

## **Konzeption und Entwicklung eines kundenorientierten *Sales Bots* für Entgratwerkzeuge auf Basis der kognitiven Architektur Soar**

Katrin NEHMEIER, Claudia MEITINGER

*Fakultät für Elektrotechnik, Technische Hochschule Augsburg,  
An der Hochschule 1, 86161 Augsburg*

**Kurzfassung:** Aufgrund des fortschreitenden Fachkräftemangels und der gestiegenen Gefahr, Mitarbeiter\*innen an die Konkurrenz zu verlieren, suchen Unternehmen nach Wegen, das vorhandene Fachwissen ihrer Mitarbeiter\*innen effizient zu nutzen. Technologische Fortschritte ermöglichen die Generierung großer Datenmengen, die mittels Künstlicher Intelligenz (KI) im Vertrieb genutzt werden können. Ein Beispiel ist die automatisierte Erstellung personalisierter Produkt- und Preisvorschläge. Dieser Beitrag präsentiert die Entwicklung eines Demonstrators für einen KI-gestützten Produktkonfigurator in Form eines *Sales Bots* für Entgratwerkzeuge. Der Konfigurator schlägt Kund\*innen das passende Werkzeug, basierend auf technischen Anforderungen und weiteren Rahmenbedingungen der Nutzung vor.

**Schlüsselwörter:** Produktkonfigurator, Soar, kognitive Architektur, Entgratwerkzeuge, Sales Bot

### **1. Einführung**

Durch den fortschreitenden Fachkräftemangel und die dadurch erhöhte Wahrscheinlichkeit, Personal an die Konkurrenz zu verlieren, müssen Unternehmen Möglichkeiten suchen, das vorhandene Fachwissen und Kompetenzen von Mitarbeitenden effizient einzusetzen und unabhängig von der Verfügbarkeit dieser Mitarbeiter\*innen bewahren und nutzen zu können. Gleichzeitig werden durch aktuelle technische Entwicklungen immer mehr Daten generiert, die Unternehmen beispielsweise beim Vertrieb unterstützen können. Sowohl für Wissens- und Kompetenzmanagement als auch für die Auswertung und Analyse größerer Datenmengen können Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) eingesetzt werden. Ein Anwendungsbeispiel ist die automatisierte Ermittlung von personalisierten Produkt- und Preisvorschlägen im Rahmen des Vertriebsprozesses. Durch den Einsatz von intelligenten Systemen können Unternehmen so mehr Effizienz im Vertrieb erlangen und gleichzeitig das vorhandene Wissen der einzelnen Vertriebsmitarbeiter\*innen sichern. (Rainsberger 2021)

Dieser Beitrag stellt die Konzeption und Umsetzung eines KI-basierten Produktkonfigurators in Form eines *Sales Bots* vor, der exemplarisch für Entgratwerkzeuge der Firma boeck GmbH implementiert wird und Kund\*innen das für ihren Anwendungsfall und Maschinenpark passende Werkzeug vorschlägt. Für die Werkzeugauswahl sind sowohl technische Rahmenbedingungen wie z. B. die Maschinenkonfiguration relevant, die eindeutig definierte Auswirkungen auf die möglichen Werkzeuge haben, als auch Rahmenbedingungen wie z. B. die typische Nutzungsdauer, die verschiedene, technisch mögliche Werkzeuge als unterschiedlich gut geeignet kategorisieren.

## 2. Forschungskontext

Zhang (2014) präsentiert grundlegende Konzepte, Definitionen und Herausforderungen der Produktkonfiguration, darunter Aspekte wie Konfigurationsontologie, Empfehlungen, Wissenserwerb und -repräsentation, Erfassung von Kundenanforderungen sowie Erklärungen und Diagnosen.

Sabin und Weigel (1998) unterscheiden außerdem drei Technologien für die Produktkonfiguration: den regelbasierten, den modellbasierten und den fallbasierten Ansatz. Ein Beispiel für einen regelbasierten Konfigurator für VAX-11/780 Computersysteme ist R1 (McDermott 1982), welcher in der Anfangszeit der Expertensysteme entwickelt wurde (Hotz et al. 2014).

Neuere Produktkonfiguratoren, wie die von Guillon et al. (2020) und Aldanondo und Vareilles (2008) betrachten jeweils die Konfiguration als ein sogenanntes Constraint Satisfaction Problem (CSP), wobei diese Herangehensweise zu dem modellbasierten Ansatz zählt.

