

Agentenbasiertes Assistenzsystem zur Unterstützung bei der Anwendung der in FlexA entwickelten Methodik

M.Sc. **P. Marks**, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. **M. Weyrich**, Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme, Universität Stuttgart, Stuttgart

1. Einleitung

In diesem technischen Bericht wird das agentenbasierte Assistenzsystem aus Nutzersicht beschrieben, das im Rahmen des DFG-Projekts FlexA entwickelt wurde. Das Assistenzsystem unterstützt den Benutzer bei der Anwendung der in FlexA entwickelten Methodik [MHFW18]. Konzipiert wurde das Agentensystem mithilfe der Gaia-Methode, die Umsetzung erfolgte mithilfe von JADE (Java Agent DEvelopment Framework). JADE stellt dem Entwickler vorgefertigte Klassen zur Entwicklung von Software-Agenten zur Verfügung und bietet darüber hinaus FIPA-konforme Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Agenten. Nähere Informationen zur Konzeption des Agentensystems sind in [MWHF17] beschrieben.

Das Assistenzsystem ist zweigeteilt aufgebaut und besteht aus (1) einem Tool zur Verwaltung des Modells des Automaten (PPR Model Manager) sowie (2) der eigentlichen Methodik von FlexA, um Produktionsanfragen zu überprüfen und Flexibilisierungsvorschläge zu generieren. Der PPR Model Manager wurde implementiert, da mit steigender Größe der betrachteten Automaten eine manuelle Modellerstellung zu aufwändig und fehleranfällig wurde. Zudem deckte kein am Markt befindliches Modellierungswerkzeug von Haus aus alle benötigten Funktionen ab, weshalb eine Eigenentwicklung vorgenommen wurde. Eine künftige Portierung des Assistenzsystems auf verbreitete Austauschformate wie AutomationML ist denkbar.

2. Start des Assistenzsystems

Beim Start des agentenbasierten Assistenzsystems besteht für den Benutzer die Möglichkeit, auszuwählen ob er ein bestehendes Modell eines Automaten laden oder ein komplett neues erstellen möchte (Abbildung 1). Zudem besitzt er die Möglichkeit, Assistenzfunktionen, d.h. kontextsensitive Hinweise und Vorschläge für künftige

Aktionen, zu aktivieren bzw. zu deaktivieren. Dies soll Benutzern mit unterschiedlicher Erfahrung die Bedienung der Software erleichtern.

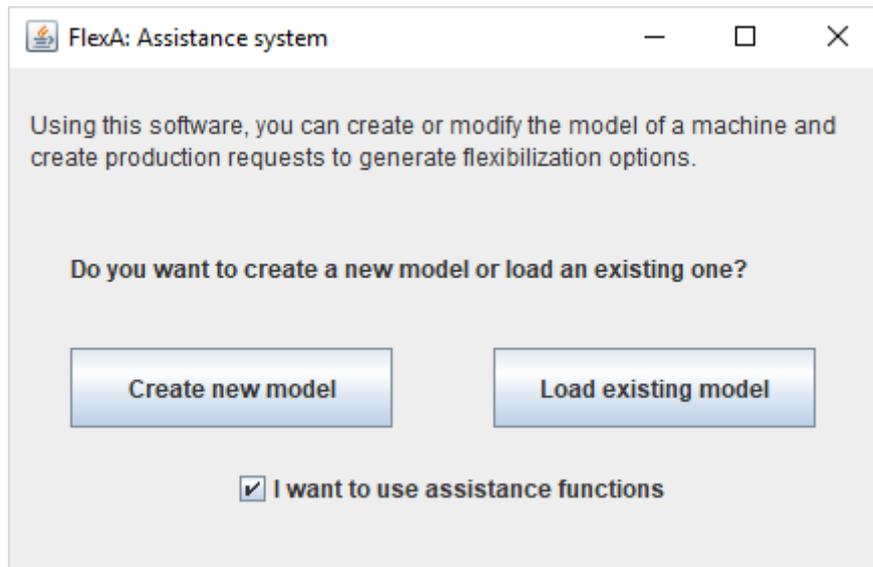


Abbildung 1: Auswahlbildschirm beim Start des Assistenzsystems

Der Ablauf des Assistenzsystems ist in Form eines Flussdiagramms in der folgenden Abbildung 2 dargestellt.

