

Interreg

V-A Italia-Austria 2014-2020

Mass Customization 4.0

European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

Leitfaden zu Mass Customization 4.0

MC 4.0 Projekt finanziert durch den europäischen Regional-
entwicklungsfonds und Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020

Mai 2022

1. Einleitung

Dieser Leitfaden ist ein Ergebnis des Projekts Mass Customization 4.0 (MC 4.0), einem Interreg-Projekt zwischen Italien und Österreich, das darauf abzielt, die Innovationsbasis kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) zu verbessern, um sie bei der Bewältigung der neuen Herausforderungen von Wettbewerbsfähigkeit und Industrie 4.0 zu unterstützen.

Viele KMU streben das Erlangen der Fähigkeit an, die spezifischen Bedürfnisse ihrer Kunden nach maßgeschneiderten Produkten zu einem erschwinglichen Preis zu erfüllen - dies ist die zentrale Herausforderung von Mass Customization (MC). Dieser Leitfaden zur Mass Customization 4.0 erläutert den Ansatz von MC 4.0, d.h. die Fähigkeit, Produkte, die auf die spezifischen Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten sind, digital, effizient und zeitnah anzubieten. Er definiert auch die wichtigsten Hebel, die zur Erreichung von MC 4.0 eingesetzt werden müssen, und gibt einen Überblick über die Anwendung dieser MC 4.0-Hebel in KMU, die im Bereich "Smart Living" tätig sind und am MC 4.0-Projekt teilgenommen haben.

2. Mass Customization

Mass Customization (MC) ist ein Ansatz, der entwickelt wurde, um den Zielkonflikt zwischen Vielfalt und Individualisierung auf der einen Seite und operativer Leistung auf der anderen Seite zu überwinden. Die zentralen Ziele der Mass Customization sind die Entwicklung, Produktion, Vermarktung und Lieferung von erschwinglichen Produkten und Dienstleistungen, die so vielfältig und individuell gestaltet sind, dass nahezu jeder Zielkunde genau das findet, was er/sie wünscht.

Ein MC-fähiges Unternehmen sollte daher:

- ❖ in der Lage sein, eine große Produktvielfalt ohne Qualitätseinbußen anzubieten.
- ❖ fähig sein, Produkte in großem Umfang individuell anzupassen und dabei hohe Produktionsmengen aufrechtzuerhalten
- ❖ die Kosten für die Umstellung von einem Produkt auf ein anderes niedrig zu halten und nicht zuzulassen, dass die Produktvielfalt die Kosten in die Höhe treibt: die Effizienz der Tätigkeiten/Prozesse des Unternehmens sollte nicht der Anpassung an den Kunden geopfert werden.

Außerdem sollte ein MC-fähiges Unternehmen dazu in der Lage sein:

- ❖ die Präferenzen der einzelnen Kunden schnell zu ermitteln
- ❖ Produktdesigns rasch an die Kundenbedürfnisse anpassen.

Schließlich sollte das Unternehmen in der Lage sein, seine Kunden während des Prozesses der Produktpassung effektiv zu leiten, um zu vermeiden, dass die Kunden kognitiv bei der Entscheidungsfindung überfordert werden, indem sie gezwungen werden, eine Vielzahl von Produktvarianten zu bewerten und zu vergleichen.

3. Hebel der Mass Customization

In der MC-Literatur werden mehrere MC-Hebel genannt. Die wichtigsten MC-Hebel sind in Tabelle 3-1 aufgeführt. Dabei ist zu beachten, dass die Reihenfolge in dieser Liste keine Reihenfolge der Wichtigkeit dieser Hebel impliziert, da deren Wichtigkeit von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich ist. Ein Hebel, der für ein Unternehmen von großer Bedeutung ist, kann für ein anderes völlig unbedeutend sein, je nach Produkttyp, Unternehmensgröße, Markt usw.

MC lever	Definition
Standardisierung von Komponenten und Baugruppen	Starke Bemühungen um die Vereinheitlichung von Bauteilen, Unterbaugruppen usw., sowohl über Produktvarianten als auch über Produktfamilien hinweg
Produktmodularität	Erreichung von Varianten von Endprodukten durch Rekombination von Modulen, die in einer begrenzten Anzahl von Varianten mit standardisierten Schnittstellen realisiert werden
Produktplattformen	Entwurf eines neuen Produkts mit dem Ziel, die Gemeinsamkeiten (von Bauteilen, Unterbaugruppen und Produktionsprozessen) mit künftigen Generationen desselben Produkts zu maximieren
Gruppentechnologie	Gruppierung von Teilen und Produkten in Familien auf der Grundlage von Produktionsähnlichkeiten; Zellenfertigung
Schnelle Umstellung	Verringerung der Stillstandszeiten von Maschinen, die aufgrund von Umrüstungen zustande kommen, ohne Erhöhung der Lagerbestände
Verzögerte Produkt-Differenzierung	Erkennen von Unterschieden zwischen Produktvarianten am Ende des Produktionsprozesses oder sogar während des Vertriebsprozesses
Virtuelles Produzieren auf Bestellung	Möglichkeit, die Produktion eines bestimmten Produkts zu planen und zu starten, ohne einen definierten Kundenauftrag zu haben. Wenn anschließend ein Kundenauftrag mit ähnlichen Merkmalen wie das Produkt eintrifft, kann das Produkt diesem Kundenauftrag zugeordnet werden, wobei eventuell einige Merkmale des bereits in Produktion befindlichen Produkts geändert werden.
IT-gestützte Konfiguration von Verkaufsprozessen	Einsatz von SW-Anwendungen zur Präsentation von Produktoptionen, Kontrolle der Übereinstimmung zwischen den gewählten Optionen, Bestimmung des Preises von Produktvarianten, Code der Produktvarianten
IT-gestützte technische Produktkonfiguration	Einsatz von SW-Anwendungen zur automatischen Erstellung von Stücklisten und/oder Produktionszyklen für neue Produktvarianten

Table 3-1 Prinzipielle MC Hebel

3.1 Standardisierung von Komponenten und Unterbaugruppen

Wie in Abbildung 3-1 zu sehen, haben Unternehmen mit dem Problem der laufenden Vermehrung von Komponenten/Teilen zu kämpfen. Diese Vermehrung kann verschiedene Gründe haben, die von differenzierten Kundenbedürfnissen und anspruchsvolleren Kunden bis hin zu lokalen Vorschriften reichen. Eine wichtige Rolle spielen auch interne Faktoren wie "kreative" Ideen des Marketings und die Tendenz des technischen Büros, die beste Lösung für eine bestimmte Produktvariante zu finden, ohne den Folgen für die Gesamtkomplexität, die Produktion und Einkauf bewältigen müssen, genügend Aufmerksamkeit zu schenken. Ein Hebel, um diesem Komponentenwildwuchs zu begegnen, ist die Teilestandardisierung.

Die Standardisierung von Bauteilen bedeutet die Verwendung desselben Bauteils in mehreren Produkten, d.h. sie erhöht den Grad der Gemeinsamkeit eines bestimmten Bauteils in der gesamten Produktpalette eines Unternehmens. Sie erhöht die Anzahl des Vorkommens dieses Teils in den Stücklisten aller vom Unternehmen hergestellten Endprodukte und verringert so die Vielfalt der im Unternehmen verwalteten Teile. Dies kann innerhalb eines Produkts oder über verschiedene Produkte hinweg geschehen.



Abbildung 3-1 Ursachen von Komponenten-Wildwuchs

Die Standardisierung von Teilen ist ein entscheidender Hebel, denn sie:

- ❖ steigert Wirtschaftlichkeit und Skalierbarkeit
- ❖ reduziert Kosten, wenn sie korrekt angewendet wird.

