

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. Oktober 2014 (02.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/154281 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G06F 9/44 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/056709

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. März 2013 (28.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BURMEISTER, Sören; Mohrenstraße 5, 90762 Fürth (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,

KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

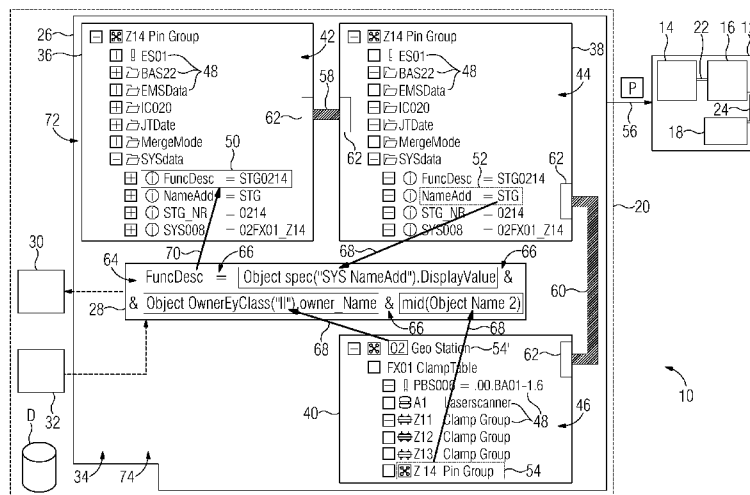
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: OBJECT-BASED CONFIGURATION OF A PROCESS AND/OR PRODUCTION INSTALLATION

(54) Bezeichnung : OBJEKTBASIERTE KONFIGURATION EINER PROZESS- UND/ODER FERTIGUNGSANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to an apparatus (20) for configuring a process and/or production installation (10). To this end, configuration objects (36, 38, 40) that each provide a parameter set (42, 44, 46) for at least one installation component (14, 16, 18) for the purpose of stipulating a portion of the operating sequence are linked to an object model. The object model is intended to be extended for a more flexible configuration option for the installation. To this end, a) a script interpreter (28) of the apparatus (20) is designed to execute link instructions (66) of a user script (64) in order to produce a dependency - which is freely definable by the user - between the parameter sets (42, 44, 46) of at least two of the configuration objects (36, 38, 40), and b) an analysis device (30) of the apparatus (20) is designed to use the link instructions (66) to ascertain which of the configuration objects (36, 38, 40) have a script-based link (68, 70) made between them and to likewise graphically display the ascertained script-based links (68,70).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/154281 A1



---

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (20) zum Konfigurieren einer Prozess- und/oder Fertigungsanlage (10). Konfigurationsobjekte (36, 38, 40), durch welche jeweils ein Parametersatz (42, 44, 46) zumindest einer Anlagenkomponente (14, 16, 18) zum Festlegen eines Teils des Betriebsablaufs bereitgestellt ist, werden hierzu zu einem Objektmodell verknüpft. Das Objektmodell soll für eine flexiblere Konfigurationsmöglichkeit der Anlage erweitert werden. Hierzu ist a) ein Skriptinterpreter (28) der Vorrichtung (20) dazu ausgelegt, durch Ausführen von Verknüpfungsanweisungen (66) eines Benutzerskripts (64) frei vom Benutzer definierbare Abhängigkeit zwischen den Parametersätzen (42, 44, 46) von zumindest zwei der Konfigurationsobjekte ((36, 38, 40)) zu erzeugen, und b) eine Analyseeinrichtung (30) die Vorrichtung (20) dazu ausgelegt, anhand der Verknüpfungsanweisungen (66) zu ermitteln, zwischen welchen der Konfigurationsobjekte (36, 38, 40) eine skriptbasierte Verknüpfung (68, 70) bewirkt ist, und die ermittelten, skriptbasierten Verknüpfungen (68,70) ebenfalls graphisch anzuzeigen.

## Beschreibung

Objektbasierte Konfiguration einer Prozess- und/oder  
Fertigungsanlage

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Konfigurieren eines Betriebsablaufs einer Prozess- und/oder Fertigungsanlage, oder kurz Anlage. Die Konfiguration wird durchgeführt mit Hilfe eines sogenannten Engineering-Systems, mittels welchem eine Bedienperson den Betriebsablauf in der Anlage festlegen kann. Zu der Erfindung gehört auch eine Anlage zum Durchführen eines Prozesses und/oder einer Fertigung, also eine Prozess- und/oder Fertigungsanlage. Schließlich gehört zu der Erfindung auch ein Computerprogrammprodukt, also eine Software, mit dem ein herkömmliches Engineering-System dahingehend erweitert werden kann, dass es das erfindungsgemäße Verfahren durchführt.

Bei einem Engineering-System zum Konfigurieren einer Anlage geht es darum, ein Modell der Anlage zu erstellen. Dazu kann das Engineering-System eine Benutzerschnittstelle aufweisen, auf welcher die Bedienperson Konfigurationsobjekte konfigurieren und verknüpfen kann. Jedes der Konfigurationsobjekte modelliert hierbei einen Bestandteil der zu konfigurierenden Anlage. Dies kann beispielsweise eine Anlagenkomponente sein, wie etwa ein Fließband oder ein Automat, oder eine aus anderen Konfigurationsobjekten gebildete Gruppe. Ein Konfigurationsobjekt muss aber kein physikalischer Anlagenteil sein, sondern kann beispielsweise auch einen einzelnen, bestimmten Algorithmus modellieren. Das Konfigurationsobjekt ist also allgemein ein Objekt, das verwendet wird, um ein Anlagenmodell im Engineering-System zu erstellen. Eigenschaften der Konfigurationsobjekte können über Parameter spezifiziert werden, die sich mittels des Engineering-Systems einstellen lassen – so z.B. die Betriebsweise einer Anlagenkomponente, wie etwa eine Fließband-Fördergeschwindigkeit. Ein Konfigurationsobjekt umfasst deshalb jeweils einen Parametersatz für das repräsentierte Element.

Um den Betriebsablauf der gesamten Anlage festzulegen, ordnet die Bedienperson alle nötigen Konfigurationsobjekte z.B. auf einer grafischen Benutzerschnittstelle an. Dieses so gebildete Objektmodell muss aber nicht grafisch sein. Die grafische Repräsentation ist hier nur exemplarisch aufgeführt. Prinzipiell ist es irrelevant, ob die Darstellung grafisch ist, wichtig ist, dass es ein Objektmodell gibt, in dem die Anlage und ihre Funktionalität durch Konfigurationsobjekte abgebildet ist.

Hierzu gilt es noch, die einzelnen Konfigurationsobjekte aufeinander abzustimmen, damit beispielsweise ein Fließband der Anlage sein Fördergut mit der geeigneten Geschwindigkeit z.B. an einen Automaten übergibt. Repräsentiert nun eines der Konfigurationsobjekte das Fließband und ein weiteres Konfigurationsobjekt den Automaten, so können diese Konfigurationsobjekte über vorbestimmte Objektschnittstellen miteinander verbunden werden. Dies kann die Bedienperson durch entsprechende Bedienelemente des Engineering-Systems, beispielsweise eine Computermaus, bewirken. Durch das Engineering-System wird dann überprüft, welche Konfigurationsobjekte durch eine solche Schnittstellenverknüpfung miteinander verknüpft werden. Die Schnittstellenverknüpfungen erzeugen eine Abhängigkeit zwischen den Parametersätzen der beiden verknüpften Konfigurationsobjekte. Die Konfigurationsobjekte und deren Schnittstellenverknüpfungen bilden zusammen ein Objektmodell der Anlage, das dem Benutzer durch das Engineering-System grafisch angezeigt wird. Durch das Objektmodell sind in der Anlage dann in dem Beispiel das Fließband und der Automat in ihrer Betriebsweise aufeinander abgestimmt.

