

# Anforderungen: Erfassung, Aufbereitung und Bereitstellung für den Produktentwicklungsprozeß

Kruse, P.J.

Für das heutige, sehr stark vom Qualitätsgedanken bestimmte Verhältnis zwischen Hersteller und Kunde nehmen die Forderungen an ein zu entwickelndes Produkt eine zentrale Bedeutung ein. Ihre vollständige Erfassung, ihre problemgerechte Aufbereitung sowie ihre aufgabenspezifische Bereitstellung sind eine wichtige Voraussetzung für eine möglichst reibungslose Erstellung des Produktes und seine gute Akzeptanz durch den Kunden.

Examining the relationship between supplier and customer as it exists today, the heavy influence of quality demands becomes obvious. This imposes additional weight on the treatment of the requirements and specifications addressed towards a product. Their complete aquisition, their problem-adequate adaption and their task-specific supply are very important for a smooth development of the product and, furthermore, for a good acceptance by the customer.

## 1. Das Problem

Die Herstellung, Nutzung und Rückführung eines Produktes, sei es ein Kraftfahrzeug, eine Raumfähre, ein Dosenöffner oder ein Getriebe, wird durch die heute mögliche Technologie mehr oder minder beherrscht. Es gibt eine Vielzahl von Anbietern derartiger und anderer Systeme unterschiedlicher Komplexität. Das Know-How unter den Anbietern ist ähnlich, viele technische Zusammenhänge sind, durch Lehre und Forschung bedingt, inzwischen allgemein bekannt.

Trotzdem gibt es große Unterschiede in Qualität und Kundenakzeptanz dieser Systeme.

Ihre Qualität und Akzeptanz wird von vielen Einflußfaktoren bestimmt. Sie können aus folgenden Bereichen stammen:

- Dem Stand der Technik in dem betrachteten Gebiet;
- Den Erfordernissen oder dem Geschmack des

