



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.06.2010 Patentblatt 2010/26

(51) Int Cl.:
B31B 1/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09179981.7**

(22) Anmeldetag: **18.12.2009**

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

(30) Priorität: **18.12.2008 DE 102008062729**
06.04.2009 DE 102009016307

(71) Anmelder: **Kama GmbH**
01237 Dresden (DE)

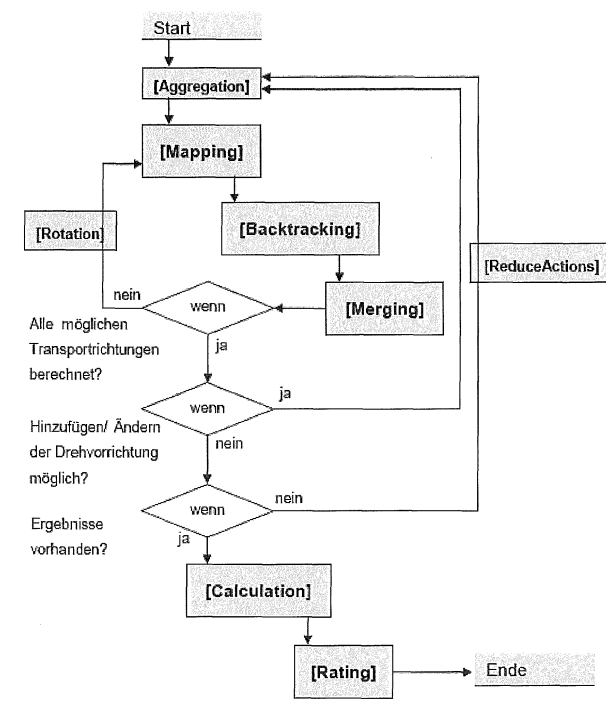
(72) Erfinder: **Thoß, Daniel**
01097 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Lippert, Stachow & Partner**
Patentanwälte
Krenkelstrasse 3
01309 Dresden (DE)

(54) **Verfahren zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebmaschinen**

(57) Verfahren zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebmaschinen, wobei in einem ersten Verfahrensschritt eine Mapping-Liste erzeugt und abgespeichert wird, dass für den Fall, dass keine Mapping-Liste erzeugt werden kann, der Verfahrensdurchlauf abgebrochen und eine Fehlermeldung ausgegeben wird, in einem zweiten Verfahrensschritt auf der Grundlage der erzeugten Mapping-Liste eine Werkzeugkonfigurations-Li-

ste erzeugt wird, nachfolgend in einem dritten Verfahrensschritt die Rüstkonfiguration derart erzeugt wird, dass beginnend von einer Startposition alle Werkzeuge auf der Arbeitsebene positioniert werden und die derart erzeugten Informationen als Rüstkonfigurationsinformationen gespeichert und die Gesamtheit der gespeicherten Rüstkonfigurationsinformationen als Rüstkonfigurationsdatei ausgegeben wird.



Figur 6

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebemaschinen mit einer Transportrichtung X bei welchem ein zu verarbeitender Zuschnitt mit einer x- und y-Erstreckung, durchzuführende Aktionen und deren Reihenfolge sowie auswählbare Werkzeugtypen oder Werkzeuge vorgegeben sind und eine Rüstkonfiguration ermittelt wird.

[0002] Die Falt- und Klebemaschinen werden zum Fertigen von standardisierten und raffinierten Druckerzeugnissen wie beispielsweise Angebotsmappen, Klappkarten, Kreuzfolder, Ticketaschen und CD-Hüllen eingesetzt. Die Vorteile derartiger Maschinen liegen in der breiten Einsatzpalette, einem geringen Platzbedarf, einer konstant hohen Qualität und der Möglichkeit des zeitnahen Einrichtens der Maschine.

[0003] Falt- und Klebemaschinen zur Faltung von Taschen mit und ohne feste Füllhöhen stellen eine innovative Lösung zur Realisierung folgender Prozesse dar:

- Längsfalten von Klappen auch mit Klebelaschen
- Falten von Kreuzfoldern
- Kartenfaltung
- Einlagen von Taschenklappen durch Querfaltung
- Längs- und Querfaltung von Taschenklappen/ Klebelaschen mit doppelter Rillung für festen senkrechten Steg
- Zuführen und Einkleben von Trays
- Zuführen und Fixieren von Einlegeteilen
- Aufbringen von doppelseitigem Klebeband

[0004] Dabei sind unter dem Einrichten Vorgänge zu verstehen, welche zur Vorbereitung der Falt- und Klebemaschine für die Herstellung eines Erzeugnisses notwendig sind, wie beispielsweise die Auswahl eines für einen bestimmten Arbeitsgang benötigten Werkzeugs aus einer Anzahl auswählbarer Werkzeuge und die Positionierung dieses ausgewählten Werkzeugs an die zur Durchführung des zugeordneten Arbeitsgangs notwendigen Position an der Maschine.

[0005] Wurde ein Erzeugnis bereits einmal hergestellt, so sind die für die Positionierung der Werkzeuge notwendigen Daten, wie beispielsweise X- und Y-Koordinaten innerhalb eines Rasters der Falt- und Klebemaschine selbst, bekannt und werden für eine schnelle Einrichtung der Maschine genutzt.

[0006] Soll ein zuvor noch nicht hergestelltes Erzeugnis gefertigt werden, müssen die zur Positionierung der Werkzeuge notwendigen Daten erst ermittelt werden. Dies erfolgt gemäß dem Stand der Technik durch einen Rüster, welcher über entsprechende Erfahrungen im Einrichten derartiger Maschinen verfügt, manuell, d.h. durch Versuch und Irrtum. Nachteilig hierbei ist beispielsweise, dass die Konfiguration der Maschine zeitaufwendig getestet und beim auftretenden Komplikationen oder fehlenden Werkzeugen auch teilweise oder komplett zurückgebaut werden muss und anschließend der Rüster eine neue Rüstkonfiguration erdenken muss.

[0007] Soll nach der Herstellung eines ersten Produkts, beispielsweise von CD-Hüllen, die Herstellung eines zweiten Produkts, beispielsweise von Klappkarten erfolgen, so ist eine Neueinrichtung der Maschine auf das aktuelle Produkt notwendig, bei welcher die für das zweite Produkt notwendigen Werkzeuge ausgewählt werden und diese Werkzeuge an den für die Produktion des zweiten Produkt notwendigen Positionen der Falt- und Klebemaschinen positioniert werden müssen.

[0008] Somit besteht ein Nachteil dieser Falt- und Klebemaschinen darin, dass die gegebene Flexibilität bei einem Produktwechsel verhältnismäßig lange Einrichtzeiten, auch als Rüstzeiten bezeichnet, impliziert.

[0009] Daher soll nachfolgend ein Verfahren zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebemaschinen angegeben werden, mit welchem die für die Einrichtung der Falt- und Klebemaschine auf ein neues Produkt benötigte Zeit verringert wird.

[0010] Bei einem Verfahren zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebemaschinen wird daher vorgeschlagen, dass

- in einem ersten Verfahrensschritt für eine erste Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X eine Zuordnung aller je Aktion auswählbaren Werkzeugtypen zu dieser Aktion erzeugt und diese in einer Mapping-Liste abgespeichert wird,
- für den Fall, dass keine Mapping-Liste erzeugt werden kann, der Verfahrensdurchlauf abgebrochen und eine Fehlermeldung ausgegeben wird,
- in einem zweiten Verfahrensschritt auf der Grundlage der erzeugten Mapping-Liste eine Werkzeugkonfigurations-Liste erzeugt wird, indem je Aktion ein, in der Mapping-Liste einer Aktion zugeordneter, Werkzeugtyp ausgewählt und in der Werkzeugkonfigurations-Liste gespeichert wird,

- in einem dritten Verfahrensschritt die Rüstkonfiguration derart erzeugt wird, dass eine Startposition, welche eine X- und eine Y-Position beinhaltet, festgelegt wird, ein erster Werkzeugtyp einer ersten Aktion aus der Werkzeugkonfigurations-Liste ausgewählt und einer ersten Position, der Startposition, zugeordnet wird, dass diese Startposition als gesperrt gekennzeichnet wird und dass die derart erzeugten Informationen als Rüstkonfigurationsinformationen gespeichert werden,
- in einem vierten Verfahrensschritt ein weiterer Werkzeugtyp einer nachfolgenden Aktion aus der Werkzeugkonfigurations-Liste ausgewählt und unter Berücksichtigung der bereits als gesperrt gekennzeichneten Positionen einer weiteren freien Position zugeordnet wird, diese weitere Position als gesperrt gekennzeichnet wird und die derart erzeugten Informationen als Rüstkonfigurationsinformationen gespeichert werden und der vierte Verfahrensschritt solange durchlaufen wird, bis die Festlegung der Positionen für alle Werkzeugtypen aller Aktionen aus der Werkzeugkonfigurations-Liste erfolgt ist,
- die Gesamtheit der gespeicherten Rüstkonfigurationsinformationen als Rüstkonfiguration ausgegeben wird.

[0011] Das Verfahren zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebemaschinen benötigt Vorgaben bezüglich des Zuschnitts des zu fertigenden Produkts, der durchzuführenden Aktionen sowie deren Reihenfolge und der zur Verfügung stehenden Werkzeuge oder Werkzeugtypen der Falt- und Klebemaschine.

[0012] Unter Aktionen werden die mit der Maschine ausführbaren Arbeitsschritte wie Falten, Falten mit Füllhöhe, Drehen des Zuschnitts während der Bearbeitung, Leimen usw. verstanden. Auf der Grundlage dieser Vorgaben werden durch das Verfahren mögliche Rüstkonfigurationen ermittelt. Aktionen werden in ihrer Reihenfolge durchnummeriert und meist nacheinander abgearbeitet, wobei es möglich ist, dass mehrere Aktionen mittels ein und desselben Werkzeugs in einem Arbeitsschritt abgearbeitet werden, wenn das Werkzeug hierfür ausgebildet ist und die Aktion dafür erforderliche Eigenschaften aufweisen.

[0013] Bei den zur Verfügung stehenden Werkzeugen kann zwischen einem eindeutig zu identifizierenden Werkzeug mit einer Identifizierungsnummer, kurz "ID", und Werkzeugen, welche zu einem Werkzeugtyp, wie Faltwerkzeuge oder Leimwerkzeuge, zugeordnet werden können, unterschieden werden. Die Informationen über die auswählbaren Werkzeuge können dem Verfahren als eine Eingangsgröße in einer Listenform bereitgestellt werden, wobei die Liste neben einer fortlaufenden Nummerierung Informationen über die genaue Bezeichnung des Werkzeugs, die ID des Werkzeugs, Eigenschaften oder Besonderheiten des Werkzeugs sowie die Anzahl der derartigen Werkzeuge beinhalten kann.

[0014] Für eine durch das Verfahren zu erzeugende Rüstkonfiguration, welche in einer den Aktionen zugeordneten Reihenfolge die vorgeschlagenen Werkzeugtypen oder Werkzeuge beinhaltet, kann es ausreichend sein, nur den Werkzeugtyp anzugeben. Eine Umsetzung vom Werkzeugtyp auf ein konkret vorhandenes Werkzeug dieses Werkzeugtyps erfolgt dann beispielsweise durch den die Falt- und Klebemaschine einrüstenden Rüster selbst.

[0015] Eine Falt- und Klebemaschine weist eine Arbeitsebene auf, auf welcher der Zuschnitt bearbeitet wird. Auf dieser Arbeitsebene erstreckt sich ein virtuelles Koordinatensystem, mit einer Ausrichtung einer X-Koordinate in der Transportrichtung des Zuschnitts, nachfolgend als Transportrichtung X bezeichnet und einer Y-Koordinate, welche sich in einem Winkel von 90 Grad zur X-Koordinate auf der Arbeitsebene erstreckt.

[0016] Der Zuschnitt, welcher das real zu bearbeitende Produkt bezeichnet, muss als Eingangsgröße des Verfahrens in einer abstrahierten Darstellung, beispielsweise in Form digitaler, rechentechnisch verarbeitbarer Daten, vorliegen. Setzt sich der Zuschnitt aus mehreren Elementen zusammen, werden diese jeweils als Polygone abgebildet. Der Zuschnitt weist eine zweidimensionale Erstreckung in einer x- und einer y-Richtung auf.

[0017] Zu Beginn des Verfahrens wird der Zuschnitt mit seiner x- und y-Erstreckung bezüglich der Transportrichtung X ausgerichtet. Dies kann vorzugsweise derart erfolgen, dass die x-Erstreckung des Zuschnitts anfangs in der Transportrichtung X, d.h. parallel dazu liegt.

[0018] In einem ersten Verfahrensschritt werden einer Aktion aus der Aktionsliste diejenigen Werkzeuge oder Werkzeugtypen zugeordnet, welche diese Aktion durchführen können. So kann beispielsweise einer Aktion "Lasche falzen" jedes Falzwerkzeug oder der Werkzeugtyp Falzwerkzeuge zugeordnet werden. Unterliegt die Aktion einer Beschränkung, beispielsweise derart, dass die Lasche in Transportrichtung von rechts nach links gefalzt werden muss, die Lasche nur eine bestimmte Maximalgröße haben darf oder ähnliches, beschränkt sich auch die Auswahl der Werkzeuge oder Werkzeugtypen auf diejenigen welche die Lasche derart falzen können. Die derart erzeugte Zuordnung wird in einer Mapping-Liste gespeichert.

[0019] Kann zu einer Aktion kein Werkzeug oder Werkzeugtyp zugeordnet werden, weil beispielsweise kein geeignetes Werkzeug oder kein geeigneter Werkzeugtyp zur Verfügung steht, kann auch keine vollständige Mapping-Liste erzeugt werden. Für diesen Fall endet das Verfahren an dieser Stelle mit der Ausgabe einer Fehlermeldung.

[0020] In einem zweiten Verfahrensschritt wird eine Werkzeugkonfigurations-Liste erzeugt, welche die Aktionsnummern in der vorgegebenen Reihenfolge sowie je Aktion einen zu verwendenden Werkzeugtyp oder ein zu verwendendes Werkzeug beinhaltet. Dieser Auswahl liegen die Informationen der Mapping-Liste zu Grunde. Enthält die Mapping-Liste

zu einer Aktion mehrere mögliche Werkzeuge oder Werkzeugtypen, so muss ein Werkzeug oder Werkzeugtyp ausgewählt werden. Diese Auswahl kann dadurch erfolgen, dass der erste Eintrag ausgewählt wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Kriterien zur Auswahl vorzugeben, nach welchen die Auswahl erfolgt.

[0021] Nachfolgend wird eine Rüstkonfiguration erzeugt, welche je Aktionsnummer einen Werkzeugtyp oder ein Werkzeug mit seiner ID und die X- und Y-Koordinate zur Positionierung des Werkzeugs oder des Werkzeugtyps auf der Arbeitsebene der Falt- und Klebemaschine beinhaltet.

[0022] Hierfür wird auf der Arbeitsebene der Falt- und Klebemaschine innerhalb des virtuellen Koordinatensystems eine Startposition oder Anfangsposition mit ihren X- und Y-Koordinaten festgelegt. An dieser Startposition wird das erste Werkzeug oder der erste Werkzeugtyp aus der Werkzeugkonfigurations-Liste positioniert und die zugehörigen Informationen werden als Rüstkonfigurationsinformationen beispielsweise in einer Rüstkonfigurationsdatei gespeichert.

[0023] Nachfolgend wird das zur nächsten Aktion zugehörige Werkzeug oder der Werkzeugtyp ausgewählt und zumindest unter Berücksichtigung des durch das erste Werkzeug oder den ersten Werkzeugtyp auf der Arbeitsebene an der Startposition belegten Raums, der beispielsweise von der Größe des Werkzeugs abhängt, einer weiteren freien Position zugeordnet. Diese Zuordnung kann weiteren Kriterien wie Transportrichtung oder Transportweg des Zuschnitts oder Besonderheiten eines Werkzeugs oder eines Werkzeugtyps unterliegen. So ist es möglich, dass ein bestimmtes Werkzeug beispielsweise nicht an jeder beliebigen, sondern nur an zahlenmäßig beschränkten und vorgegebenen Positionen positioniert werden kann. Die so ermittelten Daten für das nachfolgende Werkzeug oder den Werkzeugtyp werden ebenfalls als Rüstkonfigurationsinformationen gespeichert. Diese Vorgehensweise wird so oft wiederholt, bis für alle benötigten Werkzeuge oder Werkzeugtypen Positionen ermittelt und gespeichert wurden.

[0024] Die derart erzeugte Rüstkonfiguration, welche die Gesamtheit der gespeicherten Rüstkonfigurationsinformationen beinhaltet, wird am Ende des Verfahrensdurchlaufs ausgegeben.

[0025] In einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass der Verfahrensdurchlauf für mindestens eine weitere Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X erneut durchlaufen wird. Dabei bedeutet "weitere Ausrichtung", dass der Zuschnitt gegenüber dem ersten Verfahrensdurchlauf gegenüber der Transportrichtung, d.h. der X-Richtung des virtuellen Koordinatensystems der Arbeitsebene, um einen vorgebbaren Winkel gedreht wird, wodurch für dieselbe Aktion wie beim ersten Verfahrensdurchlauf unter Umständen andere Werkzeuge oder Werkzeugtypen benötigt werden.