Problematisch bei Engineering-Systemen ist der hohe Aufwand der Entwicklung dieses Systems, da für die Modellierung einer Anlage und ihrer Funktionalität eine große Menge mitunter sehr komplexer Konfigurationsobjekte mit einer entsprechenden, passenden Objektschnittstelle für die Objektsverknüpfung erstellt werden müssen. Gibt es in einer Anlage beispielsweise

se Signalübertragungswege, die für die Übertragung von Parameterwerten zwischen einzelnen Anlagenelementen genutzt werden könnten, müssen diese in den Objektschnittstellen berücksichtigt sein, um sie auch nutzen zu können. Sind diese Signalübertragungswege dort nicht berücksichtigt, so erfordert die Konfiguration der Anlagenfunktionalität im Engineering-System einen deutlichen Mehraufwand.

Im Objektmodell können durchaus auch allgemeinere Abhängigkeiten definiert sein, die in der Anlage nicht mehr sichtbar sind, aber das Arbeiten mit dem Objektmodell erleichtern. Wichtig ist, dass man beim Arbeiten am Engineering-System Konfigurationen von miteinander verknüpften Daten mit minimalem manuellen Aufwand durchführen kann – idealerweise muss nur ein Parameter geändert werden, dessen Änderung über die Verknüpfungen automatisch an den davon betroffenen Stellen nachgezogen wird.

In Engineering-Systemen, wie beispielsweise dem Produkt „COMOS“ des Unternehmens Siemens AG, ist es theoretisch möglich, zusätzlich zu den vorbestimmten Objektschnittstellen und deren Schnittstellenverknüpfungen auch sogenannte Skripte zu verwenden. Ein Skript ist eine Einheit aus einer oder mehrerer Verknüpfungsanweisungen, z.B. Berechnungs- oder Zuweisungsanweisungen, durch welche jeweils ein Parameterwert eines Konfigurationsobjekts in Abhängigkeit von einem oder mehreren Parameterwerten eines oder mehrerer anderer Konfigurationsobjekte definiert wird. Beispielsweise legt also eine Verknüpfungsanweisung fest, dass ein Parameterwert eines Anlagenelements, etwa die Fördergeschwindigkeit eines Fließbands, aus einem oder mehreren Parameterwerten eines oder mehrerer anderer Anlagenkomponenten berechnet wird, etwa aus der aktuellen Auswurfrate eines Automaten, der Rohteile auf das Förderband auswirft, und der aktuellen Verarbeitungsrate eines anderen Automaten, der die Rohteile vom Förderband abnimmt.

Mittels der Skripte lassen sich komplexere Beziehungen zwischen den Konfigurationsobjekten formulieren, die sich nicht mit Hilfe des normalen Objektmodells modellieren lassen. Diese skriptbasierten Verknüpfungen umgehen aber die standardmäßigen und im Objektmodell vorgesehenen Mechanismen. Die vordefinierten Objektschnittstellen und die durch die jeweiligen Schnittstellenverknüpfungen vorbestimmten Abhängigkeiten stellen dagegen die Einhaltung von sauberen Schnittstellen und eine Möglichkeit der Kontrolle und Nachverfolgung von Beziehungsgeflechten dar. Skripte sind zwar immer Teil des Objektmodells, d.h. sie sind im Projekt enthalten. Es geht aber darum, dass über Skripte ausgedrückte Abhängigkeiten unübersichtlich und schwer zu warten sind (im Vergleich mit „sauberen“ Abhängigkeiten, die explizit vom Objektmodell vorgesehen sind). Scripting wird benötigt, um die Möglichkeiten eines Engineering-Systems dahingehend zu erweitern, dass auch beispielsweise solche Signalübertragungswege einer Anlage modelliert werden, die nicht durch die Objektschnittstellen und Schnittstellenverknüpfungen des Engineering-Systems berücksichtigt sind. Allgemein ausgedrückt geht es darum, Abhängigkeiten innerhalb des Objektmodells abzubilden, die von diesem durch die Standard-Schnittstellenverknüpfungen nicht abgedeckt sind.

25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Engineering-System zum Konfigurieren einer Prozess- und/oder Fertigungsanlage dahingehend weiterzubilden, dass die von den Entwicklern gestellten Anforderungen an die Konfiguration auch von dem Engineering-System übersichtlich abgebildet werden können.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1, eine Anlage gemäß Patentanspruch 10, ein Verfahren gemäß Patentanspruch 11 sowie ein Computerprogrammprodukt gemäß Patentanspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Unteransprüche gegeben.

Die Erfindung wird im Folgenden zunächst anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert. Nach diesem Verfahren wird aus Konfigurationsobjekten durch ein Engineering-System ein Objektmodell erzeugt. Wie bereits ausgeführt, wird durch die Konfigurationsobjekte jeweils ein Parametersatz zumindest einer Anlagekomponente zum Festlegen eines Teils des Betriebsablaufs bereitgestellt.

Bei der Erfindung kann optional die herkömmliche Objektmodellbildung vorgesehen sein. Hierzu werden dann die Konfigurationsobjekte gemäß einer Benutzereingabe durch eine oder mehrere Schnittstellenverknüpfungen zu dem Objektmodell verknüpft. Durch jede dieser vorprogrammierten Schnittstellenverknüpfungen wird entsprechend jeweils eine vorbestimmte Abhängigkeit zwischen den Parametersätzen der verknüpften Konfigurationsobjekte festgelegt. Welche Abhängigkeit sich beim Erzeugen einer Schnittstellenverknüpfung zwischen zwei Konfigurationsobjekten ergibt, ist jeweils durch die Entwickler des Engineering-Systems anhand von beispielsweise mathematischen Formeln oder anderen Algorithmen zum Verarbeiten von digitalen Informationen festgelegt. Benötigt der Benutzer eine ganz bestimmte Schnittstellenverknüpfung, die bisher nicht in dem Engineering-System bereitgestellt ist, kann er bei einem Engineering-System aus dem Stand der Technik ohne die Verwendung von Skripten in der Regel die entsprechende Konfiguration der Anlage nicht vornehmen.

Bei dem Verfahren ist daher zugelassen, dass der Benutzer Skripte verwendet, die hier als Benutzerskripte bezeichnet sind, wobei ein Benutzerskript jeweils eine oder mehrere Verknüpfungsanweisungen umfasst, die frei vom Benutzer definierbare Abhängigkeiten zwischen Parametersätzen unterschiedlicher Konfigurationsobjekte festlegen. Nach dem Verfahren werden entsprechend durch einen Skriptinterpreter die Verknüpfungsanweisungen des Benutzerskripts ausgeführt. Durch eine Verknüpfungsanweisung wird eine frei vom Benutzer durch die Verknüpfungsanweisungen definierbare Abhängigkeit zwischen den Parametersätzen der Konfigurationsobjekte festgelegt.

