



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 213 583.2**

(51) Int Cl.: **G06Q 10/06 (2012.01)**

(22) Anmeldetag: **04.08.2017**

(43) Offenlegungstag: **07.02.2019**

(71) Anmelder:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

(72) Erfinder:
Lamparter, Steffen, 85622 Feldkirchen, DE;
Loskyll, Matthias, 74549 Wolpertshausen, DE

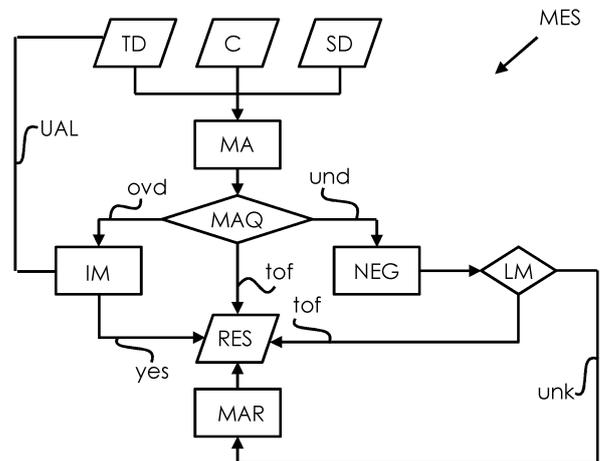
DE	10 2013 104 354	A1
DE	10 2016 007 837	A1
DE	10 2016 124 784	A1
WO	2016/ 004 972	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Produktionsplanung**

(57) Zusammenfassung: Bei dem Verfahren zur Produktionsplanung mittels einer Mehrzahl von Fertigungseinrichtungen (INTMA) werden Aufgaben (TD) eines Arbeitsplans (BOP) mit Fertigungsfähigkeiten (SD) der Fertigungseinrichtungen (INTMA) einem Vergleich (MA) unterzogen und es wird oder werden bei dem Verfahren abhängig von dem oder den Ergebnis/sen (MAQ) des Vergleichs (MA) jeweils mindestens eine oder mehrere Fertigungseinrichtung/en (INTMA) zum Abgleich ihrer Fertigungsfähigkeit/en (SD) mit der/den Aufgabe/n (TD) beauftragt.