[0026] In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass die Ausrichtung derart erfolgt, dass der Zuschnitt bezüglich der Transportrichtung X um 0 Grad, 90 Grad, 180 Grad und 270 Grad gedreht wird.

[0027] Der Zuschnitt, welcher zu Verfahrensbeginn mit seiner x- und y-Erstreckung bezüglich der Transportrichtung X in einer ersten Ausrichtung ausgerichtet wurde kann vor einem erneuten Verfahrensdurchlauf in einer weiteren Ausrichtung ausgerichtet werden. War die erste Ausrichtung **dadurch gekennzeichnet, dass** die x-Ausrichtung des Zuschnitts und die Transportrichtung X in Übereinstimmung gebracht waren, kann die zweite Ausrichtung durch eine Drehung des Zuschnitts auf der Arbeitsfläche um 90 Grad erfolgen, so dass sich zwischen der x-Ausrichtung des Zuschnitts und der Transportrichtung X ein Winkel von 90 Grad ergibt. Weitere vorteilhafte Ausrichtungen sind Winkel von 180 und 270 Grad. Das Verfahren kann somit beispielsweise viermal durchlaufen werden. Je nachdem, ob die Transportrichtung X gegenüber der x-Koordinate des Zuschnitts oder die x-Koordinate des Zuschnitts gegenüber der Transportrichtung X gedreht ist entspricht eine Drehung von 90 Grad auch einer Drehung von - 90 Grad. Gleiches gilt für die Drehwinkel 180 Grad und 270 Grad.

[0028] Wurde der Verfahrensdurchlauf mit einer ersten Ausrichtung im ersten Verfahrensschritt mit einer Fehlermeldung abgebrochen, weil kein geeignetes Werkzeug zur Verfügung stand, besteht die Möglichkeit, den Zuschnitt in eine zweite Ausrichtung zu drehen und den Verfahrensdurchlauf erneut zu starten. Somit kann einerseits eine Lösung ohne Fehlermeldung gefunden werden und andererseits mehrere Lösungen und somit Rüstkonfigurationen erzeugt werden.

[0029] Hat das Verfahren mehrere Rüstkonfigurationen erzeugt, können diese ausgegeben werden oder eine Auswahl einer Rüstkonfiguration durch geeignete Auswahlparameter erfolgen.

[0030] In einer weiteren besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass in dem zweiten Verfahrensschritt bei gleichbleibender Ausrichtung des Zuschnitts mindestens zwei unterschiedliche Werkzeugkonfigurations-Listen dadurch erzeugt werden, dass mindestens zu einer Aktion verschiedene geeignete Werkzeuge oder Werkzeugtypen ausgewählt werden und dass gesteuert durch mindestens ein Auswahlkriterium eine der mindestens zwei Werkzeugkonfigurations-Listen zur Erzeugung der Rüstkonfiguration ausgewählt wird.

[0031] Alternativ dazu ist vorgesehen, dass in dem zweiten Verfahrensschritt mindestens zwei unterschiedliche Werkzeugkonfigurations-Listen dadurch erzeugt werden, dass mindestens zu einer Aktion verschiedene Werkzeugtypen ausgewählt werden und dass je Werkzeugkonfigurations-Liste eine Rüstkonfiguration erzeugt wird.

[0032] Ist im zweiten Verfahrensschritt eine Mapping-Liste derart erstellt, dass zu mindestens einer Aktion (z) mindestens zwei Werkzeugtypen oder Werkzeuge (a und b) zugeordnet sind, so können mindestens zwei verschiedene Werkzeugkonfigurations-Listen erstellt werden. Diese unterscheiden sich dann zumindest bezüglich der Aktion z derart, dass in der ersten Werkzeugkonfigurations-Liste das erste Werkzeug a und in der zweiten Werkzeugkonfigurations-Liste das zweite Werkzeug b der Aktion z der Mapping-Liste ausgewählt wurde.

[0033] Nachfolgend können beide Werkzeugkonfigurations-Listen zur Erzeugung je einer Rüstkonfiguration genutzt werden. In einem anderen Fall kann nur eine von mehreren Werkzeugkonfigurations-Listen ausgewählt und zur Erzeugung der Rüstkonfiguration genutzt werden.

[0034] In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass das Auswahlkriterium die Verfügbarkeit der in der ausgewählten Werkzeugkonfigurations-Liste enthaltenen Werkzeugtypen oder Werkzeuge oder die für einen Zuschnitt notwendige Gesamtbearbeitungszeit sind.

[0035] Wird wie oben beschrieben eine Werkzeugkonfigurations-Liste zur weiteren Verarbeitung ausgewählt, kann diese Auswahl durch Auswahlkriterien gesteuert erfolgen. Ein Auswahlkriterium ist beispielsweise die Verfügbarkeit der Werkzeuge. Liegen dem Verfahren als eine Eingangsgröße genaue Informationen über die Anzahl eines bestimmten Werkzeugs oder Werkzeugtyps vor, beispielsweise in Form der detaillierten Werkzeugliste, kann eine Prüfung dahingehend erfolgen, ob die in der Werkzeugkonfigurations-Liste aufgeführten Werkzeuge (d.h. die benötigten Werkzeuge oder Werkzeugtypen) tatsächlich vorrätig sind. Da bei vielen Nutzern der Falt- und Klebemaschinen ein unterschiedlicher Werkzeugsatz sowie eine unterschiedliche Anzahl eines Werkzeugs bzw. Werkzeugtyps bevorratet werden, lässt sich das Verfahren somit flexibel an verschiedenen Gegebenheiten anpassen.

[0036] Die zur Ver- oder Bearbeitung eines Zuschnitts notwendige Gesamtbearbeitungszeit ergibt sich aus den einzelnen Bearbeitungszeiten, welche die Werkzeuge zur Durchführung ihrer jeweiligen Aktion benötigen sowie den vor, zwischen und nach einer Bearbeitung/Aktion durch ein Werkzeug entstehenden Transportzeiten. Diese notwendige Gesamtbearbeitungszeit kann für jede Rüstkonfiguration ermittelt werden. Dabei kann es vorteilhaft sein, die Rüstkonfiguration mit der minimalen Gesamtbearbeitungszeit auszuwählen, da mittels dieser die Anzahl der aus einem Zuschnitt hergestellten Endprodukte pro Zeiteinheit am größten ist. Unterschiedliche Gesamtbearbeitungszeiten können beispielsweise durch eine unterschiedliche x- y-Ausrichtung der Zuschnitte verursacht werden, da in einer Ausrichtungsvariante beispielsweise ein den Zuschnitt um 90 Grad drehendes Werkzeug "Drehvorrichtung" benötigt wird und in einer anderen Ausrichtung des Zuschnitts nicht, da der Zuschnitt auf der Drehvorrichtung in seiner Bewegung in der Transportrichtung X angehalten und gedreht wird. Nach dem beendeten Drehvorgang kann der Zuschnitt wieder weiter in der Transportrichtung X transportiert werden.

[0037] Weiterhin ist vorgesehen, dass eine Prüfung der durchzuführenden Aktionen dahingehend durchgeführt wird, ob mit ein und demselben Werkzeugtyp oder Werkzeug zwei oder mehr aufeinanderfolgende Aktionen durchführbar sind.

[0038] Mittels des Verfahrens wird geprüft, ob es möglich ist, mittels eines Werkzeugtyps oder eines Werkzeugs zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Aktionen durchzuführen. So kann beispielsweise ein Falzwerkzeug, welches eine Lasche eines Zuschnitts in einer Richtung 90 Grad gedreht gegenüber der Transportrichtung X umfaltet, zwei Laschen eines einzigen Zuschnitts nacheinander falzen, wenn die Laschen beim Durchlaufen des Zuschnitts durch das Werkzeug in der Transportrichtung X mit einem genügend groß bemessenen zeitlichen Abstand das Werkzeug erreichen. Die Laschen müssen also beispielsweise die gleiche x-Koordinate des Zuschnitts aufweisen und unterschiedliche y-Koordinaten, die die obige Bedingung erfüllen.

[0039] In einer anderen Ausführung ist vorgesehen, dass die Werkzeugtypen durch Werkzeuge mit einer eindeutigen Identifikationsnummer (ID) abgebildet werden.

[0040] Statt Werkzeugtypen können auch einzelne Werkzeuge mit ihrer spezifischen ID durch das Verfahren zur Erzeugung der Rüstkonfiguration genutzt werden. Derart kann als Eingangsgröße des Verfahrens eine detaillierte Werkzeugliste verarbeitet werden, welche neben der Bezeichnung des Werkzeugs und eventuellen Besonderheiten die ID des Werkzeugs enthält. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass eine ermittelte Rüstkonfiguration auch realisiert werden kann, weil das Verfahren nur dann erfolgreich abgeschlossen wird, wenn die Werkzeugliste alle gemäß der aktuell betrachteten Werkzeugkonfigurations-Liste erforderlichen Werkzeuge enthält, d.h. wenn jedes benötigte Werkzeug auch tatsächlich vorhanden ist.

[0041] In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass die Identifikationsnummer eines bereits ausgewählten Werkzeugs für den Rest des Verfahrensdurchlaufs als gesperrt gekennzeichnet wird.

[0042] Wie bereits oben beschrieben kann bei der Erzeugung der Rüstkonfiguration ein nur einmal vorrätiges Werkzeug, welches zur Identifikation mit einer Identifikationsnummer ID versehen ist, verwendet werden. Für diesen Fall wird beispielsweise ein Werkzeug mit einer ersten Identifikationsnummer an der Startposition mit einer zugeordneten X- und Y-Koordinate positioniert und diese Position als gesperrt gekennzeichnet. Darüberhinaus wird auch die Identifikationsnummer dieses positionierten Werkzeugs als gesperrt gekennzeichnet. Bei der nachfolgenden Auswahl eines weiteren Werkzeugs der nachfolgenden Aktion aus der Werkzeugkonfigurations-Liste kann das gesperrte Werkzeug, obwohl es demselben Werkzeugtyp zugeordnet ist, nicht mehr genutzt werden. An dieser Stelle des Verfahrens wird ein Werkzeug mit einer anderen Identifikationsnummer ausgewählt, positioniert und diese Identifikationsnummer ebenfalls als gesperrt gekennzeichnet. Besteht diese Möglichkeit der Auswahl eines Werkzeugs mit einer anderen Identifikationsnummer nicht, da kein oder kein freies Werkzeug mehr zur Verfügung steht, kann die Rüstkonfiguration nicht erzeugt werden. Die Ausgabe einer Fehlermeldung mit einer Angabe des Fehlergrunds ist vorgesehen. Abhilfe kann an dieser Stelle derart geschaffen werden, dass die Eingangsgröße des Verfahrens in Form einer Liste der auswählbaren Werkzeuge durch das benötigte Werkzeug erweitert wird.

[0043] Die Lösung soll nachfolgend anhand von zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigt

- 5 Fig. 1 einen aus zwei Elementen bestehenden Zuschnitt,
- Fig. 2 eine Darstellung eines Zuschnitts mit und ohne Nachbarschaftsbeziehung zweier Elemente,
- Fig. 3 eine Darstellung eines Zusammenhangs zwischen Layout und Nachbarschaftsbeziehung,
- 10 Fig. 4 eine beispielhafte Darstellung einer Leimspurdefinition,
- Fig. 5 eine Darstellung von verschiedenen Zuschnitten mit Füllhöhe,
- Fig. 6 eine vereinfachte Prinzipdarstellung eines Verfahrens zur Erzeugung einer Rüstkonfiguration,
- 15 Fig. 7 eine abstrahierte Darstellung eines Verfahrensteils zur Erzeugung einer Mapping-Liste,
- Fig. 8 eine abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Backtracking,
- 20 Fig. 9 eine abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Merging,
- Fig. 10 eine abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Calculation.
- Fig. 11 eine Darstellung eines Zuschnitts für eine CD-Hülle mit x- und y-Koordinatensystem,
- 25 Fig. 12 eine Darstellung eines Zuschnitts für eine CD-Hülle mit x- und y-Koordinatensystem und den durchzuführenden Aktionen,
- Fig. 13a bis d eine Darstellung verschiedener Ausrichtungen des Zuschnitts gegenüber der Transportrichtung X,
- 30 Fig. 14 eine Darstellung einer ersten mittels des Verfahrens ermittelten Rüstkonfigurationsvariante,
- Fig. 15 eine Darstellung einer zweiten mittels des Verfahrens ermittelten Rüstkonfigurationsvariante,
- 35 Fig. 16 eine abgewandelte vereinfachte Prinzipdarstellung eines Verfahrens zur Erzeugung einer Rüstkonfiguration,
- Fig. 17 eine weitere abstrahierte Darstellung eines Verfahrensteils zur Erzeugung einer Mapping-Liste und
- 40 Fig. 18 eine weitere abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Backtracking.

Ausführungsbeispiel 1:

[0044] Zur Durchführung des Verfahrens werden folgende Daten vorausgesetzt und deren Struktur definiert.

Zuschnitt:

[0045] Als Zuschnitt wird das real zu bearbeitende Produkt bezeichnet, welches in abstrahierter Form digital vorliegt.

[0046] Der Zuschnitt wird aus mehreren Elementen zusammengesetzt, um z.B. die verschiedenen Laschen einer Schachtel zu modellieren. Einzelne Elemente werden als Polygone abgebildet, so dass sie lediglich durch eine Folge von Eckpunkten definiert werden. Ein Beispiel hierfür ist in der Figur 1 dargestellt.

[0047] Zur eindeutigen Identifikation der einzelnen Elemente wird diesen eine Unique- ID (Eindeutige Identifikationsnummer für den aktuellen Datensatz) zugeordnet.

[0048] Für den Zuschnitt gelten folgende Einschränkungen:

- Elemente dürfen sich nicht überschneiden.
- Jedes Element muss mindestens einen Nachbarn haben. (siehe nachfolgende Beschreibung "Nachbarschaftsbe-

ziehungen")

- Es müssen alle Elemente eines Zuschnittes untereinander verbunden sein, d.h. der Zuschnitt ist ein Gebilde, welches aus mehreren zusammenhängenden Elementen besteht.

Nachbarschaftsbeziehungen:

[0049] Eine Nachbarschaftsbeziehung zwischen zwei Elementen besteht, wenn diese mit mehr als 2 Punkten verbunden sind und diese mindestens 5 [mm] voneinander entfernt sind. Ein Beispiel hierfür ist in der Figur 2 dargestellt.

[0050] Zur Verwaltung und Nutzung der Nachbarschaftsbeziehung werden diese in einer 2-dimensionalen Adjazenzmatrix gespeichert. Eine Adjazenzmatrix ist eine Matrix, bei der jedem Knoten des Graphen genau eine Zeile und eine Spalte zugeordnet sind. Wenn eine Kante von einem Knoten V zu einem Knoten W führt, dann ist das Element der Matrix, an der sich die Zeile V und die Spalte W kreuzen gleich 1. Anderenfalls ist das Element 0.

[0051] Zusätzlich werden alle ermittelten Nachbarschaftspunkte zweier Elemente in einer Liste gespeichert, damit diese für eine weitere Nutzung zur Verfügung stehen.

[0052] Eine Darstellung des Zusammenhangs zwischen Layout und Nachbarschaftsbeziehungen ist in der Figur 3 dargestellt.

Aktionen:

[0053] Als Aktion werden Prozesse bezeichnet, die mit der Falt- und Klebmaschine durchgeführt werden können, wie z.B. Falten und Leimen.

[0054] Als Transportrichtung (beispielsweise die X-Richtung) wird die Ausrichtung bezeichnet, in welcher der Zuschnitt in den Anleger der Falt- und Klebmaschine (beispielsweise der ProFold 74 der Fa. KAMA) eingelegt wird. Theoretisch stehen einem quadratischen Zuschnitt mit seiner x- und y-Erstreckung somit 4 verschiedene Transportrichtungen zur Verfügung. So kann die x-Koordinate des Zuschnitts vorzugsweise in einem Winkel von 0 Grad, 90 Grad, 180 Grad und 270 Grad zur Transportrichtung X ausgerichtet werden.

[0055] Aktionen besitzen zur Identifizierung eine Unique- ID sowie einen Aktionstypen, welcher festlegt, um was für eine Aktion es sich handelt. Die nachfolgenden Aktionstypen stehen zur Verfügung:

- FOLDING
- GLUING
- FOLDING WITH FILL LEVEL
- ROTATION

[0056] Weiterhin erhalten richtungsgebundene Aktionen eine Angabe darüber, ob sie horizontal oder vertikal zur aktuellen Transportrichtung durchgeführt werden. Dafür stehen folgende Richtungstypen zur Verfügung:

- HORIZONTAL
- VERTICAL

[0057] Aktionen beziehen sich immer auf eine bestimmte Anzahl von verschiedenen Zuschnitt-Elementen. Dazu wird ihnen eine Liste mit Unique- IDs der Elemente zugeordnet. Die Anzahl der Unique- IDs ist abhängig von der Art der Aktionen und eine festgelegte Konstante.