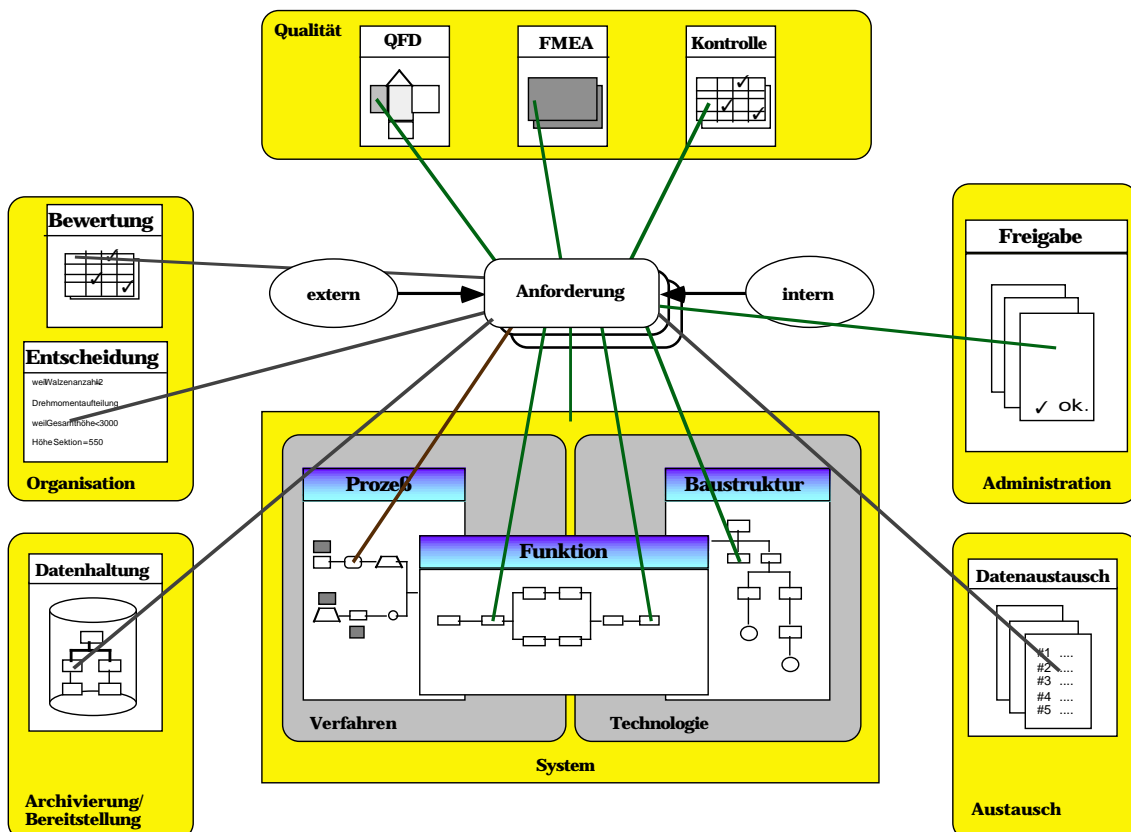


Bild 1.1: Mögliche Ziele von Anforderungen im Produktentwicklungsprozeß

- Kunden;
- den Fähigkeiten und Zielen des Unternehmens und seiner Auftragnehmer
  - den auf das System anzuwendenden Gesetzen und Richtlinien.

Aus dieser Aufzählung wird sehr schnell deutlich, wie groß die Anzahl und Vielfalt der Forderungen an ein Produkt sein kann. **Bild 1.1** zeigt die

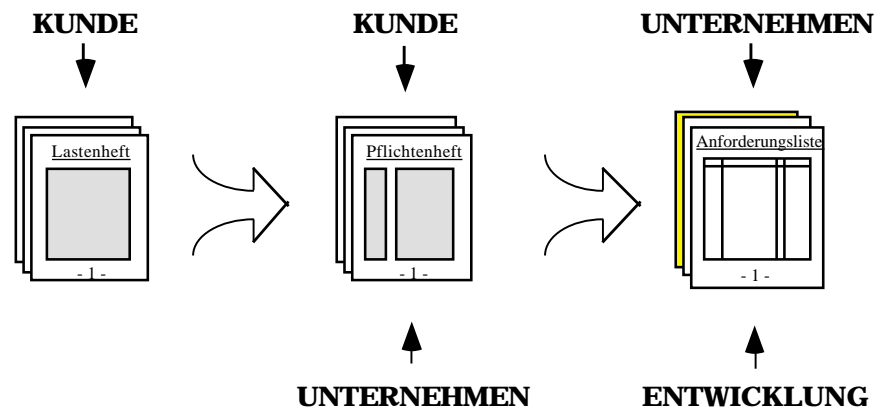
möglichen Ziele von Forderungen im Produktentwicklungsprozeß. Um diese Forderungen nun umzusetzen und die durch sie spezifizierten Merkmale im Produkt auch wiederzufinden, ist eine vollständige Erfassung, eine aufgabengerechte Umsetzung und eine effiziente Bereitstellung aller Forderungen zwingend erforderlich.

Aus der Sicht des Qualitätsmanagements steht die Produktqualität im Mittelpunkt des Interesses. Sie bedingt eine gute Entwicklungs- und Konstruktionsqualität. Diese Bedingung kann jedoch nur erreicht werden, wenn eine hohe Informationsqualität in den Entwicklungs- und Konstruktionsteams vorhanden ist. Ein Garant der Informationsqualität ist nun die Bereitstellung einer effizienten Forderungsstruktur für die unterschiedlichen Aufgabenstellungen.

## 2. Heutige Anforderungsbehandlung

Das Standardhilfsmittel zur Behandlung von Produktforderungen ist die Anforderungsliste, wie sie z.B. in /1/, /2/ und weiteren Quellen beschrieben ist. Ihr Weg ins Unternehmen geht über den in **Bild 1.2** dargestellten Formularzyklus Lastenheft-Pflichtenheft-Anforderungsliste. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Erfassung der Forderungen vom Kunden, Forderungen aus den Bereichen Unternehmen und Umgebung werden nur am Rande mit erfaßt.