Beschreibung

- [0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Produktionsplanung.
- [0002]** Bei einer neuen Produktgestaltung wird regelmäßig ein Produktmodell, etwa ein CAD-Modell und eine Stückliste, sowie eine Abfolge von Fertigungsschritten, etwa in der Gestalt eines Arbeitsplans, bestimmt.
- [0003]** In der nachfolgenden Produktionsplanung wird der konkrete Fertigungsprozess basierend auf der vorhandenen Ausstattung und der Anlagenspezifikation definiert, etwa mittels einer Beschreibung oder Abbildungsstruktur mBOP. Da die Produktionsplanung von der verfügbaren Ausstattung abhängt, muss dieses Verfahren für jede Fertigungsanlage wiederholt werden.
- [0004]** Heute wird der Fertigungsprozess manuell für jede Fertigungsanlage geplant. Aufgrund des dafür erforderlichen hohen Zeitaufwands ist die Markteinführungszeit für neue Produkte lang und die Fertigung unflexibel. Allerdings sind gerade diese beiden Ziele - eine kurze Markteinführungszeit und eine hohe Flexibilität - relevant für viele aktuelle Markttrends wie etwa Auftragsfertigungen oder Fertigungsdienstleistungen.
- [0005]** Im Industrie-4.0-Kontext sind „Plug-and-Produce“-Konzepte bekannt, welche eine flexiblere Produktionsplanung erlauben. Diese Konzepte basieren auf zwei grundsätzlichen Ansätzen:
- [0006]** Einerseits wird auf eine zentrale Planung abgestellt: Eine zentrale Planungslogik basiert auf Aufgabenbeschreibungen oder Zielbeschreibungen und gleicht diese mit Fähigkeitsbeschreibung von Maschinen und Gerätschaften auf Fertigungslevel ab. Allerdings können die Fähigkeiten von Maschinen häufig nicht vollständig als deklarative Beschreibung ausgedrückt werden. Insbesondere gilt dies für komplexere Maschinen.
- [0007]** Andererseits bestehen dezentralisierte Ansätze: Solche Ansätze erfordern den Einsatz ausschließlich intelligenter Maschinen, welche selbst Planungsfähigkeiten aufweisen müssen.
- [0008]** Allerdings bleiben koordinierende Funktionen erforderlich, welche häufig zu suboptimalen Lösungen führen und einen zusätzlichen Kommunikationsaufwand bedingen.
- [0009]** Es ist folglich Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu entwickeln, welches eine verbesserte Produktionsplanung, insbesondere eine flexible Produktionsplanung, erlaubt und welches zweckmäßig mit verschiedenen-granularen Fähigkeitsbeschreibungen sowie mit Maschinen mit unterschiedlicher Komplexität umgehen kann.
- [0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist ein Verfahren zur Produktionsplanung mittels einer Mehrzahl von Fertigungseinrichtungen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Aufgaben eines Arbeitsplans mit Fertigungsfähigkeiten der Fertigungseinrichtungen einem Vergleich unterzogen und es wird oder werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren abhängig von dem oder den Ergebnis/sen des Vergleichs jeweils mindestens eine oder mehrere Fertigungseinrichtung/en zum Abgleich ihrer Fertigungsfähigkeit/en mit der/den Aufgabe/n beauftragt. Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren anhand der Ergebnisse des Vergleichs und des Abgleichs die Produktionsplanung festgehalten. Vorteilhaft ist das Verfahren computerimplementiert oder es wird computergestützt oder computerbasiert ausgeführt.
- [0011]** Erfindungsgemäß lässt sich also situationsabhängig eine zentrale Produktionsplanung auf der Grundlage von Fähigkeitsbeschreibungen mit einer dezentralen Produktionsplanung auf Ebene einzelner Fertigungseinrichtungen einer Fertigungsanlage verknüpfen. Ein hierarchischer Ansatz vermeidet die Nachteile, welche mit einer zentralen Produktionsplanung oder mit einer dezentralen Produktionsplanung verbunden sind.
- [0012]** Die Erfindung erlaubt also eine situationsabhängige Produktionsplanung in einem Produktionssystem (engl.: „Manufacturing Execution System“, **MES**). Die Produktionsplanung hängt von dem oder den Ergebnis/sen des Vergleichs der Beschreibung der Aufgaben des Arbeitsplans (also gewissermaßen produktzentriert) mit der Beschreibung der Fertigungsfähigkeiten (also gewissermaßen anlagenzentriert) sowie von den jeweiligen Planungsalgorithmen ab. Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung ist die situationsabhängige Entscheidung, ob die zentrale Planung basierend auf der Beschreibung der Aufgaben genügt oder ob eine dezentrale Produktionsplanung auf der Ebene der Fertigungseinheiten, etwa Maschinen, erfolgen muss. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein Kernproblem bei der flexiblen Produktionsplanung lösbar, nämlich die Überbrückung der Distanz zwischen der sehr abstrakten Aufgabenbeschreibung, etwa auf der Ebene des

Produktionsleitsystems, und der Fähigkeitsbeschreibung auf Maschinenebene, welche häufig nicht mit der notwendigen Granularität beschrieben werden können, etwa weil Parameter nicht verfügbar sind.

[0013] Bevorzugt wird/werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine oder mehrere Fertigungseinrichtung/en dann zum Abgleich beauftragt, wenn zu mindestens einer Aufgabe des Arbeitsplans keine der Fertigungseinrichtungen zumindest eine Fertigungsfähigkeit aufweist.

[0014] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt der Vergleich und/oder der Abgleich mittels logischer Ausdrücke, insbesondere mittels einer Beschreibungslogik und/oder einer Prädikatenlogik erster Stufe und/oder eines multi-attributiven Vergleichs und/oder mittels eines constraint-basierten Vergleichs, insbesondere mittels Lösen eines Bedingungserfüllungs-Problems (CSP = (engl.) „Constraint-Satisfaction - - Problem“).