Aktionen- Typ FOLDING:

[0058] Dieser Aktions- Typ bezeichnet das einfache Falten von einem Zuschnitt-Element auf ein anderes. Zur korrekten Definition der Aktion wird die Unique- ID des zu faltenden Elementes sowie die des Elementes benötigt, auf welches gefaltet wird. Es stehen beide Richtungstypen zur Auswahl sowie eine Angabe der Faltrichtung:

- LEFT
- RIGHT

Aktionen- Typ GLUING:

[0059] Dieser Aktions- Typ bezeichnet das Aufbringen einer Leimspur. Es werden die beiden Unique- IDs der Elemente die zusammengeklebt werden sollen benötigt.

[0060] Zur Definition der Leimspur werden deren Ausrichtung zur Transportrichtung sowie die Länge benötigt. Dafür stehen die bereits bekannten Richtungstypen zur Verfügung. Weiterhin benötigt die Leimspur einen Referenzpunkt von einem der beiden zu leimenden Elemente, sowie den Abstand zu diesem, um den Anfangspunkt der Leimspur festzulegen. Eine Beispieldarstellung einer Leimspurdefinition enthält Figur 4.

Aktionen- Typ FOLDING WITH FILL LEVEL:

[0061] Die Faltung mit Füllhöhe umfasst zwei bis vier zusammenhängende Faltungen. Dabei gibt es immer mindestens eine und für gewöhnlich maximal zwei horizontale und vertikale Faltungen. Die gängigsten drei Varianten sind in der Figur 5 dargestellt.

Aktionen- Typ ROTATION:

[0062] Um den Zuschnitt während der Bearbeitung auf dem Transportsystem zu drehen, wird eine Drehvorrichtung genutzt.

Aggregation:

[0063] Eine Aggregation ist eine Liste von Aktionen, deren Aktionstypen meist gleich sind. Genutzt wird die Aggregation, um diese Aktionen zusammenzufassen.

[0064] Aktionen, die zusammen von einem Werkzeug durchgeführt werden, werden gesondert markiert und in einer Aggregation zusammen gefasst. Diese Aggregation erhält zur Identifizierung eine Unique- ID. Weiterhin wird die Aggregation genutzt, um die Aktionen der Faltung mit Füllhöhe zusammenzufassen. Diese werden zwar nicht komplett mit dem gleichen Werkzeug ausgeführt, jedoch gibt es nur eine Füllhöheeinrichtung, sodass auch dies einer Zusammenfassung entspricht.

[0065] Beispielsweise kann mittels eines Werkzeugs nacheinander eine erste und eine davon räumlich getrennte zweite Lasche umgefaltet werden. Dazu ist es vorteilhaft, dass die zweite Lasche nach einem Transport des Zuschnitts in Transportrichtung X die Position erreicht, in welcher die erste Lasche gefaltet wurde, an welcher sich das Faltwerkzeug befindet. Eine Zusammenfassung von Aktionen gleichen Aktionstyps ist aber nur möglich, wenn zwischen zwei derartigen Aktionen keine weitere Aktion durchgeführt werden muss.

Reihenfolge:

[0066] Zur Einhaltung der notwendigen Reihenfolge zur korrekten Bearbeitung des Zuschnittes bedarf es einer Festlegung der Reihenfolge der Aktionen. Diese muss in einer einfachen Zuordnung der Aktions- Unique- IDs zu einer Reihenfolgennummer vorliegen. Die Abarbeitung der Aktionen erfolgt inkrementell.

1. Verfahrensüberblick:

[0067] Folgend wird ein grober Überblick über eine erweiterte Form des Verfahrens zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebemaschinen gegeben. Funktionseinheiten werden hier nur als Blackbox- Funktionen dargestellt, deren nähere Erläuterung in den sich anschließenden Ausführungen erfolgt. Eine Blackbox- Funktion ist eine Funktion, deren innere Methoden nicht bekannt sind, sondern nur deren Input-Output- Beziehung

[0068] Wie in der Figur 6 dargestellt, werden folgende Schritte für jede mögliche Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X durchgeführt:

1. [Aggregation] Zusammenfassen gleichartiger Aktionen zu einer Aggregation

2. [Mapping] Hierbei werden zu jeder Aktion alle anwendbaren Werkzeuge (das Ausführungsbeispiel bezieht sich auf Werkzeuge mit ihrer eindeutigen ID), die als Eingangsdaten in das Verfahren eingepflegt sind, in Form einer Liste, beispielsweise einer Liste von Werkzeug- Unique- IDs, zugeordnet.

3. [Backtracking] (Backtracking (dt. Rücksetzungsverfahren) ist ein Problemlösungsverfahren der Algorithmik und arbeitet nach dem *trial- anderror- Prinzip* (dt. Versuch und Irrtum). Hierbei wird versucht, schrittweise aus einer

Teillösung eine Gesamtlösung zu errechnen.) Ermittelt aus der unter dem Verfahrensschritt "Mapping" berechneten Mapping-Liste der Werkzeuge, werden alle möglichen Zuordnungen von Aktionen und Werkzeugen unter Berücksichtigung der verfügbaren Anzahl der Werkzeuge berechnet. Somit werden eine oder mehrere Werkzeugkonfigurations-Listen erzeugt.

4. [Merging] Dieser Verfahrensschritt entfernt gleichartige Werkzeugkonfigurations-Listen durch Vergleich der verwendeten Werkzeuge.

5. [Calculation] Berechnung der möglichen X- und Y-Positionen für alle Werkzeuge einer erzeugten Werkzeugkonfigurations-Liste sowie Hinzufügung der notwendigen Anpressrollen und weiterer notwendiger Werkzeuge und Erstellung der Rüstkonfiguration.

6. [Rating] Werden mehrere Rüstkonfigurationen erstellt, kann in diesem Verfahrensschritt eine Bewertung der einzelnen Rüstkonfigurationen vorgenommen werden.

[0069] Die Drehung der Transportrichtung des Zuschnittes übernimmt die Funktion [Rotation], welche hier nicht näher dargestellt ist.

[0070] Zusätzlich zur Wahl der Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X kann der Zuschnitt während der Bearbeitung durch die Drehvorrichtung (ROTATION) einmalig gedreht werden. Da dadurch die benötigten Werkzeuge oder Werkzeugtypen geändert werden ist es notwendig, während der Berechnung diese Drehvorrichtung einzusetzen, wenn ohne diese keine Mapping-Liste erzeugt werden kann.

[0071] Die Funktion [ReduceActions] entfernt jeweils die letzte Aktion und versucht somit zu einer möglichen Teillösung zu kommen, da davon ausgegangen werden muss, dass nicht jede Werkzeugkonfigurationsliste komplett abgearbeitet werden kann.

[0072] Eine abstrahierte Darstellung des Verfahrens ist in der Figur 6 dargestellt.

Mapping:

[0073] Der Mapping- Prozess ordnet jeder Aktion alle für diese Aktion geeigneten Werkzeuge zu und speichert diese in einer Liste zur späteren Weiterverarbeitung ab, der sogenannten Mapping-Liste. Dabei ist ein Werkzeug ein einzelnes spezielles Werkzeug mit einer einzigartigen ID, wobei die Bezeichnung Werkzeugtyp beispielsweise für verschiedene gleichartige Falzwerkzeuge stehen kann. Der Werkzeugtyp kann beispielsweise dadurch spezifiziert sein, dass nur Falzwerkzeug für kleine Laschen unterhalb einer bestimmten Laschengröße mit einer Werkzeugausrichtung in Transportrichtung X diesem Werkzeugtyp zugehörig sind.

Die nachfolgenden Restriktionen können beachtet werden:

Aktions- Typ GLUING:

[0074]

- Richtungs- Typ entscheidet die Zuordnung (HORIZONTAL | VERTICAL)

Aktions- Typ FOLDING:

[0075]

- Richtungs- Typ (HORIZONTAL | VERTICAL)
- Faltrichtung (LEFT | RIGHT)
- Minimale und maximale Falz-Element-Größe
- TIPPERFALZ
 - o Prüft weitere Werkzeugabhängigkeiten
- Aktion setzt Pneumatik ein

o Prüft ob Pneumatik vorhanden

Aktions- Typ FOLDING WITH FILL LEVEL:

[0076]

- Richtungs- Typ (LEFT | RIGHT)
- Minimale und maximale Falt-Element-Größe

[0077] Eine abstrahierte Darstellung eines Verfahrensteils zur Erzeugung einer Mapping-Liste ist in der Figur 7 dargestellt.

Backtracking:

[0078] Der Backtracking- Prozess berechnet aus den Daten des Mapping-Prozesses mögliche Werkzeugkonfigurations-Listen. Dabei werden die real vorhandenen Werkzeuganzahlen beachtet. Als Ergebnis entsteht eine Liste mit allen möglichen Zuordnungen von Aktionen zu Werkzeugen in der Art, dass die Unique- IDs von Aktion und Werkzeug sowie die Reihenfolgenposition der Aktion als ein Datensatz gespeichert werden.

[0079] Der Prozess selbst ist ein rekursiver Algorithmus. Rekursiver Algorithmus bedeutet, dass der Algorithmus mehrmals durchlaufen wird und das jeweilige Ergebnis gleichzeitig Parameterdaten des nächsten Durchlaufes ist. Programmiertechnisch wird dies dadurch implementiert, dass sie die Berechnungsfunktion selbst wieder aufruft. Der rekursive Algorithmus arbeitet nach einem Trial- and- Error-Verfahren, welches wie folgt abläuft:

1] Starte Berechnung mit der ersten Reihenfolgenposition

2] Für alle möglichen Werkzeuge (aus dem Mapping- Prozess) der aktuellen Aktion:

- i. Wenn aktuelles Werkzeug noch ungenutzt, sonst Abbruch und nächstes Werkzeug
- ii. Ordne das Werkzeug der Aktion zu und sperre aktuelles Werkzeug als genutzt
- iii. Speichere aktuelle Zuordnung in einer temporären Ergebnisliste
- iv. Gibt es eine weitere Aktion?
 - Ja: Starte bei **2]** mit dessen Reihenfolgenposition
 - Nein: Speichere temporäre Ergebnisliste in richtiger Ergebnisliste
- v. Lösche aktuelle Zuordnung aus der temporären Ergebnisliste
- vi. Freigabe des aktuellen Werkzeuges als ungenutzt

[0080] Während des rekursiven Algorithmus wird innerhalb der temporären Ergebnisliste eine Baumstruktur aufgebaut, die das aktuelle Teilergebnis widerspiegelt. Sobald der Algorithmus einmal die Aktionen- Reihenfolge komplett durchschritten hat, also eine gültige Werkzeugkonfiguration gefunden hat, wird das aktuell temporäre Ergebnis als eine Liste der Zuordnungen in der resultierenden Ergebnisliste als Werkzeugkonfigurations-Liste abgespeichert.

[0081] Eine abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Backtracking ist in der Figur 8 dargestellt.

Merging:

[0082] Der Merging Prozess vergleicht die berechneten Werkzeugkonfigurations-Listen miteinander und löscht identische aus der Ergebnisliste oder einem Ergebnisspeicher. Dazu wird aus den Werkzeugen oder den Werkzeugtypen der Werkzeugkonfigurations-Listen ein sogenannter Hashwert berechnet und dieser mit bereits erstellten Hashwerten verglichen. Ein Hashwert (dt. Streuwert) ist ein skalarer Wert aus einer Teilmenge der natürlichen Zahlen und des Alphabetes. Der Hashwert ist eine nahezu eindeutige Identifizierung einer übergeordneten Menge, in diesem Falle einer Ergebnisliste. Ermittelt werden Hashwerte mit einem Hash- Algorithmus, z.B. dem MD5 Verfahren. Die Dopplungen der

Ergebnisse entstehen durch das mehrfache Vorhandensein eines Werkzeuges.

[0083] Eine abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Merging ist in der Figur 9 dargestellt.

Calculation:

[0084] Der Calculations-Prozess berechnet die X- und Y-Positionen, welche auch als Raster, Rollen- und Tiefenpositionen bezeichnet werden, einer gegebenen Werkzeugkonfiguration auf der Arbeitsebene der Falt- und Klebemaschine und fügt notwendige Transporträder und weitere Hilfswerkzeuge hinzu. Hier kann eine Startposition mit einer X- und Y-Koordinate bezüglich der Arbeitsebene vorgegeben werden. An dieser Startposition wird dann das erste Werkzeug platziert. Unter Beachtung der Größe, eventuellen Besonderheiten und der einzuhaltenden Mindestabstände zu diesem ersten Werkzeug wird nachfolgend ein weiteres auf der Arbeitsebene platziert. Die Koordinaten der Werkzeuge werden für die Rüstkonfiguration abgespeichert.

[0085] Dabei ist es möglich, dass das Werkzeug in der Transportrichtung X gesehen nach dem ersten platziert wird oder neben diesem. Die Platzierung der Werkzeuge nebeneinander kann vorteilhaft sein, wenn bei einem Zuschnitt beispielsweise zwei gegenüberliegende Laschen zeitgleich um gefalzt werden sollen.

[0086] Der Koordinatenursprung des Koordinatensystems der Arbeitsebene der Falt- und Klebemaschine kann so gewählt werden, dass die Null bezüglich der X-Achse am Anfang der Arbeitsebene und die Null der Y-Achse am linken Rand, jeweils in Transportrichtung X gesehen, gewählt werden.

[0087] Eine weitere Variante besteht darin, den Nullpunkt der X-Achse wie oben beschrieben zu wählen und den Nullpunkt der Y-Achse ganz oder nur teilweise in Richtung der Mitte der Arbeitsebene zu verschieben. Diese Verschiebung ist beispielsweise bei sehr kleinen Zuschnitten vorteilhaft.

[0088] In diesem Verfahrensteil werden verschiedene Stufen der Berechnung durchlaufen:

- **[Calculating]** Berechnen einer freien X- und Y-Position auf der Arbeitsebene für das aktuelle Werkzeug unter Berücksichtigung der bereits eingeplanten Werkzeuge und ob das Werkzeug an feste Positionen gebunden ist.
- **[Preprocessing]** Hinzufügen weiterer für dieses Werkzeug benötigter Hilfswerkzeuge (z.B. Niederhalter) und Manipulation der berechneten Position in Abhängigkeit von den vorhergehenden Aktionen.
- **[Adding]** Hinzufügen des aktuellen Werkzeuges sowie Speicherung und/ oder Änderung von Falt- und Leimvorgängen, um diese von anderen Werkzeugen berücksichtigen zu können.
- **[Postprocessing]** Einfügen weiterer Hilfswerkzeuge und notwendiger Anpressräder. Weiterhin Änderung/Löschung aktueller Falt- und Leimvorgänge, falls die aktuelle Aktion diese beeinflusst hat.
- **[GlobalPostprocessing]** Prüfen des Ergebnisses nach der kompletten Berechnung nach möglichen Schwachstellen in dem Transport.
- **[FillTransportsystem]** Auffüllen des Restplatzes mit Transporträdern, um den Transport zum Auslage zu gewährleisten.

[0089] Eine abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Calculating ist in der Figur 10 dargestellt.

Rating:

[0090] In diesem Verfahrensteil kann eine Bewertung der berechneten Ergebnisse erfolgen, um dem Nutzer eine möglichst sinnvoll geordnete Ergebnisliste präsentieren zu können und einen Vorschlag für die wirkliche Einrüstung zu geben. Dabei werden folgende Bewertungskriterien herangezogen:

- Anzahl der abgearbeiteten Aktionen in Abhängigkeit zur Gesamtanzahl.
- Bevorzugung besser passender Werkzeuge in Abhängigkeit zur Liste der möglichen Werkzeuge (aus dem Mapping-Prozess).
- Schätzung der möglichen Stückzahl pro Minute, abhängig von der Transportrichtung und Werkzeugwahl.

[0091] Die 3 Bewertungskriterien (b1, b2, b3) werden anhand von Schwerpunktsfaktoren (fac1, fac2, fac3) gewichtet und aufaddiert, so dass ein resultierender Bewertungswert (B_{ew}) entsteht und die einzelnen Ergebnisse untereinander

verglichen werden können.

$$B_{ew} = \sum b1 * fac1 + b2 * fac2 + b3 * fac3$$

Ausführungsbeispiel 2:

[0092] Die nachfolgend aufgeführten Werkzeuge sind beispielsweise an einer Falt- und Klebemaschine (z. B.: ProFold) vorhanden und werden dem Verfahren als eine Eingangsgröße bereitgestellt.

Werkzeugtyp	Anzahl	Eigenschaft	ID
Drehvorrichtung	1		666
Faltschieber	1		99
Anpressrolle 11er	2	Füllhöhe	8001, 8002
Tipperfalz	1	Füllhöhe	3752
Laschenfalz	1	links Füllhöhe, 10-28[mm], ab 70 [mm] Länge	503
Laschenfalz	1	rechts Füllhöhe, 10-28[mm] 1, ab 70 [mm] Länge	504
Laschenfalz	2	links, 8-35 [mm]	4919, 4918
Laschenfalz	1	rechts, 8-35 [mm]	4917
Flugfalz	2	links, ab 20 [mm]	6573, 6574
Flugfalz	1	rechts, ab 20 [mm]	6572
Tipperfalz	1	40-322 [mm]	2752
Oberefalztasche	2	45-600 [mm]	1963, 1964
Anpressrolle	1	1er	6921
Anpressrolle	4	3er	6423, 6424, 6425, 6427
Anpressrolle	4	6er	7926, 7927, 7928, 7929
Anpressrolle	4	10er	4710, 4711, 4712, 4713
Lüftdüse	2		991, 992
Anpressrolle	3	Tippefalz	817, 816, 819
Leimdüsen	3		414, 415, 417
Niederhalter	2		12, 13
Faltmesser	2		65720, 65730

[0093] Dabei besteht eine Besonderheit der Werkzeuge Tipperfalz und Oberefalztasche darin, dass diese nur eine Faltung von "oben" nach "unten" unterstützen.