Zum Füllen der Liste wurden bereits Fragenkataloge und -listen entwickelt, die durch viele Assoziationshilfen alle erforderlichen Soll-Eigenschaften des Systems ermitteln sollten (z.B. /2/, /3/). Nur für die weitere Verarbeitung der Forderungen in einer Prozeßkette der Produktentwicklung ist keine methodische Unterstützung vorhanden. Die Pflege des Forderungssatzes sowie die Bereitstellung der richtigen Forderung zum richtigen Zeitpunkt an den



**Bild 1.2:** Der Weg einer Anforderung in die Konstruktion

richtigen Bearbeiter bleibt der Maßgabe des Unternehmens selbst überlassen, wird jedoch häufig vernachlässigt.

Dies wiegt umso schwerer, als im gesamten Produktlebenszyklus die Anforderung das hauptsächlichste Kommunikationsmittel bei Änderungen oder Erweiterungen der Produkteigenschaften ist. Durch wenige spezifizierte Anforderungen und dadurch fehlende Informationen kommt es von Phase zu Phase in der Prozeßkette zu Fehlinterpretationen der bestehenden Forderungen und unzutreffende Erweiterung aus Sicht der Bearbeiter. Das Ergebnis erfüllt in keiner Weise die Forderung des Kunden, und ist deshalb auch qualitativ minderwertig.

## 3. Die Bedeutung von Anforderungen in technischen Aufgabenstellungen

Die Erfassung, Aufbereitung und Bereitstellung zur Nutzung von Anforderungen nimmt für eine effektive Produktentwicklung eine herausragende Bedeutung ein. Ohne die Definition eines Anforderungssatzes für eine technischen Aufgabenstellung ist die erfolgreiche Lösung des Problems mehr als fraglich. Diese Anforderungen müssen mit einfachen, zeitoptimalen und dennoch effizienten Methoden von allen am Projekt beteiligten Partnern ermittelt werden.

Die Tätigkeit der *Erfassung* von Anforderungen ist während der Projektbearbeitungszeit niemals abgeschlossen, sondern muß kontinuierlich, je nach Projektstadium mit mehr oder weniger Aufwand, ihre Fortsetzung finden, um für das bestehende Projekt als Referenz, Entscheidungshilfe und Entscheidungsdokumentation zu dienen, sowie für parallele und folgende Projekte Richtlinien zu definieren und Lösungsvorschläge zur Verfügung zu stellen.

Die Anforderungen von den Projektpartnern und der

externen Einflußgrößen des Projektes werden durch eine *Aufbereitung* dann nutzbar gemacht. Der größte Teil der Forderungen ist in der Form, wie er in das Projekt hineingetragen wird, nur bedingt zu nutzen. Ein Projektteam mit methodischer Unterstützung muß die Aufbereitung durchführen, um einen Entwicklungsablauf zielorientiert durchführen zu können. Die Aktivitäten für eine solche Aufbereitung gibt der Entwicklungskontext ebenso vor wie die durch ihn bestimmten Methodenelemente.

Ein dritter und entscheidender Punkt ist die *Bereitstellung* der Forderungen für die Phasen der Produktentstehung. Jeder Mitarbeiter muß jederzeit Zugriff auf die ihn betreffenden Forderungen haben, damit seine Leistungsfähigkeit und Kreativität in die richtigen Bahnen gelenkt werden. Dazu muß er alle mit diesen Forderungen in Beziehung stehenden Anforderungen im Zugriff haben, um Wechselwirkungen zwischen Produktelementen frühzeitig festzustellen und zu bearbeiten. Diese logistische Herausforderung wird durch die in der Produktentwicklung vorherrschende Teamarbeit noch erhöht, da hier zumeist mehrere Mitarbeiter an dem gleichen Problem arbeiten und die Teilaufgabenstellung des einzelnen Mitarbeiters aus einer passend aufbereiteten Anforderungssammlung erzeugt werden muß.