3.2 Produkt-Modularität

Bei diesem Hebel geht es im Wesentlichen darum, wie Produkte entworfen werden und wie ihre Funktionalität erreicht wird. Die Produktmodularität (im Gegensatz zur traditionellen integralen Produktgestaltung) erfordert, dass jede Funktion durch ein eigenes, dediziertes Bauteil realisiert wird, was bedeutet, dass es eine Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen Produktfunktionen und Produktkomponenten gibt. In Abbildung 3-2 ist zu sehen, dass bei der integralen Bauweise des Anhängers (links) die Karosserie sowohl die Funktionen der Unterbringung von Kisten als auch der Verringerung des Luftwiderstands erfüllt. Bei der modularen Bauweise (rechts) hingegen erfüllt der Aufbau nur die Funktion der Unterbringung von Kisten, während eine separate gebogene Platte an der Frontseite die Funktion der Verringerung des Luftwiderstands des Anhängers erfüllt. Die Modularität des Produkts erfordert also, dass die interagierenden Komponenten entkoppelt sind - eine Eigenschaft, die durch die Standardisierung ihrer Schnittstellen erreicht wird. Die gebogene Frontplatte des modularen Anhängers in Abbildung 3-2 könnte beispielsweise in vielen verschiedenen Farben und mit unterschiedlichen Formen realisiert werden, wobei jedoch die gleiche Art und Weise der Verbindung mit dem Anhänger Aufbau beibehalten wird.

In einer Familie von modularen Produkten werden die verschiedenen Produktvarianten durch die Kombination der verschiedenen Varianten von Modulen erreicht. In dieser Situation ist es von entscheidender Bedeutung, die richtige Anzahl von Modulvarianten zu wählen, um die Vielfalt der Module zu begrenzen und gleichzeitig eine breite Palette von Produkten anzubieten, die in der Lage sind, differenzierte Kunden-Bedürfnisse zu erfüllen.

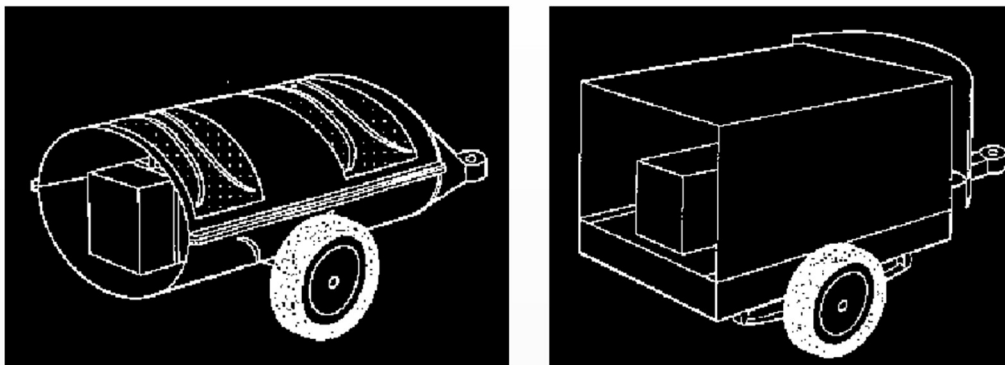


Abbildung 3-2 Integriertes Produktdesign (links) im Vergleich zu modularem Produktdesign (rechts)

Produkt-Modularität ermöglicht es, Änderungen an jedem beliebigen Modul des Produkts vorzunehmen, ohne die Schnittstellen ändern zu müssen. Um eine Funktion zu ändern, genügt es, ein Modul zu ändern. Daher führt Produktmodularität zu:

- ❖ Erhöhung der Design-Effizienz, sowie
- ❖ der Effizienz in Beschaffung und Produktion.

3.3 Produkt Plattformen

Dies ist ein sehr fortschrittlicher Hebel. Ein Unternehmen könnte ihn in einem fortgeschrittenen Stadium auf dem Weg zur Massen Anpassung (MC) bei der Einführung neuer Produktfamilien voll einsetzen. Die plattformbasierte Produktentwicklung gründet auf der Idee, gleichzeitig eine ganze Produktfamilie zu entwickeln, die verwandte Marktanforderungen berücksichtigt und das Potenzial hat, Komponenten, Schnittstellen zwischen Komponenten und Produktionsprozesse gemeinsam zu nutzen. Einige Produktmodelle können im Zuge der Entwicklung der Plattform vollständig entworfen werden. Andere Modelle können zu einem späteren Zeitpunkt hinzukommen. Die späteren Modelle können jedoch dieselben Module und Produktionsprozesse verwenden, wodurch sich ihre Nutzung zeitlich verlängert und effizienter wird. In Abbildung 3-3 ist ein Beispiel für eine Produktplattform ("Druckerfamilie") dargestellt.

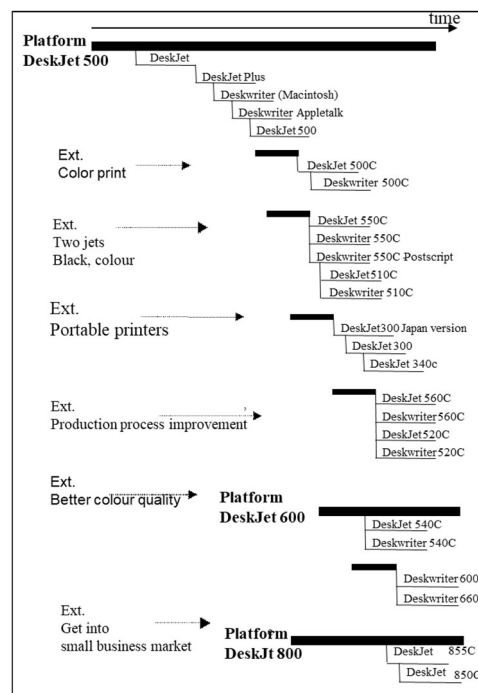


Abbildung 3-3 Beispiel einer Produkt-Plattform Implementierung: Desktop-Drucker

Obwohl die Entwicklung einer Produktplattform anfangs viel Zeit in Anspruch nimmt, geht die Entwicklung aller abgeleiteten Produkte, z. B. in einer zweiten Iteration, sehr schnell vonstatten. Außerdem werden die für eine Plattform getätigten Investitionen über einen langen Zeitraum hinweg genutzt. Eine Produktplattform:

- ❖ ermöglicht eine kontinuierliche Aktualisierung des Produktangebots ohne signifikante Erhöhung der internen Komplexität
- ❖ erhöht die Rendite von Investitionen.

3.4 Gruppen-Technologie

Die Gruppentechnologie ist eine allgemeine Philosophie, die das systematische Erkennen und Ausnutzen von Ähnlichkeiten unterstützt – wie Ähnlichkeiten bei Teilen, Produkten und Design-/Fertigungsaktivitäten. Die Hauptannahme der Gruppentechnologie ist, dass, wenn Teile/Komponenten in Form und Material ähnlich sind, eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass auch ihre Produktionsprozesse sich ähneln.

Zwei Hauptanwendungsbereiche der Gruppentechnologie sind die Produktion und die Konstruktion. Wenn sie angewendet wird, kann die Gruppentechnologie die Notwendigkeit der Herstellung neuer Teile vermeiden, wenn ähnliche Teile mit derselben Funktionalität bereits existieren, die Entwicklung von Produkten verkürzen und die zu verwaltende Teilevielfalt generell verringern. Sie bringt auch eine größere Ähnlichkeit und Gemeinsamkeit in den Produktionsabläufen.