[0015] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt im Falle mindestens eines nicht-positiven Abgleichs zu zumindest einer Fertigungsfähigkeit zweckmäßig ein manueller Abgleich. In dieser Weiterbildung der Erfindung wird also nicht notwendigerweise allein auf einen automatisierten Abgleich abgestellt, sondern eine individuelle Kontrolle des automatisierten Verfahrens bleibt in dieser Weiterbildung möglich.

[0016] Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird vorzugsweise dann, wenn der Vergleich ergibt, dass sämtlichen Aufgaben des Arbeitsplans Fertigungsfähigkeiten der Fertigungseinrichtungen in einer Zuordnung zuordenbar sind, das Ergebnis dieses Vergleichs und/oder die Zuordnung als ein Ergebnis des Verfahrens festgehalten.

[0017] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird dann, wenn mehr Fertigungsfähigkeiten zur Verfügung stehen als vom Arbeitsplan gefordert, der Arbeitsplan des Produkts verfeinert. In dieser Weiterbildung der Erfindung kann also die Zuordnung von Fertigungsfähigkeiten zum Arbeitsplan optimiert werden, indem die Fertigungsfähigkeiten dem verfeinerten Arbeitsplan angepasst werden.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Vergleich zweckmäßig mittels eines Produktionsleitsystems durchgeführt.

[0019] Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird bevorzugt ein Ergebnis des Abgleichs an das Produktionsleitsystem übermittelt.

[0020] Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt zur Produktionsplanung ist zur Ausführung eines Verfahrens wie vorhergehend beschrieben ausgebildet.

[0021] Die bislang bekannten Lösungen hingegen beruhen entweder auf einer zentralisierten oder dezentralisierten Produktionsplanung, aber nicht auf einer situationsabhängigen Kombination dieser beiden Ansätze, etwa abhängig von einem Detailliertheitsgrad der Fähigkeitsbeschreibungen der Fertigungseinrichtungen.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Prinzipskizze sowie

Fig. 2 eine Systemarchitektur umfassend das Ausführungsbeispiel gem. **Fig. 1** schematisch in einer Prinzipskizze.

[0023] Das in **Fig. 1** dargestellte Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt einen Ablaufplan eines Produktionsleitsystems **MES** einer nicht explizit in der Zeichnung dargestellten Fertigungsanlage. Die Fertigungsanlage umfasst eine Vielzahl von Fertigungseinrichtungen. Die jeweiligen Fertigungseinrichtungen weisen Fertigungsfähigkeiten zur Fertigung von Produkten auf. Die Fertigungsfähigkeiten der Fertigungseinrichtungen sind in einer Fähigkeitsbeschreibung **SD** festgehalten. Das Produktionsleitsystem **MES** enthält einen Arbeitsplan, der Aufgabenbeschreibungen **TD** umfasst, welche die Fertigungsanlage zur Fertigung eines bestimmten Produktes ausführen muss. Zusätzlich zu den Aufgabenbeschreibungen **TD** umfasst der Arbeitsplan auch Kontextbeschreibungen **C** zu den Aufgabenbeschreibungen. Die Kontextbeschreibungen **C** umfassen den technischen Kontext der jeweiligen Aufgabe, beispielsweise den zeitlichen Bezug zu vorhergehenden Aufgaben oder nachfolgenden Aufgaben des Arbeitsplans. In weiteren, nicht eigens dargestellten Aus-

führungsbeispielen, welche im Übrigen dem dargestellten entsprechen, können die Kontextbeschreibungen **C** ersatzlos entfallen.

[0024] Um den Fertigungsprozess zu planen, muss das Produktionsleitsystem **MES** die Aufgabenbeschreibungen **TD** und die Fähigkeitsbeschreibungen **SD** miteinander vergleichen.

[0025] Ein solcher Vergleich **MA** kann grundsätzlich auf verschiedene Arten erfolgen:

[0026] Im dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt ein Vergleich **MA** mittels „Complex Semantic Matchings“ (s. etwa S. Grimm, B. Motik, C. Preist: „Matching Semantic Service Descriptions with Local Closed-World Reasoning“, ESWC 2006, S. 575-589 und Noia, Tommaso Di et al.: „A system for principled matchmaking in an electronic marketplace“, International Journal of Electronic Commerce 8.4 (2004), S. 9-37), wobei die Fähigkeitsbeschreibungen und die Aufgabenbeschreibungen und die Kontextbeschreibungen mittels logischer Ausdrücke, beispielsweise mittels Beschreibungslogik oder mittels Prädikatenlogik erster Stufe vorliegen.