Guillon et al. stellt hierbei ein generisches Modell zur Konfiguration von Systemen vor, das sowohl Produkt-, Service- als auch Produkt-Service-Konfiguration realisiert. Dies wird am Beispiel von CNC-Fräsen veranschaulicht (Guillon et al. 2020).

Aldanondo und Vareilles (2008) realisieren die Konfiguration eines individuellen Lagersystems. Bei beiden Konfiguratoren besteht das Produkt aus Komponenten, die auf bestimmte Weise miteinander kompatibel beziehungsweise nicht kompatibel sind. Somit ist das Ziel des Konfigurationsprozesses, eine gültige Zusammensetzung von Produktkomponenten zu finden. Der\*Die Kund\*in kann hierbei eine notwendige Komponente als Anforderung stellen.

Mladineo et al. (2022) verfolgen hingegen einen Ansatz, bei dem der\*die Kund\*in nicht die technischen Details des Produkts kennen muss, um es zu konfigurieren. Der Konfigurator berücksichtigt stattdessen die gewünschte Leistung des Produkts für die Kund\*in. Als Anwendungsbeispiel wird die harmonische Farbgestaltung von Karosserieteilen aufgeführt, da hierfür laut den Autor\*innen ein Gespür für Ästhetik benötigt wird, das bisher nur Menschen haben.

Blecker et al. (2004) stellen ein Konzept vor, das sich von der rein technischen Konfiguration zu kundenfreundlicheren Ansätzen bewegt. Vor dem eigentlichen Produktkonfigurator wird ein Beratungssystem geschaltet, um die Erfassung der kundenseitigen Anforderungen zu erleichtern.

Im vorliegenden Beitrag liegt der Fokus ebenfalls auf der Berücksichtigung von kundenseitigen Anforderungen für die Konfiguration von technischen Produktparametern von Entgratwerkzeugen.

## 3. Methodik

Ausgangspunkt für die Konzeption des Konfigurators ist die Analyse des aktuellen Vertriebsprozesses beim Projektpartner *boeck GmbH*, der bisher mehrheitlich in Form von telefonischen Beratungsgesprächen stattfindet. Dieser Vertriebsprozess wird mithilfe einer vereinfachten *Applied Cognitive Task Analysis* (Militello und Hutton 1998) untersucht und das Erfahrungs- und Expertenwissen systematisiert. Anschließend wird auf Grundlage dessen ein Demonstrator implementiert, um von Expert\*innen validiert zu werden.

#### 4. Konzeption und Implementierung

Durch die Wissensakquise konnte ermittelt werden, dass bei der Werkzeugkonfiguration zwischen sogenannten *primären* und *sekundären* Parametern unterschieden werden muss. Primäre Parameter können aus genau einer Kundenanforderung geschlossen werden, während sekundäre Parameter aus der Schnittmenge mehrerer Anforderungen ermittelt werden. Für die erste Version des Demonstrators wurden zur Vereinfachung nur primäre Parameter berücksichtigt. Die Zuordnung zwischen Anforderung(swert) und Parameter(wert) ist exemplarisch in Tabelle 1 dargestellt. Hierbei besteht jede Kundenanforderung und jeder Werkzeug-parameter aus einem Namen und allen möglichen Werten. Außerdem kann von jeder Anforderung auf den entsprechenden Parameter geschlossen werden.