[0094] Als weitere Eingangsgröße stehen dem Verfahren Informationen bezüglich des zu verarbeitenden Zuschnitts zur Verfügung.

[0095] Ein Beispiel für Zuschnittinformationen ist in der Figur 11 dargestellt. In diesem Fall ist der Zuschnitt eine einfache CD- Hülle, die verklebt werden soll. Zugefaltet besitzt sie eine Fläche von 120 x 120 [mm]. Die Klebelaschen an der Seite haben eine Größe von 15x120[mm]. Somit besteht der Zuschnitt aus vier einfachen, einzelnen Elementen.

[0096] Die Reihenfolge und der Name der Aktion, auch als Aktionstyp bezeichnet, sind in der unten dargestellten Tabelle gespeichert und können auch grafisch wie in der Figur 12 gezeigt im Programm dargestellt werden. In der Figur 12 sind die Aktionen aus der Tabelle mit ihrer Reihenfolgennummer dargestellt.

Reihenfolgennummer	Aktionstyp
1	Falten

(fortgesetzt)

Reihenfolgennummer	Aktionstyp
2	Falten
3	Leimen
4	Leimen
5	Falten

[0097] Nachfolgend wird der Verfahrensablauf an diesem Zuschnitt erläutert:

[0098] Zu Beginn erfolgt eine Festlegung der Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X. In diesem Beispiel wird die Transportrichtung X mit der x-Achse des Zuschnitts in Übereinstimmung gebracht, so dass die Drehung des Zuschnitts beim Start 0° beträgt. In diesem Fall kann der Zuschnitt, welcher in einem dem Arbeitsbereich der Falt- und Klebmaschine vorgelagerten, hier nicht näher dargestellten Bereich eines Anlegers eingelegt wird, so transportiert werden wie er eingelegt wurde.

[0099] Die gewählte Ausrichtung ist in der Figur 13 a dargestellt, in welcher zu sehen ist, dass die Transportrichtung X mit der x-Koordinate in Übereinstimmung gebracht wurde.

[Aggregation]

[0100] In diesem Beispiel lassen sich keine Aktionen zusammenfassen. Somit gibt es auch keine aggregierten Aktionen.

[Mapping]

[0101]

1 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung links (nach rechts)
Mögliche Werkzeuge: 4919, 4918

2 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung rechts (nach links)
Mögliche Werkzeuge: 4917

3 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeuge: 414, 415, 417

4 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeuge: 414, 415, 417

5 Falten -> horizontale Faltung von "unten" nach "oben"
Mögliche Werkzeuge: **KEINE (kein Werkzeug auswählbar)**

[0102] Die hier dargestellten Nummern der Werkzeuge korrespondieren mit der am Anfang des zweiten Ausführungsbeispiels dargestellten Tabelle und entsprechen den IDs.

[0103] Durch das Verfahren werden die möglichen Werkzeuge angegeben, welche die entsprechende Aktion durchführen können. Dabei kann der Aktion 5, der horizontale Faltung von "unten" nach "oben" kein Werkzeug zugeordnet werden, da kein Werkzeug mit diesen Eigenschaften aus dem zur Verfügung stehenden Werkzeugsatz auswählbar ist.

[0104] Das Verfahren kann eine entsprechende Meldung erzeugen und bringt diese zur Anzeige. Nachfolgend wird das Verfahren automatisch oder durch eine Bedienereingabe fortgesetzt.

[0105] Durch das Verfahren wird vor einem zweiten Durchlauf die Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X derart geändert, dass die Transportrichtung X bezüglich der x-Koordinate des Zuschnitts um 90 Grad gedreht ist. Diese Ausrichtung ist in der Figur 13 b dargestellt.

[Mapping]

[0106]

1 Falten -> horizontale Faltung -> Breite des zu faltenden Objektes 15[mm] -> Faltrichtung von "unten" nach "oben"
Mögliche Werkzeuge: **KEINE**

[0107] Bei dieser Ausrichtung wird ermittelt, dass bereits der ersten Aktion aus der Aktionsliste kein geeignetes Werkzeug zugeordnet werden kann.

[0108] Durch das Verfahren wird vor einem dritten Durchlauf die Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X derart geändert, dass die Transportrichtung X bezüglich der x-Koordinate des Zuschnitts um 180 Grad gedreht ist. Diese Ausrichtung ist in der Figur 13 c dargestellt.

[Mapping]

[0109]

1 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung rechts
Mögliche Werkzeuge: 4917

2 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung links
Mögliche Werkzeuge: 4919, 4918

3 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeuge: 414, 415, 417

4 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeuge: 414, 415, 417

5 Falten -> horizontale Faltung von "oben" nach "unten" Mögliche Werkzeuge: 2752, 1963, 1964

[0110] In dieser Ausrichtungsvariante von 180 Grad kann eine vollständige Zuordnung durchgeführt und somit eine Mapping Liste erzeugt werden.

[0111] Durch das Verfahren wird vor einem vierten Durchlauf die Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X derart geändert, dass die Transportrichtung X bezüglich der x-Koordinate des Zuschnitts um 270 Grad gedreht ist. Diese Ausrichtung ist in der Figur 13 d dargestellt.

[Mapping]

[0112]

1 Falten -> horizontale Faltung -> Breite des zu faltenden Objektes 15[mm] -> Faltrichtung von "oben" nach "unten"
Mögliche Werkzeuge: 2752, 1963, 1964

2 Falten -> horizontale Faltung -> Breite des zu faltenden Objektes 15[mm] -> Faltrichtung von "unten" nach "oben"
Mögliche Werkzeuge: **KEINE**

[0113] Bei dieser Ausrichtung wird ermittelt, dass der zweiten Aktion aus der Aktionsliste kein geeignetes Werkzeug zugeordnet werden kann. Der Durchlauf wird mit der Ausgabe einer entsprechenden Meldung abgeschlossen.

[0114] Nach diesen vier Ausrichtungsvarianten kann festgestellt werden, dass mittels einer Variante eine vollständige Mapping-Liste erstellt werden konnte. Für den Fall, dass keine Variante zu einer vollständigen Mapping-Liste führt, besteht die Möglichkeit, eine Drehvorrichtung in den Bearbeitungsablauf einzubringen. Mittels dieser Drehvorrichtung kann der Zuschnitt auf der Arbeitsebene beispielsweise um 90 Grad gedreht werden und derart eine Zuordnung eines Werkzeugs zu einer Aktion ermöglicht werden, welche ohne die Drehung nicht durchführbar ist.

[0115] Im Ergebnis wird festgestellt, dass die einzige mögliche Ausrichtungsvarianten die Variante mit der 180 Grad Drehung ist, da bei dieser zu allen Aktionen mindestens ein mögliches Werkzeug gefunden wurde.

[0116] Der nachfolgende Verfahrensteilschritt ist das Backtracking.

[Backtracking]

[0117] In diesem Schritt erfolgt eine Auflistung aller möglichen Werkzeugkonfigurations-Listen die durch die zugeordneten Werkzeuge zu den Aktionen denkbar sind. Gerade weil es 3 Leimdüsen gibt, ist diese Liste sehr lang und beinhaltet

EP 2 202 054 A2

"nicht sinnvolle Dopplungen" von Werkzeugkonfigurations-Listen.

	Nr.	1 Faltung	2 Faltung	3 Leimen	4 Leimen	5 Faltung
5	1	4919,	4917,	414,	415,	2752
	2	4919,	4917,	414,	415,	1963
	3	4919,	4917,	414,	415,	1964
	4	4919,	4917,	414,	417,	2752
	5	4919,	4917,	414,	417,	1963
10	6	4919,	4917,	414,	417,	1964
	7	4919,	4917,	415,	414,	2752
	8	4919,	4917,	415,	414,	1963
	9	4919,	4917,	415,	414,	1964
	10	4919,	4917,	415,	417,	2752
15	11	4919,	4917,	415,	417,	1963
	12	4919,	4917,	415,	417,	1964
	13	4919,	4917,	417,	414,	2752
	14	4919,	4917,	417,	414,	1963
	15	4919,	4917,	417,	414,	1964
20	16	4919,	4917,	417,	415,	2752
	17	4919,	4917,	417,	415,	1963
	18	4919,	4917,	417,	415,	1964
	19	4918,	4917,	414,	415,	2752
	20	4918,	4917,	414,	415,	1963
25	21	4918,	4917,	414,	415,	1964
	22	4918,	4917,	414,	417,	2752
	23	4918,	4917,	414,	417,	1963
	24	4918,	4917,	414,	417,	1964
	25	4918,	4917,	415,	414,	2752
30	26	4918,	4917,	415,	414,	1963
	27	4918,	4917,	415,	414,	1964
	28	4918,	4917,	415,	417,	2752
	29	4918,	4917,	415,	417,	1963
	30	4918,	4917,	415,	417,	1964
35	31	4918,	4917,	417,	414,	2752
	32	4918,	4917,	417,	414,	1963
	33	4918,	4917,	417,	414,	1964
	34	4918,	4917,	417,	415,	2752
	35	4918,	4917,	417,	415,	1963
40	36	4918,	4917,	417,	415,	1964

45 **[0118]** Das Verfahren erzeugt auf der Grundlage des eingepflegten Werkzeugbestands 36 Werkzeugkonfigurations-Listen.

[0119] In dem nachfolgende Verfahrensschritt Merging wird die Anzahl der Werkzeugkonfigurations-Listen reduziert, indem identischen Werkzeugkonfigurations-Listen ermittelt und diese Doppelungen reduziert werden.

50 [Merging]

[0120] Zu jeder Werkzeugkonfigurations-Liste wird ein Hashwert gebildet, der im einfachsten Falle darin besteht, dass der Typ der betreffenden Werkzeuge hintereinander in ein String geschrieben wird und in einer Hashtabelle gespeichert wird. Sollte hierbei eine Kollision auftreten, so kann die Werkzeugkonfigurations-Liste des kollidierten Hashes gelöscht werden.

1 FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALTIPPERFALZ

	2	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	3	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
5	4	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALTIPPERFALZ
	5	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	6	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
10	7	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALTIPPERFALZ
	8	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
15	9	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	10	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALTIPPERFALZ
	11	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
20	12	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	13	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALTIPPERFALZ
25	14	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	15	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	16	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZ
30	17	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	18	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
35	19	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZ
	20	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	21	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
40	22	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZ
	23	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
45	24	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	25	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZ
	26	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
50	27	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	28	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZ
55	29	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE
	30	FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBEREFAIZTASCHE

31 FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBREFALZ
 32 FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBREFALZTASCHE
 5 33 FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBREFALZTASCHE
 34 FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBREFALZ
 35 FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBREFALZTASCHE
 36 FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBREFALZTASCHE
 10

[0121] Nach Prüfung der Kollision bleiben als echte Werkzeugkonfigurations-Listen übrig:

- FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALTIP PERFALZ

- 15 • FOLDINGSMALLFOLDINGSMALLGLUINGVERTICALGLUINGVERTICALOBE REFALZTASCHE

[0122] Im Ergebnis sind zwei grundsätzlich unterschiedliche Werkzeugkonfigurations-Listen berechnet worden. Beide stellen mögliche Werkzeugkonfigurations-Listen dar, so dass von beiden Werkzeugkonfigurations-Listen nachfolgen jeweils eine Rüstkonfiguration ermittelt wird.

20 **[0123]** Nachfolgend wird der Verfahrensteil zur Positionierung der Werkzeuge auf der Arbeitsoberfläche, der Calculation-Verfahrensschritt, beschrieben.

[0124] In diesem Verfahrensschritt wird, ausgehend von der Startposition, nacheinander jedes Werkzeug auf der Arbeitsebene der Falt- und Klebmaschine positioniert, wie bereits im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben wurde.

[0125] Im Ergebnis dieses Verfahrensschritts werden zwei verschiedene Rüstkonfigurationen erzeugt, wie sie in den Figuren 14 und 15 dargestellt sind.

25 **[0126]** In den Figuren 14 und 15 ist jeweils eine Draufsicht auf die Arbeitsebene einer Falt- und Klebmaschine dargestellt. Dargestellt sind die um 90 Grad gegenüber der Transportrichtung gedrehten Transportwalzen, welche in regelmäßigen Abständen über die gesamte Arbeitsebene angeordnet sind. Nicht dargestellt ist der Anleger für die Zuschnitte, welcher sich üblicherweise in Transportrichtung gesehen vor der Arbeitsebene befindet und in den die Zuschnitte eingelegt werden. Die Zuschnitte werden vereinzelt und nacheinander in der Transportrichtung über die Arbeitsebene transportiert. In der Figur 14 wird die Aktion 1 (Falten) vom Werkzeug mit der ID 4917 und die Aktion 2 (Falten) vom Werkzeug mit der ID 4919 durchgeführt. Zur Gewährleistung eines sicheren Transports der Zuschnitte vom Anleger zu den beiden Werkzeugen (4917, 4919) sind in dem Bereich zwischen Anleger und den Werkzeugen zwei Baugruppen dargestellt, welche die Anpress- oder Transporträder beinhalten. Diese Räder sind so ausgeführt, dass sie jeweils einer Transportwalze der Arbeitsebene gegenüber angeordnet sind.

35 **[0127]** In der Transportrichtung hinter den beiden Werkzeugen (4917, 4919) sind die Leimdüsen 414 und 415 für die Aktionen 3 und 4 angeordnet.

[0128] Diesen wiederum nachfolgend ist ein Tipperfalz mit der ID 2752 angeordnet, dessen bewegliche Quertraverse auf der zum Werkzeug zeigenden Position angebracht ist. Diese Quertraverse kann weitere Werkzeuge aufnehmen, zum Beispiel kleine Anpressräder oder Niederhalter, um gefaltete Laschen zu zuhalten.

40 **[0129]** Im Unterschied dazu wird die Aktion 5 in der Figur 15 durch das Werkzeug 1963 des Werkzeugtyps Oberefalztasche durchgeführt. Somit ist in der Figur 14 die erste mögliche Rüstvariante und in der Figur 15 die zweite mögliche Rüstvariante dargestellt.

45 **[0130]** In beiden Figuren sind nach der Traverse noch verschiedene weitere Anpress- oder Transporträder zum sicheren Weitertransport der Zuschnitte bis hin zu einer der Arbeitsebene nachgeordneten, in den Figuren nicht dargestellten, Auslage angeordnet.

[0131] Die Positionen der Werkzeuge wurden für die erste Rüstvariante wie nachfolgend ermittelt:

1 Falten -> Faltrichtung rechts -> Werkzeug 4917

50 X Position 7 - 13

Y Position 120 - 184

2 Falten -> Faltrichtung links -> Werkzeug 4919

X Position 7 - 13

55 Y Position 0 - 64

3 Leimen -> Werkzeug 414

X Position 16

Y Position 147 - 360

4 Leimen -> Werkzeug 415

X Position 16

Y Position -175 - 38

5 Falten -> Faltrichtung "oben" nach "unten" -> Werkzeug 2752

X Position 17

[0132] Die Positionen der Werkzeuge wurden für die zweite Rüstvariante wie nachfolgend ermittelt:

1 Falten -> Faltrichtung rechts -> Werkzeug 4917

X Position 14 - 19

Y Position 120 - 184

2 Falten -> Faltrichtung links -> Werkzeug 4919

X Position 14 - 19

Y Position 0 - 64

3 Leimen -> Werkzeug 414

X Position 23

Y Position 147 - 360

4 Leimen -> Werkzeug 415

X Position 23

Y Position -175 - 38

5 Falten -> Faltrichtung von "oben" nach "unten" -> Werkzeug 1963

X Position 26

2. Verfahrensüberblick einer abgewandelten Variante:

[0133] Folgend wird ein grober Überblick über eine weitere Form des Verfahrens zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebmaschinen gegeben.

[0134] Im Unterschied zu dem weiter oben dargestellten 1. Verfahrensüberblick werden in dieser Abwandlung im Verfahrensschritt Mapping nicht alle anwendbaren Werkzeuge, sondern die Werkzeugtypen zu einer Aktion ermittelt. Im nachfolgenden Backtracking wird dann jeweils nur eine Werkzeugkonfigurationsliste erstellt, wobei infolge dieser Reduzierung der Merging Verfahrensschritte eingespart und somit das Verfahren vereinfacht und beschleunigt werden kann.