Bewertungen von Teillösungen müssen über entsprechend verfügbare Anforderungen einfach und, je nach Detailgrad der Lösung, entsprechend zügig durchführbar sein.

Man sieht deutlich, daß eine Erfüllung dieser Forderungen durch die heute übliche Anforderungssammlung in Form einer vielfach unstrukturierten Liste nicht erwartet werden kann, nichtsdestoweniger jedoch gerade in ihrer Erfüllung ein beachtliches und häufig vernachlässigtes Potential für rationelle, zielgerichtete Problemlösung in allen Bereichen liegt.

**Bild 1.1** zeigt die Eigenschaftsklassen eines Systems, an die Anforderungen gerichtet sein sollten. Die Bereiche unterteilen sich in:

- technische Merkmale: Merkmale der Produkt- oder Prozeßstrukturierung wie Anzahl der Bauteile, Montagevorrangfolge, Durchflußmenge oder Viskosität;
- administrative Merkmale: Festlegung z.B. von Terminen und Verantwortlichkeiten;
- organisatorische Merkmale: Bestimmung von

Arbeitsabläufen z.B. in Konstruktion oder Fertigung.

- qualitative Merkmale: Zuweisung von Methoden zur präventiven und prüfenden Qualitätserzeugung und -sicherung.
- datentechnische Merkmale: Festlegung des elektronischen Informationsaustausches zwischen den Teambereichen sowie externen Mitarbeitern (Zulieferern usw.); Festlegung der Archivierungsformate der anfallenden Daten.

Die geforderten Merkmale dieser Eigenschaftsklassen müssen über die im folgenden beschriebenen Aktivitäten so behandelt werden, daß sie in den Entwicklungsprozessen umsetzbar sind.

#### 4. Die Erfassung von Anforderungen

Die immer vorhandenen Vorstellungen der beteiligten Partner an einer Entwicklung zu kennen, ist für den Erfolg der Projektbearbeitung von sehr großem Wert, weil daran das System spätestens in der Endabnahme gemessen wird. Es ist deshalb aus Sicht des Auftragnehmers wichtig, folgende aus verschiedenen Sichten erzeugte Fragestellungen abzuklären:

- *Auftraggeber (Markt, Kunde)*
  - Welches sind die Forderungen des Kunden an dieses System ?
  - Wie gewichtet er seine Forderungen (z.B.: Was ist unbedingt erforderlich, was wichtig; was ist Wunsch) ?
  - Aus welchem Erlebnishorizont stellt der Kunde seine Anforderungen ? (Was ist seine Sicht auf das System (Einkauf, Technische Leitung, Detailbearbeiter); welche vergleichbaren Systeme der Konkurrenz kennt er; wie ist die Stellung des Fordernden im Kundenunternehmen; usw.)
  - Welche Randbedingungen für das System muß der Kunde beachten und daher auf deren Einhaltung bestehen ?
  - Welches sind weitere Marktanforderungen, die eine gute Positionierung des Systems am Markt sicherstellen können ?
- *Eigenes Unternehmen (Unternehmensführung, Abteilungen, Mitarbeiter)*
  - Paßt das zu entwickelnde System in die mittel- und langfristige Zielplanung des Unternehmens ?
  - Welche Möglichkeiten zur Realisierung der

Kundenforderungen sind vorhanden ? (Was können wir technisch und organisatorisch ?) ;

- Welche Randbedingungen sind immer zu beachten (z.B. kein CAD; kein Fertigungszentrum; usw.) ;
- Welche Bedingungen sind speziell oder temporär zu beachten (z.B. Urlaubszeit; keine Erfahrung mit Systemkomponenten; zur Zeit hohe Auslastung; Arbeitsraum der Fräse xy begrenzt; usw.);
- Welche Erfahrungen hat das Unternehmen mit dem Kunden bereits gemacht ? (Wie wichtig ist dieser Kunde ?)
- Welche Parameter haben die Systeme der Wettbewerber ? Wie sind diese Parameter im Vergleich mit der eigenen Entwicklung (oder der Zielrichtung einer solchen) zu bewerten ?

