

Kundenbasierte Produktkonfiguration

Henrik Stormer

Immer mehr Unternehmen offerieren ihren Kunden die Möglichkeit, sich mit einem Produktkonfigurator ein individuelles Produkt zu erstellen. Gründe für den Einsatz sind die Realisierung von Alleinstellungsmerkmalen und die Weitergabe der Vorteile von sich immer mehr verbessernden Produktionsprozessen. Ein erfolgreicher Produktkonfigurator sollte eine Reihe von Anforderungen erfüllen, die in diesem Artikel vorgestellt werden.

verschiedenen Farben und Größen. Die Anzahl der unterschiedlichen Varianten hat sich durch flexible Produktionsprozesse in den letzten Jahren immer weiter erhöht, weshalb er das Produkt immer besser seinen individuellen Wünschen anpassen kann. Zur Erstellung seiner persönlichen Variante kann ein Kunde einen Produktkonfigurator einsetzen.

Ein Administrator muss zunächst die möglichen Optionen mit den zugehörigen Optionswerten eines Produkts bestimmen, also beispielsweise die Option „Farbe“ mit den Optionswerten „schwarz“ und „rot“. Weiterhin kann er über Regeln definieren, dass bestimmte Kombinationen von Optionswerten nicht zulässig sind. Hat der Administrator einen Produktkonfigurator eingerichtet, können Kunden

Einführung

Henry Ford ist bekannt für seinen Anfang des 20. Jahrhunderts gemachten Ausspruch: „Jeder Kunde kann sein Auto in jeder gewünschten Farbe bekommen, solange diese Farbe schwarz ist“. Diese Aussage wirkt heute befremdlich, weil der Kunde mittlerweile zwischen einer Vielzahl verschiedener Farben auswählen kann.

Generell werden Produkte in unterschiedlichen Varianten gefertigt, beispielsweise

im Designprozess die für sie besten Optionswerte auswählen und auf diese Weise ihre individuelle Produktvariante generieren. Für die Unternehmen ergeben sich beim Angebot eines maßgeschneiderten Produkts viele Vorteile, wesentlich ist das Alleinstellungsmerkmal; die individualisierte Produktvariante ist häufig in der gleichen Art bei einem Mitbewerber nicht erhältlich. Produktkonfiguratoren sind Teil des Mass-Customization-Konzepts, welches als Produktion von Produkten oder Dienstleistungen auf das individuelle Bedürfnis eines Kunden beschrieben werden kann. Ein Produktkonfigurator ist die Schnittstelle zwischen Kunde und System und unterstützt diesen während des Designprozesses.

Produktkonfiguratoren existieren bereits seit vielen Jahren. Bislang wurden sie jedoch als System von Experten für Experten entwickelt. Die Kunden verfügten über genügend Produktwissen, so dass sie den Designprozess ohne größere Schwierigkeiten durchführen konnten. Erst durch das Aufkommen des Mass-Customization-Konzepts werden Produktkonfiguratoren im B2C eingesetzt, etwa durch Integration in Onlineshop-Systeme, um Produkte wie Autos, Rechner oder Möbel zu individualisie-

DOI 10.1007/s00287-007-0177-1
© Springer-Verlag 2007

Henrik Stormer
Universität Fribourg,
Bd de Perolles 90,
1700 Fribourg
E-Mail: henrik.stormer@unifr.ch

*Vorschläge an Prof. Dr. Frank Puppe
<puppe@informatik.uni-wuerzburg.de> oder
Prof. Dr. Dieter Steinbauer <dieter.steinbauer@schufa.de>

Alle „Aktuellen Schlagwörter“ seit 1988 finden Sie unter:
www.ai-wuerzburg.de/as

ren. Hier ergeben sich neue Anforderungen an die Konfiguratoren, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass der Endkunde das gesamte notwendige Wissen über das Produkt besitzt. Im Wesentlichen lassen sich drei Probleme identifizieren [8]: Durch eine große Anzahl an Optionswerten können Kunden verwirrt werden. Für viele Kunden ist die Übertragung ihrer Wünsche an das Produkt in die Konfiguration nicht einfach. Schließlich haben Kunden Hemmungen, ein Produkt zu kaufen, welches speziell für sie gefertigt wird, aber das sie noch nie gesehen haben.