**Tabelle 1:** Zuordnung zwischen Anforderungen und Parametern

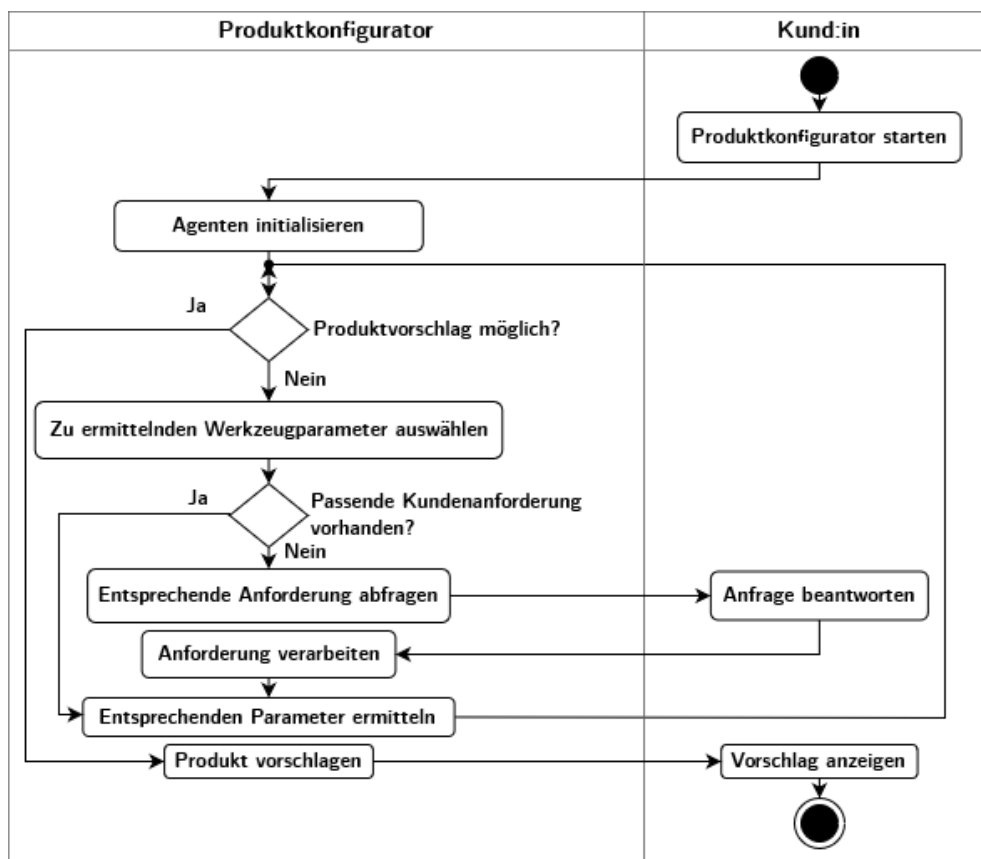
Anforderung		Parameter	
Name	Wert	Name	Wert
Material	Anforderungswert_1a	Körnung	Parameterwert_1a
	Anforderungswert_1b		Parameterwert_1b
	Anforderungswert_1c		Parameterwert_1c
Produktivität	Anforderungswert_2a	Werkzeugausführung	Parameterwert_2a
	Anforderungswert_2b		Parameterwert_2b

Für die Implementierung des *Sales Bots* wird die kognitive Architektur Soar (Laird et al. 2017) verwendet, die es ermöglicht, Wissen symbolisch und in Form von Regeln zu hinterlegen und so zu der Struktur des erhobenen Wissens passt. Zudem kann mit ihr der Entscheidungsfindungsprozess an den Verlauf der Interaktion mit dem\*der Kund\*in angepasst werden und die einzelnen Schritte können bei Bedarf Vertriebsmitarbeiter\*innen erklärt werden.

Der Soar-Agent muss in seiner Funktion als *Sales Bot* ermitteln, welche und wie viele Entgratwerkzeuge benötigt werden und welche Parameter (z. B. Art des Schleifmaterials oder Körnung) diese aufweisen müssen.

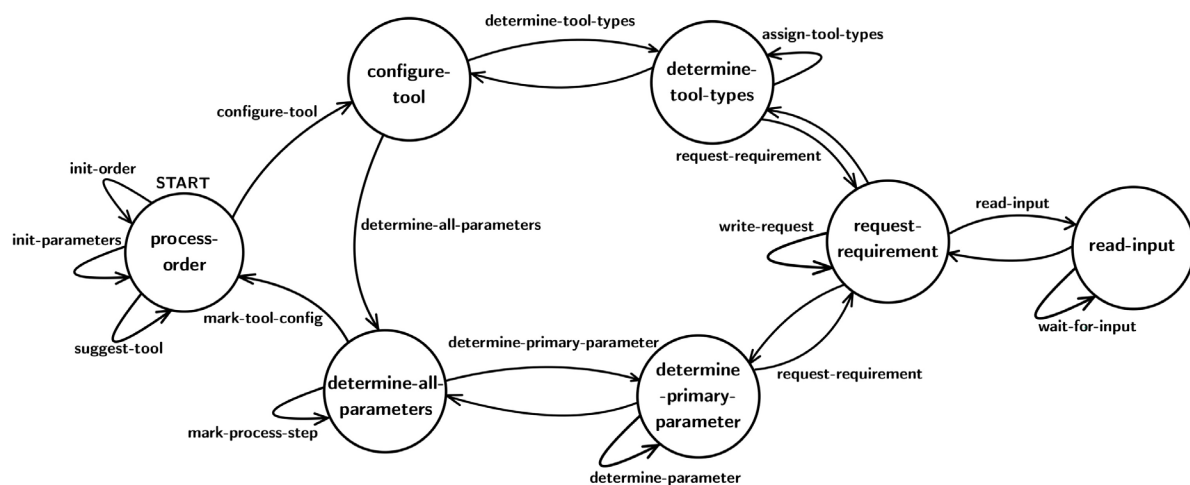
Dazu werden die kundenseitigen Rahmenbedingungen bzw. Anforderungen schrittweise abgefragt (siehe Abbildung 1).

