

**Inhalt:**

- 1 Vorwort / Geltungsbereich
- 2 Vorgehensweise zur Anwendung des Ablaufdiagramms
- 3 Beschreibung der Schritte im Projektablauf
  1. Anforderungsprofil der Bauteile
  2. Anforderungsprofil der Fertigung
  3. Verantwortlichkeiten
  4. Bauteilkonzept
  5. Fertigungskonzept
  6. Fügeverfahren auswählen
  7. Bauteil Detailkonstruktion
  8. Prozessauslegung
  9. Versuch / Erprobung
  10. Serienreife herstellen
  11. Qualitätssicherung
  12. Dokumentation

**1 Vorwort / Geltungsbereich**

Die Richtlinie gilt für das Fügen von Formteilen und Halbzeugen aus thermoplastischen Kunststoffen in der Serienfertigung.

Der dargestellte Projektverlauf wird in klar abgegrenzten Schritten von der Produktidee bis zur Serienreife beschrieben. Dieser Leitfaden soll allen Beteiligten im Projekt aus Bauteilkonstruktion, Fertigungsplanung, Maschinenbau und Produktion als Übersicht dienen. Dabei auftretende gegensätzliche Interessen sollen anhand von gemeinsamen und transparenten Schnittstellen gelöst werden.

Ziel ist dabei

- die Entwicklung bis zur Serienreife **vollständig** darzustellen,
- dazu notwendige Schritte in Ihrer logischen Reihenfolge darzustellen,
- jeden einzelnen Schritt im Hinblick auf die **Voraussetzungen** und **Ergebnisse** zu umreißen,
- **Verantwortlichkeiten** zur Umsetzung einzelner Schritte im Projektverlauf festzulegen,
- den Beteiligten Einblick in vorhergehende und nachfolgende Schritte zu ermöglichen um den eigenen Verantwortungsbe-  
reich **umfassend** zu erfüllen,
- die angemessene Lösung der Aufgabenstellung zu erreichen, indem die Anforderungen klar definiert und bei jedem Schritt bis hin zur Serienreife überprüft werden,
- Bauteile **prozessgerecht** sowie Prozesse **bauteilgerecht** zu entwickeln.

Allgemein geht es darum, den Projektablauf zielsicher mit qualitativ gutem Ergebnis zu organisieren und damit effektiv zu gestalten. Nachbesserungen an Bauteilen, Werkzeugen oder Maschinen sollen soweit wie möglich planbar oder vermeidbar werden.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

**2 Vorgehensweise zur Anwendung des Ablaufdiagramms**

Das Ablaufdiagramm, siehe Bild 1, zeigt für Fügeverbindungen von thermoplastischen Kunststoffen eine strukturierte Vorgehensweise zur Entwicklung bis zur Serienreife. Ausgangspunkt ist die Definition der Anforderungen der Bauteilfunktion und der Fertigung. Dabei beschränkt sich die Betrachtung auf diejenigen Anforderungen, die sich auf die Fügeverbindung beziehen.

Der Projektablauf ist in einzelne Schritte bzw. Meilensteine gegliedert.

Jeder Schritt baut auf die Ergebnisse des vorhergehenden Schritts auf und bildet die Grundlage für den nachfolgenden Schritt. Nach jedem Schritt wird das Ergebnis in Bezug auf die vorher definierten Anforderungen überprüft. Die Beurteilungskriterien für den Erfolg eines Schritts sind mit einem **?** dargestellt und im Text erläutert.

Der nächste Schritt im Ablauf wird erst begonnen, wenn die vorhergehenden Schritte erfolgreich waren bzw. festgestellte Abweichungen nicht relevant sind.

Während an der rechten Seite des Diagramms immer auf die ursprünglichen Anforderungen Bezug genommen wird, geht es auf der linken Seite im fortgeschrittenen Projekt um die Einhaltung der davon abstrahierten Qualitätskriterien.

Nur im Idealfall wird der Projektablauf iterationsfrei durchlaufen. In der Regel werden Wiederholungen von Schritten nötig sein. Dabei muss entweder nur ein Schritt verändert wiederholt werden oder weitergreifend die Voraussetzungen oder Anforderungen für den erfolglosen Schritt geändert werden. Das Ausmaß der Wiederholungen ist nicht explizit dargestellt.

Eine kontinuierliche Validierung überprüft die aus der Design-FMEA gewonnene Einschätzung, ob die Konstruktion und die festgelegten Qualitätskriterien geeignet sind, die Bauteilfunktion sicherzustellen. Sie ist im Diagramm nicht explizit dargestellt.

**3 Beschreibung der Schritte im Projektablauf****1. Anforderungsprofil der Bauteile**

Die **Bauteilfunktion** soll beschrieben werden, im Sinne der Frage:

- »**Wozu** dient das Bauteil?«

Die Kenntnis der Bauteilfunktion ermöglicht

- das Verständnis für die sich daraus ergebenden Anforderungen,
- alternative Lösungen bzw. Kompromisse zwischen den unterschiedlichen Anforderungen (Bauteil, Fertigung, Prozess) zu entwickeln.

Die **Bauteilanforderungen** werden beschrieben im Sinne der Frage:

- »**Was** soll das Bauteil leisten?«

Grundlage ist die Bauteilfunktion.