Dieser Beitrag stellt Lösungen vor, mit denen Kunden beim Designprozess unterstützt werden können.

Formale Definition und Beispiel

Das Konfigurationsproblem C lässt sich formal definieren [3]: Ein Konfigurationsproblem C ist ein 3-Tupel $C = (X, D, F)$ mit $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ der Menge der Optionen. Für jede Option x_i aus der Menge X wird eine endliche Menge von Optionswerten D_i definiert. Die Menge D ist das kartesische Produkt aller dieser Optionswerte $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$. In der Menge $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ werden die einschränkende Funktionen abgelegt. Eine gültige Konfiguration wählt für jede Option x_i aus der Menge X genau einen Optionswert $d_j \in D_i$ so dass alle Regeln aus F erfüllt sind.

Als Beispiel sei ein Auto mit den drei Optionen „Sitztyp“ (entweder einen Standard- oder einen Sportsitz), „Musikanlage“ (ein einfaches Radio, ein Radio mit integriertem CD-Spieler oder ein Radio mit CD-Wechsler) sowie „Bezug des Sitzes“ (Perl, Streifen oder Karo) gegeben. Zusätzlich gelten folgende Einschränkungen:

1. Weil der CD-Wechsler unter dem Sitz eingebaut wird und der Sportsitz nicht genügend Platz dafür zur Verfügung stellt, können der CD-Wechsler und der Sportsitz nicht gemeinsam ausgewählt werden.
2. Der Karo-Bezug ist nur auf einem Sportsitz möglich.
3. Der Perl-Bezug ist nur auf einem Standardsitz möglich.

Das Beispiel lässt sich mit der vorgestellten Konfiguration formal darstellen:

$$X = \{x_1 = \text{Sitztyp}, x_2 = \text{Musikanlage}, x_3 = \text{Bezug}\}$$

$$D_1 = \{\text{Standardsitz}, \text{Sportsitz}\}$$

$$D_2 = \{\text{Radio}, \text{Radio mit CD}, \text{CD-Wechsler}\}$$

$$D_3 = \{\text{Perl}, \text{Streifen}, \text{Karo}\}$$

$$f_1 = (x_1 = \text{Sportsitz} \not\Rightarrow x_2 = \text{CD-Wechsler})$$

$$f_2 = (x_3 = \text{Karo} \Rightarrow x_1 = \text{Sportsitz})$$

$$f_3 = (x_3 = \text{Perl} \Rightarrow x_1 = \text{Standardsitz})$$

In der Praxis findet sich häufig die Anforderung der unscharfen Konfigurationsmöglichkeit, beispielsweise für genaue Höhen- oder Längenangaben. Die Behandlung dieser Anforderung ist für die Produktion zumeist komplex, da nicht mehr nur vorgegebene Module zusammengefügt, sondern neue Komponenten hergestellt werden müssen. Für den Produktkonfigurator kann in vielen Fällen eine Klassifizierung erfolgen. Im Beispiel wäre es vorstellbar, dass der Kunde die Länge eines Dachgepäckträgers konfigurieren kann, wobei die minimale und maximale Länge mit 220 cm bis 260 cm vorgegeben ist. Besteht jetzt die Einschränkung, dass ab einer Länge von 240 cm der Gepäckträger über der Dachantenne steht und deshalb aus produktionstechnischen Gründen das Radio mit CD nicht mehr möglich ist; lässt sich die Länge in zwei Klassen einteilen, aus denen sich die Produktoptionen „kurz“ für Längen von 220 cm bis 240 cm sowie „lang“ für Werte zwischen 241 cm bis 260 cm ergeben. Der Produktkonfigurator muss lediglich die eingegebene Länge der jeweiligen Option zuordnen. Die Radioeinschränkung kann über eine zusätzliche Regel erfolgen:

$$X = \{x_1 = \text{Sitztyp}, \dots, x_4 = \text{Länge des Dachgepäckträgers}\}$$

$$D_4 = \{\text{kurz}, \text{lang}\}$$

$$f_4 = (x_4 = \text{lang} \Rightarrow x_2 \neq \text{Radio mit CD})$$

Ein Produktkonfigurator muss einige wesentliche Anforderungen erfüllen. Zu diesen zählen unter anderem die einfache Installation, die Integration in bestehende Systeme sowie die Unterstützung des Kunden. Auf diese Anforderungen soll im Folgenden genauer eingegangen werden.