[0027] In weiteren Ausführungsbeispielen kann stattdessen oder zusätzlich ein Vergleich **MA** auch mittels multi-attributiven Vergleichs (engl.: „multi-attribute matching“)(s. etwa Veit, Daniel: „Matchmaking in electronic markets: An agentbased approach towards matchmaking in electronic negotiations“, Vol. 2882, Springer Science & Business Media, 2003) erfolgen, wobei die Aufgabenbeschreibungen und die Fähigkeitsbeschreibungen und die Kontextbeschreibungen Listen von Attributen sind und für jeden Typ von Attributen eine eigene Vergleichsfunktion definiert ist, die beispielsweise als semantische Vergleichsfunktion und/oder als Zeichenkettenoperation und/oder als mathematische Gleichung ausgestaltet ist.

[0028] Ein Beispiel in der Art eines Pseudocodes für eine multi-attributive Fähigkeitsbeschreibung **SD** bildet eine Fähigkeitsbeschreibung eines Roboterarms, der eine Fertigungseinrichtung bildet:

{ Fähigkeit: „Pick & Place“

Freiheitsgrade: 6 (Zahl)

Nutzlast: 0 bis 3 Kilogramm }.

[0029] Darüber hinaus kann die multi-attributive Beschreibung noch weitere Angaben zum Roboter-Arm enthalten, etwa Seriennummern, Hersteller, Typenbezeichnungen etc.

[0030] Die Aufgabenbeschreibung **TD**, hier als Pseudocode veranschaulicht, lautet beispielsweise:

{ Stücklänge: 200 Millimeter

Stückmasse: 0.5 Kilogramm

Aufgabe: Transport }.

[0031] Der multi-attributive Vergleich **MA** ordnet jedem relevanten Attribut-Paar einen semantischen Ausdruck zu. Der semantische Vergleich wird für jedes Paar von Aufgabe und Fertigungsfähigkeit durchgeführt. Dazu wird Hintergrundwissen herangezogen, welches formal die Beziehung zwischen Ausdrücken buchhält. Beispielsweise wird für Verarbeitungsfunktionen eine Wissensbasis herangezogen, welche zwei Funktionen und eine Relation zwischen diesen Funktionen definiert:

Wissensbasis = { Transport, Pick-and-place, Pick-and-place, \subseteq
Transport }.

[0032] Aufgrund des mittels der Wissensbasis bereitgehaltenen Wissens kann geschlossen werden, dass die Funktion Pick-and-place eine spezielle Ausprägung der allgemeineren Funktion Transport ist. Auf diese Weise kann eine Übereinstimmung von Aufgabe und Fertigungsfähigkeit festgestellt werden.

[0033] Anstelle einer oder sämtlicher oder zusätzlich zu einer oder beiden der zuvor genannten Arten des Vergleichs **MA** kann ein Vergleich **MA** auch mittels constraint-basierten Vergleichs (engl.: „constraint-based matching“) erfolgen, wobei in diesem Falle der Vergleich erfolgt, indem ein Bedingungserfüllungs-Problems (CSP = (engl.) „Constraint-Satisfaction Problem“) gelöst wird.

[0034] Der Vergleich **MA** kann in unterschiedlichen Ergebnissen **MAQ** resultieren:

[0035] Falls sämtlichen Aufgabenbeschreibungen **TD** des Arbeitsplans passende Fähigkeitsbeschreibungen **SD** der Fertigungseinrichtungen der Fertigungsanlage gegenüberstehen, so ist das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** „wahr“.

[0036] Sofern eine Aufgabenbeschreibung **TD** und eine Fähigkeitsbeschreibung **SD** der Fertigungseinrichtungen der Fertigungsanlage nicht zusammenpassen, so ist das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** „falsch“.

