schindelanordnung ablegbar sind.
- 20 8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, wobei die Vorrichtung
(1) eine Ansaugvorrichtung (38) mit einer
Unterdruckquelle (39) und einem der Transporteinheit (16)
zugeordneten Ansaugmittel (40), insbesondere einem
25 Ansaugtisch, aufweist, das dazu eingerichtet ist, auf der
Transporteinheit (16) abgelegte Solarelemente (3) durch
Unterdruck an der Transporteinheit (16) zu fixieren,
insbesondere wobei das Ansaugmittel (40) bis in einen
Wirkbereich einer Heizung (33) hineinreicht, die zum
30 Aushärten einer Verklebung zwischen Solarelementen (3)
eines bestückten Solarmoduls (2) vorgesehen ist.
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei
die Antriebsfläche (7) zwischen einer Vorratsstation (17)
35 für Solarelemente (3) und der Bestückungsvorrichtung (13)

ausgebildet ist.

10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei
die Vorrichtung (1) zumindest eine Handhabungsvorrichtung
5 (18) mit zumindest einem Greifer (15), insbesondere mit
zumindest einem Sauggreifer aufweist, mit der
Solarelemente (3) nacheinander oder gleichzeitig auf die
Auflageplätze (9) der Werkstückaufnahmen (8) in
Aufnahmeposition befindlicher Läufer (6) ablegbar sind.
- 10
11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 10, wobei die Vorrichtung
(1) eine vorzugsweise optische
Ausrichtungsbestimmungsvorrichtung (19) zur Bestimmung der
Ausrichtung der Solarelemente (3) an der
15 Handhabungsvorrichtung (18) aufweist.
12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 10 oder 11, wobei die
Vorrichtung (1), insbesondere der Planar-Antrieb (5), eine
Steuereinheit (20) aufweist, die dazu eingerichtet ist,
20 einen Läufer (6) in Abhängigkeit einer festgestellten
Ausrichtung eines Solarelements (3) an der
Handhabungsvorrichtung (18) in Aufnahmeposition so zu
positionieren, dass das Solarelement (3) in
ordnungsgemäßer Ausrichtung auf dem Auflageplatz (9)
25 abgelegt wird, insbesondere ohne Neuausrichtung des
Solarelements (3) an und/oder mit der
Handhabungsvorrichtung (18).
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei
30 die Vorrichtung (1) eine Klebestation (21) umfasst, die
zumindest eine Abgabledüse (22) zur Abgabe elektrisch
leitfähigen Klebers auf ein an einem Auflageplatz (9)
angeordnetes Solarelement (3) aufweist, insbesondere die
oberhalb einer oder der Antriebsfläche (7) des Planar-
35 Antriebs (5) angeordnet ist.

14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 13, wobei die Klebestation (21) eine Anzahl von Abgabedüsen (22) aufweist, die einer Anzahl von Auflageplätzen (9) an einer Werkstückaufnahme (8) entspricht, insbesondere wobei zumindest zwei Abgabedüsen (22) in Bewegungsrichtung der Läufer (6) durch die Klebestation (21) versetzt zueinander angeordnet sind.
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Vorrichtung (1) eine Elektrostatik-Station (24) aufweist, die zum elektrostatischen Aufladen und/oder zum elektrostatischen Entladen der Werkstückaufnahmen (8) der Läufer (6) eingerichtet ist, insbesondere wobei die Elektrostatik-Station (24) zumindest einen Ladekontakt (25) und/oder zumindest eine Entladekontakt (26) aufweist, vorzugsweise wobei der Ladekontakt (25) und/oder der Entladekontakt (26) ortsfest und/oder unbeweglich sind.
16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Werkstückaufnahmen (8) der Läufer (6) zur Aufnahme eines Matrix-Musters aus mehreren Solarelementen (3) eingerichtet sind.
17. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die Vorrichtung (1) zumindest eine Prüfvorrichtung (27) zur Prüfung der Solarelemente (3) auf Beschädigungen und/oder Maßhaltigkeit und/oder Geometrie aufweist, insbesondere die einer oder der Antriebsfläche (7) des Planar-Antriebs (5) vorgelagert ist.
18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die Vorrichtung (1) zumindest eine Prüfstation (35) aufweist, insbesondere an oder auf einer oder der Antriebsfläche (7) des Planar-Antriebs (5), die zur Prüfung eines Kleberauftrags auf den an den