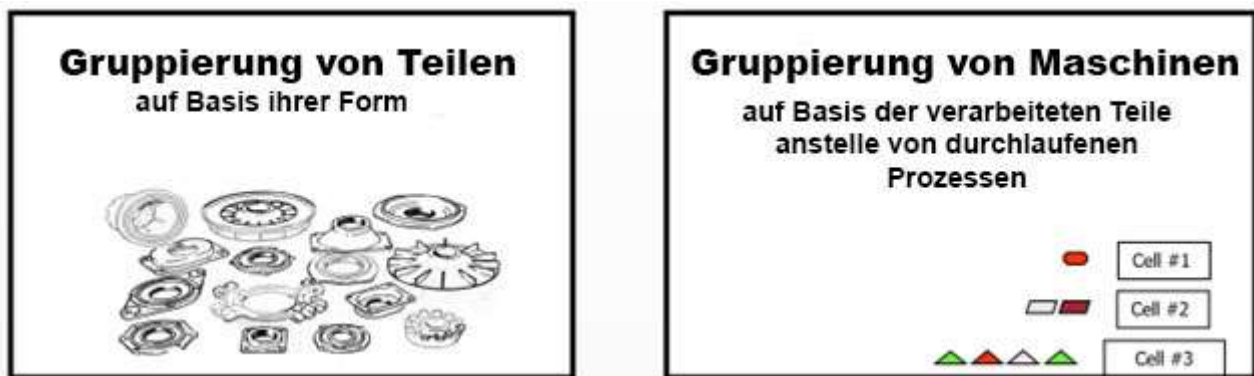


Abbildung 3-4 Exemplarische Aktivitäten von Gruppen-Technologie: Gruppierung von Teilen (links) und die physische Gruppierung von Maschinen in der Produktion (rechts)

Wie in Abbildung 3-4 zu sehen, sind nicht nur die Gruppierung von Teilen, sondern auch die Gruppierung von Maschinen Möglichkeiten, diesen MC 4.0-Hebel anzuwenden. Durch die Gruppierung von Maschinen, die ähnliche Teile produzieren, wird eine Produktionsumgebung geschaffen, die eine höhere Wiederholungsrate ermöglicht, begleitet von:

- ❖ schnelleren Produktions-Abläufen,
- ❖ höherer Effizienz und
- ❖ gesteigerter Qualität.

3.5 Schnelle Umrüstung

Die schnelle Umrüstung einer Produktionsanlage (Set-Up) ist eine der wichtigsten Möglichkeiten für ein Unternehmen, seine Effizienz zu steigern, wenn es eine große Vielfalt an Katalog- oder kundenspezifischen Produkten in kleinen Chargen anbietet. Dieser Hebel für die Unternehmen wichtig, da Umstellungen eine unvermeidliche Folge der Produktvielfalt sind. Abbildung 3-5 enthält einige der einzelnen Aktivitäten, die eine Reduzierung der Umstellungszeit unterstützen.



Abbildung 3-5 Zwei Haupt-Typen von Setup-Zeit Reduktion

Die negativen Nebeneffekte der Reduzierung der Gesamtrüstzeit durch die traditionelle Erhöhung der Losgröße sind ein bekanntes Phänomen. Daher sollten Verbesserungen bei der Umrüstung durch eine verbesserte Planung (wenn möglich) oder durch die Verringerung der einzelnen Rüstzeiten entweder durch technologische Verbesserungen (auch am Produkt) oder durch organisatorische Verbesserungen erreicht werden.

Die Auswirkungen dieser Umrüstungsmaßnahmen sind:

- ❖ effiziente Produktion von Kleinserien
- ❖ niedrigere Lagerbestände und
- ❖ kürzere Lieferfristen.

3.6 Verzögerte Produkt-Differenzierung

Die verzögerte Produktdifferenzierung erfordert, dass: eine oder mehrere Aktivitäten, die in spezialisierten Endprodukten resultieren - nämlich Aktivitäten zur Produktdifferenzierung - entlang eines Herstellungs- und Vertriebsprozesses verschoben werden. Das Ziel dieses Hebels besteht also darin, dass Änderungen in Form und Identität des Produkts zu einem möglichst späten Zeitpunkt im Produktionsfluss erfolgen (wie in Abbildung 3-6 dargestellt). Auf diese Weise könnte ein Unternehmen im Extremfall seine Produktion so umstellen, dass die Produktion tatsächlich von einer Lager-Produktion auf eine Auftrags-Produktion umgestellt wird.

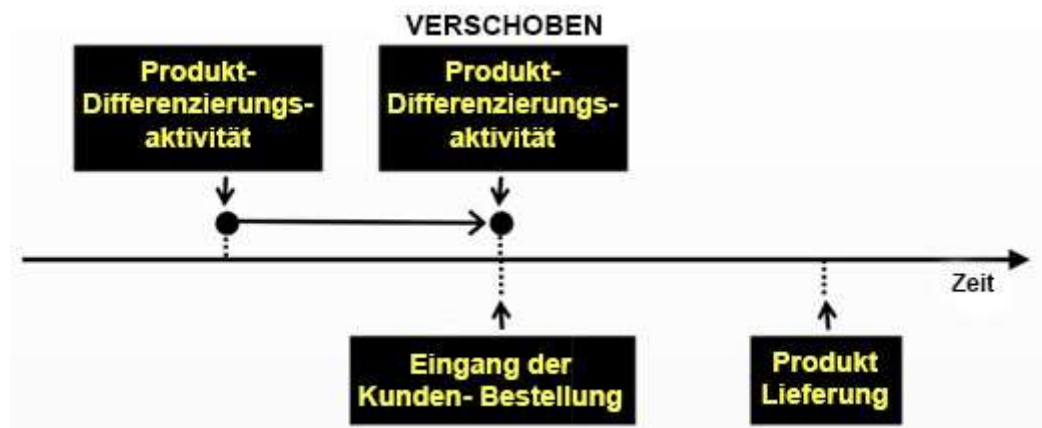


Abbildung 3-6 Form-Verzögerung

Effektiv bringt die Anwendung dieses Hebels:

- ❖ eine bessere Balance zwischen Reaktionsfähigkeit und betrieblichen Ressourcen.

Bei der Anwendung dieses Hebels ist jedoch Vorsicht geboten, da verschiedene Arten der verzögerten Differenzierung zu sehr unterschiedlichen Nebeneffekten führen können.

3.7 Virtuelles Produzieren auf Bestellung

Virtuelles Produzieren auf Bestellung (engl. Virtual-Built-to-Order (VBTO)) ist ein fortschrittlicher Hebel. Es handelt sich dabei um eine Form eines Auftragsabwicklungssystems, bei dem der Hersteller die Möglichkeit hat, die Verfügbarkeit von Produkten über die gesamte Pipeline vom Fertiglager über die Produktionslinie bis zum Produktionsplan zu suchen, um das beste Produkt für einen Kunden zu finden. VBTO ist durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

- ❖ Alle Produkte gehen mit einer vollständigen Spezifikation in die Produktion und werden gemäß dieser Spezifikation hergestellt, wenn keine Änderungswünsche eingehen;
- ❖ Solange ein Produkt nicht einem bestimmten Kunden zugewiesen oder von einem Einzelhändler gesperrt wurde, ist es für alle Einzelhändler und Kunden verfügbar;
- ❖ Wenn ein Kunde ein Produkt in der Produktion vorfindet, das dem von ihm gewünschten ähnlich ist, kann ein Änderungsantrag gestellt werden - und das neue Produkt mit den gewünschten Änderungen wird diesem Kunden zugeordnet.