[0135] Die Unterschiede im Verfahrensablauf zur Figur 6 des

1. Verfahrensüberblicks sind in der Figur 16 dargestellt, wobei folgende Schritte für jede mögliche Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X durchgeführt werden:

1. [Aggregation] Zusammenfassen gleichartiger Aktionen zu einer Aggregation

2. [Mapping] Hierbei werden zu jeder Aktion alle anwendbaren Werkzeugtypen in Form einer Liste, beispielsweise einer Liste von Werkzeugtyp- Unique-IDs, zugeordnet.

3. [Backtracking] Ermittelt werden, aus der unter dem Verfahrensschritt "Mapping" berechneten Mapping-Liste der Werkzeugtypen, alle möglichen Zuordnungen von Aktionen und Werkzeugen unter Berücksichtigung der verfügbaren Anzahl der Werkzeuge. Dies geschieht in der Art, dass zu jedem Werkzeugtypen aus der Mapping-Liste ein verfügbares Werkzeug ausgewählt wird, welches darauf hin als nicht verfügbar gekennzeichnet wird. Somit werden eine oder mehrere Werkzeugkonfigurations-Listen erzeugt.

4. [Calculation] Berechnung der möglichen X- und Y-Positionen für alle Werkzeuge einer erzeugten Werkzeugkonfigurations-Liste sowie Hinzufügung der notwendigen Anpressrollen und weiterer notwendiger Werkzeuge und Erstellung der Rüstkonfiguration.

5. [Rating] Werden mehrere Rüstkonfigurationen erstellt, kann in diesem Verfahrensschritt eine Bewertung der einzelnen Rüstkonfigurationen vorgenommen werden.

[0136] Die Drehung der Transportrichtung des Zuschnittes übernimmt die Funktion [Rotation], welche hier nicht näher dargestellt ist.

[0137] Zusätzlich zur Wahl der Ausrichtung des Zuschnittes bezüglich der Transportrichtung X kann der Zuschnitt während der Bearbeitung durch die Drehvorrichtung (ROTATION) einmalig gedreht werden. Da dadurch die benötigten Werkzeuge oder Werkzeugtypen geändert werden, ist es notwendig, während der Berechnung diese Drehvorrichtung einzusetzen, wenn ohne diese keine Mapping-Liste erzeugt werden kann.

[0138] Die Funktion [ReduceActions] entfernt jeweils die letzte Aktion und versucht somit zu einer möglichen Teillösung zu kommen, da davon ausgegangen werden muss, dass nicht jede Werkzeugkonfigurationsliste komplett abgearbeitet werden kann.

[0139] Eine abstrahierte Darstellung des Verfahrens ist in der Figur 6 dargestellt.

Mapping:

[0140] Der Mapping- Prozess ordnet jeder Aktion alle für diese Aktion geeigneten Werkzeugtypen zu und speichert diese in einer Liste zur späteren Weiterverarbeitung ab, der sogenannten Mapping-Liste. Wobei die Bezeichnung Werkzeugtyp beispielsweise für verschiedene gleichartige Faltwerkzeuge stehen kann.

[0141] Bezüglich möglicher Restriktionen bestehen die bereits im 1. Verfahrensüberblick aufgezeigten Möglichkeiten.

[0142] Eine abstrahierte Darstellung eines Verfahrensteils zur Erzeugung einer Mapping-Liste nach dem

2. Verfahrensüberblick ist in der Figur 17 dargestellt.

[0143] Der rekursive Algorithmus des Backtrackings arbeitet nach einem Trial- and- Error- Verfahren, welches für den 2. Verfahrensüberblick wie folgt abläuft:

1] Starte Berechnung mit der ersten Reihenfolgenposition

2] Für alle möglichen Werkzeugtypen (aus dem Mapping-Prozess) der aktuellen Aktion:

i. Durchlaufe alle vorhandenen Werkzeuge des aktuellen Werkzeugtyps

- a. Wenn aktuelles Werkzeug noch ungenutzt, sonst Abbruch und nächstes Werkzeug
- b. Ordne das Werkzeug der Aktion zu und sperre aktuelles Werkzeug als genutzt
- c. Speichere aktuelle Zuordnung in einer temporären Ergebnisliste
- d. Gibt es eine weitere Aktion?

- Ja: Starte bei **2]** mit dessen Reihenfolgenposition
- Nein: Speichere temporäre Ergebnisliste in richtiger Ergebnisliste

- e. Lösche aktuelle Zuordnung aus der temporären Ergebnisliste
- f. Freigabe des aktuellen Werkzeuges als ungenutzt Während des rekursiven Algorithmus wird innerhalb der temporären Ergebnisliste eine Baumstruktur aufgebaut, die das aktuelle Teilergebnis widerspiegelt. Sobald der Algorithmus einmal die Aktionen- Reihenfolge komplett durchschritten hat, also eine gültige Werkzeugkonfiguration gefunden hat, wird das aktuell temporäre Ergebnis als eine Liste der Zuordnungen in der resultierenden Ergebnisliste als Werkzeugkonfigurations-Liste abgespeichert.

[0144] Eine abstrahierte Darstellung des Verfahrensteils Backtracking ist für den 2. Verfahrensüberblick in der Figur 18 dargestellt.

Die Ausführungen bezüglich Calculation, Rating und der

[0145] Bewertungskriterien aus dem 1. Verfahrensüberblick gelten entsprechend.

Ausführungsbeispiel 3:

[0146] Die nachfolgend aufgeführten Werkzeuge sind beispielsweise an einer Falt- und Klebemaschine (z. B.: ProFold)

vorhanden und werden dem Verfahren als eine Eingangsgröße bereitgestellt.

Werkzeugtyp	Anzahl	Eigenschaft	ID
Drehvorrichtung	1		666
Faltschieber	1		99
Anpressrolle 11er	2	Füllhöhe	8001, 8002,
Tipperfalz	1	Füllhöhe	3752
Laschenfalz	1	links Füllhöhe, 10-28[mm], ab 70 [mm] Länge	503
Laschenfalz	1	rechts Füllhöhe, 10-28[mm] 1, ab 70 [mm] Länge	504
Laschenfalz	2	links, 8-35 [mm]	4919, 4918
Laschenfalz	1	rechts, 8-35 [mm]	4917
Flugfalz	2	links, ab 20 [mm]	6573, 6574
Flugfalz	1	rechts, ab 20 [mm]	6572
Tipperfalz	1	40-322 [mm]	2752
Oberefalztasche	2	45-600 [mm]	1963, 1964
Anpressrolle	1	1er	6921
Anpressrolle	4	3er	6423, 6424, 6425, 6427
Anpressrolle	4	6er	7926, 7927, 7928, 7929
Anpressrolle	4	10er	4710, 4711, 4712, 4713
Lüftdüse	2		991, 992
Anpressrolle	3	Tipperfalz	817, 816, 819
Leimdüsen	3		414, 415, 417
Niederhalter	2		12, 13
Faltmesser	2		65720, 65730

[0147] Dabei besteht eine Besonderheit der Werkzeuge Tipperfalz und ObereFalztasche darin, dass diese nur eine Faltung von "oben" nach "unten" unterstützen.

[0148] Als weitere Eingangsgröße stehen dem Verfahren Informationen bezüglich des zu verarbeitenden Zuschnitts zur Verfügung.

[0149] Ein Beispiel für Zuschnittinformationen ist in der Figur 11 dargestellt. In diesem Fall ist der Zuschnitt eine einfache CD- Hülle, die verklebt werden soll. Zugefaltet besitzt sie eine Fläche von 120 x 120 [mm]. Die Klebelaschen an der Seite haben eine Größe von 15x120[mm]. Somit besteht der Zuschnitt aus vier einfachen, einzelnen Elementen.

[0150] Die Reihenfolge und der Name der Aktion, auch als Aktionstyp bezeichnet, sind in der unten dargestellten Tabelle gespeichert und können auch grafisch wie in der Figur 12 gezeigt, im Programm dargestellt werden. In der Figur 12 sind die Aktionen aus der Tabelle mit ihrer Reihenfolgennummer dargestellt.

Reihenfolgennummer	Aktionstyp
1	Falten
2	Falten
3	Leimen
4	Leimen
5	Falten

[0151] Nachfolgend wird der Verfahrensablauf an diesem Zuschnitt erläutert:

[0152] Zu Beginn erfolgt eine Festlegung der Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X. In diesem Beispiel wird die Transportrichtung X mit der x-Achse des Zuschnitts in Übereinstimmung gebracht, so dass die Drehung des Zuschnitts beim Start 0° beträgt. In diesem Fall kann der Zuschnitt, welcher in einem dem Arbeitsbereich der Falt- und Klebmaschine vorgelagerten, hier nicht näher dargestellten Bereich eines Anlegers eingelegt wird, so transportiert werden wie er eingelegt wurde.

[0153] Die gewählte Ausrichtung ist in der Figur 13 a dargestellt, in welcher zu sehen ist, dass die Transportrichtung X mit der x-Koordinate in Übereinstimmung gebracht wurde.

[Aggregation]

[0154] In diesem Beispiel lassen sich keine Aktionen zusammenfassen. Somit gibt es auch keine aggregierten Aktionen.

[Mapping]

[0155]

1 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung links (nach rechts)
Mögliche Werkzeugtypen: Laschenfalz_Links

2 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung rechts (nach links)
Mögliche Werkzeugtypen: Laschenfalz_Rechts

3 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeugtypen: Leimdüse

4 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeugtypen: Leimdüse

5 Falten -> horizontale Faltung von "unten" nach "oben"
Mögliche Werkzeugtypen: **KEINE (kein Werkzeug auswählbar)**

[0156] Die hier dargestellten Werkzeugtypen korrespondieren mit der am Anfang des dritten Ausführungsbeispiels dargestellten Tabelle.

[0157] Durch das Verfahren werden die möglichen Werkzeugtypen angegeben, welche die entsprechende Aktion durchführen können. Dabei kann der Aktion 5, der horizontalen Faltung von "unten" nach "oben" kein Werkzeugtyp zugeordnet werden, da kein Werkzeugtyp mit diesen Eigenschaften aus dem zur Verfügung stehenden Werkzeugtypensatz auswählbar ist.

[0158] Das Verfahren kann eine entsprechende Meldung erzeugen und bringt diese zur Anzeige. Nachfolgend wird das Verfahren automatisch oder durch eine Bedieneingabe fortgesetzt.

[0159] Durch das Verfahren wird vor einem zweiten Durchlauf die Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X derart geändert, dass die Transportrichtung X bezüglich der x-Koordinate des Zuschnitts um 90 Grad gedreht ist. Diese Ausrichtung ist in der Figur 13 b dargestellt.

[Mapping]

[0160]

1 Falten -> horizontale Faltung -> Breite des zu faltenden Objektes 15[mm] -> Faltrichtung von "unten" nach "oben"
Mögliche Werkzeugtypen: **KEINE**

[0161] Bei dieser Ausrichtung wird ermittelt, dass bereits der ersten Aktion aus der Aktionsliste kein geeigneter Werkzeugtyp zugeordnet werden kann.

[0162] Durch das Verfahren wird vor einem dritten Durchlauf die Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X derart geändert, dass die Transportrichtung X bezüglich der x-Koordinate des Zuschnitts um 180 Grad gedreht ist. Diese Ausrichtung ist in der Figur 13 c dargestellt.

[Mapping]

[0163]

- 5 1 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung rechts
Mögliche Werkzeugtypen: Laschenfalz_Rechts
- 2 Falten -> vertikales Falten -> Breite des zu faltenden Objektes 15 [mm] -> Faltrichtung links
Mögliche Werkzeugtypen: Laschenfalz_Links
- 10 3 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeugtypen: Leimdüse
- 4 Leimen -> vertikale Leimspur
Mögliche Werkzeugtypen: Leimdüse
- 15 5 Falten -> horizontale Faltung von "oben" nach "unten" Mögliche Werkzeugtypen: Tipperfalz, Oberefalztasche

[0164] In dieser Ausrichtungsvariante von 180 Grad kann eine vollständige Zuordnung durchgeführt und somit eine Mapping Liste erzeugt werden.

[0165] Durch das Verfahren wird vor einem vierten Durchlauf die Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X derart geändert, dass die Transportrichtung X bezüglich der x-Koordinate des Zuschnitts um 270 Grad gedreht ist. Diese Ausrichtung ist in der Figur 13 d dargestellt.

[Mapping]

[0166]

- 30 1 Falten -> horizontale Faltung -> Breite des zu faltenden Objektes 15[mm] -> Faltrichtung von "oben" nach "unten"
Mögliche Werkzeugtypen: Tipperfalz, Oberefalztasche
- 2 Falten -> horizontale Faltung -> Breite des zu faltenden Objektes 15[mm] -> Faltrichtung von "unten" nach "oben"
Mögliche Werkzeugtypen: **KEINE**

[0167] Bei dieser Ausrichtung wird ermittelt, dass der zweiten Aktion aus der Aktionsliste kein geeigneter Werkzeugtyp zugeordnet werden kann. Der Durchlauf wird mit der Ausgabe einer entsprechenden Meldung abgeschlossen.

[0168] Nach diesen vier Ausrichtungsvarianten kann festgestellt werden, dass mittels einer Variante eine vollständige Mapping-Liste erstellt werden konnte. Für den Fall, dass keine Variante zu einer vollständigen Mapping-Liste führt, besteht die Möglichkeit, eine Drehvorrichtung in den Bearbeitungsablauf einzubringen. Mittels dieser Drehvorrichtung kann der Zuschnitt auf der Arbeitsebene beispielsweise um 90 Grad gedreht werden und derart eine Zuordnung eines Werkzeugs zu einer Aktion ermöglicht werden, welche ohne die Drehung nicht durchführbar ist.

[0169] Im Ergebnis wird festgestellt, dass die einzige mögliche Ausrichtungsvariante die Variante mit der 180 Grad Drehung ist, da bei dieser zu allen Aktionen mindestens ein mögliches Werkzeug gefunden wurde.

[0170] Der nachfolgende Verfahrensteilschritt ist das Backtracking.

[Backtracking]

[0171] In diesem Schritt erfolgt eine Zuordnung von verfügbaren Werkzeugen zu den Werkzeugtypen aus der Mapping-Liste. Sind von einem Werkzeugtyp mehrere Werkzeuge verfügbar, so wird das erste verfügbare ausgewählt und als nicht verfügbar gekennzeichnet.

Nr.	Aktion 1 Faltung	Aktion 2 Faltung	Aktion 3 Leimung	Aktion 4 Leimung	Aktion 5 Faltung
1	4919	4917	414	415	2752
2	4919	4917	414	415	1963

[0172] Das Verfahren erzeugt auf der Grundlage des eingepflegten Werkzeugbestands und der Mapping-Listen 2 Werkzeugkonfigurations-Listen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionierung von Werkzeugen an Falt- und Klebemaschinen mit einer Transportrichtung X bei welchem ein zu verarbeitender Zuschnitt mit einer x- und y-Erstreckung, durchzuführende Aktionen und deren Reihenfolge sowie auswählbare Werkzeugtypen oder Werkzeuge vorgegeben sind und eine Rüstkonfiguration ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- in einem ersten Verfahrensschritt für eine erste Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X eine Zuordnung aller je Aktion auswählbaren Werkzeugtypen zu dieser Aktion erzeugt und diese in einer Mapping-Liste abgespeichert wird,
- dass für den Fall, dass keine Mapping-Liste erzeugt werden kann, der Verfahrensdurchlauf abgebrochen und eine Fehlermeldung ausgegeben wird,
- dass in einem zweiten Verfahrensschritt auf der Grundlage der erzeugten Mapping-Liste eine Werkzeugkonfigurations-Liste erzeugt wird, indem je Aktion ein, in der Mapping-Liste einer Aktion zugeordneter, Werkzeugtyp ausgewählt und in der Werkzeugkonfigurations-Liste gespeichert wird,
- dass nachfolgend in einem dritten Verfahrensschritt die Rüstkonfiguration derart erzeugt wird, dass eine Startposition, welche eine X- und eine Y-Position beinhaltet, festgelegt wird, dass ein erster Werkzeugtyp einer ersten Aktion aus der Werkzeugkonfigurations-Liste ausgewählt und einer ersten Position, der Startposition, zugeordnet wird, dass diese Startposition als gesperrt **gekennzeichnet** wird und dass die derart erzeugten Informationen als Rüstkonfigurationsinformationen gespeichert werden,
- dass in einem nachfolgenden vierten Verfahrensschritt ein weiterer Werkzeugtyp einer nachfolgenden Aktion aus der Werkzeugkonfigurations-Liste ausgewählt und unter Berücksichtigung der bereits als gesperrt **gekennzeichneten** Positionen einer weiteren freien Position zugeordnet wird, dass diese weitere Position als gesperrt **gekennzeichnet** wird und dass die derart erzeugten Informationen als Rüstkonfigurationsinformationen gespeichert werden und dass der vierte Verfahrensschritt solange durchlaufen wird bis die Festlegung der Positionen für alle Werkzeugtypen aller Aktionen aus der Werkzeugkonfigurations-Liste erfolgt ist,
- dass die Gesamtheit der gespeicherten Rüstkonfigurationsinformationen als Rüstkonfiguration ausgegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensdurchlauf für mindestens eine weitere Ausrichtung des Zuschnitts bezüglich der Transportrichtung X erneut durchlaufen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausrichtung derart erfolgt, dass der Zuschnitt bezüglich der Transportrichtung X um 0 Grad, 90 Grad, 180 Grad und 270 Grad gedreht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem zweiten Verfahrensschritt mindestens zwei unterschiedliche Werkzeugkonfigurations-Listen **dadurch** erzeugt werden, dass mindestens zu einer Aktion verschiedene Werkzeugtypen ausgewählt werden und dass gesteuert durch mindestens ein Auswahlkriterium eine der mindestens zwei Werkzeugkonfigurations-Listen zur Erzeugung der Rüstkonfiguration ausgewählt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem zweiten Verfahrensschritt mindestens zwei unterschiedliche Werkzeugkonfigurations-Listen **dadurch** erzeugt werden, dass mindestens zu einer Aktion verschiedene Werkzeugtypen ausgewählt werden und dass je Werkzeugkonfigurations-Liste eine Rüstkonfiguration erzeugt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auswahlkriterium die Verfügbarkeit der in der ausgewählten Werkzeugkonfigurations-Liste enthaltenen Werkzeugtypen oder Werkzeuge oder/und die für einen Zuschnitt notwendige Gesamtbearbeitungszeit sind.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Prüfung der durchzuführenden Aktionen dahingehend durchgeführt wird, ob mit ein und demselben Werkzeugtyp oder Werkzeug zwei oder mehr aufeinanderfolgende Aktionen durchführbar sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeugtypen durch Werkzeuge

mit einer eindeutigen Identifikationsnummer (ID) abgebildet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Identifikationsnummer eines bereits ausgewählten Werkzeugs für den Rest des Verfahrensdurchlaufs als gesperrt **gekennzeichnet** wird.