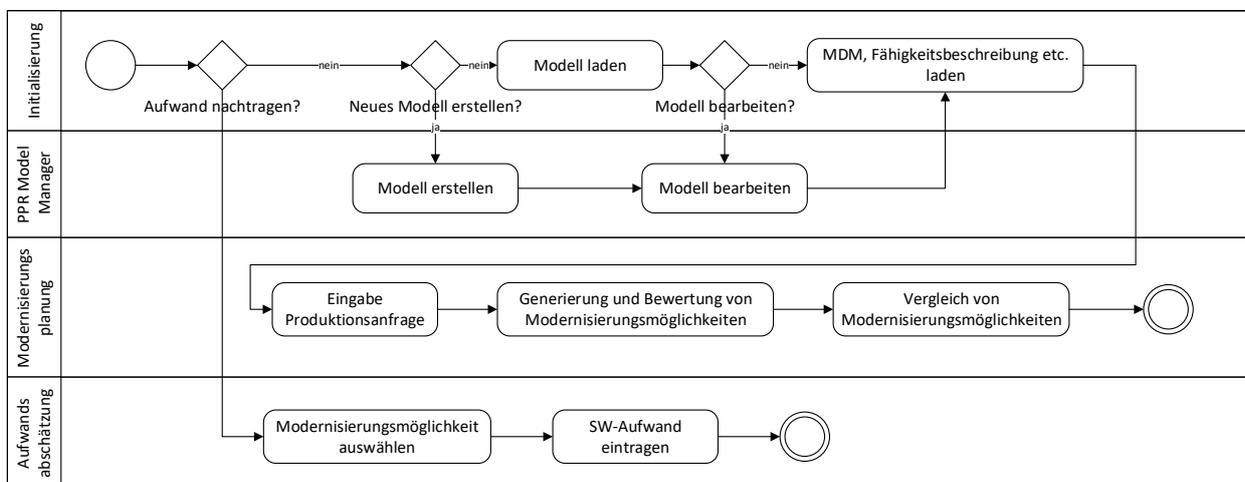


Abbildung 2: Flussdiagramm des Assistenzsystems

3. PPR Model Manager zur Verwaltung des Automatenmodells

Entscheidet sich der Benutzer für die Erstellung eines neuen Modells, wird der PPR Model Manager geöffnet, mit dem das Modell mittels einer grafischen Oberfläche erstellt werden kann. Der PPR Model Manager besteht aus verschiedenen

Ansichten, mit denen die einzelnen Aspekte des Automatenmodells erfasst und verwaltet werden können. Der Benutzer kann sich bei aktivierter Assistenz teilweise durch den Prozess führen lassen, indem er zu bestimmten Aktionen aufgefordert wird oder ihm eine Auswahl momentan möglicher Aktionen zur Auswahl gestellt wird. Die Erstellung des Modells erfolgt dabei mithilfe der Einteilung des Automaten in funktionale Einheiten, in der Oberfläche als „Stationen“ bezeichnet. Diese Stationen können eine beliebige Anzahl an Prozessen enthalten, die jeweils von einer Ressource ausgeführt werden. Prozesse sind dabei in Materialfluss- und Bearbeitungsprozesse aufgeteilt. Prozesse und Ressourcen sind durch Parameter genauer beschreibbar, wobei ein Parameter aus einem Namen, mehreren Werten bzw. Wertebereichen und deren Typ, sowie einer Einheit besteht. Die Baumansicht des PPR Model Manager ist in Abbildung 3 dargestellt.