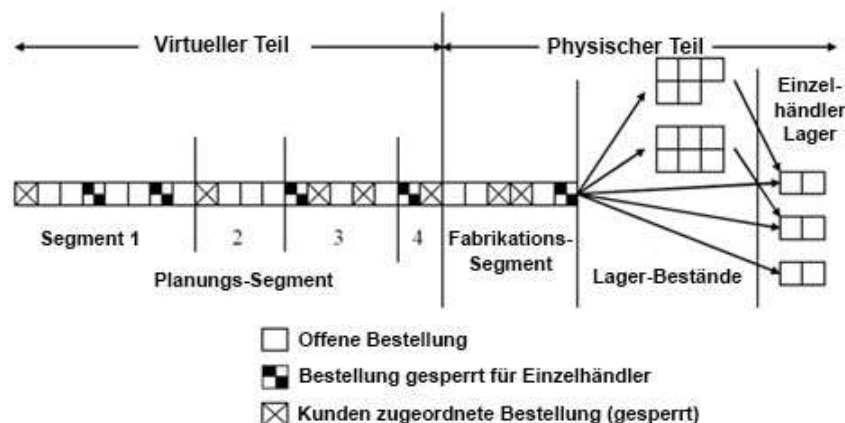


Abbildung 3-7 Kunden-Aufträge in der Pipeline des VBTO

Betrachtet man die Kundenauftragspipeline in Abbildung 3-7, so kann ein Kundenauftrag (im Vergleich zu einem herkömmlichen Auftragsabwicklungssystem) durch ein Produkt erfüllt werden, das entweder im Lager-Bestand verfügbar ist, oder aus der Pipeline entnommen wird und bereits der gewünschten Spezifikation entspricht, das in der Pipeline vorhanden ist und in irgendeiner Weise neu konfiguriert wird, um der Spezifikation zu entsprechen, oder das am Anfang der Pipeline als Built-to-Order-Produkt (BTO) spezifiziert wird. Die Herangehensweise reduziert:

- ❖ den Kompromiss zwischen Anpassungsmöglichkeit und Lieferzeiten,
- ❖ den Kompromiss zwischen Produkt-Personalisierung und Unternehmens-Ressourcen.

3.8 IT-basierte Verkaufs-Konfiguration und technische Produkt-Konfiguration

Produktkonfiguration beinhaltet die Erstellung einer gültigen, vollständigen und konsistenten Beschreibung (einschließlich Preis und Lieferbedingungen) der Produktvariante, die der Kunde zu kaufen bereit ist. Das Unternehmen erklärt sich bereit, diese zu liefern (Vertriebskonfiguration), und übersetzt die Produkt-Beschreibung in die operativen Anweisungen, die für die Herstellung dieser Produktvariante erforderlich sind (technische Konfiguration). Die Produktkonfiguration impliziert eine Vorabdefinition der Produktfunktionalitäten (was wiederum tiefere Kunden- und Marktkenntnisse voraussetzt) und der anzuwendenden Mechanismen, um jede dieser Funktionalitäten zu erhalten.

IT-gestützte Produktkonfiguratoren oder einfach Produktkonfiguratoren unterstützen die Darstellung dieser Produktfunktionalitäten, die Überprüfung der Kongruenz zwischen den Auswahlmöglichkeiten (Vertriebskonfiguratoren) und die automatische Erstellung von Stücklisten und Produktionsabläufen (technische Konfiguratoren).



Abbildung 3-8 Produkt-Konfigurationsprozess

Auf Basis des Automatisierungsgrades können drei Automatisierungs-Stufen in den Produktkonfigurationsprozessen unterscheiden werden:

- ❖ moderat automatisierte Prozesse
- ❖ hoch-automatisierte Prozesse - einer der beiden Konfiguratoren (Verkauf oder Technik) ist vollständig automatisiert, während der andere nur unterstützt wird.
- ❖ vollständig automatisierte Prozesse.

Konfiguratoren setzen Ressourcen sowohl in Technik als auch im Vertrieb frei, denn sie:

- ❖ erhöhen die Verwendung von standardisierten Teilen
- ❖ reduzieren die (zu) tiefgreifende Personalisierung von Produkten,
- ❖ verringern den Arbeitsaufwand pro Angebot/Bestellung und den Aufwand für die Produktentscheidung auf Kundenseite und erhöhen gleichzeitig das Kundenvertrauen

4. Der Status von Mass Customization in österreichischen und italienischen KMU

Mass Customization ist in großen Unternehmen ein weit verbreitetes Konzept, die Informationen über Mass Customization in KMU sind jedoch äußerst begrenzt. Um diese Lücke zu schließen, sammelte das Projekt MC 4.0 Originaldaten über die Umsetzung von MC in österreichischen und italienischen KMU. Es befragte 120 Unternehmen aus dem Bereich Smart Living, die mit Anfragen ihrer Kunden nach maßgeschneiderten Lösungen konfrontiert sind, d.h. sie bieten Produktvielfalt und -anpassung an. Es wurde untersucht, inwieweit sie die MC 4.0-Hebel übernommen haben und inwieweit sie derzeit über MC-Fähigkeiten verfügen.

4.1 Hebel der Mass Customization in österreichischen und italienischen KMU

Um den Grad der Nutzung der MC-Hebel in österreichischen und italienischen KMU zu messen, haben wir eine Reihe von Fragen in unseren Profil-Fragebogen aufgenommen. Zur Quantifizierung dieses Nutzungsgrades haben wir eine Skala von 1 bis 5 verwendet, wobei 1 für "überhaupt nicht genutzt" und 5 für "in sehr hohem Ausmaß genutzt" steht (Abbildung 4-1)

Wie verbreitet ist die Anwendung der folgenden Praktiken in Ihrem Unternehmen?

1	2	3	4	5
ÜBERHAUPT NICHT	IN GERINGEM AUSMAß	IN MITTLEREM AUSMAß	IN HOHEM AUSMAß	IN SEHR HOHEM AUSMAß

Abbildung 4-1 Skala für die Erhebung des Anwendungsgrades der MC Hebel

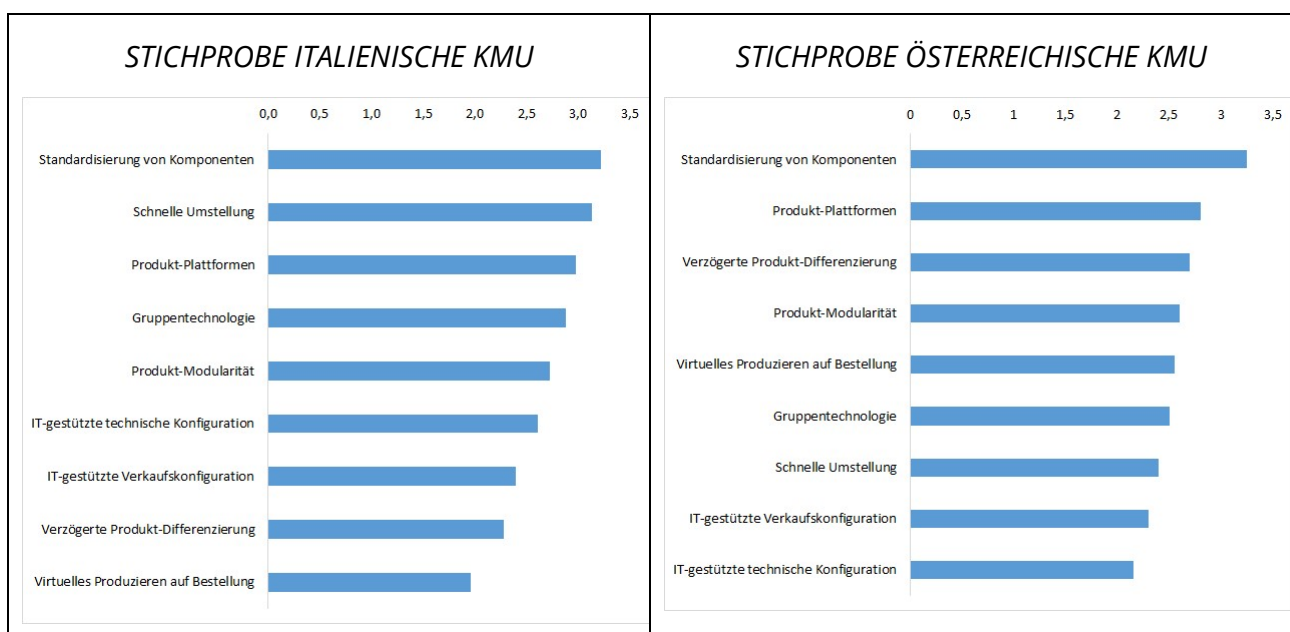


Abbildung 4-2 Durchschnittliche Werte der Anwendung von MC Hebeln in KMU

Die MC 4.0-Umfrage hat auch gezeigt, dass MC-Hebel in KMU nicht stark genutzt werden und dass es sowohl in Österreich als auch in Italien große Unterschiede zwischen den einzelnen Hebeln gibt, genauer gesagt:

- ❖ der grundlegende MC-Hebel der Standardisierung von Teilen wird im Durchschnitt sowohl von italienischen als auch von österreichischen KMU recht gut angewendet.
- ❖ Produktplattform und Produktmodularität (zwei weitere grundlegende MC-Hebel) werden sowohl von italienischen als auch von österreichischen KMU in hohem Umfang genutzt, jedoch weniger als die Standardisierung von Komponenten.
- ❖ Schnelles Umrüsten und Gruppentechnologie werden von italienischen KMU im Durchschnitt sehr stark oder stark genutzt, von österreichischen KMU dagegen kaum.
- ❖ verzögerte Produktdifferenzierung und virtuelle Auftragsfertigung werden von österreichischen KMU im Durchschnitt in erheblichem Maße, von italienischen KMU dagegen kaum genutzt.
- ❖ Softwareunterstützung für den Verkauf und für die technische Produktkonfiguration wird sowohl von italienischen als auch von österreichischen KMU in begrenztem Umfang genutzt, wobei die Italiener die Softwareunterstützung mehr für die technische Konfiguration nutzen, während die Österreicher sie mehr für die Vertriebskonfiguration verwenden.

Es zeigte sich außerdem, dass der Einsatz von MC-Hebeln kontextabhängig ist:

- ❖ die MC-Hebel werden von kleineren KMU insgesamt weniger genutzt
- ❖ der Einsatz von MC-Hebeln ist abhängig von den einzelnen Wirtschaftszweigen unterschiedlich.

Die festgestellten Unterschiede zwischen den österreichischen und den italienischen KMU könnten daher darauf zurückzuführen sein, dass die betrachteten österreichischen KMU im Vergleich zu den italienischen tendenziell (a) kleiner sind, (b) eher im Segment B2C als in B2B sind und (c) eher Anbieter für Planung, Einbau und Wartung als Hersteller von physischen Produkten oder Komponenten sind. Es ist also logisch, dass der Einsatz von Hebeln unterschiedlich ist. Natürlich könnte es auch sein, dass die analysierten lokalen Märkte spezifische Anforderungen an die Unternehmen stellen, aber dieser Aspekt wurde in den Erhebungen nicht untersucht.

4.2 Leistungsniveau von Mass Customization in österreichischen und italienischen KMU

Um den Grad der Einführung von Mass Customization (MC) zu messen, der als Überwindung des Zielkonflikts zwischen Vielfalt/Anpassung und operativer Leistung angesehen wird, haben wir einen weiteren spezifischen Fragenkomplex in unseren Profil-Fragebogen aufgenommen. Zur Quantifizierung der operativen Leistung verwendeten wir eine Skala von 1 bis 5, wobei 1 für "stimme überhaupt nicht zu" und 5 für "stimme voll und ganz zu" stand (Abbildung 4 3).

Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen auf einer Skala von 1 bis 5 zu oder nicht zu?

1	2	3	4	5
STIMME ÜBERHAUPT NICHT ZU	STIMME EHER NICHT ZU	STIMME WEDER ZU NOCH NICHT ZU	STIMME EHER ZU	STIMME VOLL UND GANZ ZU

Abbildung 4-3 Skala für das Leistungsniveau von MC

Die Zahlen in den nachstehenden Radargrafiken (Abbildung 4-4) signalisieren, dass der erwähnte Zielkonflikt zwischen Produkthanpassung und Leistung:

repräsentiert durch den Wert 1 - noch lange nicht überwunden ist,
 repräsentiert durch den Wert 3 - beginnt, teilweise überwunden zu werden,
 und mit Wert 5 - vollständig überwunden ist.

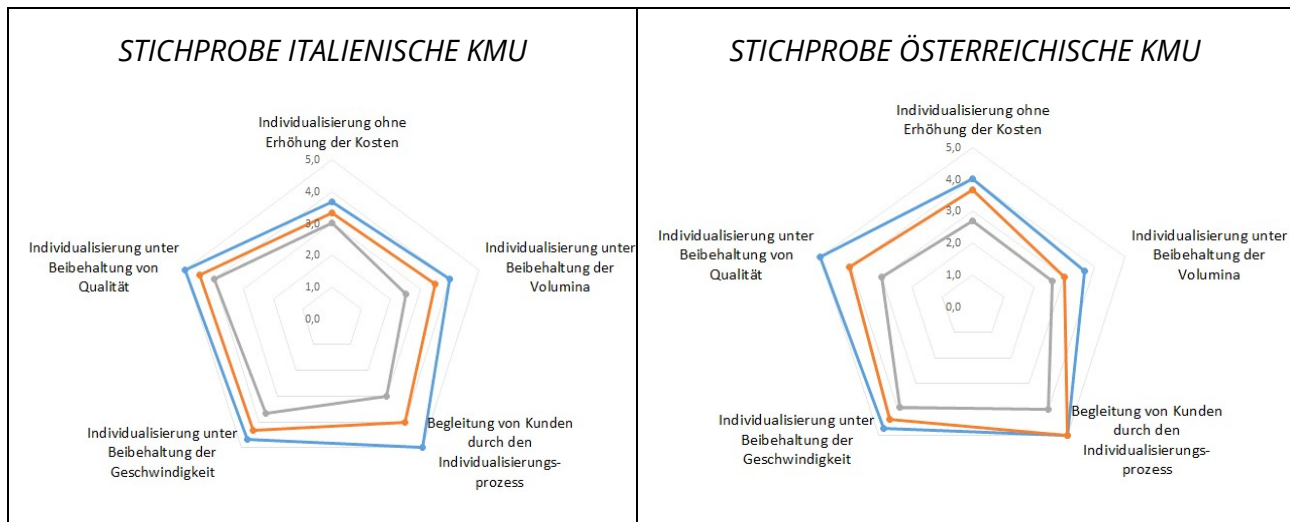


Abbildung 4-4 Durchschnittliches MC Leistungsniveau in KMU

In den Radar-Diagrammen wird außerdem die Verteilung der KMU im Zusammenhang mit den verschiedenen Facetten der MC-Fähigkeiten durch Farben dargestellt, wobei deren Bedeutung folgende ist:

grau: 25% der KMU erreichen den Wert, der diesem entspricht oder darunter liegt,
orange: 50% erreichen einen Wert, der diesem entspricht oder darunter liegt,
blau: 75% sind charakterisiert durch einen Wert, der diesem entspricht oder darunter liegt.

Die Grafiken zeigen zusammengefasst, dass die Kompromisse zwischen Vielfalt und Anpassung in den verschiedenen Bereichen in folgendem Ausmaß erzielt wird:

- ❖ Kompromisse zwischen Individualität und Geschwindigkeit werden sowohl von italienischen als auch von österreichischen KMU gut oder einigermaßen gut bewältigt.
- ❖ Kosten und Volumina können sowohl von italienischen als auch von österreichischen KMU kaum oder gar nicht adäquat balanciert werden.
- ❖ Qualität wird von den italienischen KMU gut beibehalten, während es bei den österreichischen KMU große Unterschiede gibt.
- ❖ Bei der Begleitung der Kunden durch den Anpassungsprozess gibt es große Unterschiede innerhalb der italienischen KMU und auch deutliche Abweichungen innerhalb der österreichischen KMU.