Hierdurch kann dann z.B. auch im Betrieb der Anlage eine Übertragung der Parameterwerte über entsprechende, vorhandene Signalübertragungswege bewirkt werden. So kann der Benutzer dann beispielsweise auch Signalübertragungswege nutzen, die  
5 durch die Objektschnittstellen der Konfigurationsobjekte nicht berücksichtigt sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren führen die Benutzerskripte aber anders als eingangs beschrieben nicht dazu, dass das  
10 Objektmodell des Engineering-Systems unübersichtlich wird. Denn bei dem Verfahren wird durch eine Analyseeinrichtung ermittelt, zwischen welchen der Konfigurationsobjekte sich eine skriptbasierte Verknüpfung wegen der Übertragung von Parameterwerten ergibt und wie diese beschaffen ist. Mit anderen  
15 Worten wird durch die Analyseeinrichtung z.B. ein Reverse-Engineering eines in dem Objektmodell hinterlegten Benutzerskripts durchgeführt, wodurch die Abhängigkeiten zwischen den Konfigurationsobjekten analysiert und die dabei erkannten Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Konfigurationsobjekten  
20 angezeigt werden. Eine Möglichkeit zum Bereitstellen einer solchen Analyseeinrichtung ist beispielsweise auf der Grundlage des Programms „Understand“ des Unternehmens „Scientific Tool Works“ realisierbar. Diese so ermittelten skriptbasierten Verknüpfungen der Konfigurationsobjekte werden  
25 ebenfalls in dem Objektmodell angezeigt, wodurch sich ein erweitertes Objektmodell ergibt.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, dass die Möglichkeiten von Benutzerskripten zur Realisierung von  
30 Abhängigkeiten unter Umgehung eines durch Objektschnittstellen standardisierten Objektmodells durch gezielte Analyse- und Visualisierungsmechanismen ermöglicht wird, ohne dass hierdurch die Objektmodelle schwerer wartbar werden.

35 Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst all diejenigen Komponenten, die zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens nötig sind. Ein Bestandteil der Vorrichtung ist entsprechend ein Engineering-System, das dazu ausgelegt ist, die

Konfigurationsobjekte gemäß einer Benutzereingabe an ihren vorbestimmten Objektschnittstellen miteinander durch Schnittstellenverknüpfungen zu verknüpfen und die Konfigurationsobjekte und deren Schnittstellenverknüpfungen als Objektmodell grafisch anzuzeigen. Ein Skriptinterpreter, der beispielsweise als ein Programmmodul des Engineering-Systems realisiert sein kann, wird dazu verwendet, durch Ausführungen von Verknüpfungsanweisungen zumindest eines Benutzerskripts die beschriebene frei vom Benutzer definierbare Abhängigkeit zwischen Parametersätzen zumindest zweier der Konfigurationsobjekte zu erzeugen. Als Skriptinterpreter ist im Rahmen der Erfindung generell ein universeller Interpreter für eine Scriptingsprache (z.B. JavaScript, VBScript, Python) verwendbar, der z.B. über seine API (Application Programming Interface) auf das Objektmodell des Engineering-Systems zugreifen kann.

Um die skriptbasierten Verknüpfungen der Konfigurationsobjekte erkennbar zu machen, weist die Vorrichtung eine Analyseinrichtung auf, also beispielsweise ein weiteres Programmmodul des Engineering Systems, welche dazu ausgelegt ist, anhand der Verknüpfungsanweisungen zu ermitteln, zwischen welchen der Konfigurationsobjekte denn eine skriptbasierte Verknüpfung bewirkt ist. Die Analyseinrichtung zeigt dann die ermittelten skriptbasierten Verknüpfungen grafisch an.

Das Engineering-System kann problemlos zusätzlich in der herkömmlichen Weise auch dazu ausgelegt sein, die Konfigurationsobjekte gemäß einer Benutzereingabe an vorbestimmten Objektschnittstellen miteinander durch vorbestimmte Schnittstellenverknüpfungen zu einem Objektmodell zu verknüpfen und dieses Objektmodell grafisch anzuzeigen. In diesem Fall können durch die Analyseinrichtung die skriptbasierten Verknüpfungen zusammen mit den Verknüpfungen, die über das normale Objektmodell abgedeckt sind, angezeigt werden, so dass für den Benutzer kein Unterschied erkennbar ist. Dem Benutzer erscheint dies dann als ein erweitertes Objektmodell. Denkbar

ist auch, dass die Visualisierung von einem externen Tool oder einem Plugin übernommen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung weisen weitere vorteilhafte Weiterbildungen auf. Im Folgenden sind diese Weiterbildungen nur im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben. Entsprechende Weiterbildungen des Verfahrens mit denselben Merkmalen sind aber ebenfalls von der Erfindung umfasst.

Insbesondere kann das Engineering-System einen Codegenerator umfassen, welcher aus dem Objektmodell einen Steuerungscode erzeugt, der dann auf der Steuerung der Anlage (z.B. eine SPS - Speicherprogrammierbare Steuerung) ausgeführt wird.

Eine Weiterbildung der Vorrichtung sieht vor, dass die Analyseeinrichtung die ermittelten skriptbasierten Verknüpfungen jeweils zunächst in eine aus mehreren vorbestimmten Kategorien eines Modells einordnet. Beispielsweise können diese Kategorien zumindest eine aus den folgenden expliziten Referenzen auf Signalquellen innerhalb der Anlage umfassen: einen bestimmten Signalübertragungsweg innerhalb der Anlage, eine Pin-Belegung von elektrischen Kontakten einer Anlagenkomponenten (sog. Pin-Group); eine Adresse einer Signalquelle, wobei die Adresse innerhalb der Anlage zum Abfragen eines digitalen Signals der Signalquelle benutzt wird; eine Zeichenkette, durch welche beispielsweise ein Element der Anlage eindeutig identifiziert ist; eine digitale Sprungadresse für einen Funktionsaufruf.

Gibt also ein Benutzer eine Verknüpfungsanweisung in einem Benutzerskript ein, so wird bei dieser Weiterbildung der Vorrichtung durch die Analyseeinrichtung erkannt, ob der Benutzer durch eine skriptbasierten Verknüpfung z.B. eine Pin-Belegung in einem Konfigurationsobjekt definiert oder z.B. eine Funktion aufruft, die durch ein Element der Anlage bereitgestellt ist, das in einem anderen Konfigurationsobjekt repräsentiert ist. Je nach erkannter Kategorie der skriptba-

sierten Verknüpfung wird dann beim Anzeigen der skriptbasier-  
ten Verknüpfung jede Verknüpfung gemäß der jeweiligen Katego-  
rien, der sie angehört, unterschiedlich dargestellt. Die Be-  
dienperson muss also bei diesem erweiterten Objektmodell  
5 nicht im Einzelnen verstehen, was die skriptbasierte Verknüp-  
fung genau bewirkt. Die Bedienperson kann anhand der kennt-  
lich gemachten Kategorien einen leichten Überblick darüber  
gewinnen, ob eine skriptbasierte Verknüpfung beispielsweise  
eine Pin-Belegung betrifft oder einen Funktionsaufruf. Die  
10 Bedienperson muss vor allem nicht verstehen, wie die Verknüp-  
fung im Engineeringsystem umgesetzt wurde.