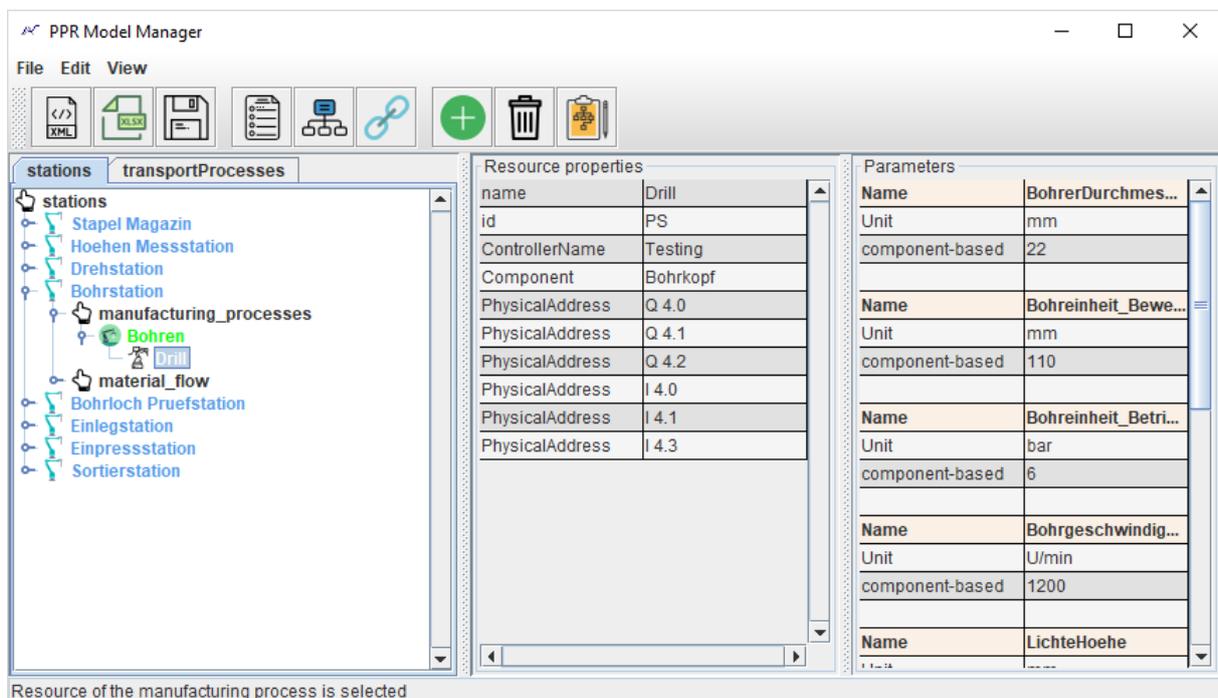


Abbildung 3: Baumansicht des PPR Model Manager

Anschließend müssen die Abhängigkeiten zwischen Produkt-, Prozess- und Ressourcenparametern des Automaten in Multiple Domain Matrizen (eine pro Station) modelliert werden, was in Microsoft Excel erfolgt. Die Excel-Datei kann vom PPR Model Manager eingelesen und auf Konsistenz mit dem Modell überprüft werden. Nach Fertigstellung des Modells wird dieses im XML-Format gespeichert

und die Zusammenhänge der MDM ins JSON-Format überführt. Beide Dateien werden im Folgenden vom Assistenzsystem eingelesen. Zudem muss der Benutzer noch die Pfade zu zwei Dateien eines Fähigkeitsmodells der im Automat vorhandenen Prozesse spezifizieren, sowie den Speicherort des SPS-Steuerungsprogramms angeben, das vom Assistenzsystem im folgenden Verlauf ebenfalls analysiert wird. Das Fähigkeitsmodell beschreibt Vorbedingungen die bei der Ausführung von Prozessen gelten müssen, sowie die Fähigkeiten von Prozessen selbst, im Fall des Bohrers also die Fähigkeit ein Loch in das Werkstück einbringen zu können, was als Auszug in Abbildung 4 dargestellt ist. Die Produktparameter Werkstückdurchmesser und die Farbe des Werkstücks werden von den Prozessen des Automaten nicht verändert und enthalten somit keine Einträge.

Process	drillingHoleDiameter	workpieceDiameter	workpieceColour
Drilling Hole Checking	-	-	-
Color Checking	-	-	-
Material Checking	-	-	-
Sorting	-	-	-
Drilling	[y]	-	-
Swivel	-	-	-

Abbildung 4: Auszug aus der Fähigkeitsbeschreibung der Prozesse des Automaten

Durch die Auslagerung sämtlicher Informationen über den Automaten in einzelne Modell-Dateien, ist die Übertragbarkeit des Assistenzsystems auf andere Automaten einfach realisierbar, lediglich das Modell für den Automaten muss neu erstellt werden.

4. Ausführung der in FlexA entwickelten Methodik

Beim Start des zweiten Programtteils des Assistenzsystems, das die eigentliche FlexA-Methodik zur Überprüfung von Produktionsanfragen und der Generierung von Flexibilisierungsvorschlägen beinhaltet, müssen zunächst alle Modelldaten des Automaten vom Benutzer spezifiziert werden (Abbildung 5).