Es ist hervorzuheben, dass die Begleitung von Kunden durch den Anpassungsprozess auch mit der Unterstützung von Vertriebskonfiguratoren erfolgen könnte, einem der MC-Hebel, auf die das Projekt MC 4.0 fokussiert. Darüber hinaus signalisierten die befragten KMU im Hinblick auf die Digitalisierung der Anpassungsaktivitäten einen besonders hohen Bedarf an der Verbesserung der digitalen Beratung von Kunden und Verkäufern bei der Anpassung von Produkten und Dienstleistungen. Diesen Aspekten widmet sich der folgende Abschnitt.

5. Erforderliche Eigenschaften für Online-Konfiguratoren im Smart Living Sektor

Um relevante Merkmale für die Online-Verkaufskonfiguratoren im Bereich Smart Living zu identifizieren, haben die Forscher des MC 4.0-Projekts zunächst eine Online-Recherche nach dieser Art von Konfiguratoren durchgeführt. Anschließend wurden die gefundenen Konfiguratoren sowohl von den Forschern als auch von potenziellen Kunden (23-26 Jahre) genutzt und analysiert.

Konfiguratoren im Bereich Wohnen können in 3 Gruppen eingeteilt werden, basierend auf dem Ergebnis, das mit ihrer Unterstützung am Ende eines Konfigurationsprozesses erhalten wird:

- ❖ *Ideen-Lieferant* - Die Konfigurations-Website bietet nur eine Design-Idee, die noch ein hohes Maß an Beteiligung der Vertriebsmitarbeiter erfordert, um zu einem endgültigen Produkt zu gelangen. Es handelt sich dabei um keinen echten Konfigurator, bietet aber die allerersten Funktionalitäten eines Konfigurators.
- ❖ *Produktentwickler* - Auf der Konfigurations-Website wird fast ein endgültiges Produkt definiert, jedoch ist ein weiterer Kontakt mit dem Verkaufspersonal erforderlich, um Details zu spezifizieren. Ein solches System kann als Teilkonfigurator betrachtet werden.
- ❖ *Voll-automatisierte Online-Verkaufskonfiguratoren* - Die Konfigurationswebsite konfiguriert und verkauft Produkte online, ohne dass eine Interaktion mit dem Verkaufspersonal erforderlich ist. Dies ist ein echter Konfigurator, der den Verkäufer ersetzen kann und auf E-Commerce-Websites Verwendung findet.

Die im Web offen zugänglichen Konfiguratoren waren vor allem für Endverbraucher gedacht. Aus den Analysen für diese B2C-Konfiguratoren können die folgenden Anforderungen abgeleitet werden:

- ❖ Das konfigurierte Produkt muss so angezeigt werden, dass die Produktpräsentation aktualisiert wird, wenn der Kunde eine Option auswählt
- ❖ Die Änderung der Wahlmöglichkeiten muss äußerst flexibel sein
- ❖ Es müssen zwei wichtige Entscheidungen getroffen werden:
 - Welche Ergebnisse der Konfigurator produzieren soll und,
 - ob die Anzeige eines Preises inkludiert oder nicht inkludiert ist.
- ❖ Der Zweck des Konfigurators muss sehr gut geklärt werden, um vom Kunden akzeptiert zu werden, unter anderem durch folgende Mechanismen:
 - wer ist der Ziel-Anwender
 - wie wird der Anwender im individualisierten Kaufprozess unterstützt

- wie wird mit dem Anwender kommuniziert

Aus den MC 4.0-Projektaktivitäten (Analyse des Digitalisierungsbedarfs von Konfigurationsprozessen in B2B-Unternehmen, Diskussion mit Konfiguratorenexperten, etc.) ergeben sich folgende allgemeine Anforderungen an Konfiguratoren:

- ❖ Der Wechsel der Auswahlmöglichkeiten muss für die Nutzer flexibel sein
- ❖ Der Zweck des Konfigurators muss sehr gut geklärt werden
- ❖ Es muss klar festgelegt werden, wer die Ziel-Endnutzer (Käufer oder Mitarbeiter des technischen Büros) und die Unternehmensnutzer (Verkäufer, technisch-kommerzieller Experte, Techniker, ...) sind.
- ❖ Wie der Konfigurator den Kunden im Einkaufsprozess unterstützen soll, muss aus dem Design des Konfigurators klar hervorgehen.
- ❖ Die visuelle Präsentation im B2C-Bereich kann sehr unterschiedlich sein. In einigen Fällen kann sie weniger wichtig sein als im B2B-Bereich (z. B. im Falle eines technischen Nutzers, der keine technischen Zeichnungen benötigt), sie kann ebenso wichtig sein (z. B. wenn der Nutzer kein Techniker ist) oder sie kann viel wichtiger sein (z. B. technische Zeichnungen, CAD-Zeichnungen, 3D-Visualisierungen).

6. Eine Unterstützung für KMU auf ihrem maßgeschneiderten Weg zu MC 4.0

Um die praktische Anwendung von MC (mit besonderem Fokus auf Produktkonfiguratoren und Industrie 4.0) voranzutreiben, wurde ein ausgearbeitetes Verfahren entwickelt, das jedes einzelne KMU bei der Identifizierung spezifischer Verbesserungsmöglichkeiten unterstützt, die in seinem aktuellen Kontext sinnvoll und machbar sind. Das Verfahren besteht aus fünf Schritten:

- ❖ Zusammenstellung des Fragebogens für die vorläufige Bewertung von MC 4.0 (AT1-Tool)
- ❖ Teilnahme an MC 4.0 und an der Anwendung von AT2
- ❖ AT 2.1 Tool-Anwendung in Unternehmen
- ❖ AT 2.2 Toolanwendung in Unternehmen (nur wenn sinnvoll)
- ❖ Umsetzung der erstellten Entwicklungspläne, die auf der Grundlage der Ergebnisse der vorangegangenen Schritte definiert wurden.

6.1 Zusammenstellung des Profiling-Fragebogens (AT1-Werkzeug)

Das Ziel des ersten Schrittes ist es, einen Überblick über das MC-Niveau und den Digitalisierungsgrad eines bestimmten KMU zu erhalten. Zu diesem Zweck wurde das AT1-Fragebogeninstrument entwickelt. Bei diesem Tool (schematisch dargestellt in Abbildung 6-1) handelt es sich um einen Fragebogen zur Selbsteinschätzung mit mehreren Abschnitten, von denen jeder einem bestimmten Themenkomplex gewidmet ist, nämlich: allgemeine Merkmale eines Unternehmens in Bezug auf Vielfalt und Kundenanpassung; seine Fähigkeit, personalisierte Aufträge zu erfüllen (unter Berücksichtigung sowohl der Leistungen, die diese Fähigkeit definieren, als auch der Personen, die diese Fähigkeit untermauern); der allgemeine Digitalisierungsgrad des Unternehmens; und die Konfigurationsaktivitäten des Unternehmens sowie deren Digitalisierungsgrad. Dieses einfach zu bedienende Tool (die involvierten KMU empfanden es als besonders einfach, wenn eine Person des MC 4.0 Teams sie bei der Selbsteinschätzung unterstützte) ermöglicht die Bewertung von:

- ❖ MC-Fähigkeit eines KMU
- ❖ die Notwendigkeit der KMU, diese Fähigkeit zu verbessern
- ❖ der Gesamtzustand der MC-Hebel (z. B. Produktmodularität, Standardisierung von Teilen/Komponenten, Verschiebung von Formen usw.)
- ❖ die Hauptmerkmale der vom KMU verwendeten konfigurations-unterstützenden Mechanismen.