[0037] Sofern zu jeder Aufgabenbeschreibung **TD** eine passende Fähigkeitsbeschreibung **SD** existiert, aber über die Anzahl an Aufgabenbeschreibungen **TD** hinaus noch zusätzliche Fähigkeitsbeschreibungen **SD** vorliegen, zu denen keine Aufgabenbeschreibung **TD** zugeordnet ist, so ist das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** „überbestimmt“ **ovd**.

[0038] Entsprechend ist das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** „unterbestimmt“ und, wenn zwar zu jeder Fähigkeitsbeschreibung **SD** eine passende Aufgabenbeschreibung **TD** existiert, aber über die Anzahl an Fähigkeitsbeschreibungen **SD** hinaus noch zusätzliche Aufgabenbeschreibungen **TD** vorliegen, zu denen keine Fähigkeitsbeschreibung **SD** zugeordnet ist.

[0039] Wenn das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** „wahr“ oder „falsch“ ist, so wird das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** mittels der Ausgabe **tof** als Resultat **RES** ausgegeben.

[0040] Im Falle dass das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** „überbestimmt“ **ovd** ist, wird eine unvollständige Übereinstimmung **IM** festgestellt. In diesem Falle wird entweder gefordert, dass der Arbeitsplan mittels einer Aktualisierung **UAL** verfeinert wird, sodass aufgrund der so angepassten Aufgabenbeschreibungen **TD** ein Ergebnis **MAQ** als „wahr“ oder „falsch“ erhalten kann. Oder aber es wird festgelegt, dass die zugeordneten Fähigkeitsbeschreibungen **SD** stets kompatibel mit der entsprechenden Aufgabenbeschreibung **TD** sind, sodass bei unvollständiger Übereinstimmung **IM** das Ergebnis **MAQ** „wahr“ oder „falsch“ stets allein aus der bestehenden unvollständigen Übereinstimmung **IM** abgeleitet werden kann. In diesem Falle wird das Ergebnis **MAQ** ebenfalls wie oben beschreiben mittels der Ausgabe **tof** als Resultat **RES** an den Produktionsplanungsingenieur kommuniziert.

[0041] Im Falle, dass das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** „unterbestimmt“ und ist, d.h. es Aufgabenbeschreibungen **TD**, denen aufgrund der vorliegenden Daten keine Fähigkeitsbeschreibung **SD** zugeordnet werden kann, so sind die Fähigkeitsbeschreibungen **SD** der Fertigungseinrichtungen möglicherweise nicht hinreichend granular bekannt oder hinreichend vollständig spezifiziert um das Ergebnis **MAQ** des Vergleichs **MA** abschließend als „wahr“ oder falsch zu bestimmen.

[0042] Folglich werden die Fertigungseinrichtungen mit einem Abgleich **NEG** beauftragt, um ihre Tauglichkeit für die Aufgabenbeschreibung **TD** mit der Aufgabenbeschreibung **TD** abzugleichen. Dies wird typischerweise insbesondere für komplexe und flexible Fertigungseinrichtungen der Fall sein, bei welchen die Fähigkeitsbeschreibung nicht vollständig ohne Rückgriff auf das konkret zu fertigende Produkt oder auf den konkret erforderten Fertigungsgang spezifiziert werden kann, beispielsweise bei Robotern oder bei Werkzeugmaschinen.

[0043] Zum Abgleich **NEG** wird der jeweiligen Fertigungseinrichtung die Aufgabenbeschreibung **TD** und die ggf. vorhandene Kontextbeschreibung **C** übermittelt. Zum Abgleich wird eine lokale, d.h. auf die jeweilige Fertigungseinrichtung bezogene, Abgleichfunktion **LM** ausgewertet, welche die Werte „wahr“ oder „falsch“ oder „unbekannt“ **unk** annehmen kann. Die Abgleichfunktion **LM** zieht beispielsweise interne Simulationen oder Bewegungsplanungen oder sonstige Planungsalgorithmen heran. Sofern die Fertigungseinrichtung die fehlende Fähigkeitsbeschreibung ergänzen und somit ein Ergebnis „wahr“ oder „falsch“ der Abgleichfunktion **LM** bestimmen kann, so wird dieses Ergebnis mittels der Ausgabe **tof** als Ergebnis **RES** des Verfahrens ausgegeben. Falls jedoch die Abgleichfunktion **LM** trotz des Abgleichs in einem Ergebnis „unbekannt“ **unk** resultiert, so wird eine manuelle Auflösung **MAR** angestoßen.