5

10

15

20

25

30

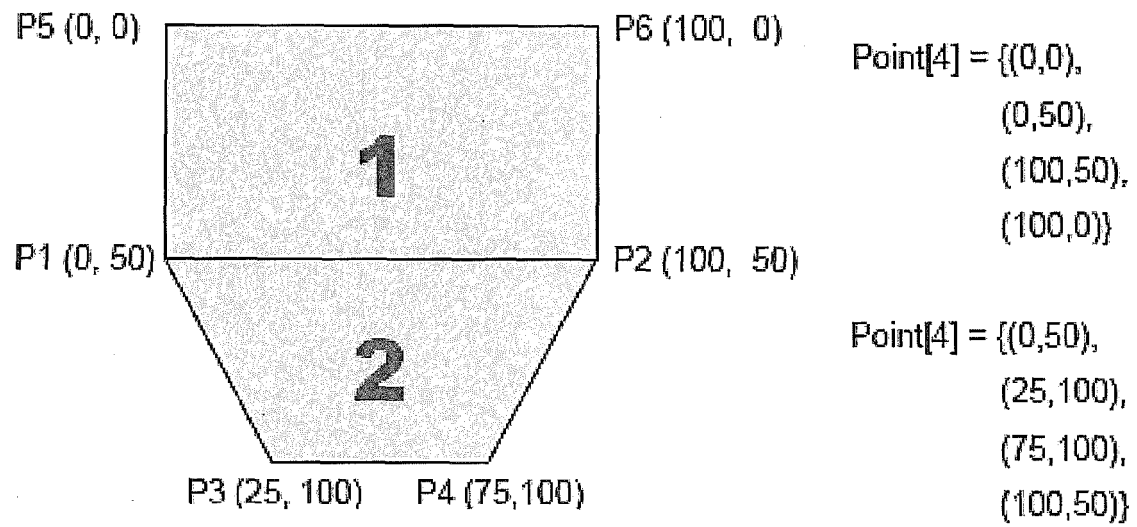
35

40

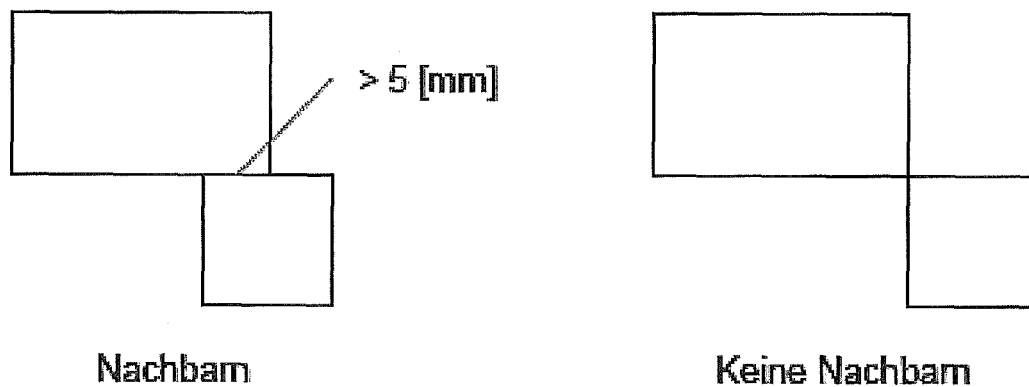
45

50

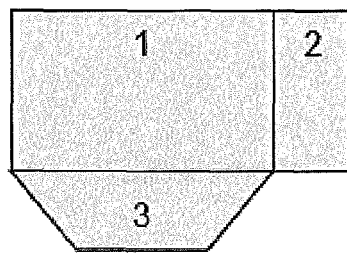
55



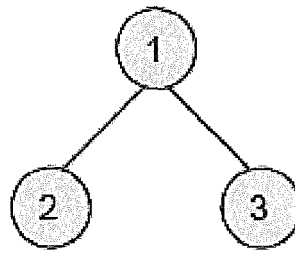
Figur 1



Figur 2



Einfaches Layout



Layout als Graphenbaum

1	1	2	3
1	-	X	X
2	X	-	-
3	X	-	-

Adjazenzmatrix

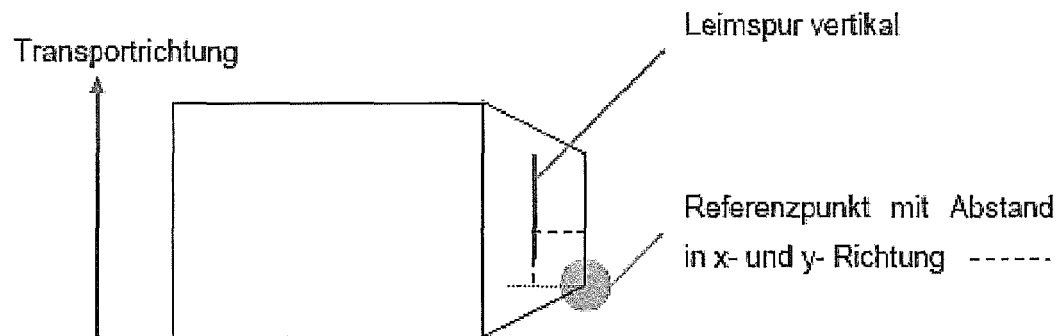
Elemente{1,2} = {(100, 0),
(100, 50)}

Elemente{1,3} = {(0, 50),
(100,50)}

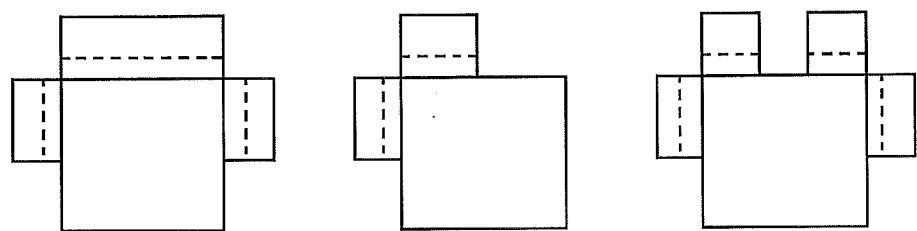
usw.