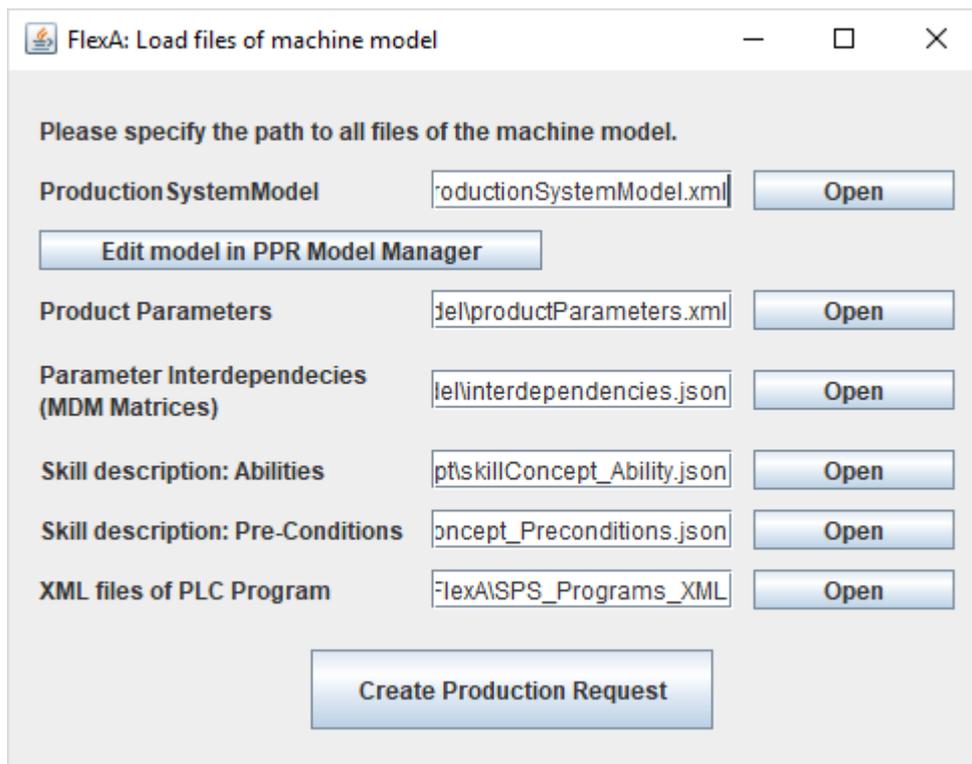


Abbildung 5: Ansicht zur Spezifizierung der vom Assistenzsystem benötigten Modelldaten des Automaten

4.1 Erstellung von Produktionsanfragen

Um gemäß der in FlexA erforschten Systematik Produktionsanfragen zu erstellen und diese vom Agentensystem überprüfen zu lassen, wird mithilfe der in Abbildung 6 gezeigten Oberfläche der zur Fertigung des Produktes notwendige Prozessablauf beschrieben. Dabei werden die erforderlichen Prozesse (in grün) vom Benutzer ausgewählt, wobei diese entweder sequenziell, parallel oder alternativ zueinander definiert werden können. Das Produkt (in rot) wird anhand von den links dargestellten Eigenschaften spezifiziert, wobei diese für jedes Zwischenprodukt einzeln definiert werden können. Aus den Veränderungen der Produktparameter durch einen Prozess leitet das Agentensystem Anforderungen an den dazwischenliegenden Prozess ab, die mithilfe des Anlagenmodells und der Fähigkeitsbeschreibung überprüft werden können.