Werkzeugaufnahmen (8) angeordneten Solarelemente (3) und/oder zur Prüfung der an den Werkzeugaufnahmen (8) angeordneten Solarelemente (3) eingerichtet ist.

- 5 19. Vorrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch, wobei die Prüfstation (35) zumindest einen Sensor (36), insbesondere zumindest einen optischen Sensor und/oder zumindest einen mechanischen Sensor, zum Prüfen der Solarelemente (3) und/oder eines Kleberauftrags auf den Solarelementen (3) aufweist, insbesondere wobei die Prüfstation (35) eine Anzahl von Sensoren (36) aufweist, die einer Anzahl von Auflageplätzen (9) für Solarelemente (3) an einer Werkzeugaufnahme (8) eines Läufers (6) entspricht.
- 10
- 15 20. Vorrichtung (1) nach einem der beiden vorherigen Ansprüchen, wobei der Prüfstation (35) eine Entnahmevorrichtung (37) zugeordnet ist, die zum Ausschleusen nicht ordnungsgemäßer Solarelemente (3) eingerichtet ist, insbesondere wobei die Entnahmevorrichtung (37) zumindest einen Greifer (15), insbesondere zumindest einen Sauggreifer aufweist.
- 20
21. Vorrichtung (1) nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 oder nach einem der Ansprüche 1 bis 20, wobei eine oder die Bestückungsvorrichtung (13) der Vorrichtung (1), mit der in einer Ausgangsanordnung bereitgehaltene Solarelemente (3) aufnehmbar und in einer definierten Zielanordnung zur Bestückung eines Solarmoduls (2) abgebbar sind, zumindest zwei Gruppen (28) von Greifern (15), insbesondere Sauggreifern, aufweist, deren Abstand zueinander veränderlich ist, um die Solarelemente (3) in einer Ausgangsanordnung aufzunehmen und in einer von der Ausgangsanordnung abweichenden Zielanordnung zur Bestückung eines Solarmoduls (2) abzugeben.
- 25
- 30
- 35

22. Vorrichtung (1) nach Anspruch 21, wobei
Bestückungsvorrichtung (13) eine Linearführung (29)
aufweist, entlang der die Gruppen (28) von Greifern (15)
5 in einer ersten Richtung verschieblich zueinander
angeordnet sind, und/oder wobei die Bestückungsvorrichtung
(13) eine Transferführung, insbesondere ein Portal (30),
aufweist, entlang der die Gruppen (28) von Greifern (15)
in einer zweiten Richtung verschieblich sind.
- 10 23. Vorrichtung (1) nach Anspruch 21 oder 22, wobei die
Gruppen (28) von Greifern (15), insbesondere entlang der
Linearführung (29), quer oder rechtwinklig zu einer
Transportrichtung einer oder der der
15 Bestückungsvorrichtung (13) nachgelagerten
Transporteinheit (16) und/oder in einer Transferrichtung
beweglich sind.
24. Verfahren zur Herstellung von Solarmodulen (2),
20 insbesondere unter Verwendung einer Vorrichtung (1) nach
einem der Ansprüche 1 bis 23, wobei Solarmodule (2) mit
Solarelementen (3), insbesondere mit Solarschindeln,
bestückt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Solarelemente (3) mit magnetisch angetriebenen Läufern (6)
25 eines magnetisch geführten Planar-Antriebs (5) der
Bestückung eines Solarmoduls (2) zugeführt werden.
25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei die Solarelemente (3)
mit den Läufern (6), insbesondere in einer
30 Übergabeposition an einer Bestückungsvorrichtung (13), in
zumindest einer Zeile (12) angeordnet werden und/oder
wobei die Solarelemente (3) in eine Übergabeposition an
einer Bestückungsvorrichtung (13) transportiert werden.