Nachbarschaftspunkte

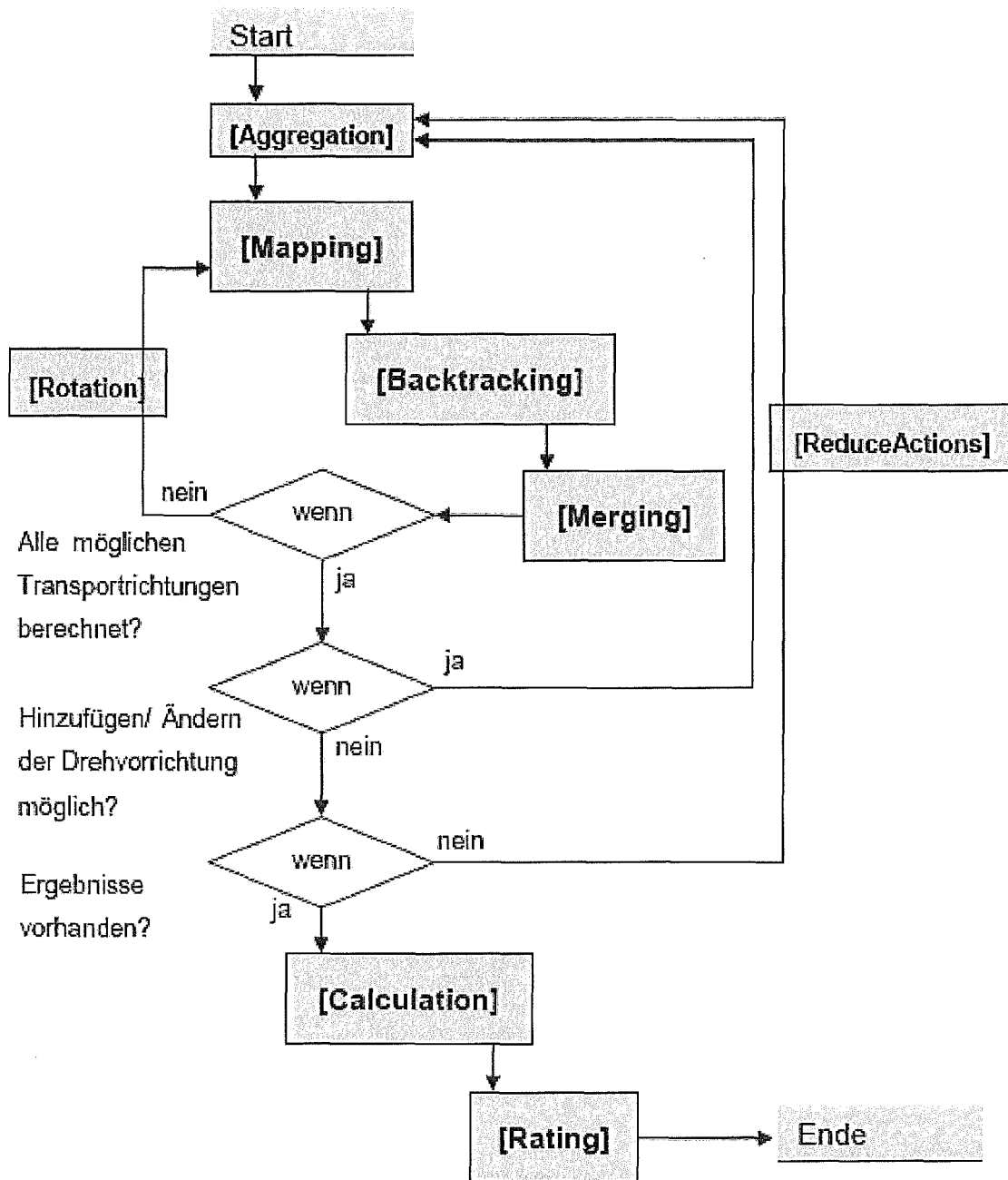
Figur 3



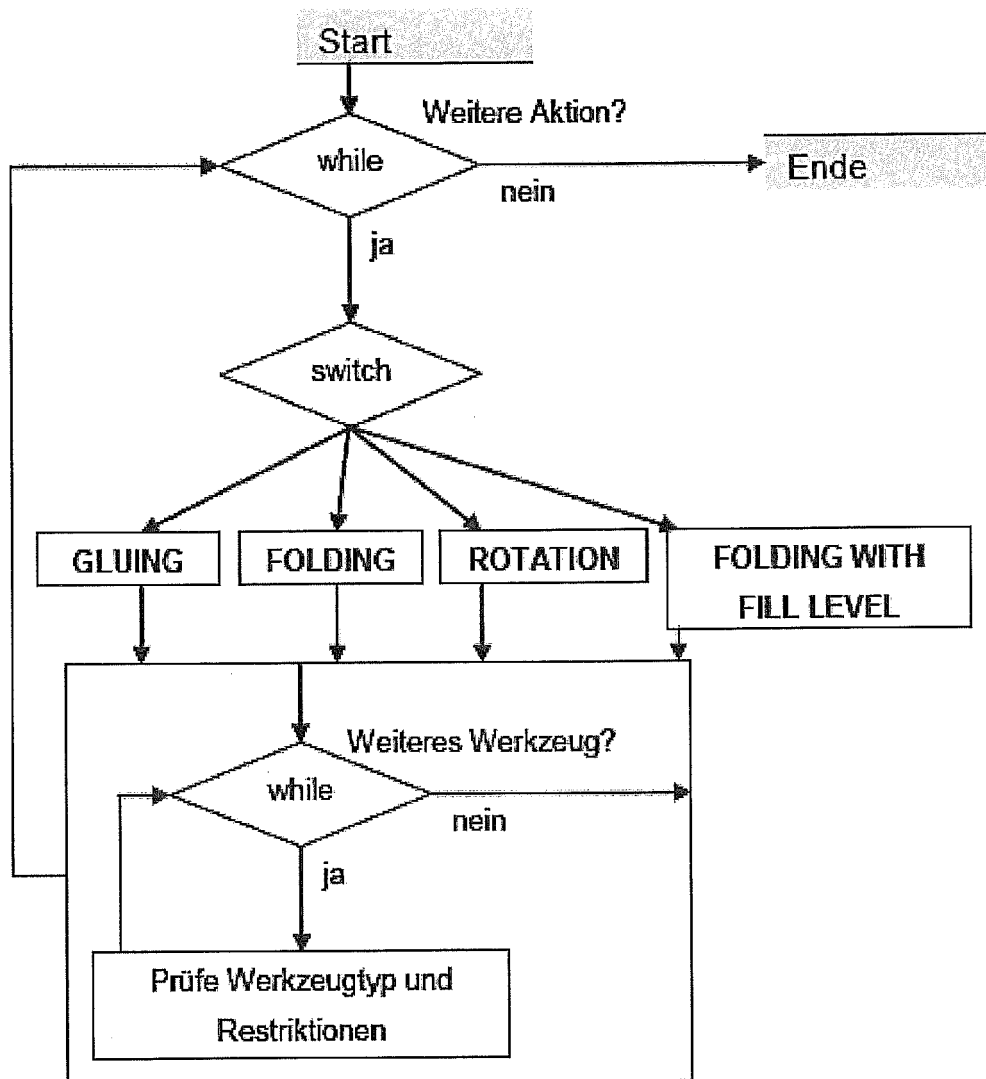
Figur 4



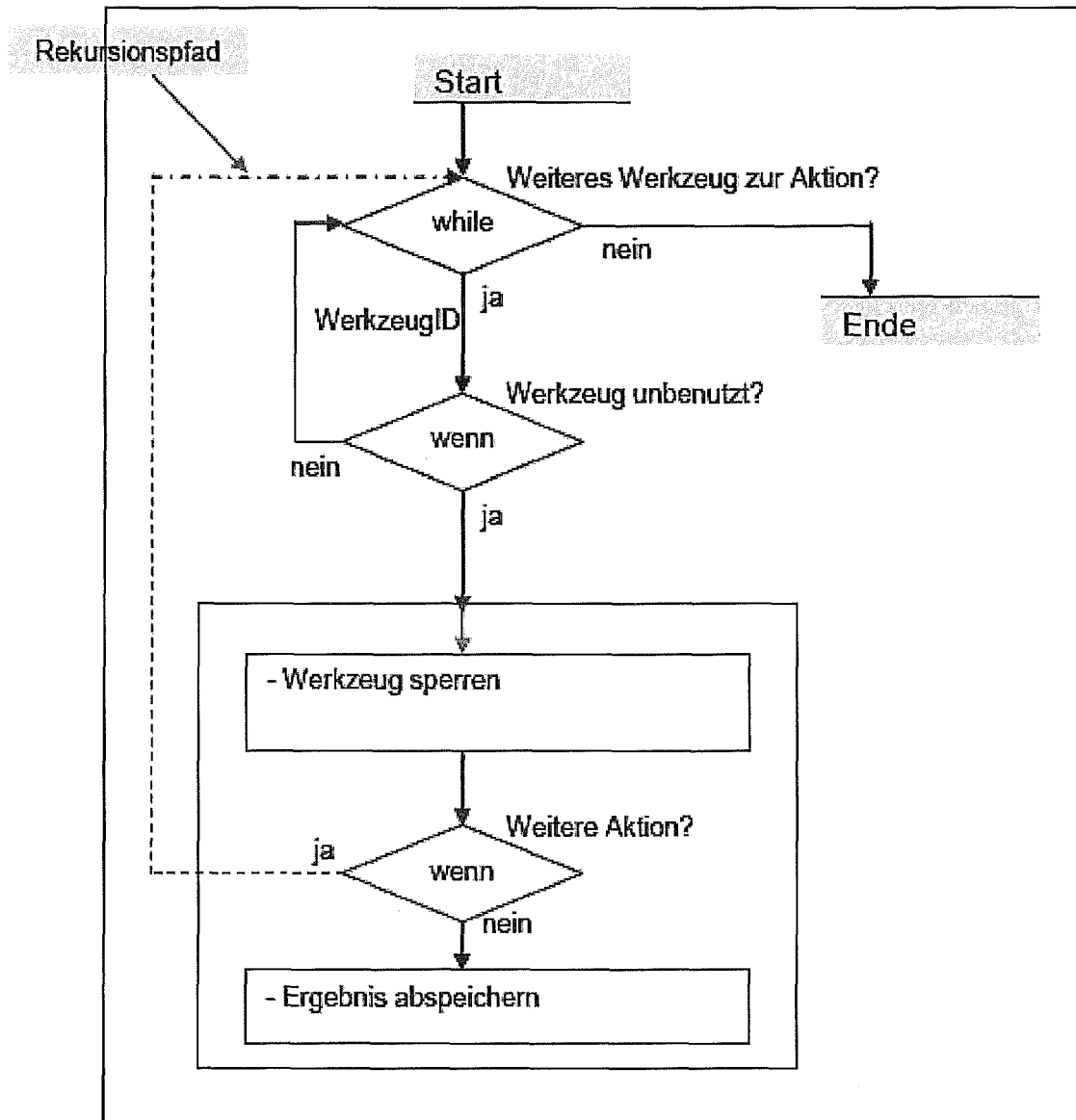
Figur 5



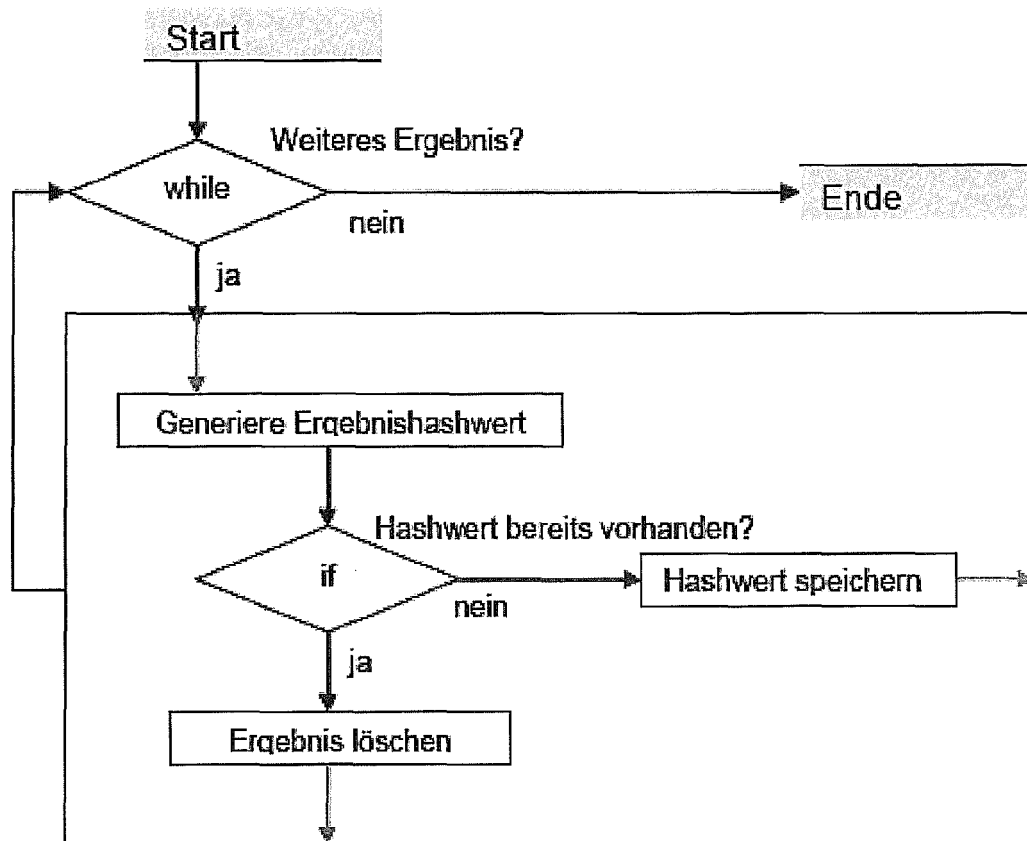
Figur 6



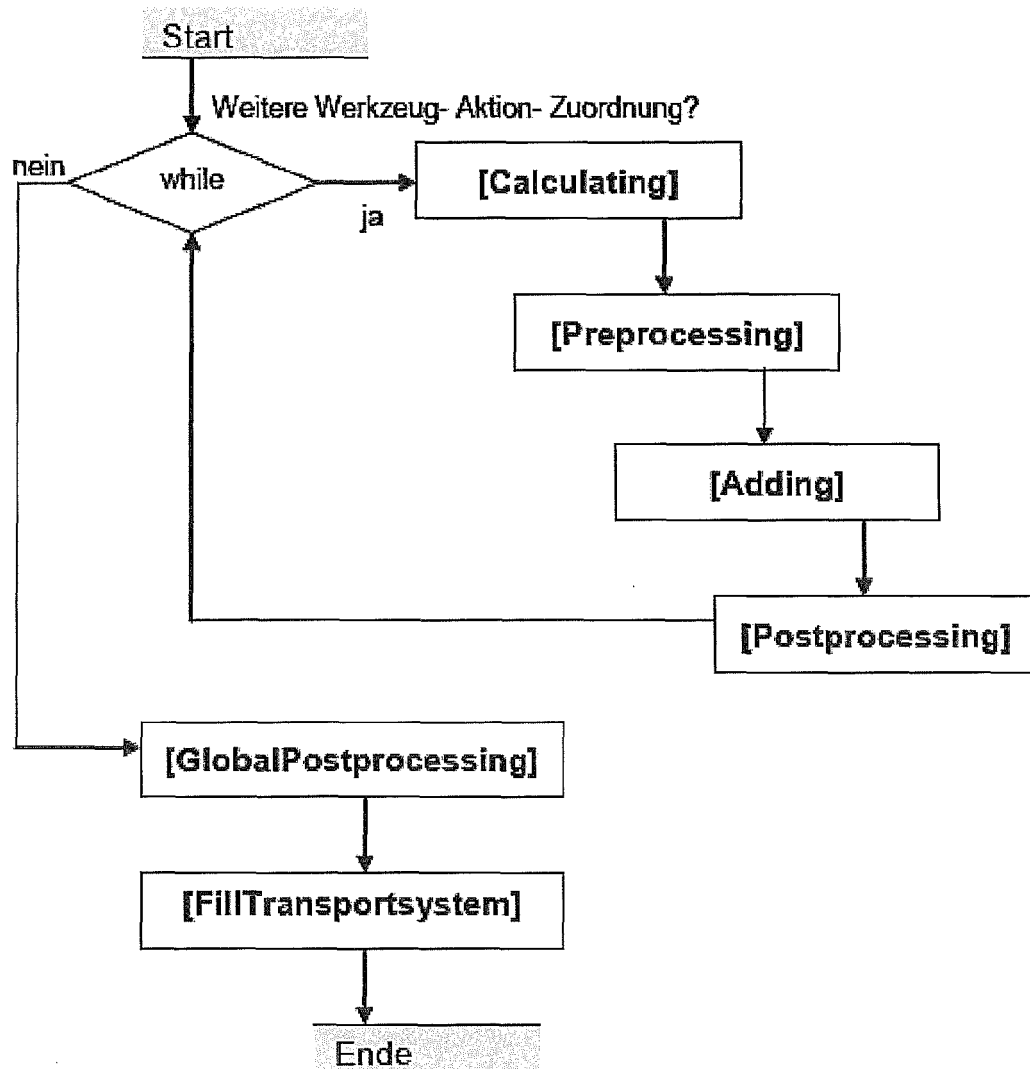
Figur 7



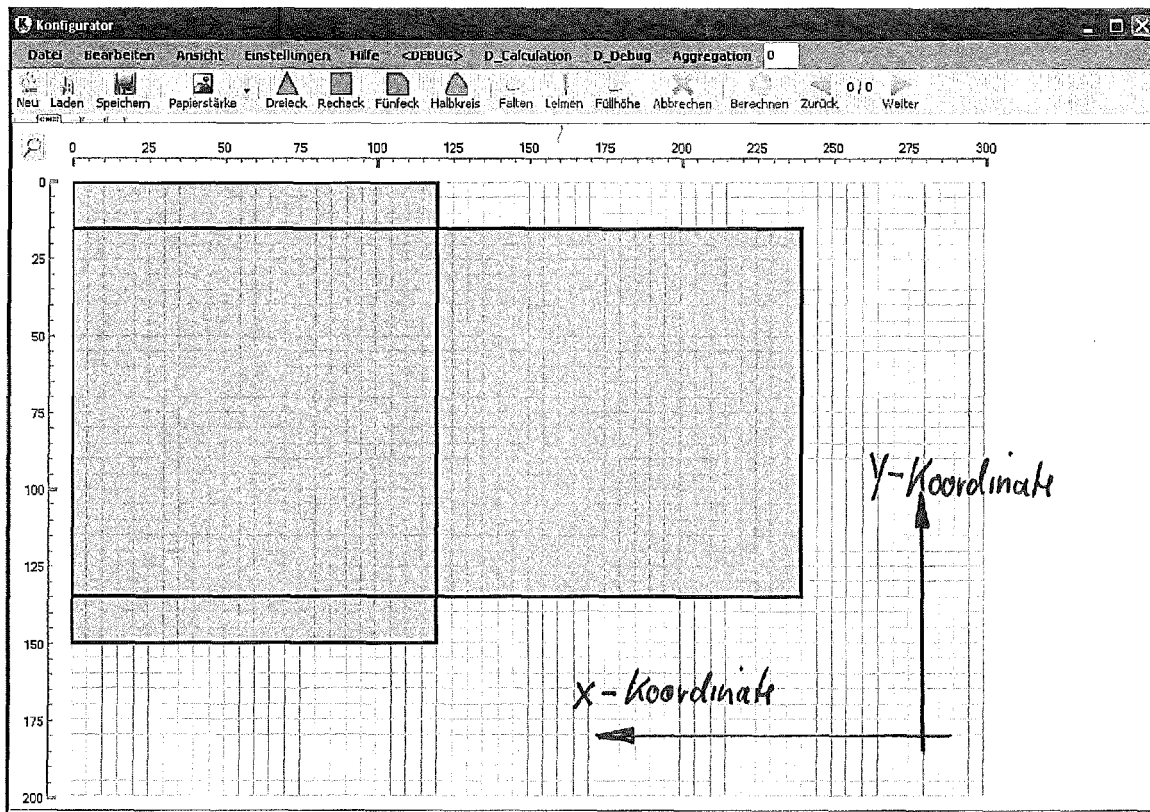
Figur 8



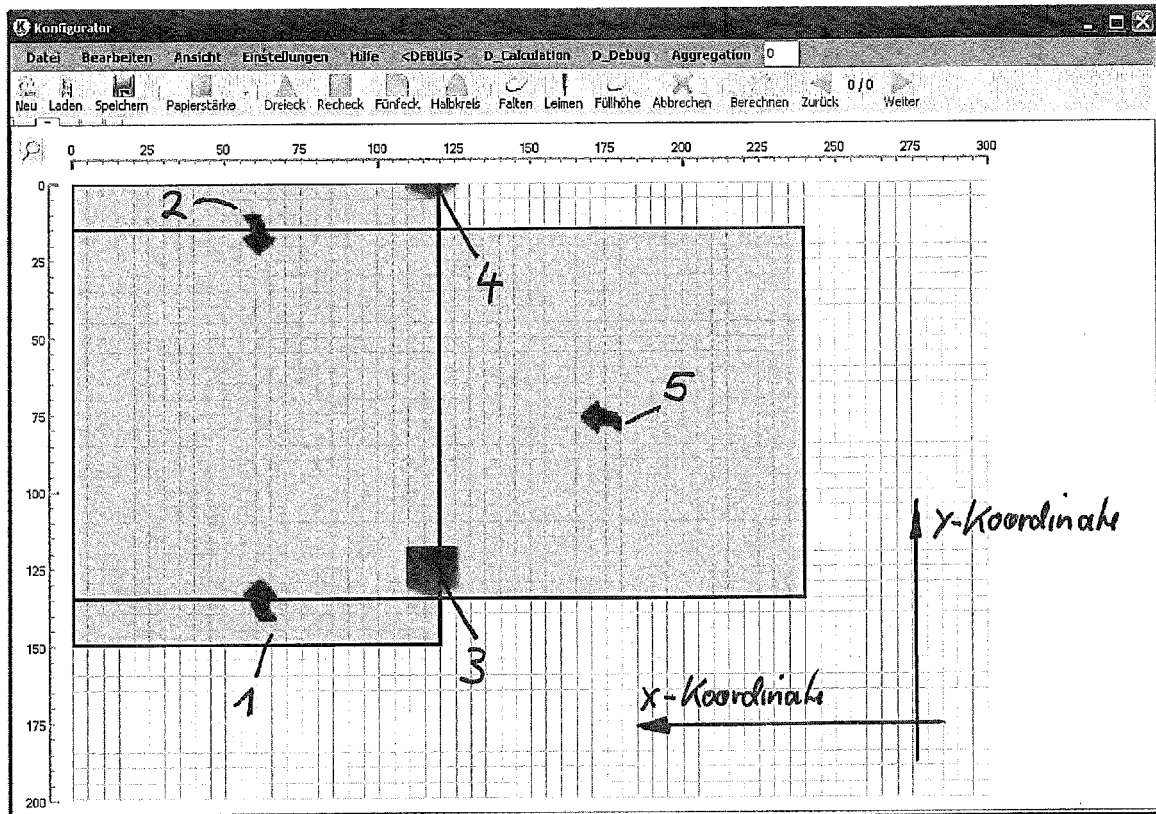
Figur 9



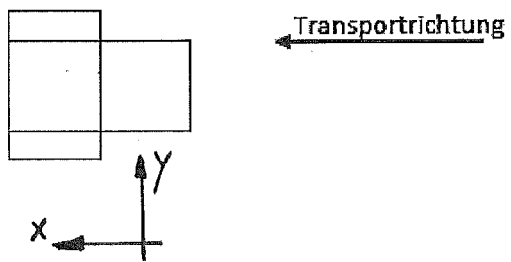
Figur 10