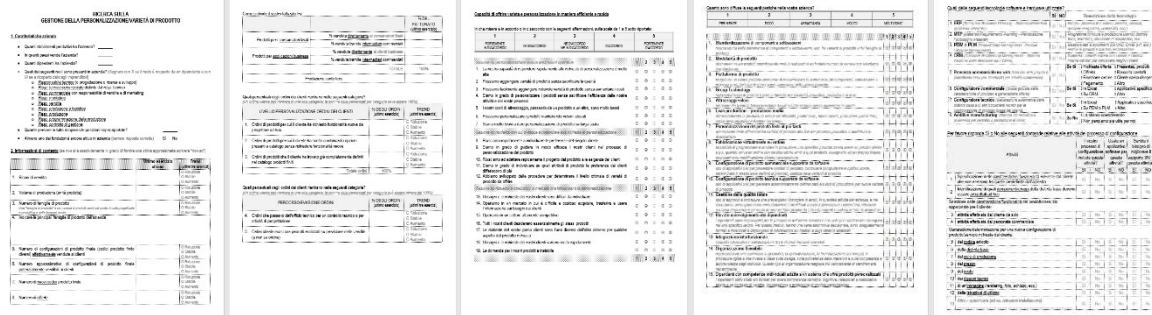


Abbildung 6-1 Fragebogen zur MC Selbstbewertung (AT1 Werkzeug)

Der Fragebogen wurde so konzipiert, dass er von einem Befragten, der das Unternehmen insgesamt kennt, bei persönlichen Treffen mit Vertretern des Projekts MC 4.0 ausgefüllt wird. Für den Fall, dass er/sie nicht über alle benötigten Informationen verfügt, werden andere Informanten vom Befragten kontaktiert, um die benötigten Informationen einzuholen.

6.2 Teilnahme an MC 4.0 Trainings und Nutzung von AT2

Der zweite Schritt erfordert, dass Unternehmensvertreter an Schulungsmaßnahmen teilnehmen, die von MC-Experten durchgeführt werden. Diese Art von Training dient der Vorbereitung der KMU auf die Verwendung von detaillierten Bewertungsinstrumenten und Anleitungen für MC. Sie ermöglicht es den teilnehmenden Unternehmen, Wissen über die Merkmale von Konfiguratoren aus der MC-Perspektive zu erwerben. Im Rahmen dieser Schulung wird das MC-Konzept vorgestellt und die Hebel des MC werden unter besonderer Berücksichtigung der Konfiguratoren und der Industrie 4.0-Komponenten von MC spezifiziert. Es werden auch Ideen für den Einsatz von Konfiguratoren vermittelt, um die digitale Integrationslücke zwischen den Produktanpassungsaktivitäten mit dem Kunden und denen von Engineering und Produktion zu schließen. Des Weiteren werden die verschiedenen Aktivitäten, die im Rahmen des Anpassungs-Prozesses durchgeführt werden, im Detail diskutiert und die Konsequenzen eines Scheiterns bei deren Digitalisierung reflektiert. Abschließend wird die Anwendung des Bewertungsinstrumentes AT 2.1 erläutert.

Die Pandemie-Situation zwang dazu, diese Aktivitäten online durchzuführen. Da es in einem Online-Kontext schwieriger ist, die Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten, wurde die Dauer der Schulungen verkürzt und ihre Anzahl erhöht, um weniger Teilnehmer pro Einheit zu haben. Diese Vorgehensweise erwies sich für die Unternehmen als effizient und für alle beteiligten Organisationen und Personen als flexibel.

Diese Schulungsaktivitäten konzentrierten sich auf die Erläuterung, wie Unternehmen auf die Verwendung des AT2.1-Tools vorbereitet werden, weil es das Hauptinstrument für die Identifizierung von MC 4.0-Verbesserungsaktivitäten ist.

Nach einigen Durchläufen war das Expertenteam in der Lage, häufige Unklarheiten zu antizipieren, darauf im Vorfeld zu reagieren und somit die Schulungszeit zu verkürzen. Infolgedessen können diese Schulungsaktivitäten nun rasch durchgeführt werden, so dass mehr Raum für personalisierte Diskussionen mit den Unternehmen bleibt.

6.3 Innerbetriebliche Anwendung des AT 2.1 Werkzeuges

Der dritte Schritt im Prozess der erweiterten Einbindung der Unternehmen ist ein maßgeschneiderter Workshop zwischen den MC 4.0 Experten und den Unternehmensvertretern, bei dem das Tool AT2.1 eingesetzt wird. AT2 besteht aus zwei Teilen und unterstützt nicht nur die systematische Fokussierung auf das Treffen im Unternehmen, sondern visualisiert auch die von den Unternehmensteilnehmern zur Verfügung gestellten Informationen und liefert so eine detaillierte, leicht verständliche Beschreibung der aktuellen Situation des Unternehmens in Bezug auf die MC-Hebel. Anders als der AT1-Selbstbewertungsfragebogen bringt das AT2-Tool die Perspektive auf eine viel detailliertere Ebene und regt die Diskussion mit und unter den von der Seite der Unternehmen beteiligten Personen an. Das Ergebnis der Anwendung von AT2.1 sind daher Ideen zur Verbesserung der Ist-Situation des Unternehmens in Bezug auf MC. Das Endergebnis einer AT2.1-Anwendung (schematisch dargestellt in Abbildung 6-2) ist ein spezifischer MC-Implementierungsplan für ein bestimmtes Unternehmen.

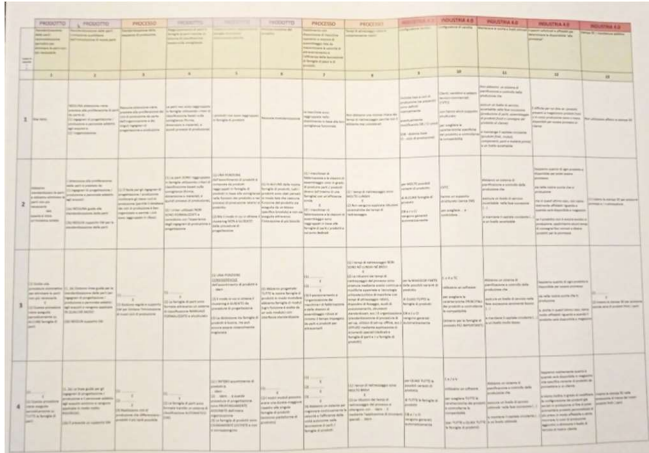


Abbildung 6-1 Übersicht des AT2.1 Werkzeuges

Die spezifischen Vorteile, die AT2.1 den KMU im Vergleich zu anderen Modellen der MC-Implementierung in dem betreffenden Bereich bietet, sind:

- ❖ die Flexibilität von AT2.1 bei der Analyse der Ist-Situation des Unternehmens (vorhandenes Humankapital, vorhandene technische Kapazitäten, verfügbare Technologien usw.)

- ❖ AT2.1 vermeidet die Anwendung von "One-size-fits-all"-Lösungen. Das Ergebnis der Anwendung von AT2.1 ist die Erstellung eines MC-Implementierungsplans, der für jedes KMU individuell zugeschnitten ist.

6.4 AT 2.2 Anwendung von Werkzeugen in Unternehmen (optional)

Der vierte Schritt ist die Anwendung des AT2.2-Tools während desselben Workshops, in dem das AT2.1-Tool verwendet wurde. AT2.2 ist eine Erweiterung des AT2.1-Tools, das die Betrachtung der Produktkonfigurationsaktivitäten vertieft. Es wird in folgenden Fällen angewendet, wenn:

- ❖ das Unternehmen über einen entsprechenden Produkttyp verfügt und
- ❖ die Ist-Situation des Unternehmens (MC-Reifegrad) - erfasst in AT2.1 - zeigt, dass es sinnvoll ist, die Einführung eines Produktkonfigurator im Unternehmen zu prüfen.

Da die Anwendung von AT2.1 mehr Zeit als erwartet in Anspruch nehmen kann, könnte es erforderlich sein, AT2.2 in einer separaten Sitzung anzuwenden. Dies könnte auch in Fällen geschehen, in denen das Unternehmen noch nicht bereit für AT2.2 ist, aber nicht weit davon entfernt. So könnte die zweite Sitzung in zeitlicher Nähe zur ersten Sitzung stattfinden oder um einige Monate verschoben werden.