Spezifikation

In der Spezifikationsphase muss der Administrator die vorgestellten Regeln für die Einschränkungen definieren. Bei den vorgeschlagenen Sprachen kann zwischen *regelbasierten*, *modellbasierten* und *fallbasierten Ansätzen* unterschieden werden. Beim

regelbasierten Ansatz werden analog zu obigem Beispiel Wenn-dann-Regeln definiert. Der *modellbasierte Ansatz* bietet dem Administrator die Möglichkeit, die vorgegebenen Beschränkungen in Form von Modellen zu beschreiben, wobei die Modelle, ähnlich zur objektorientierten Programmierung, aufeinander aufbauen können. Auf diese Weise lassen sich komplexe Objekte durch einfachere beschreiben [5]. Der *fallbasierte Ansatz* geht von dem Grundsatz aus, dass ähnliche Probleme ähnliche Lösungen haben. Die bereits erfolgten Konfigurationen werden als Basis genommen und auf ein aktuelles Problem adaptiert [6].

Das Konfigurationsproblem ist NP-vollständig, weil es sich in eine Boole'sche Formel umwandeln lässt [3]. Da ein Produktkonfigurator nach jeder Auswahl des Kunden die nicht mehr möglichen Optionswerte ermitteln muss, kann der triviale Ansatz, sämtliche Regeln sequentiell zu durchsuchen, bei komplexen Produkten sehr lange dauern. Produktkonfiguratoren können dieses Problem lösen, indem Entscheidungs bäume im Voraus berechnet werden [3].

Schließlich muss sich ein Produktkonfigurator in ein bestehendes Geschäftssystem integrieren lassen, wovon eine Reihe von Bereichen, etwa Produktion, Marketing, Verkauf und Wartung, betroffen sind. Um einem Unternehmen, welches einen Produktkonfigurator einsetzen will, die Entscheidung zu erleichtern, wurden in der Vergangenheit einige mögliche Klassifikationen [1, 9] aufgestellt sowie Vergleiche zwischen verschiedenen Systemen durchgeführt [2].

Insgesamt lässt sich sagen, dass Produktkonfiguratoren für diese Probleme gute Lösungen bereitstellen. Bei der Kundenunterstützung, die im Folgenden näher betrachtet wird, sind die Lösungen bislang nicht so weit ausgereift.

Hilfesysteme und Vorkonfiguratoren

Während des Designprozesses muss der Kunde eine Reihe von Entscheidungen treffen. Aufgrund der Komplexität des Produkts fehlt dem Kunden eventuell das notwendige Wissen oder er ist durch die Möglichkeiten verwirrt [8].

Einfache Lösungen, die mittlerweile die allermeisten Produktkonfiguratoren bereitstellen, sind kontextsensitive Hilfesysteme. Ein Kunde kann sich, falls er eine Option nicht versteht, einen Hilfstext anzeigen. Einige Produktkonfiguratoren setzen

artifizielle Berater ein, die in Form eines Avatars dem Kunden während des Designprozesses zur Verfügung stehen. Der Berater gibt Hinweise zu möglichen Optionswerten und steht im Bedarfsfall für Fragen zur Verfügung.

Ein weiteres bekanntes Verfahren ist die Vorkonfiguration. Hierbei wird dem Kunden eine kleine Menge vorkonfigurierter Produkte als Basis vorgegeben, die mit individuellen Attributen beschrieben werden. Der Computerhersteller Dell bietet bei seinem Produktkonfigurator beispielsweise unterschiedliche Systeme an, die er mit den Begriffen „Basis“, „Unterhaltung“ oder „Leistung“ attribuiert. Der Kunde kann das Basissystem, wenn gewünscht, weiter konfigurieren, oder es in der vorkonfigurierten Version unmittelbar bestellen.