Der Soar-Agent übernimmt die Entscheidung, welche Information als nächste erfragt werden soll und berücksichtigt dabei, wenn sich Anforderungen implizit ergeben oder diese auf anderem Wege bereits in das System eingespeist wurden. Liegt dem Soar-Agenten die angefragte Information vor, findet eine Zuordnung zwischen Kundenanforderung und Werkzeugparameter statt. Die Interaktion zwischen Kund\*in und Agent wird so lange fortgeführt, bis der Agent genügend Informationen hat, um eine eindeutige Werkzeugkonfiguration zu bestimmen. Diese wird dem\*der Kund\*in anschließend als Empfehlung vorgeschlagen.



**Abbildung 1:** Aktivitätsdiagramm des Produktkonfigurators

Abbildung 2 zeigt die detaillierte Vorgehensweise des Agenten. Dieser überprüft nach der Initialisierung zuerst, ob bereits eine Werkzeugkonfiguration besteht, die vorgeschlagen werden kann. Dies ist zu Beginn nicht der Fall, da das Werkzeug noch nicht vollständig konfiguriert ist.



**Abbildung 2:** Zustandsdiagramm des Produktkonfigurators

Deshalb wechselt der Agent in den Unterzustand **configure-tool**, dessen Ziel ist, die Parameter zu ermitteln. Da dies bei dem Werkzeugtypen anders funktioniert als bei den übrigen Parametern (z. B. Körnung, Schleifmittel), wird zwischen diesen beiden Fällen unterschieden. Außerdem soll es zu einem späteren Zeitpunkt möglich sein, sogenannte sekundäre Parameter, die nicht aus einer einzigen Anforderung gefolgert werden können, zu ermitteln. Daher werden die im Demonstrator berücksichtigten Parameter primäre Parameter genannt.

Nun wechselt der Agent in den Zustand **determine-tool-types**, um die Werkzeugtypen zu bestimmen. Sind bereits die Anforderungen für die Ermittlung dieser vorhanden, so werden von diesen auf die Parameterwerte geschlossen. Wenn das nicht der Fall ist, müssen die Anforderungen erfragt werden, wofür der Agent in den Zustand **request-requirement** wechselt.

Hier wird nun die Anforderung als Frage an den\*die Kund\*in gestellt. Nun wartet der Agent auf die Eingabe des\*der Kund\*in (**read-input**) und sobald diese vorliegt, kann sie im Kundenprofil gespeichert und vom Agenten für die Ermittlung der Werkzeugtypen verwendet werden. Die Ermittlung der Primärparameter verläuft ähnlich zu der von den Werkzeugtypen. Wenn die Anforderung im Kundenprofil vorhanden ist, wird der Parameterwert erschlossen. Ist das nicht der Fall, wird die Anforderung von dem\*der Kund\*in erfragt (**request-requirement**) und eingelesen (**read-input**).

Wenn alle Parameter ermittelt sind, wird die Werkzeugkonfiguration (**tool-config**) als vollständig konfiguriert markiert. Somit wird der Operator **suggest-tool** ausgewählt und angewendet, was zum Erreichen des Ziels führt, die für den\*die Kund\*in passende Werkzeugkonfiguration zu ermitteln und vorzuschlagen.