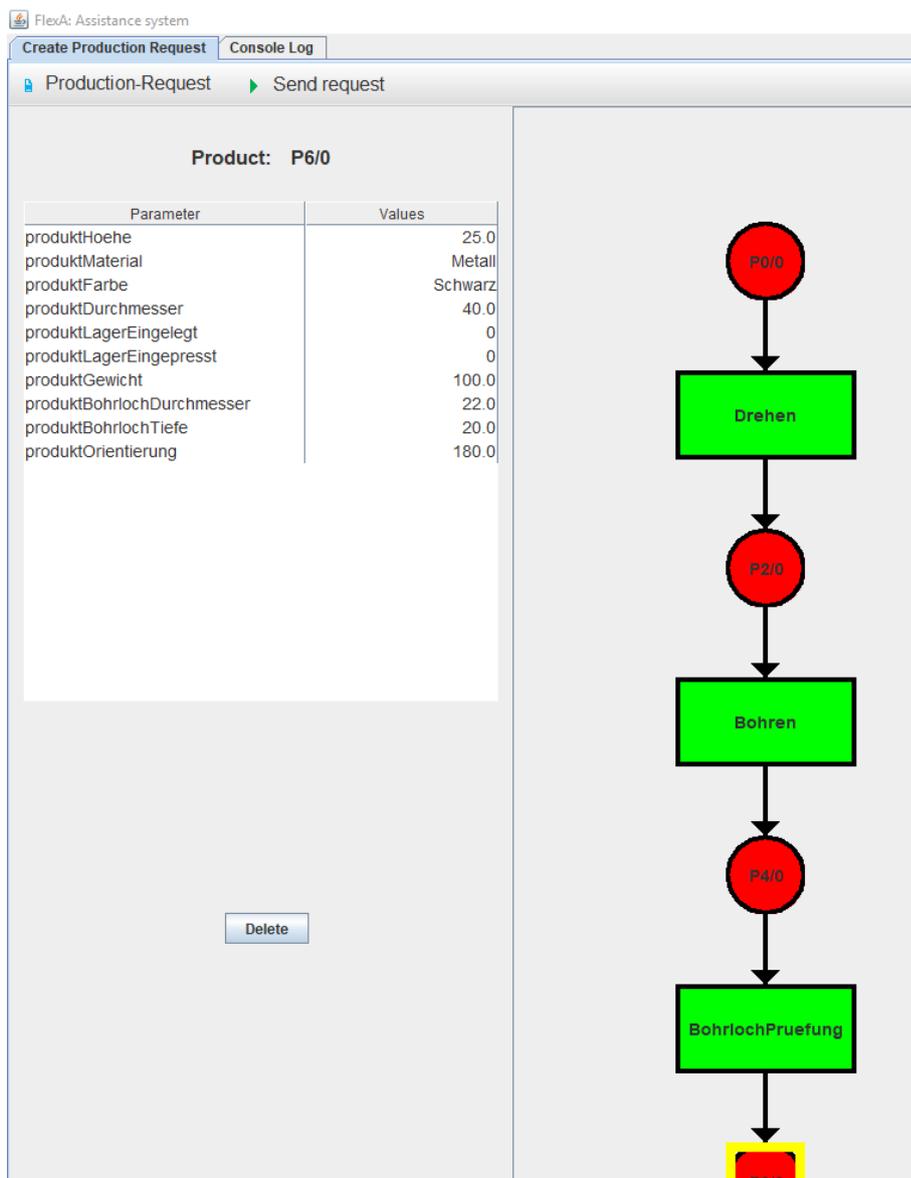


Abbildung 6: Ansicht zur Eingabe einer Produktionsanfrage

4.2 Ermittlung und Darstellung von Flexibilisierungsvorschlägen

Dadurch ermittelt das Agentensystem mögliche Unzulänglichkeiten des Automaten hinsichtlich der Wertebereiche von Prozessparametern und erzeugt daraufhin Änderungsmöglichkeiten für diese(n) Parameter (Abbildung 7). Die Ansicht der Änderungsmöglichkeit enthält den generierten Baumgraphen (oben rechts) sowie verschiedene Kennzahlen für den Vorschlag (oben links). Im unteren Bereich werden die Änderungen an Parametern des Automaten detaillierter beschrieben.