Ein ähnlicher Ansatz ist die Abfrage von Anforderungen, aus denen ein Referenzprodukt erstellt wird [1]. Der Kunde spezifiziert zunächst eine Reihe von gewünschten Funktionen an das gewünschte Produkt. Aus den Anforderungen erstellt der Produktkonfigurator anschließend eine mögliche Produktkonfiguration. Der Ansatz basiert auf der These, dass Kunden einfacher Anforderungen an das Produkt anstelle der Produkteigenschaften definieren können.

Explizite Einbeziehung anderer Kunden

Viele Arbeiten beschäftigen sich mit der *expliziten* oder *impliziten Einbeziehung* des Wissens der anderen Kunden in den Designprozess. Bei der *expliziten Einbeziehung* wird versucht, anderen Kunden Möglichkeiten zu geben, ihre Erfahrungen während des Designprozesses zu veröffentlichen sowie über die Auswahlmöglichkeiten zu diskutieren [8]. Als Plattformen dienen Diskussionsforen oder virtuelle Chats.

Ein weiterer Ansatz basiert auf der gleichzeitigen Konfiguration durch mehrere Personen. Ein Kunde kann zusammen mit Personen aus seinem Bekanntenkreis ein Produkt co-designen. Alle Beteiligten können während des Designprozesses kommunizieren und ihre Entscheidungen diskutieren [7].

Kundenbewertungen lassen sich für eine Entscheidung heranziehen. Einerseits können, falls verfügbar, vorkonfigurierte Produkte ausgewählt werden, andererseits einzelne Optionswerte [7]. In beiden Fällen erleichtern Produktbewertungen den Kunden die Entscheidung.



Tabelle 1

Implementierung von Maßnahmen der Kundenunterstützung bei fünf Produktkonfiguratoren

	Produkt	Kontext-sensitive Hilfe	Vorkonfiguration	Referenzprodukt	Diskussionsforum	Produktbewertungen	Empfehlungen	Visualisierung
Volkswagen.de	Autos	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Gesamt
Dell.com	Computer	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Gesamt
StevensBikes.de	Fahrräder	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Optionen
Ikea.com (Pax)	Regalsystem	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Beides
Nike.com (Nikeld)	Sportschuhe	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Beides

Implizite Einbeziehung anderer Kunden

Bei der *impliziten Einbeziehung* werden die vorhandenen Kundenprofile eingesetzt, um Empfehlungen mit Hilfe eines Recommender-Systems zu berechnen. Beim Produktkonfigurator lassen sich auf diese Weise die besten Optionswerte für einen Kunden berechnen [11]. Hierbei werden zusammenhängende Optionswerte erkannt. Wenn in obigem Beispiel die Kunden den Standardsitz häufig mit dem Perlbezug ausgewählt haben, kann einem Kunden, der sich bereits für einen Standardsitz entschieden hat, ein Perlbezug empfohlen werden.

Die Arbeit von Hansen et al. [4] analysiert die Gründe für einen Abbruch der Produktkonfiguration, wobei sowohl die Art des Produkts als auch der Zustand des Kunden eine Rolle spielt. Hansen et al. geben Hinweise, wie ein Produktkonfigurator auf die Produktart und den Zustand des Kunden angepasst werden kann.

Visualisierung

Ein weiterer wichtiger Punkt zur Unterstützung des Kunden während des Designprozesses ist die Visualisierung. Es lassen sich sowohl die einzelnen Optionswerte als auch das (teil-) konfigurierte Gesamtprodukt darstellen. Letzteres ist komplexer, da die Anzahl der möglichen Varianten sehr groß werden kann. Gibt es nur wenige Varianten oder sind viele Optionen auf einem Produktbild nicht sichtbar, können Bilder der unterschiedlichen Varianten erzeugt und eingeblendet werden. Im Beispiel der Autokonfiguration ist das ausgewählte Radio auf einem Bild, welches die Außenansicht des Wagens zeigt, wahrscheinlich nicht erkennbar.