Eine andere Weiterbildung der Vorrichtung betrifft ebenfalls  
das Erzeugen von Benutzerskripten, wofür aber ein spezieller  
15 Verknüpfungseditor bereitgestellt wird, der beispielsweise  
ein Plug-In-Programmmodul des Engineering-Systems sein kann.  
Durch den Verknüpfungseditor können unerwünschte Aktionen des  
Benutzers verhindert oder zumindest erkannt werden, obwohl  
diese an sich von dem Skriptinterpreter realisierbar wären.  
20 Genauso kann er bei Umsetzung von zugelassenen Aktionen Hil-  
feststellungen geben. Auf diese Weise wird das Objektmodell nur  
durch zugelassene Aktionen und damit auf eine kontrollierbare  
Art und Weise erweitert und die Übersichtlichkeit und Nach-  
verfolgbarkeit der skriptbasierten Verknüpfungen gewährleis-  
25 tet. Die entsprechende Weiterbildung der Vorrichtung sieht  
als mit anderen Worten einen Verknüpfungseditor vor, der ein  
neues Benutzerskript aus vom Benutzer eingegebenen Verknüp-  
fungsanweisungen erzeugt und bei der Benutzereingabe dabei  
nur Verknüpfungsanweisungen, die der Benutzer nach einem vor-  
30 bestimmten Muster eingibt, zulässt und andere, ebenfalls vom  
Skriptinterpreter ausführbare, aber nicht dem Muster entspre-  
chende Verknüpfungsanweisungen ablehnt. Der Verknüpfungsed-  
itor und die Analyseeinrichtung sind gemäß einer Ausführungs-  
form der Erfindung durch das gleiche Programmmodul reali-  
35 siert, so dass der Verknüpfungseditor auch zum Anzeigen der  
Verknüpfungen verwendet werden kann.

Mittels des Verknüpfungseditors kann es einem Benutzer sogar erleichtert werden, geeignete Benutzerskripte mit noch weniger manuellem Aufwand zu erstellen. Hierzu sieht eine Weiterbildung der Vorrichtung vor, erweiterte Objektmodelle durch den Verknüpfungseditor in Abhängigkeit von einer an dem Engineering-System ausgeführten Bedienhandlung des Benutzers zu verändern, also beispielsweise eine Bedienhandlung, bei welcher der Benutzer beispielsweise mittels einer Computermaus einen Parameterwert aus einem Konfigurationsobjekt in ein anderes Konfigurationsobjekt hinüber schiebt. Entsprechend der Veränderung des erweiterten Objektmodells durch die Bedienhandlung wird dann eine Verknüpfungsanweisung automatisch durch die Vorrichtung angepasst oder sogar erzeugt. Hierdurch wird dem Benutzer sogar erspart, selbst eine Verknüpfungsanweisung einzutippen. Ein Vorteil dieses formalisierten Erzeugens von Verknüpfungsanweisungen (z.B. mittels Computermaus) ist, dass es weniger fehleranfällig ist als das manuelle Eingeben von Verknüpfungsanweisungen. Hierdurch wird also in vorteilhafter Weise ein formalisierter Umgang mit den Referenzen zwischen den Konfigurationsobjekten realisiert.

Da sich aufgrund der Flexibilität von Benutzerskripten in den Benutzerskripten zwar viele, aber nicht alle Abhängigkeiten durch eine Analyseeinrichtung automatisiert erkennen lassen, wird bei einer anderen Weiterbildung der Vorrichtung für verschiedene der erwähnten Kategorien von skriptbasierten Verknüpfungen jeweils ein standardisiertes Benutzerskript vorgegeben, das sich in seiner Struktur fehlerfrei und robust durch die Analyseeinrichtung analysieren lässt. Ein Benutzer kann also ein solches standardisiertes Benutzerskript als Vorlage verwenden und es an seine persönlichen Bedürfnisse mit wenig Aufwand anpassen und hierbei sicher sein, dass die hierdurch geschaffene skriptbasierte Verknüpfung fehlerfrei ist und auch durch die Analyseeinrichtung richtig erkannt wird. Das Objektmodell wird also mit Hilfe eines „sauberen“ Benutzerskriptes kontrolliert erweitert, also einem Benutzerskript, das in seiner Grundstruktur bereits dem Benutzer vorgegeben wird. Abhängigkeiten zwischen den Konfigurationsob-

jekten, die durch diese standardisierten Benutzerskripts beschrieben sind, lassen sich also einfacher und zuverlässiger analysieren, wodurch auch die entsprechende Analyseeinrichtung mit weniger Aufwand bereitgestellt werden kann.

5

Bei einer anderen Weiterbildung der Vorrichtung ist bei dem Engineering-System zumindest eines der Benutzerskripte als Bestandteil eines bestimmten Konfigurationsobjekts bereitgestellt. Das Engineering-System ist hierbei dazu ausgelegt, 10 beim Einfügen dieses Konfigurationsobjekts in das Objektmodell, beispielsweise durch Bewegen des Konfigurationsobjekts auf der Benutzerschnittstelle mittels beispielsweise einer Computermaus, dann bei oder nach Einfügen des Konfigurationsobjekts in das Objektmodell das in dem Konfigurationsobjekt 15 enthaltene Benutzerskript mittels des Skriptinterpreters auszuführen. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise bewirkt, dass sich das Konfigurationsobjekt in dem Modell entsprechend seiner Position im Objektmodell an die umliegenden Konfigurationsobjekte gemäß den Verknüpfungsanweisungen des Benutzerskripts anpasst. 20

Um allgemein die beschriebene Analyseeinrichtung zu realisieren, sieht eine Ausführungsform der Vorrichtung vor, bei der Analyseeinrichtung zum Ermitteln einer skriptbasierten Verknüpfung in dem zumindest einen Benutzerskript vorbestimmte 25 Schlüsselausdrücke zu suchen und anhand einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift jeden im Benutzerskript gefundenen Schlüsselausdruck einer skriptbasierten Verknüpfung zuzuordnen. Wird also beispielsweise durch eine Verknüpfungsanweisung in dem Benutzerskript ein Parameterwert aus einem Konfigurationsobjekt ausgelesen und zur Berechnung eines Parameterwerts in einem anderen Konfigurationsobjekt verwendet, so ist die entsprechende Berechnungsanweisung durch einen 30 Schlüsselausdruck erkennbar. Entsprechendes kann dann dem Benutzer grafisch angezeigt werden. Speziell bei Verwendung des Verknüpfungseditors zur Erstellen von Verknüpfungen können solche Verknüpfungsanweisungen auch Kommentare enthalten, die z.B. auf die Kategorie der Verknüpfung hinweisen. 35

Zusätzlich oder alternativ zur Schlüsselwortanalyse kann das Benutzerskript auch in der bereits genannten Weise einer Reverse-Engineering-Analyse unterzogen werden und hierdurch eine skriptbasierte Abhängigkeit von Parametern unterschiedlicher Konfigurationsobjekte erkannt werden. Auch kann auf der Grundlage einer wissensbasierten und/oder domänenspezifischen Datenbank zu der Anlage und/oder dem Objektmodell eine skriptbasierte Abhängigkeit von Parametern unterschiedlicher Konfigurationsobjekte erkannt werden.