## 5. Ergebnisse

Der Demonstrator ermöglicht die Produktkonfiguration und setzt den zu Beginn definierten Funktionsumfang um, indem er ausgewählte Kundenanforderungen und Werkzeugparameter berücksichtigt. Zudem wurde er erfolgreich in die IT-Architektur des *Sales Bots* integriert, welcher als Gesamtsystem im Rahmen des Projekts „B2X – Beyond Sales Bot“ entsteht. Folglich bildet der Demonstrator die Grundlage für die Produktkonfiguration mithilfe des *Sales Bots*.

## 6. Diskussion

Die Evaluierung der ersten Version des Demonstrators durch den Vertriebsexperten zeigte, dass bei der Konzeption teils zu starke Vereinfachungen vorgenommen wurden, beispielsweise sind nicht für jeden Werkzeugtypen dieselben Parameter relevant, sondern es gibt eine Abhängigkeit zwischen Werkzeugtypen und anderen Parametern. Im nächsten Schritt werden daher diese Erkenntnisse in den Demonstrator integriert und außerdem der Funktionsumfang so erweitert, dass eine breitere Palette von Kundenanforderungen und Werkzeugparametern zur Verfügung steht. Zudem soll eine Expert\*in während der Laufzeit Konfigurationswissen in den *Sales Bot* einspeisen können. Grundlage hierfür ist eine Erklärungskomponente, durch die der *Sales Bot* seine Entscheidungen für die Benutzer\*innen transparent und nachvollziehbar macht.

## 7. Literatur

- Aldanondo M, Vareilles E (2008) Configuration for mass customization: how to extend product configuration towards requirements and process configuration. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19(5), 521–535. doi:10.1007/s10845-008-0135-z.
- Blecker T, Abdelkafi N, Kreutler G, Friedrich G (2004) Product Configuration Systems: State of the Art, Conceptualization and Extensions. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:9676124>.
- Guillon D, Ayachi R, Vareilles É, Aldanondo M, Villeneuve É, Merlo C (2020) Productyservice system configuration: a generic knowledge-based model for commercial offers. *International Journal of Production Research*, 59(4), 1021–1040. doi:10.1080/00207543.2020.1714090
- Hotz L, Felfernig A, Günter A, Tiihonen J (2014) A Short History of Configuration Technologies: from research to business cases. In A. Felfernig (Ed.), *Knowledge-based configuration: From Research to Business Cases*. Waltham, MA: Morgan Kaufmann.
- Laird J E, Bates Congdon C, Assanie M, Derbinsky N, Xu J (2017) The Soar User's Manual. Version 9.6.0. <https://github.com/SoarGroup/Soar/releases/tag/releases/9.6.1>
- McDermott J (1982) R1: A rule-based configurator of computer systems. *Artificial Intelligence*, 19(1), 39–88. doi:10.1016/0004-3702(82)90021-2.
- Militello L, Hutton R (1998) Applied Cognitive Task Analysis (ACTA): A Practitioner's Toolkit for Understanding Cognitive Task Demands. *Ergonomics*, 41, 1618–1641. doi:10.1080/001401398186108.
- Mladineo M, Crnjac Zizic M, Aljinovic A, Gjeldum N (2022) Towards a knowledge-based cognitive system for industrial application: Case of personalized products. *Journal of Industrial Information Integration*, 27, 100284. doi:10.1016/j.jii.2021.100284.
- Rainsberger L (2021) Praxis: KI Tools und ihre Einsatzmöglichkeiten. In *KI – die neue Intelligenz im Vertrieb* (pp. 43–105). doi:10.1007/978-3-658-31773-7.
- Sabin D, Weigel R (1998) Product configuration frameworks – A survey. *IEEE Intelligent Systems*, 13(4), 42–49. doi:10.1109/5254.708432.
- Zhang L L (2014) Product configuration: a review of the state-of-the-art and future research. *International Journal of Production Research*, 52(21), 6381–6398. doi:10.1080/00207543.2014.942012.

**Danksagung:** Diese Arbeit wurde gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie im Rahmen des Bayerischen Verbundförderprogramms (BayVFP) – Förderlinie Digitalisierung – Förderbereich Informations- und Kommunikationstechnik.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration  
und ihre Auswirkung auf Mensch,  
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und  
Technologiemanagement IAT  
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für  
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024**

**Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart**

**In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin, Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de), [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)