Für komplexe Produkte existieren eine Reihe von Ansätzen aus dem Computer-Aided-Design (CAD), bei denen das Produktbild in Abhängigkeit

der Optionen dynamisch erzeugt wird [10]. Da es sich in diesem Fall um eine Vektorgrafik handelt, kann der Kunde weitere Operationen, beispielsweise Drehungen oder Zoomen, ausführen.

Eine weitere Anforderung an die Visualisierung betrifft die Darstellung der ungültigen Optionswerte. Eine Möglichkeit ist, diese während des Designprozesses auszublenden. Hat sich der Kunde in obigem Beispiel für den Sportsitz entschieden, wird ihm der CD-Wechsler bei der Radioauswahl nicht mehr angezeigt, da dieser aufgrund der ersten Einschränkung nicht möglich ist. Alternativ lassen sich ungültige Optionen besonders kennzeichnen und mit einer Erklärung versehen, warum diese nicht gültig sind. Wählt der Kunde eine ungültige Option aus, können ihm Vorschläge zur Auflösung des Konfliktes unterbreitet werden.

Aktuelle Situation

Die in diesem Artikel vorgestellten Anforderungen an Produktkonfiguratoren werden heute nur teilweise erfüllt. Tabelle 1 zeigt den aktuellen Stand bei fünf bekannten Konfiguratoren für verschiedene Produkte. Es ist gut zu erkennen, dass weitergehende Vorschläge wie die Erstellung eines Referenzprodukts aus den Eigenschaften, die Bewertungen von Produkten oder Optionswerten sowie Empfehlungen in der Praxis heute keine Rolle spielen. Die Anbieter von Produktkonfiguratoren sind gefordert, diese Funktionen in ihre Systeme zu integrieren.

Literatur

1. Blecker, T., Abdelkafi, N., Kreutler, G., Friedrich, G.: Product Configuration Systems: State of the Art, Conceptualization and Extensions. In: Proceedings of the Eight Maghrebian Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence (MC-SEAI) (2004)
2. Gronau, N., Schmidt, S.: Marktüberblick: Konfiguratoren in ERP-/PPS-Systemen. PPS Management 1 (2005)

3. Hadzic, T., Andersen, H.R.: A BDD-Based Polytime Algorithm for Cost-Bounded Interactive Configuration. In: Proceedings of the 21st National Conference on Artificial Intelligence (AAAI) (2006)
4. Hansen, T., Scheer, C., Loos, P.: Scenario-Driven Configuration Systems – Examining the Influence of Product Types and Mind States on Customer Satisfaction in Product Configuration Processes. In: Blecker, T., Friedrich, G., Hvam, L., Edwards, K. (Hrsg.) Customer Interaction and Customer Integration. Gito-Verlag (2006) S. 135–149
5. Hedin, G., Ohlsson, L., McKenna, J.: Product Configuration Using Object Oriented Grammars. In: Proceedings of the 8th International Symposium on System Configuration Management (SCM-8). Springer-Verlag (1998) S. 107–126
6. Inakoshi, H., Okamoto, S., Ohta, Y., Yugami, N.: Effective Decision Support for Product Configuration by Using CBR. In: Proceedings of the Fourth International Conference on Case-Based Reasoning (ICCBR) (2001)
7. Leckner, T.: Customer Communities to support Product Configuration. In: Proceedings of the Workshop on Information Systems for Mass Customization (2004)
8. Piller, F., Schubert, P., Koch, M., Möslin, K.: Overcoming Mass Confusion: Collaborative Customer Co-Design in Online Communities. *J Comput-Mediat Commun* 10(4) (2005)
9. Sabin, D., Weigel, R.: Product Configuration Frameworks – A Survey. In: *IEEE Intelligent Systems* 13(4), 42–49 (1998)
10. Shah, J.J.: *Parametric and Feature-Based CAD/CAM*. John Wiley & Sons (2004)
11. Scheer, C.: *Kundenorientierter Produktkonfigurator: Erweiterung des Produktkonfigurator-konzeptes zur Vermeidung kundeninitiiertter Prozessabbrüche bei Präferenzlosigkeit und Sonderwünschen in der Produktspezifikation*. Dissertation Universität Saarbrücken. Logos Verlag (2006)