Durch die Konfigurationsobjekte und ihre Verknüpfungen, die einerseits durch die vorgegebenen Schnittstellenverknüpfungen und andererseits durch die frei definierbaren skriptbasierten Verknüpfungen festgelegt sind, ergibt sich insgesamt eine Definition des Betriebsablaufs der Anlage, da die Parametersätze die Anlagenkomponenten in ihrer Betriebsweise festlegen und durch die Abhängigkeiten, wie sie durch die Verknüpfungen festgelegt sind, alle Elemente der Anlage aufeinander abgestimmt sind. Nimmt man die Anlage dann in Betrieb, so ergibt sich der Betriebsablauf gemäß dem erweiterten Objektmodell. Bevorzugt ist die Vorrichtung für den letzten Schritt dazu ausgelegt, aus den Konfigurationsobjekten, die durch die Schnittstellenverknüpfungen und die skriptbasierten Verknüpfungen verknüpft sind, ein Steuerprogramm mit Steuerbefehlen für die Anlagenkomponenten zu erzeugen. Dieses Steuerprogramm kann dann beispielsweise über einen Kommunikationsbus, etwa einem Bus gemäß dem Profi-Standard, an einzelne Stelleinheiten der Anlagenkomponenten, also beispielsweise speicherprogrammierbare Steuerungen, speicherprogrammierbare Regelungen oder Mikrokontroller, übertragen werden und dort in Programmspeichern gespeichert werden.

Ein System aus einer solchen Vorrichtung zum Erzeugen des Steuerprogramms und Anlagenkomponenten, die mit der Vorrichtung gekoppelt ist, bildet insgesamt die erfindungsgemäße Anlage.

- Um eine herkömmliche Anlage ebenfalls gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren betreiben zu können, ist von der Erfindung auch ein Computerprogrammprodukt umfasst, welches einen auf zumindest einem Speichermedium gespeicherten Programmcode
- 5 aufweist, welcher dazu ausgelegt ist, bei Ausführen des Programmcodes durch eine Prozessoreinheit einer Prozess- und/oder Fertigungsanlage eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen.
- 10 Im Folgenden ist die Erfindung noch einmal anhand eines konkreten Ausführungsbeispiels erläutert. Hierzu zeigt die einzige FIGUR eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage.
- 15 Bei dem Ausführungsbeispiel stellen die beschriebenen Komponenten und die beschriebenen Schritte des Konfigurationsverfahrens jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch
- 20 einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren ist die beschriebene Ausführungsform auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.
- 25 Die FIGUR zeigt eine Prozess- und/oder Fertigungsanlage, oder kurz Anlage 10, mit einem Anlagenbereich 12, also beispielsweise einer Fertigungshalle, in welchem sich Anlagenkomponenten 14, 16, 18 befinden können, also beispielsweise Automaten und Fließbänder. Die Anlage 10 weist auch eine Konfigurati-
- 30 onsvorrichtung 20 auf, mittels welcher die Anlagenkomponenten 14, 16, 18 konfiguriert werden können, um so den Betriebsablauf im Anlagenbereich 12 festzulegen. Für die weitere Erläuterung des Beispiels sei angenommen, dass es sich bei der Anlagenkomponente 14 um einen Flaschenreinigungsautomaten, bei
- 35 der Anlagenkomponente 18 um einen Flaschenabfüllautomaten und bei der Anlagenkomponente 16 um ein den Flaschenreinigungsautomaten 14 mit dem Flaschenabfüllautomaten 18 verbindendes Fließband handelt. Die Anlagenkomponenten 14, 16, 18 sind

über Komponentenschnittstellen 22, 24 miteinander verbunden. Über die Komponentenschnittstellen 22, 24 können die Anlagenkomponenten 14, 16, 18 Signale austauschen.

5 Mit der Konfigurationsvorrichtung 20 kann ein Steuerprogramm P erzeugt werden, das in Stelleinheiten der Anlagenkomponenten 14, 16, 18 gespeichert wird und hierdurch die Betriebsweise der Anlagenkomponenten 14, 16, 18 festlegt. Stelleinheiten der Anlagenkomponenten 14, 16, 18 können beispielsweise  
10 se speicherprogrammierbare Steuerungen und speicherprogrammierbare Regelungen und Mikrocontroller und Prozessoren umfassen.

Die Konfigurationsvorrichtung 20 umfasst ein Engineering-  
15 System 26 mit einem Skriptinterpreter 28 sowie eine Analyseinrichtung 30 und eine Speichereinheit 32. Bei dem Engineering-System 26 kann es sich beispielsweise um ein COMOS-System des Unternehmens Siemens AG handeln. Mittels des Engineering-Systems 26 kann eine (nicht dargestellte) Bedienperson an einer grafischen Benutzerschnittstelle 34 des Engineering-Systems 26, also beispielsweise einem Monitor, das Steuerprogramm P erstellen, ohne hierzu das Steuerprogramm P in  
20 einer Programmiersprache als Programmtext schreiben zu müssen. Stattdessen kann die Bedienperson an der Schnittstelle 34 Konfigurationsobjekte 36, 38, 40 anordnen. Die Konfigurationsobjekte 36, 38, 40 können in einer Datenbank D der Konfigurationsvorrichtung 20 zusammen mit weiteren Konfigurationsobjekten gespeichert sein. Die Sammlung der Konfigurationsobjekte in der Datenbank D bildet eine Bibliothek (englisch: Library). Jedes Konfigurationsobjekt 36, 38, 40 kann  
30 beispielsweise eine der Anlagenkomponenten 14, 16, 18 repräsentieren. Im vorliegenden Beispiel sei entsprechend angenommen, dass das Konfigurationsobjekt 36 den Flaschenreinigungsautomaten 14, das Konfigurationsobjekt 38 das Fließband 16 und das Konfigurationsobjekt 40 den Flaschenabfüllautomaten 18 repräsentiert. Ein Konfigurationsobjekt kann aber auch einen einzelnen Algorithmus für eine bestimmte Teilaufgabe innerhalb einer Anlagenkomponente repräsentieren oder aber auch

einen Zusammenschluss mehrerer Anlagenkomponenten. Jedes Konfigurationsobjekt 36, 38, 40 umfasst einen Parametersatz 42, 44, 46 aus einem oder mehreren Parametern 48, 50, 52, 54, von denen in der FIGUR der Übersichtlichkeit halber nur einige  
5 mit einem Bezugszeichen versehen sind.

Das Engineering-System 26 erzeugt aus den Parametersätzen 42, 44, 46 der Konfigurationsobjekte 36, 38, 40 sowie aus Steuerbefehlen, die ebenfalls Bestandteil der Konfigurationsobjekte  
10 36, 38, 40 sein können, selbständig das Steuerprogramm P. Das Steuerprogramm P kann dann über eine Kommunikationsverbindung 56, beispielsweise einen Kommunikationsbus, wie etwa einem Profi-Bus, zu den Anlagenkomponenten 14, 16, 18 übertragen werden und dort in der beschriebenen Weise gespeichert wer-  
15 den. Verändert man einen Parameterwert 48, 50, 52, 54 in dem Engineering-System 26 und erzeugt ein neues Steuerprogramm P, das dann in den Anlagenkomponenten 14, 16, 18 gespeichert wird, ergibt sich eine entsprechend geänderte Betriebsweise der Anlagenkomponenten 14, 16, 18.