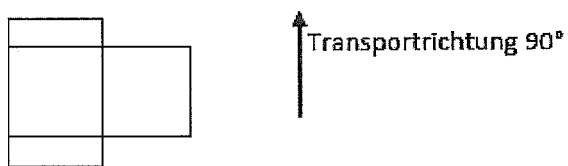
Figur 11



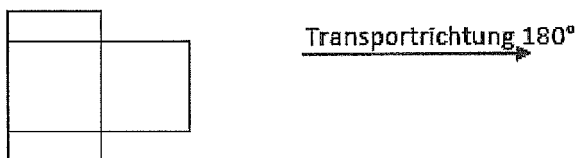
Figur 12



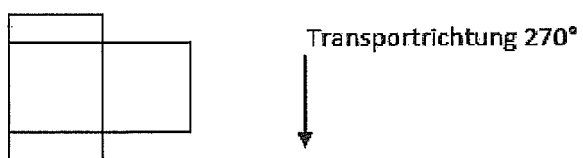
Figur 13 a



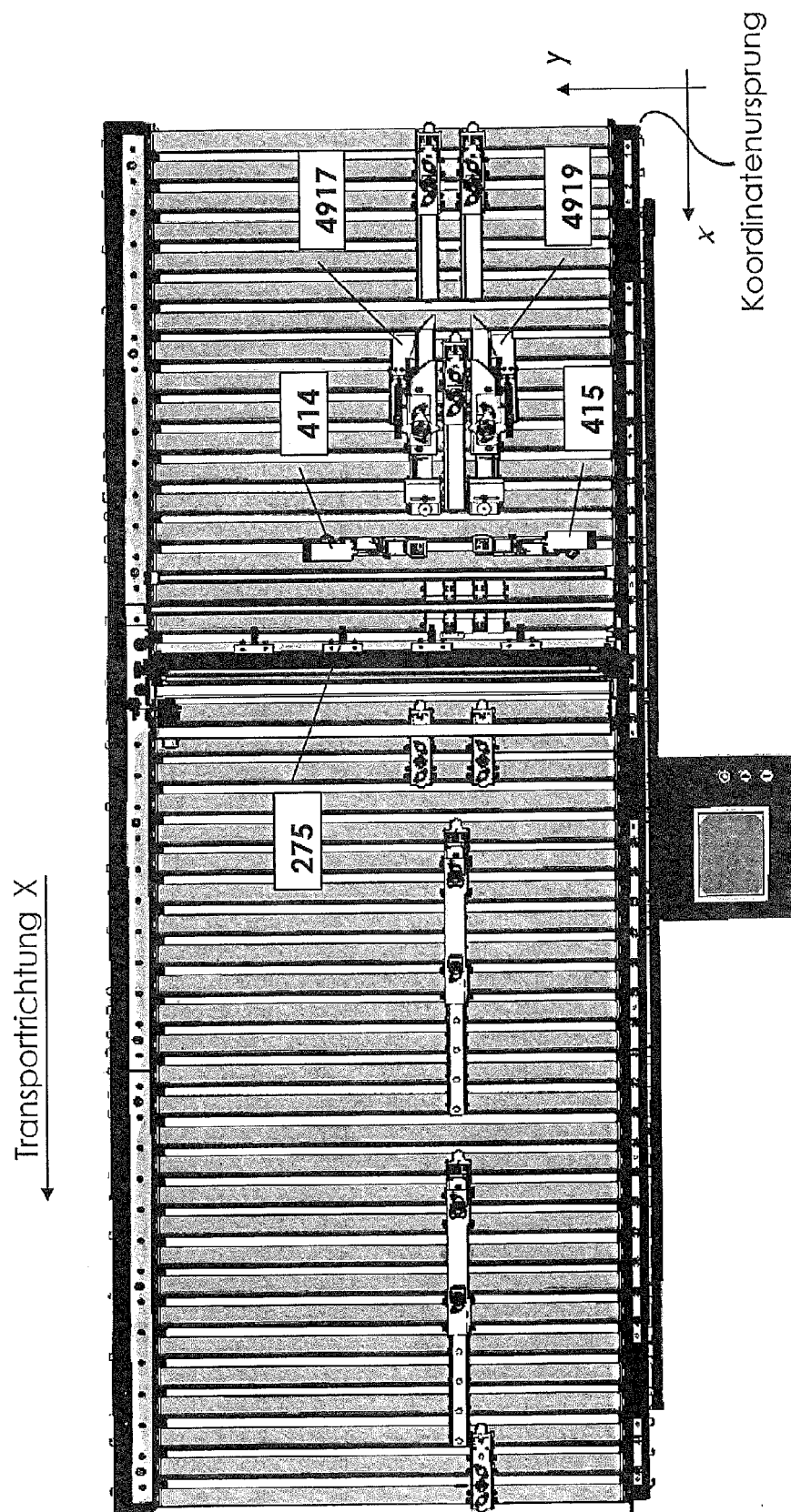
Figur 13 b



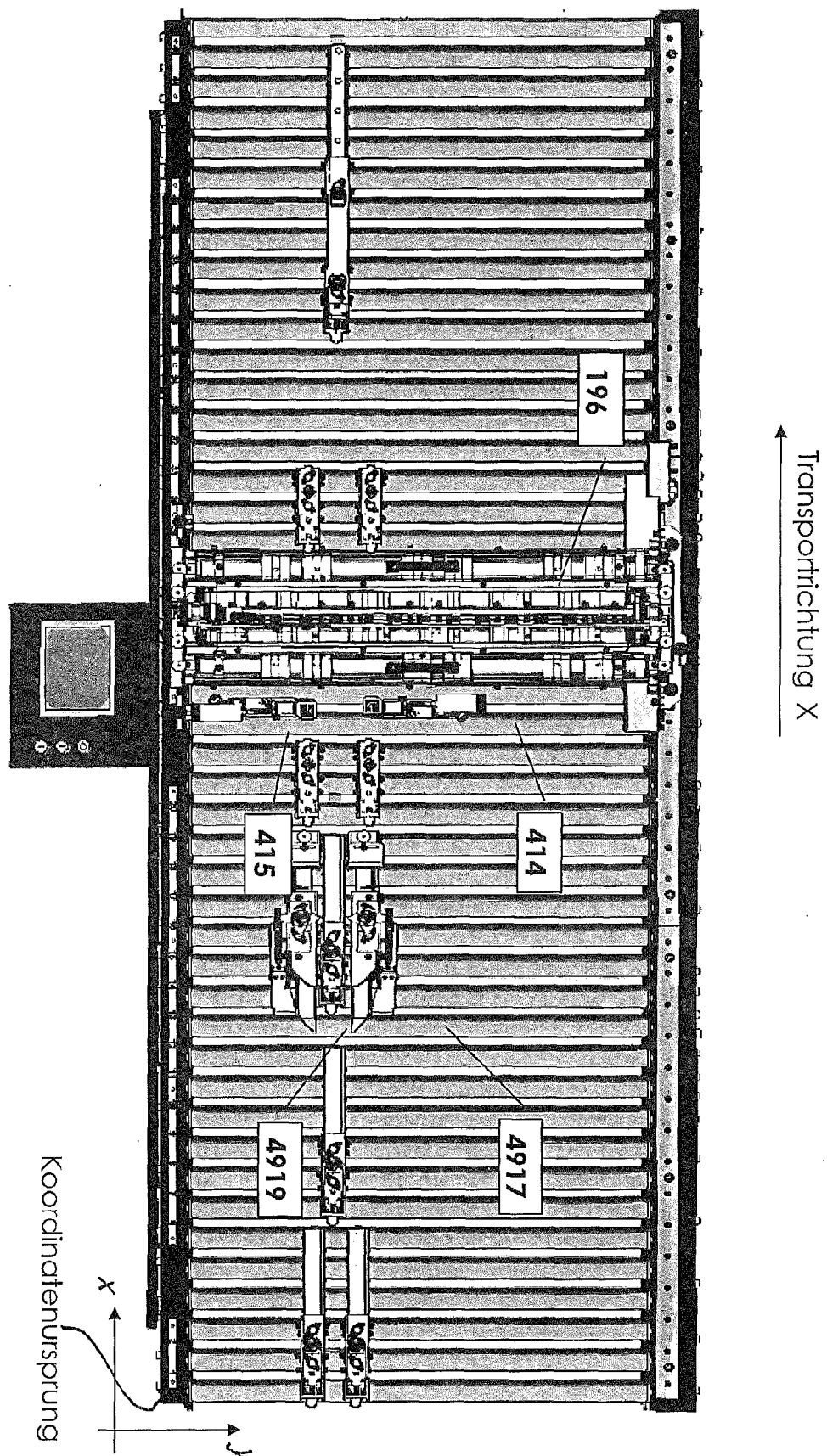
Figur 13 c



Figur 13 d



Figur 14



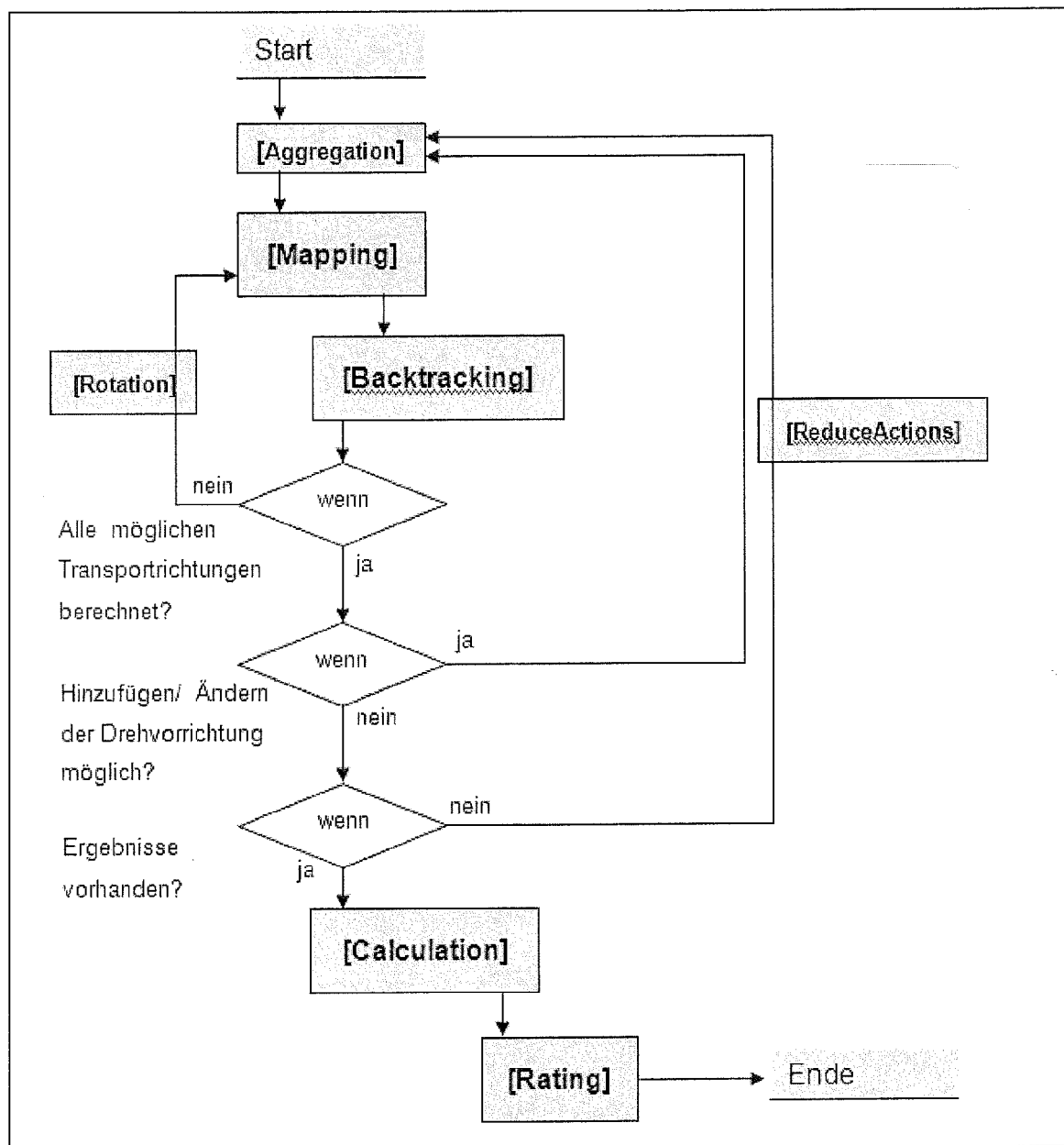


Fig. 16

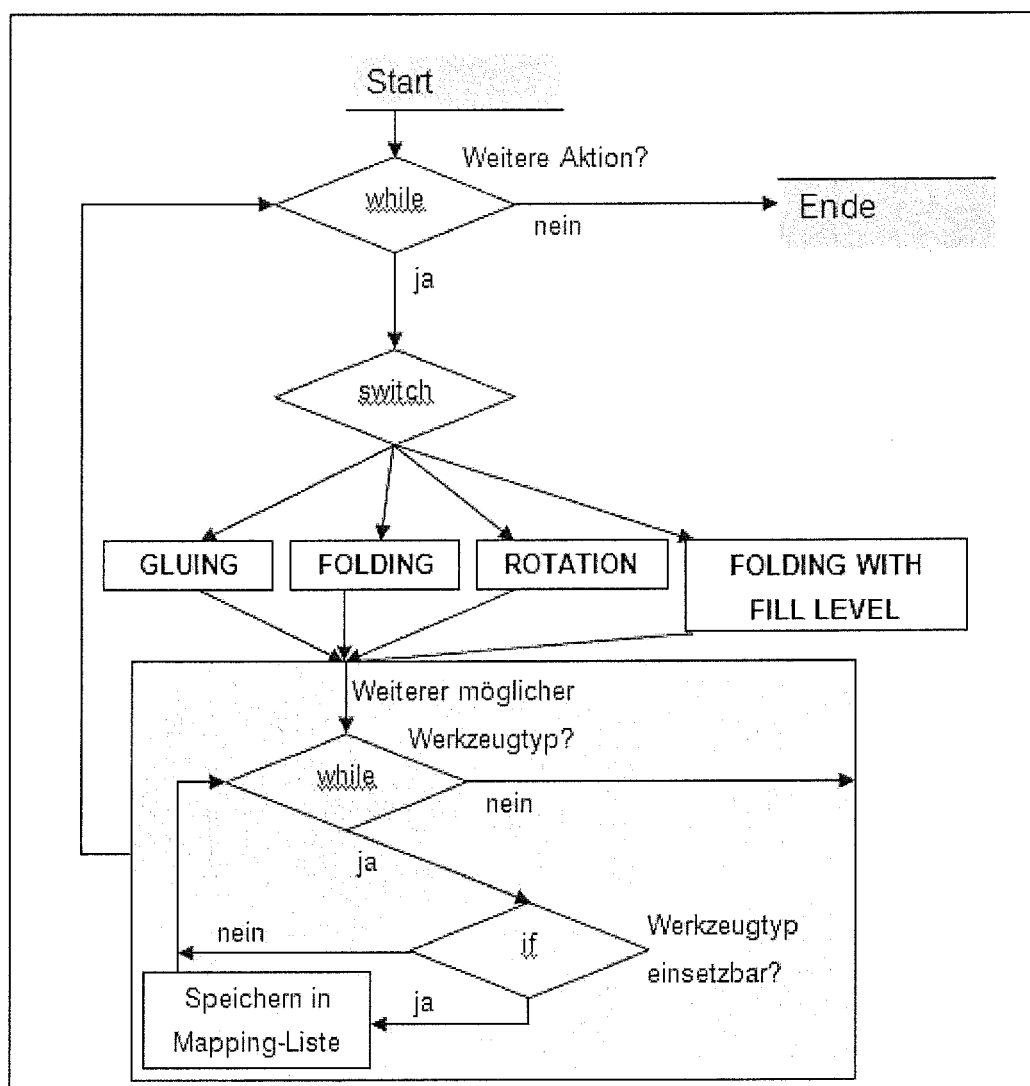


Fig. 17

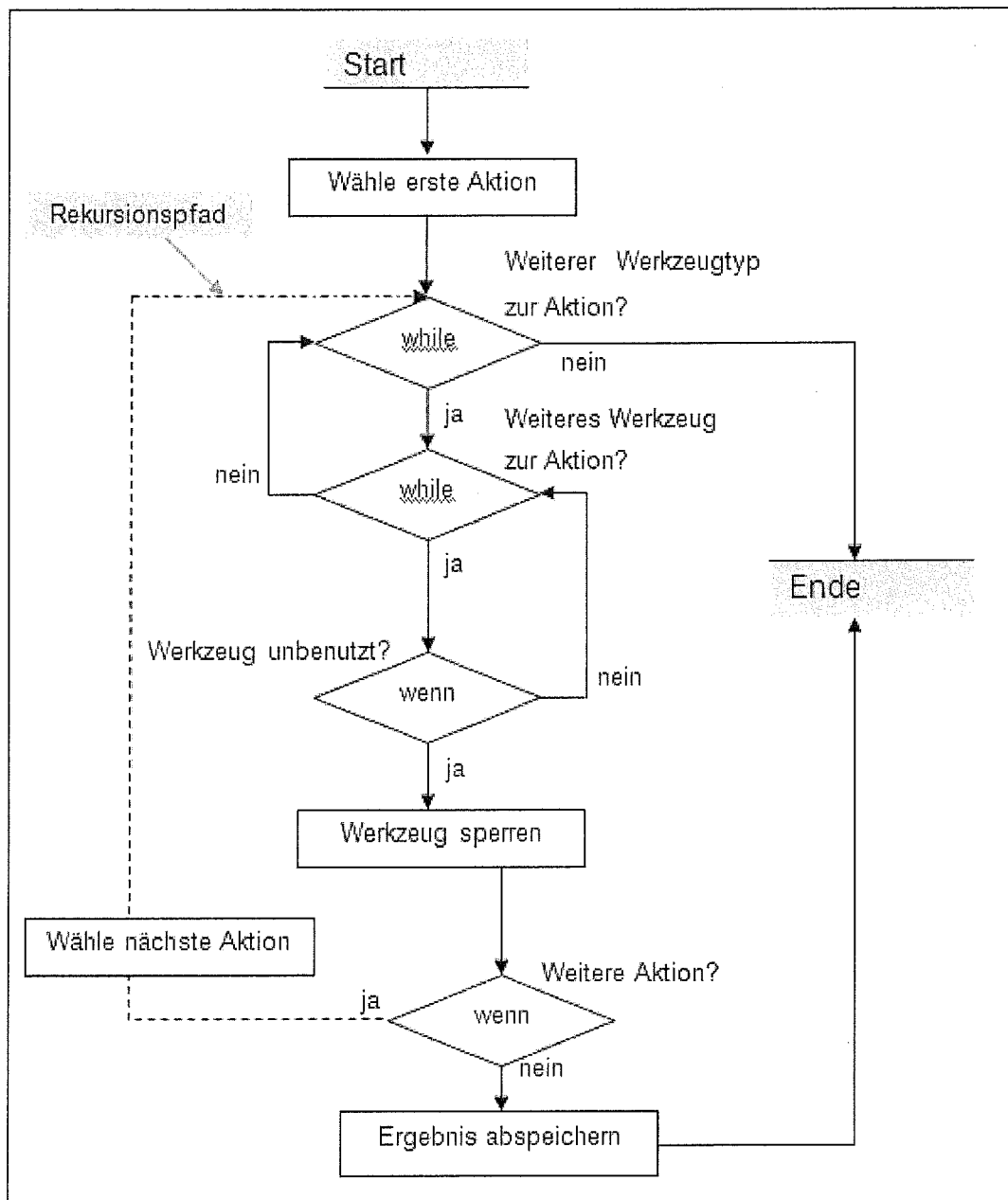


Fig. 18