[0044] Hinsichtlich einer unvollständigen Übereinstimmung **IM** kann standardmäßig angenommen werden, dass eine Aufgabenbeschreibung **TD** vollständig ist und alle zusätzlichen Fähigkeitsbeschreibungen **SD**, welche nicht in Übereinstimmung mit der Aufgabenbeschreibung **TD** gebracht werden können, ignoriert werden. Somit kann ein Ergebnis **MAQ** „wahr“ unmittelbar erhalten werden und mittels der Ausgabe **yes** als Resultat an den Produktionsplanungsingenieur kommuniziert werden. Um die ignorierten Fähigkeits-Attribute transparent buchzuhalten werden diese in eine Voraussetzungsliste eingetragen, die regelmäßig mit einem Update **UAL** aktualisiert wird. Diese Voraussetzungsliste kann später herangezogen werden um die Produktspezifikation und den Arbeitsplan zu detaillieren.

[0045] Die globale Systemarchitektur ist in **Fig. 2** gezeigt:

[0046] Das Produktionsleitsystem **MES** erhält die Aufgabenbeschreibungen **TD** aus dem Arbeitsplan **BOP** und der Stückliste **BOM**. Arbeitsplan **BOP** und Stückliste **BOM** entstammen ihrerseits dem Produktionsplan/der Produktspezifikation **PPD**.

[0047] Auf der Ebene des Produktionsleitsystems **MES** werden die Aufgabenbeschreibungen **TD** mit den Fähigkeitsbeschreibungen **SD** mittels einer Vergleichseinheit **PPM** verglichen. Im Falle unvollständiger Übereinstimmungen **IM** wird einzelnen Fertigungseinrichtungen **INTMA** der Abgleich von Fähigkeitsbeschreibung **SD** und Aufgabenbeschreibung **TD** übertragen, welchen die Fertigungseinrichtung **INTMA** mittels einer Abgleich-einrichtung **PP** der Fertigungseinrichtung **INTMA** vornimmt. Die Fertigungseinrichtung **INTMA** gibt das Ergebnis des Abgleichs mittels der Abgleichfunktion **LM** an das Produktionsleitsystem **MES** zurück.

[0048] Das Produktionsleitsystem **MES** passt ggf. anhand der Ergebnisse **MAQ** des Vergleichs **MA** mittels der Vergleichseinheit **PPM** den Produktionsplan/die Produktspezifikation **PPD** an.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- C. Preist: „Matching Semantic Service Descriptions with Local Closed-World Reasoning“, ESWC 2006, S. 575-589 [0026]
- Noia, Tommaso Di et al.: „A system for principled matchmaking in an electronic marketplace“, International Journal of Electronic Commerce 8.4 (2004), S. 9-37 [0026]
- s. etwa Veit, Daniel: „Matchmaking in electronic markets: An agentbased approach towards matchmaking in electronic negotiations“, Vol. 2882, Springer Science & Business Media, 2003 [0027]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Produktionsplanung mittels einer Mehrzahl von Fertigungseinrichtungen (INTMA), bei welchem Aufgaben (TD) eines Arbeitsplans(BOP) mit Fertigungsfähigkeiten (SD) der Fertigungseinrichtungen (INTMA) einem Vergleich (MA) unterzogen werden und bei welchem abhängig von dem oder den Ergebnissen (MAQ) des Vergleichs (MA) jeweils mindestens eine oder mehrere Fertigungseinrichtung/en (INTMA) zum Abgleich ihrer Fertigungsfähigkeit/en (SD) mit der/den Aufgabe/n (TD) beauftragt wird/werden.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei welchem eine oder mehrere Fertigungseinrichtung/en (INTMA) dann zum Abgleich (NEG) beauftragt wird/werden, wenn zu mindestens einer Aufgabe (TD) des Arbeitsplans keine der Fertigungseinrichtungen (INTMA) zumindest eine Fertigungsfähigkeit (SD) aufweist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Vergleich und/oder der Abgleich (NEG) mittels logischer Ausdrücke, insbesondere mittels Beschreibungslogik und/oder Prädikatenlogik erster Stufe und/oder Multi-attributiven Vergleichs und/oder mittels constraint-basierten Vergleichs, insbesondere mittels Lösens eines Bedingungserfüllungs-Problems (CSP = (engl.) „Constraint-Satisfaction Problem“), erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem im Falle mindestens eines nicht-positiven Abgleichs (NEG) zu zumindest einer Fertigungsfähigkeit (SD) ein manueller Abgleich erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem dann, wenn der Vergleich (MA) ergibt, dass sämtlichen Aufgaben (TD) des Arbeitsplans (BOP) Fertigungsfähigkeiten (SD) der Fertigungseinrichtungen (INTMA) in einer Zuordnung zuordbar sind, das Ergebnis (MAQ) dieses Vergleichs (MA) und/oder die Zuordnung als ein Ergebnis des Verfahrens festgehalten wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem dann, wenn mehr Fertigungsfähigkeiten (SD) zur Verfügung stehen als vom Arbeitsplan (BOP) gefordert der Arbeitsplan (BOP) des Produkts verfeinert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Vergleich (MA) mittels eines Produktionsleitsystems (MES) durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem ein Ergebnis des Abgleichs (NEG) an das Produktionsleitsystem (MES) übermittelt wird.
9. Computerprogrammprodukt zur Produktionsplanung, welches zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