20 Die Parametersätze 42, 44, 46 können durch das Engineering-System 26 teilweise automatisch abgestimmt werden, so dass sich ein sinnvoller Betrieb der Anlagenkomponenten 14, 16, 18 ergibt. Die Bedienperson, die die Konfigurationsobjekte 36,  
25 38, 40 in der Schnittstelle 34 zusammengestellt hat, hat hierzu die Konfigurationsobjekte 36, 38, 40 mittels Objektverknüpfungen 58, 60 verknüpft und hierdurch dem Engineering-System 26 angezeigt, wie die Anlagenkomponenten 14, 16, 18 im Anlagenereich 12 miteinander über die Komponentenschnittstel-  
30 len 22, 24 verknüpft sind. Die Objektverknüpfungen 58, 60 sind ebenfalls vorbereitete Programmelemente, die zwischen vorgegebenen Objektschnittstellen 62 der Konfigurationsobjekte 36, 38, 40 eingefügt werden. Bei Einfügen einer Objektverknüpfung 58, 60 werden durch entsprechende Berechnungsvor-  
35 schriften einige der Parameterwerte 48, 50, 52, 54 automatisch auf Werte eingestellt, die ein sinnvolles Zusammenwirken zwischen den Anlagenkomponenten 14, 16, 18 ergeben. Hierbei können über die Objektverknüpfungen 58, 60 auch in vorbe-

stimmter Weise Parameterwerte 48 aus anderen Konfigurationsobjekten 36, 38, 40 übertragen werden.

5 Durch die Objektverknüpfungen 58, 60 sind aber nicht alle der potentiell bei den Anlagenkomponenten 14, 16, 18 möglichen Abhängigkeiten zwischen den Parameterwerten 48, 50, 52, 54 vorprogrammiert worden. Die vorbereiteten Objektverknüpfungen 58, 60 sind fest vom Engineeringsystem vorgegebenen und entsprechend nicht anpassbar. Sie zu verändern würde direkt das  
10 Engineeringsystem betreffen, was mit einem erheblichen Entwicklungsaufwand für den Anbieter des Engineeringsystems verbunden wäre. Solche Änderungen sind daher nur für entsprechend zahlungskräftige und -willige Kunden durchführbar.

15 Besondere Verknüpfungen, wie sie individuell für die Anlagenkomponenten 14, 16, 18 sinnvoll sein können, konnte die Bedienperson aber problemlos selbständig von Hand einfügen. Hierzu hat die Bedienperson ein Skript 64 mit einem Verknüpfungseditor geschrieben, der Bestandteil des Skriptinterpreters 28 ist. Das Skript 64 enthält Verknüpfungsanweisungen  
20 66, über welche z.B. Parameterwerte 52, 54, 54' über eine Berechnungsvorschrift miteinander zu dem Parameterwert 50 verknüpft werden. Der Parameterwert 50 befindet sich im Konfigurationsobjekt 36, während die Parameterwerte 52, 54, 54', aus denen er gebildet ist, aus den anderen Konfigurationsobjekten  
25 38, 40 stammen können. Die Parameterwerte 52, 54, 54' sind dabei nicht über die Objektverknüpfungen 58, 60 übertragen worden. Das Skript 54 kann unabhängig von den Objektschnittstellen 62 und den diesen verbindenden Objektverknüpfungen  
30 58, 60 auf die Parameterwerte 52, 54, 54' zugreifen, d.h. diese aus den Konfigurationsobjekten 38, 40 auslesen und zu dem Parameterwert 50 verknüpfen und in der entsprechenden Speicherstelle für den Parameterwert 50 im Konfigurationsobjekt 36 abspeichern. Hierzu wird das Skript 64 von dem  
35 Skriptinterpreter 28 ausgeführt.

Die Analyseeinrichtung 30, beispielsweise ein Programmmodul der Konfigurationsvorrichtung 20, analysiert das Skript 64

- dahingehend, aus welchen Konfigurationsobjekten 38, 40 durch das Skript 64 Parameterwerte 52, 54, 54' ausgelesen werden und in welchem Konfigurationsobjekt 36 ein Parameterwert 50 durch das Skript 64 geändert wird. Die sich hieraus ergebenden skriptbasierten Verknüpfungen 68, 70 werden durch die Analyseeinrichtung 30 ebenfalls auf der Benutzerschnittstelle 34 zusätzlich zu den Konfigurationsobjekten 36, 38, 40 und den Objektverknüpfungen 58, 60 angezeigt.
- 10 Insgesamt bilden die Konfigurationsobjekte 36, 38, 40 und die Objektverknüpfungen 58, 60 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Objektmodell 72. Durch die zusätzlich ermittelten skriptbasierten Verknüpfungen 68, 70 wird das Objektmodell 72 dem Bediener durch den Skripteditor als erweitertes Objektmodell 15 dargestellt. Intern wird aber nach wie vor mit Skripten gearbeitet, aber der Benutzer merkt davon nichts.

Der Bedienperson kann das Erstellen des Skripts 64 noch weiter erleichtert werden, wenn standardisierte Skripte in der Speichereinrichtung 32 bereitgestellt werden, aus welchen die Bedienperson dann eines auswählen kann und mittels des Verknüpfungseditors des Skriptinterpreters 28 an die vorliegende Situation anpassen kann.

- 25 In dem gezeigten Beispiel kann es sich bei dem Parameterwert 50 beispielsweise um den Namen einer Funktion für einen Funktionsaufruf handeln, bei dem Parameterwert 52 um den Namen, welcher die Anlagenkomponente 16 identifiziert, bei den Parameterwerten 54, 54' um Adresswerte, über welche ein Signal 30 beispielsweise eines Sensors an über die Adresse erreichbare auslesbare Kontakte (Pin-Group) ausgelesen werden können.

Für das Skript 64 ergibt sich eine komplexere Abhängigkeit in dem Objektmodell 72. Durch das Skript wird der Wert des Parameters 50 „FuncDesc“ des Elements Z14 (ebenfalls einer Pin-Gruppe oder Kontaktelemente) in dem Konfigurationsobjekt 36 aus den Werten von anderen Parametern 52, 54, 54' ermittelt, und zwar dem festen Präfix „STG“ (Parameterwert 52) und zwei

weiteren Parametern, von denen einer sich in der Pin-Gruppe 14 des Konfigurationsobjekts 40 befindet (Parameterwert 54) und der andere die Nummer der Pin-Gruppe angibt (Parameterwert 54'). Das Skript 64 ermöglicht es, beliebige Pin-Gruppen flexibel so im Projekt anzulegen, dass sie sich automatisch an ihre Position im Objektmodell 72 anpassen. Das Skript 64 kann in dem Konfigurationsobjekt 36 gespeichert sein. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass bei Verändern der Position des Konfigurationsobjekts 36 innerhalb des Objektmodells 72 nach erneutem Ausführen des Skripts 64 durch den Skriptinterpreter 28 der Parameterwert 50 sich automatisch an die neue Position im Objektmodell 72 anpasst. Das Skript 64 kann auch bei Hinzufügen einer neuen Pin-Gruppe auch für diese neue Pin-Gruppe erneut ausgeführt werden, so dass sich auch die Parameterwerte dieser neuen Pin-Gruppe automatisch anpassen, so dass z.B. die Programmerzeugung des Steuerprogramms P auch für diese neue Pin-Gruppe ohne zusätzlichen Konfigurationsaufwand richtig durchgeführt wird.

Durch das Skript 64 wird also eine notwendige Verknüpfung zwischen den Elementen des Projekts hergestellt, die für den Umgang mit modularen und skalierbaren Lösungen unabdingbar ist und die mit Standardmitteln, d.h. den vorbereiteten Objektverknüpfungen 58, 60 und den Objektschnittstellen 62, nicht ohne Veränderung des Engineering-Systems möglich wäre.