Wenn die Voraussetzungen nicht gegeben sind, wird die Anwendung eines Konfigurator nicht erzwungen und das AT2.2-Tool wird nicht verwendet. Der verfolgte Ansatz basiert auf dem Prinzip, das betrachtete Unternehmen nicht zu etwas zu drängen, was von seinen Repräsentanten nicht als angemessen angesehen wird, und dies gilt auch für Produktkonfiguratoren. Folglich ist dieser vierte Schritt nicht obligatorisch.

6.5 Definition von maßgeschneiderten Verbesserungsmöglichkeiten in Richtung MC 4.0 auf der Grundlage der in den vorigen Schritten erzielten Ergebnisse

Der letzte Schritt besteht darin, einen auf das jeweilige Unternehmen zugeschnittenen Plan für die MC-Implementierung festzulegen. Dieser Plan basiert auf den Ideen, die während der Treffen, in deren Rahmen die Werkzeuge AT2.1 und AT2.2 angewandt werden, entwickelt wurden. Während der Treffen kann die folgende Tabelle (Abbildung 6-3) verwendet werden, um Ideen zu sammeln.

Descrizione dell'idea	Area della griglia	Priorità	Impatto	Sforzo	Interdipendenze

Legenda: B - Basso; M - Medio; A - Alto; MA - Molto alto

01 Modello per la generazione delle idee per avanzamenti

Abbildung 6-3 Modell-Vorlage der Ideensammlung für MC 4.0 Verbesserungs-Initiativen

Die in dem Plan gesammelten Ideen werden zunächst von den Teilnehmern hinsichtlich folgender Kriterien bewertet:

- ❖ Priorität
- ❖ Auswirkungen
- ❖ Erforderlicher Aufwand
- ❖ Verknüpfungen mit anderen entwickelten Ideen.

Anschließend werden diese Ideen in eine Reihenfolge gebracht, um einen Umsetzungsplan zu erstellen. Zu diesem Zweck wird die folgende Tabelle (Abbildung 6-4) verwendet:

Sequenza di realizzazione	Idea	Priorità	Impatto	Sforzo	Interdipendenze
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Legenda: B - Basso; M - Medio; A - Alto; MA - Molto alto

02 Modello per la generazione del piano di implementazione del MC

Abbildung 6-4 Modell für einen MC 4.0 Implementierungs-Plan

Auf Basis des sich aus den Diskussionen und Modellen ergebenden Plans kann sich das Unternehmen auf den Weg zu MC 4.0 mit Maßnahmen/Phasen machen. Diese basieren auf den Informationen, dem Wissen des Managements, des Engineerings, der aktuellen Ist-Situation und dem mit den eigenen Humanressourcen und Kapazitäten abgestimmten Tempo.

Während und/oder nach der Umsetzung kann ein Unternehmen die Möglichkeit nutzen, Erfahrungen mit anderen Unternehmen auszutauschen. Die MC 4.0 DEA-Zentren werden unterstützend Veranstaltungen zu MC 4.0 organisieren, um den Erfahrungsaustausch zu motivieren und von Experten und Gleichgesinnten zu lernen.

6.6 Vorläufige Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Anwendung der AT2-Instrumente in der gleichen Weise wie in Abschnitt 4.1 zusammengefasst.

Was die Situation der österreichischen KMU betrifft, die weiter in den Prozess involviert waren, so ist ihr Mass Customization-Niveau recht niedrig. Die Mehrheit von ihnen stellt keine Produkte her, und folglich ist die Anwendung von MC-Hebeln, die eher in der Produktion relevant sind, eher begrenzt. Es stellte sich jedoch heraus, dass einige fortgeschrittene Aktivitäten - im Sinne von MC 4.0 - durchgeführt werden, z. B. Konfigurationsaktivitäten, die erforderlich sind, um die Kundenwünsche nach maßgeschneiderten Lösungen zu erfüllen. Das wichtigste Ergebnis der einzelnen Treffen war, dass die Unternehmen keine individuellen und auf das Unternehmen zugeschnittenen digitalen Lösungen verwenden. Bis zu einem gewissen Grad nutzen sie Tools (auch Konfiguratoren), die von ihrem Großhandel oder den Herstellern der Komponenten und Systeme, die sie vertreiben/installieren, bereitgestellt werden. In den meisten Fällen sind aber die Reibungsverluste hoch. Dies wird dadurch verursacht, dass zwischen Tools (z.B. Offline-CAD-Planungstool, Offline-Projektkalkulationstool, Stücklisten- und Systemintegrationstool online, Korrespondenz mit Kunden per Mail) gewechselt werden muss, die nur Teile des Prozesses abdecken. Eine Integration von Werkzeugen, die den gesamten Prozess abdecken, würde von allen beteiligten Unternehmen sehr begrüßt werden.

Bei den italienischen KMU, mit welchen die MC 4.0 -Tools verwendet wurden, war die MC 4.0-Situation sehr differenziert. Folglich nutzten sie die Treffen auf sehr unterschiedliche Weise. Einige von ihnen nutzten die Gelegenheit, um eine externe, unabhängige Betrachtung eines Verbesserungsvorhabens anzustellen, andere nutzten das Treffen, um in der Gruppe etwas über MC 4.0 zu lernen, wieder andere nutzten das Treffen, um Lösungen für Probleme zu finden, die sie als wichtig erachteten. Fast alle identifizierten zwischen 3 und 13 Verbesserungsinitiativen in Richtung MC 4.0. Interessanterweise basierten die meisten der identifizierten Initiativen nicht auf der Digitalisierung, obwohl diese Unternehmen, wie auch die anderen am Projekt teilnehmenden Unternehmen, die Notwendigkeit einer stärkeren Digitalisierung der Anpassungsaktivitäten deutlich spürten. Was sie am meisten an der Verwendung von AT1 und AT2 schätzten, war die effiziente Möglichkeit, eine systematische und fokussierte Analyse innerhalb des Unternehmens / der Gruppe durchzuführen. Daher hat sich der entwickelte Ansatz als nützlich und effizient für italienische KMU erwiesen.

Appendix

Projekt-Zusammenfassung:

Das PROJEKT MC 4.0 zielt darauf ab, die Innovationsbasis von Smart-Living-KMU (unter Berücksichtigung von Akteuren, die in verwandten Lieferketten tätig sind) zu verbessern, um den neuen Herausforderungen des Wettbewerbs und der Industrie 4.0 in bestimmten italienischen und österreichischen Gebieten zu begegnen. Lokale Kompetenz- und Unterstützungsbasen werden geschaffen, um die Fähigkeit der KMU zu erhöhen, die spezifischen Bedürfnisse einzelner Kunden nach individuellen Produkten zu erschwinglichen Kosten zu erfüllen (MC - Mass Customization), und zwar durch digitalisierte Personalisierungsprozesse (4.0), die den Kunden näher an die Produktionskette der KMU heranführen, die Kosten senken, die Zeiten beschleunigen und die Qualität des Produkts sicherstellen. Die Digitalisierung des Personalisierungsprozesses erfolgt zunehmend auch über leistungsstarke Produktkonfigurations-Tools, die die strategische Funktion der direkten Verbindung zwischen Kunden und dem Backoffice des Unternehmens erfüllen. Um diese Ergebnisse zu erzielen, wurden mehr als 120 italienische und österreichische KMU direkt einbezogen, sowohl um die aktuelle Situation des Produktvielfalt-/Customization-Managements zu untersuchen, als auch um Tools und Initiativen zu testen und um die Einführung und Umsetzung von MC 4.0 zu unterstützen. Darüber hinaus wurde eine Partnerschaft aufgebaut, die eine wissenschaftliche und technologische Wissensbasis, die Bedürfnisse der KMU und die industrielle Realität repräsentiert. Das Projekt MC 4.0 wird gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und Interreg V-A Italien-Österreich 2014-2020.