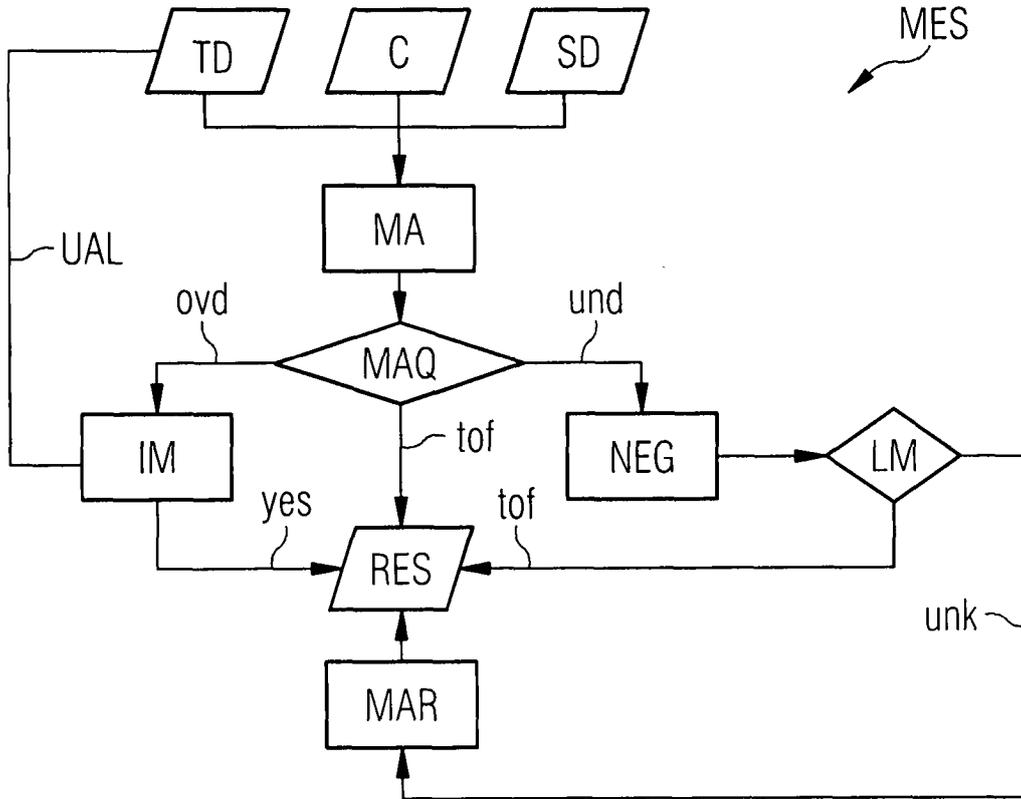


FIG 2