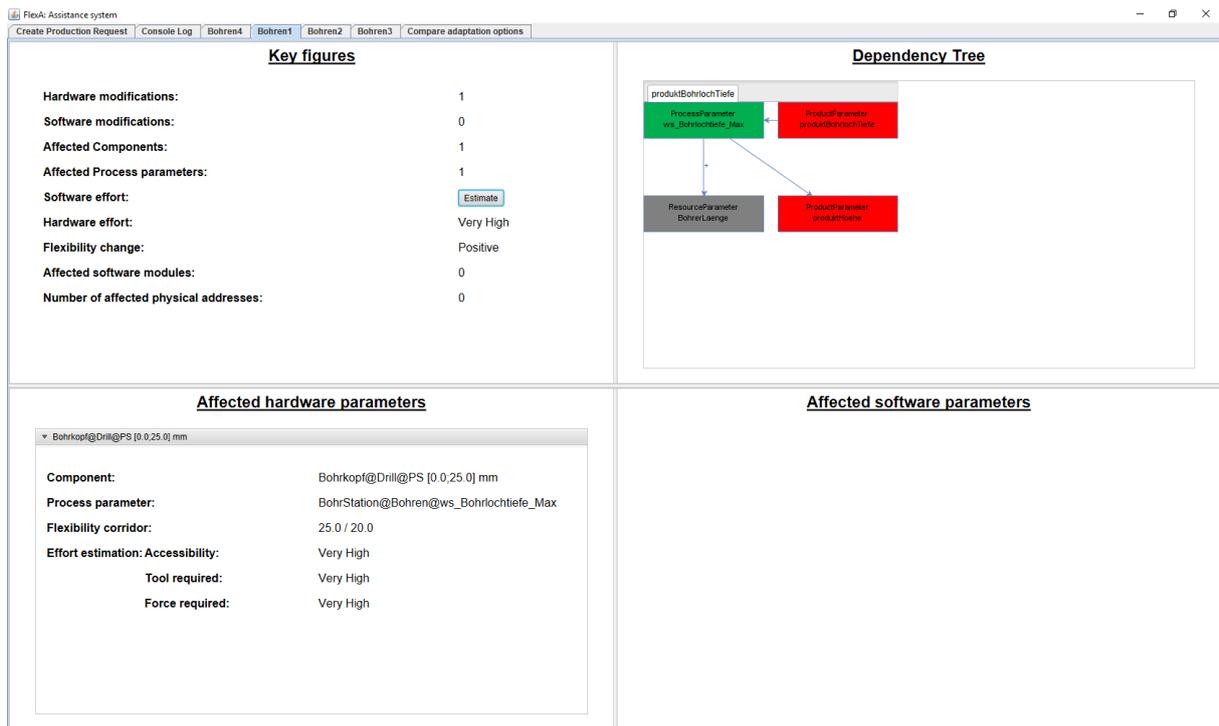


Abbildung 7: Darstellung einer Flexibilisierungsmöglichkeit

4.3 Aufwandsabschätzung von Hardwareänderungen

Weiterhin lassen sich von dieser Ansicht aus Software- und Hardwareaufwände für diese Änderungsmöglichkeit in das System eingeben. Hierzu kommuniziert das Agentensystem mit dem Benutzer, um diesem im Fall von Hardwareänderungen mithilfe von vorgegebenen Skalen (Abbildung 8) eine Bewertung zu ermöglichen. Im Fall von Softwareänderungen unterstützt eine auf dem Prinzip des fallbasierten Schließens basierende Ansicht [MaWe17].