26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, wobei die Solarelemente (3), insbesondere mit einer Handhabungsvorrichtung (18), auf Auflageplätze (9) an Werkstückaufnahmen (8) der Läufer (6) abgelegt werden.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei eine Ausrichtung der Solarelemente (3) vor ihrer Ablage auf den Auflageplätzen (9) bestimmt und die Läufer (6) vor Ablage der Solarelemente (3) auf den Auflageplätzen (9) so angesteuert und ausgerichtet werden, dass eine festgestellte Fehlausrichtung der Solarelemente (3) bei der Ablage auf die Auflageplätze (9) kompensiert wird, sodass die Solarelemente (3) ordnungsgemäß auf den Auflageplätzen (9) positioniert sind, vorzugsweise wobei die Läufer (6) zur Kompensation und/oder zur Anpassung an eine festgestellte Ausrichtung der Solarelemente (3) in zumindest einem von bis zu sechs Freiheitsgraden bewegt werden.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 27, wobei elektrisch leitfähiger Kleber aus zumindest einer Abgabedüse (22) einer Klebestation (21) vorzugsweise randseitig auf Solarelemente (3) aufgebracht wird, die auf den Auflageplätzen (9) der Werkstückaufnahmen (8) der Läufer (6) positioniert sind, wobei der Kleber während einer relativ zur Abgabedüse (22) ausgeführten Transferbewegung des Läufers (6) aufgetragen wird, und/oder wobei ein definierter Abstand zwischen den Solarelementen (3) und der zumindest einen Abgabedüse (22) durch Bewegung der Läufer (6) entlang einer vorzugsweise vertikalen Bewegungsachse der Läufer (6) eingestellt wird.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 28, wobei die Solarelemente (3) mit den Läufern (6) einer Prüfstation

(35) zugeführt werden, in der eine Prüfung der Solarelemente (3) und/oder eines Kleberauftrags auf den Solarelementen (3) durchgeführt wird, insbesondere wobei nicht ordnungsgemäße Solarelemente (3) mit einer
5 Entnahmevorrichtung (37) von den Werkzeugaufnahmen (8) der Läufer (6) abgenommen und ausgeschleust werden.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 29, wobei die Werkstückaufnahmen (8) der Läufer (6) so mit
10 Solarelementen (3) belegt und mit den Läufers (6) so in eine Übergabeposition bewegt werden, dass Solarelemente (3) an zwei in Übergabeposition nebeneinander angeordneten Läufers (6) zumindest eine Zeile (12) von Solarelementen (3) bilden.

15 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 30, wobei zur Erzeugung einer Matrix-Anordnung, insbesondere einer Schindel-Matrix-Anordnung, bei der Bestückung eines Solarmoduls (2) zumindest in jeder zweiten Zeile (12) von
20 Solarelementen (3), die in Übergabeposition zur Bestückung der Solarmodule (2) bereitgehalten wird, zumindest ein Versatzelement (31), also ein Solarelement mit kürzerer Abmessung als die übrigen Solarelemente (3), bereitgestellt wird.

25 32. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 31, wobei die Werkstückaufnahmen (8) der Läufer (6) zur Transportfixierung der Solarelemente (3) auf den Auflageplätzen (9) elektrostatisch aufgeladen werden, vorzugsweise auf einen definierten Wert, insbesondere
30 wobei die Werkstückaufnahmen (8) zuvor elektrostatisch entladen werden, insbesondere wobei die Werkstückaufnahme (8) durch eine Bewegung des Läufers (6) relativ zu einem Ladekontakt (25) und/oder einem Entladekontakt (26) einer
35 Elektrostatik-Station (24) in Kontaktstellung zu dem