Für jemanden, der mit dem Projekt jedoch nicht vertraut ist, also die Details des Objektmodells 72 nicht kennt, fällt es schwer, diese durch das Skript 64 erzeugten Abhängigkeiten, die das erweiterte Objektmodell 74 ergeben, zu erkennen und gegebenenfalls zu überarbeiten. Im besten Fall führt dies zu einem erhöhten Einarbeitungsaufwand, im schlimmsten Fall kann jemand, der sich das komplette Abhängigkeitsgeflecht des Projekts (von dem das hier gezeigte Beispiel nur ein kleiner Ausschnitt ist) nicht bewusst ist, durch das Überschreiben von abgeleiteten Parameterwerten, wie dem Parameterwert 50, größeren Schaden im Projekt anrichten.

Mit einer einfachen Skriptanalyse, die sich alleine aus der Analyse von Zuweisungen (also welche Werte wo geschrieben bzw. gelesen werden), lässt sich durch die Analyseeinrichtung 30 feststellen, ob ein Wert, wie der Parameterwert 50, abgeleitet ist oder fest eingegeben wurde. Die Analyse kann bei-  
5 spielsweise auf einer Schlüsselwortsuche beruhen, wobei Schlüsselwörter hier auch Zuweisungssymbole und andere Zeichen umfassen können. Die durch die Analyse gewonnene Information kann in einem geeigneten Editor dargestellt werden, so  
10 dass der Benutzer sehr schnell sieht, dass ein Wert von einem oder mehreren Werten abhängig ist. Darüber hinaus kann der Editor verhindern, dass abgeleitete Werte überschrieben werden oder dass ein Wert von zwei verschiedenen Skripten gleichzeitig festgelegt wird und der Zustand des Systems ins-  
15 gesamt inkonsistent wird.

Durch die Skriptanalyse ist es auch möglich zu prüfen, ob die Schnittstellen des Projekts eingehalten werden, ob also nur solche Parameterwerte ausgelesen werden und solche Parameter-  
20 werte geschrieben werden, für die dies auch vorgesehen ist. Aus der Struktur des Projekts ergeben sich automatisch erwünschte Datenzugriffe und solche, welche die Sichtbarkeitsregeln des Projekts verletzen. Eine Sichtbarkeitsregel kann beispielsweise vorschreiben, dass bestimmte Parameterwerte  
25 aus einem Konfigurationsobjekt 36, 38, 40 nicht direkt ausgelesen werden dürfen. Versucht eine Bedienperson dies über ein Skript dennoch, so kann dies durch den Skriptinterpreter und dessen Editor 28 erkannt werden und eine entsprechende Eingabe in dem Verknüpfungseditor blockiert werden. Dies ist ins-  
30 besondere bei stark modularisierten Projekten der Fall, dass sie eine Einhaltung von sauberen Schnittstellen zwingend voraussetzen. Bereits die angesprochene Analyse von Wertzuweisungen kann dazu dienen zu überprüfen, ob die vorgegebenen Schnittstellen durch den Einsatz von Skripten umgangen wer-  
35 den.

Durch den Einsatz von komplexeren Analysemechanismen, die beispielsweise projektspezifische Semantik berücksichtigen,

lassen sich leicht weitere Anwendungsfälle ermitteln, sowohl zur Kontrolle als auch zur erleichterten Umsetzung von komplexen Abhängigkeiten wie in dem hier beschriebenen Beispiel.

- 5 Insgesamt ist durch das Beispiel gezeigt, wie die Möglichkeiten von Skripten zur Realisierung von Abhängigkeiten unter Umgehung von vorhandenen Objektschnittstellen durch gezielte Analyse-, Visualisierungs- und Modifikationsmechanismen formal einerseits leichter einsetzbar und andererseits stärker
- 10 formalisiert werden, so dass sie nicht mehr das Objektmodell umgehen, sondern dieses aus Nutzersicht vielmehr erweitern. Dies resultiert darin, dass das Engineering-System ein deutlich flexibleres und mächtigeres Objektmodell enthält. Die Vorteile, die sich daraus ergeben, sind eine bessere Usability, d.h. die Nutzbarkeit, eine verbesserte Rückverfolgbarkeit
- 15 von Abhängigkeiten sowie eine verbesserte Kontrolle der Einhaltung von Schnittstellen und Standards bei der Verwendung von Skripten.
- 20 Durch die Analyseeinrichtung 30 wird das Skript 64 auf Schlüsselausdrücke hin analysiert. Dies geschieht mit den Methoden beispielsweise des Reverse-Engineering, wie sie in entsprechenden, im Stand der Technik verfügbaren Programmwerkzeugen verwendet werden. Dabei wird zusätzlich auf domä-
- 25 nespezifisches Wissen zurückgegriffen, um aus dem Skriptinhalt Referenzen zu extrahieren. Die bei der Skriptanalyse erkannten Abhängigkeiten werden hierdurch im Verknüpfungseditor durch explizite Referenzen modelliert, die von den Standardmechanismen des Objektmodells verarbeitet werden können. Sol-
- 30 che expliziten Referenzen stellen Kategorien dar, wie sie bereits beschrieben wurden.

## Bezugszeichenliste

	10	Anlage
	12	Anlagenbereich
5	14, 16, 18	Anlagenkomponente
	20	Konfigurationsvorrichtung
	22, 24	Komponentenschnittstelle
	26	Engineering-System
	28	Scriptinterpreter und Scripteditor
10	30	Analyseeinrichtung
	32	Speichereinheit
	34	Benutzerschnittstelle
	36, 38, 40	Konfigurationsobjekt
	42, 44, 46	Parametersatz
15	48, 50,	
	52, 54, 54'	Parameterwert
	56	Kommunikationseinrichtung
	58, 60	Objektverknüpfung
	62	Objektschnittstelle
20	64	Skript
	66	Verknüpfungsanweisung
	68, 70	Skriptbasierte Verknüpfung
	72	Objektmodell
	74	Erweitertes Objektmodell
25	D	Datenbank
	P	Steuerprogramm

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (20) zum Konfigurieren eines Betriebsablaufs einer Prozess- und/oder Fertigungsanlage (10), wobei ein Engineering-System (26) der Vorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, Konfigurationsobjekte (36, 38, 40), durch welche jeweils ein Parametersatz (42, 44, 46) zumindest einer Anlagenkomponente (14, 16, 18) zum Festlegen eines Teils des Betriebsablaufs bereitgestellt ist, miteinander zu einem Objektmodell zu verknüpfen, wobei ein Skriptinterpreter (28) der Vorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, durch Ausführen von Verknüpfungsanweisungen (66) zumindest eines Benutzerskripts (64) eine frei vom Benutzer definierbare Abhängigkeit zwischen den Parametersätzen (42, 44, 46) von zumindest zwei der Konfigurationsobjekte ((36, 38, 40)) zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (20) eine Analyseeinrichtung (30) aufweist, welche dazu ausgelegt ist, anhand der Verknüpfungsanweisungen (66) zu ermitteln, zwischen welchen der Konfigurationsobjekte (36, 38, 40) eine skriptbasierte Verknüpfung (68, 70) bewirkt ist, und die ermittelten, skriptbasierten Verknüpfungen (68,70) der Konfigurationsobjekte (36, 38, 40) graphisch anzuzeigen.
2. Vorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei die Analyseeinrichtung (30) dazu ausgelegt ist, die ermittelten skriptbasierten Verknüpfungen (68, 70) jeweils in eine aus mehreren vorbestimmten Kategorien eines erweiterten Objektmodells (64) für mögliche skriptbasierte Verknüpfungen (68, 70) einzuordnen, und die skriptbasierten Verknüpfungen (68, 70) beim Anzeigen gemäß ihrer jeweiligen Zuordnung zu den Kategorien unterschiedlich darzustellen.
3. Vorrichtung (20) nach Anspruch 2, wobei die vorbestimmten Kategorien zumindest eine aus den folgenden expliziten Referenzen auf Signalquellen innerhalb der Anlage umfassen: eine Pin-Belegung, eine digitale Adresse einer Signalquelle, eine

Zeichenkette, eine digitale Sprungadresse für einen Funktionsaufruf.

4. Vorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5 wobei ein Verknüpfungseditor (28) der Vorrichtung (20) dazu  
ausgelegt, ein neues Benutzerskript (64) aus vom Benutzer  
einggegebenen Verknüpfungsanweisungen (66) zu erzeugen und bei  
der Benutzereingabe nur Verknüpfungsanweisungen (66), die der  
Benutzer nach einem vorbestimmten Muster eingibt, zuzulassen  
10 und andere, ebenfalls vom Skriptinterpreter (28) ausführbare,  
aber nicht dem Muster entsprechende Verknüpfungsanweisungen  
abzulehnen.

5. Vorrichtung (20) nach Anspruch 4, wobei der Verknüpfung-  
15 editor (28) dazu ausgelegt ist, das erweiterte Objektmodell  
(74) in Abhängigkeit von einer an dem Engineering-System (36)  
ausgeführten Bedienungshandlung des Benutzers zu verändern und  
entsprechend der Veränderung des erweiterten Objektmodells  
(74) eine Verknüpfungsanweisung (66) anzupassen oder zu er-  
20 zeugen.

6. Vorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei in einer Speichereinrichtung (32) der Vorrichtung (20)  
zumindest ein vorbereitetes, standardisiertes Benutzerskript  
25 (64) mit zumindest einer bereits vorbereiteten Verknüpfungs-  
anweisung (66) bereitgestellt ist, wobei jedes standardisier-  
te Benutzerskript (64) dahingehend auf die Analyseeinrichtung  
(30) abgestimmt ist, dass die Analyseeinrichtung (30) die  
skriptbasierten Verknüpfungen (68, 70) in dem standardisier-  
30 ten Benutzerskript (64) fehlerfrei erkennt.

7. Vorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei bei dem Engineering-System (26) zumindest ein Benutzer-  
skript (64) als ein Bestandteil eines Konfigurationsobjekts  
35 (36) bereitgestellt ist und wobei das Engineering-System (26)  
dazu ausgelegt ist, beim Einfügen dieses Konfigurationsob-  
jekts (36) in das Objektmodell (72) dessen Benutzerskript  
(64) mittels des Skriptinterpreters (28) auszuführen.

8. Vorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Analyseeinrichtung (30) dazu ausgelegt ist, zum Ermitteln einer skriptbasierten Verknüpfung (68, 70):

- 5 a) in dem zumindest einen Benutzerskript (64) vorbestimmte Schlüsselausdrücke (66) zu suchen und anhand einer vorbestimmten Zuordnungsvorschrift jeden im Benutzerskript gefundenen Schlüsselausdruck (66) einer durch die Zuordnungsvorschrift zugeordneten skriptbasierten Verknüpfung (68, 70) zu-
- 10 zuordnen; und/oder
- b) das Benutzerskript einer Reverse-Engineering-Analyse zu unterziehen und hierdurch eine skriptbasierte Abhängigkeit von Parametern unterschiedlicher Konfigurationsobjekte zu erkennen; und/oder
- 15 c) auf der Grundlage einer wissensbasierten und/oder domänenspezifischen Datenbank zu der Anlage und/oder dem Objektmodell eine skriptbasierte Abhängigkeit von Parametern unterschiedlicher Konfigurationsobjekte zu erkennen.

20 9. Vorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, aus den verknüpften Konfigurationsobjekten (36, 38, 40) ein Steuerprogramm (P) mit Steuerbefehlen für die Anlagenkomponenten (14, 16, 18) zu erzeugen.

25

10. Anlage (10) zum Durchführen eines Prozesses und/oder einer Fertigung, welche eine Vorrichtung (20) nach Anspruch 9 aufweist, wobei die Vorrichtung (20) über eine Kommunikationseinrichtung (56) mit Stelleinheiten von Anlagenkomponenten

30 (14, 16, 18) der Anlage (10) gekoppelt ist und wobei die Vorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, die Stelleinheiten auf der Grundlage des von der Vorrichtung (20) erzeugten Steuerprogramms (P) zu konfigurieren.

35 11. Verfahren zum Festlegen eines Betriebsablaufs einer Prozess- und/oder Fertigungsanlage (10), mit dem Schritt:  
- Erzeugen eines Objektmodells (72) der Anlage (10) aus Konfigurationsobjekten (36, 38, 40) durch ein Engineering-System

(26), wobei durch die Konfigurationsobjekte (36, 38, 40) jeweils ein Parametersatz (42, 44, 46) zumindest einer Anlagenkomponente (14, 16, 18) zum Festlegen eines Teils des Betriebsablaufs bereitgestellt wird,

5 gekennzeichnet durch die Schritte:

- durch einen Skriptinterpreter (28) Ausführen von Verknüpfungsanweisungen (66) zumindest eines Benutzerskripts (64), wobei durch eine Verknüpfungsanweisung (66) eine Übertragung von Parameterwerten (52, 54, 54') über in der Anlage (10)

10 vorhandene Signalübertragungswege (22, 24) bewirkt wird, und hierdurch Erzeugen einer weiteren, frei vom Benutzer definierbaren Abhängigkeit zwischen den Parametersätzen (42, 44, 46) von zumindest zwei der Konfigurationsobjekte (36, 38, 40); und

15 - durch eine Analyseeinrichtung (30) Ermitteln, zwischen welchen der Konfigurationsobjekte (36, 38, 40) eine skriptbasierte Verknüpfung (68, 70) wegen der Übertragung von Parameterwerten (52, 54, 54') bewirkt ist, und Anzeigen der ermittelten, skriptbasierten Verknüpfungen (68, 70) der Konfigurationsobjekte (36, 38, 40).

25 12. Computerprogrammprodukt mit einem auf zumindest einem Speichermedium gespeicherten Programmcode, welcher dazu ausgelegt ist, bei Ausführen des Programmcodes durch eine Prozessoreinheit einer Prozess- und/oder Fertigungsanlage ein Verfahren nach Anspruch 11 durchzuführen.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/056709

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G06F9/44  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WÜRTZ J: "Oz Scheduler: A Workbench for Scheduling Problems", 19961116; 19961116 - 19961119, 16 November 1996 (1996-11-16), pages 149-156, XP010201727, abstract page 149, right-hand column, line 6 - last line; figures 4,5 page 150, right-hand column, line 42 - page 155, left-hand column, line 4 -----</p>	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 October 2013

Date of mailing of the international search report

24/10/2013

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer  
Müller, Tobias

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G06F9/44  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 G06F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>WÜRTZ J: "Oz Scheduler: A Workbench for Scheduling Problems",            19961116; 19961116 - 19961119,            16. November 1996 (1996-11-16), Seiten            149-156, XP010201727,            Zusammenfassung            Seite 149, rechte Spalte, Zeile 6 - letzte            Zeile; Abbildungen 4,5            Seite 150, rechte Spalte, Zeile 42 - Seite            155, linke Spalte, Zeile 4            -----</p>	1-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Oktober 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/10/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Müller, Tobias