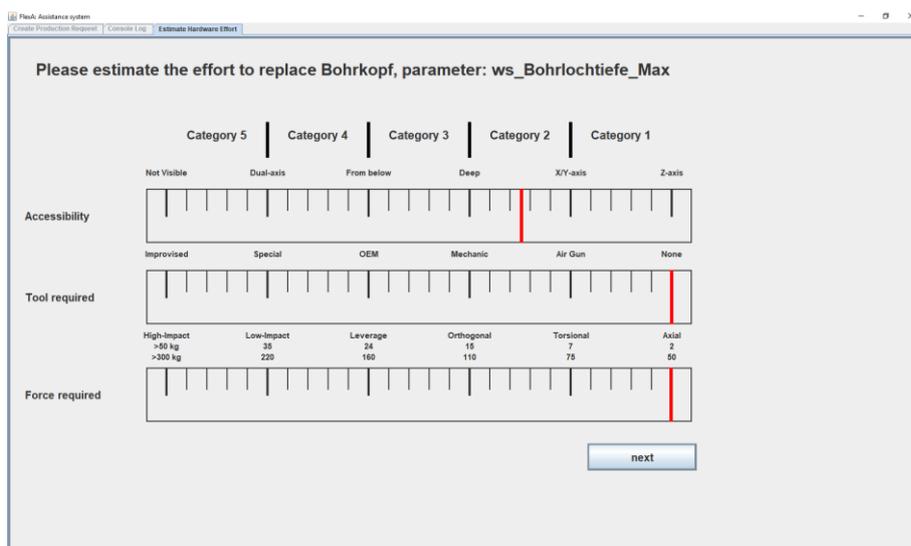


Abbildung 8: Ansicht zur Aufwandsabschätzung von Hardwareänderungen

4.4 Vergleich von Flexibilisierungsmöglichkeiten

Werden zwei oder mehr Flexibilisierungsmöglichkeiten ermittelt, erlaubt das Assistenzsystem den Vergleich zweier Möglichkeiten durch Gegenüberstellung der beiden Vorschläge (Abbildung 9).

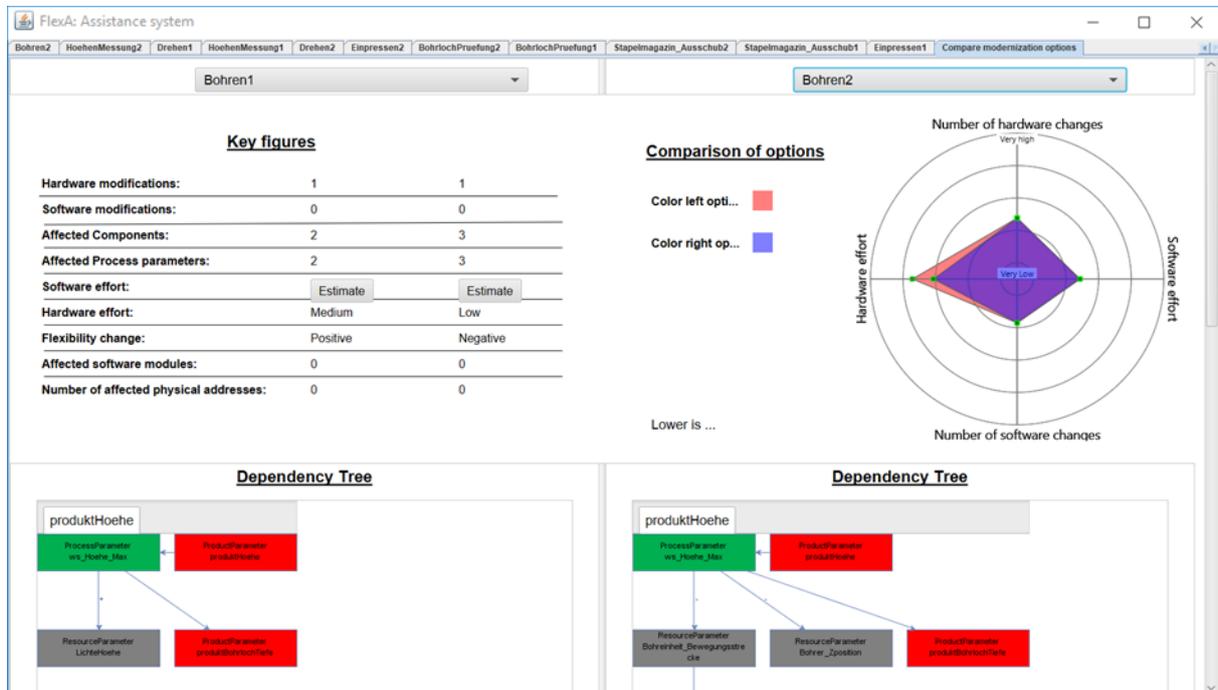


Abbildung 9: Vergleich von Flexibilisierungsmöglichkeiten

5. Literatur

- [MaWe17] P. Marks, M. Weyrich: *Assistenzsystem zur Aufwandsabschätzung der Software-Evolution von automatisierten Produktionssystemen*. In: Automation 2017 27.-28.06.2017 Baden-Baden, 2017.
- [MHFW18] P. Marks, X. L. Hoang, M. Weyrich, A. Fay: *A systematic approach for supporting the adaptation process of discrete manufacturing machines*. In: Research in Engineering Design, 29(4). 2018, S. 621-641.
- [MWHF17] P. Marks, M. Weyrich, X. L. Hoang, A. Fay: *Agent-based adaptation of automated manufacturing machines*. In: 2017 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), IEEE, 2017.