Ladekontakt (25) und/oder zu dem Entladekontakt (26) gebracht wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 32, wobei
5 zumindest ein Läufer (6) vor dem Bewegen eines Läufers (6)
 in seine Zielposition neben einen bereits in
 Übergabeposition befindlichen Läufer (6) eine
 Ausweichbewegung ausführt, um eine Kollision zwischen an
 den Auflageplätzen (9) der Werkstückaufnahmen (8)
10 abgelegten Solarelementen (3) zu vermeiden.
34. Verfahren nach Anspruch 33, wobei die Ausweichbewegung des
 zumindest einen Läufers (6) eine Kippbewegung um eine
 Bewegungsachse des zumindest einen Läufers (6) und/oder
15 eine lineare Bewegung in einer Raumachse ist, vorzugsweise
 eine Kippbewegung um eine in Bewegungsrichtung des einen
 Läufers (6) in seine Zielposition ausgerichteten
 Bewegungsachse.
- 20 35. Verfahren nach Anspruch 33 oder 34, wobei ein Läufer (6)
 vor dem Bewegen in seine Zielposition zwischen zwei
 bereits in Übergabeposition befindlichen Läufern (6) um
 eine Bewegungsachse, insbesondere um eine in Richtung
 seiner Bewegung in die Zielposition ausgerichtete Achse,
25 gekippt wird und/oder angehoben und/oder abgesenkt wird,
 um eine Kollision zwischen dem zumindest einen an seiner
 Werkstückaufnahme (8) angeordneten Solarelement (6) und an
 den Werkstückaufnahmen (8) der bereits in Übergabeposition
 befindlichen Läufern (6) angeordneten Solarelementen (3)
30 zu vermeiden.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 35, wobei
 Solarelemente (3) in einer Matrix-Anordnung, nämlich in
 zumindest zwei Zeilen (12) und/oder mit Versatz
35 zueinander, an einer Werkstückaufnahme (8) zumindest eines

Läufers (6) angeordnet werden.

37. Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 24 oder nach einem der Ansprüche 24 bis 36, wobei Solarelemente (3) mit Transportmitteln (6), insbesondere mit Läufern (6) eines magnetisch geführten Planar-Antriebs (5), einer Bestückung von Solarmodulen (2) zugeführt werden, wobei Solarelemente (3) von zumindest zwei in einer Übergabeposition befindlichen Transportmitteln (6) gemeinsam aufgenommen und zur Bestückung eines Solarmoduls (2) zu einer Zeile (12) von Solarelementen (3) vereinigt werden, insbesondere und auf einer oder der Transporteinheit (16) abgelegt werden.
38. Verfahren nach Anspruch 37, wobei die Solarelemente (3) mit zumindest zwei Gruppen (28) von Greifern (15) einer Bestückungsvorrichtung (13) gemeinsam aufgenommen und durch eine Relativbewegung der Gruppen (28) von Greifern (15) zu einer Zeile (12) von Solarelementen (3) vereinigt werden.
39. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 38, wobei Solarelemente (3) bei der Bestückung eines Solarmoduls (2) so abgelegt werden, insbesondere auf einer Transporteinheit (16), dass sie bereits abgelegte Solarelemente (3) überlappen und/oder wobei die Solarelemente (3) bei der Bestückung des Solarmoduls (2) miteinander verklebt werden, vorzugsweise wobei die abgelegten Solarelemente (3) mittels Unterdrucks fixiert werden, beispielsweise an der Transporteinheit (16).
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 39, wobei Solarelemente (3) bei der Bestückung eines Solarmoduls (2) so auf bereits positionierte Solarelemente (3) abgelegt werden, dass ihre Unterseite beim Ablegen einen spitzen

Winkel mit einer Unterlage (14), auf der die Solarelemente (3) platziert sind, aufspannt.

41. Verwendung einer Vorrichtung (1) zur Herstellung von
5 Solarmodulen (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 23 zur
Durchführung eines Verfahrens zur Herstellung von
Solarmodulen (2) nach einem der Ansprüche 24 bis 40.