Dabei muss das Anforderungsprofil auf solche Anforderungen reduziert werden, die mit dem Fügeprozess und den darin beteiligten Bauteilen in Zusammenhang stehen. Die Anforderungen sollen immer vollständig und eindeutig beschrieben werden (vgl. auch die Darstellung der Qualitätskriterien).

Typische Bauteilanforderungen sind z. B.:

- lösbare / unlösbare Fügeverbindung,
- mechanische Anforderungen: Zug, Druck, Vibration, Überdruck, Torsion ...,
- optische Anforderungen: Glanz, Abdrücke, Anschmelzungen, Verfärbungen ...,
- Maßhaltigkeit,
- Dichtigkeit,
- Partikelfreiheit,
- Funktionsanforderungen: Gängigkeit, Durchlässigkeit, Klemmung, Spielfreiheit, ...,
- ...

Die Bauteilanforderungen werden in einem Pflichtenheft festgehalten. Sie sind in dieser Form die weitreichende Grundlage für alle weiteren Schritte.

 Pflichtenheft Bauteil

**2. Anforderungsprofil der Fertigung**

Grundlage ist die Bauteilanforderung.

Die Fertigungsanforderungen werden beschrieben im Sinne der Fragen:

- »Wie viel Bauteile müssen produziert werden?«
- »Wo wird das Bauteil produziert?«
- »Welche Randbedingungen sind einzuhalten?«

Typische Fertigungsanforderungen ergeben sich aus Festlegungen von

- Produktionsmenge,
- Flexibilität bzgl. unterschiedlicher Stückzahlen,
- Fertigungszeit (Stunden je Tag, Woche, Jahr),
- Produktionsgeschwindigkeit,
- zulässige Ausschussraten,
- Verfügbarkeitsanforderungen,
- manuelle Arbeiten, Anzahl der Werker,
- Automatisierungsgrad,
- Fertigungsstandort,
- Fertigungskompetenz des Bedienpersonals,
- Flexibilität bzgl. unterschiedlicher Bauteilvarianten oder anderer Produktreihen,
- Materialfluss (Vorrat, Erreichbarkeit, Be- und Entladen, Ausschusstrennung, ...),
- Investitionskosten,
- ...

Die Fertigungsanforderungen werden in einem Pflichtenheft festgehalten. Sie sind in dieser Form die weitreichende Grundlage für alle weiteren Schritte.

 Pflichtenheft Fertigung

**3. Verantwortlichkeiten**

Die Verantwortlichkeiten sind festzulegen im Sinne der Frage

- »Wer ist für welchen Schritt zuständig?«

Ansprechpartner / Verantwortliche für das Gesamtprojekt und die einzelnen Schritte sind von Hersteller-/Lieferanten- und Kundenseite zu benennen und zu dokumentieren.

 Zuständigkeitsmatrix

**4. Bauteilkonzept**

Auf Grundlage der Funktions-, Bauteil- und Fertigungsanforderungen wird ein damit konsistentes Bauteilkonzept erstellt. Es beschreibt das Bauteil im Sinne der Fragen

- »Wie sollen die Anforderungen erfüllt werden?«
- »Womit sollen die Anforderungen erfüllt werden?«

Es wird ggf. mit den bereits feststehenden Fertigungsanforderungen abgeglichen.

Beschriebene Inhalte	Entscheidungshilfen
- Funktionsprinzip und dazugehörige Funktionsgruppen	
- Werkstoffauswahl Typ, Füll- und Zuschlagstoffe	DIN EN ISO 1043-1: Kunststoffe – Kennbuchstaben und Kurzzeichen – Teil 1: Basis-Polymere und ihre besonderen Eigenschaften Entwurf DIN EN ISO 1043-2: Kunststoffe – Kennbuchstaben und Kurzzeichen – Teil 2: Füllstoffe und Verstärkungsstoffe DIN EN ISO 11469: Kunststoffe – Sortenspezifische Identifizierung und Kennzeichnung von Kunststoff-Formteilen
- Herstellungsverfahren der einzelnen Fügepartner und damit einhergehende Fertigungstoleranzen	

Das Bauteilkonzept wird dokumentiert und durch Konzeptzeichnungen ergänzt.

 Bauteilkonzept

**5. Fertigungskonzept**

Auf Grundlage des Bauteilkonzepts und der Fertigungsanforderungen wird ein damit konsistentes Fertigungskonzept erstellt.

Das Fertigungskonzept greift soweit möglich der Prozessauslegung vor, durch

- Layoutskizze: Darstellung der Maschinen, ihrer verhältnismäßigen Größe und Ihrer Anordnung
- Liste der Arbeitsschritte: Zusammenstellung der form- und funktionsgebenden Arbeitsschritte
- Darstellung der bereits bekannten Qualitätskontrollen im Arbeitsplan.

 Fertigungskonzept

**6. Fügeverfahren auswählen**

Grundlage für die Auswahl des Fügeverfahrens ist ein mit den bisher bekannten Anforderungen übereinstimmendes Bauteilkonzept.

In diesem Schritt wird ein Fügeverfahren ausgewählt, welches neue verfahrensbedingte Anforderungen an das Bauteil stellt. Diese Anforderungen müssen mit dem bisherigen Konzept vereinbar sein, andernfalls muss ein anderes Fügeverfahren gewählt werden oder es muss ein alternatives Konzept erarbeitet werden.