#### • *Umgebung*

- Welche Normen, Richtlinien und Gesetze finden bei diesem Auftrag Anwendung ? (z.B. Technische Regelwerke, Umweltrichtlinien, Rücknahmeverordnungen)

Aus den Fragestellungen ergeben sich folgende Ansprüche an eine Erfassung von Anforderungen:

#### Identifizierung

Jede Forderung in einer Anforderungsstruktur muß eindeutig identifizierbar sein. Diese Identifizierung wird bei der Erstellung einer Anforderung festgelegt und darf sich während der Bearbeitung des Projektes nicht ändern, um dauerhafte Bezüge auf diese Forderung zu ermöglichen.

#### Terminologie

Die Aufnahme der Anforderungen muß in der "Sprache des Fordernden" erfolgen können. Dies kann in günstigen Fällen die Fachterminologie der Systemumgebung sein, deren Umsetzung in Produktmerkmale einfach zu bewerkstelligen ist; in anderen Fällen müssen jedoch auch unscharfe Forderungen wie "schön", "einfach" usw. erfaßbar sein.

#### Beziehungen

Es müssen bereits zum Zeitpunkt der Erfassung einer Forderung verschiedene Beziehungsarten definierbar sein. Diese Beziehungen werden jedoch zu diesem Zeitpunkt nur festgestellt und nicht erzeugt.

**Bild 4.1** zeigt die möglichen Beziehungen in einer Forderungsstruktur.

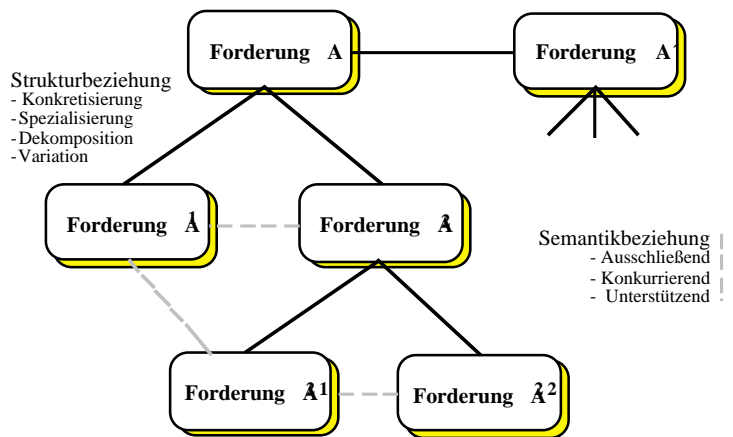


Bild 4.1: Mögliche Beziehungen zwischen Forderungen

#### Bezug

Die "Kundenanforderungen" können nicht 'im leeren Raum' formuliert werden, sondern müssen direkt an eine abstrakte oder konkrete Eigenschaft des Gesamtsystems, einer Systemkomponente oder eines Systemaspektes in einer bestimmten Sicht gerichtet werden. Ist, wie bei einer Neukonstruktion üblich, das bezogene Forderungsobjekt, nämlich das Bauteil oder die Baugruppe, noch nicht konzipiert, so muß ein entsprechendes Entwicklungsobjekt definiert werden, das dann eine dieser Forderung entsprechende Eigenschaft erhält. Dieses Entwicklungsobjekt muß nicht zwingend eine fertigbare Einheit beschreiben, sondern kann auch z.B. einen logischen Raum definieren. Damit wird dem Kunden die Auswirkung seiner Forderung deutlich vor Augen geführt und eine mögliche Unsicherheit bei der Forderungsdefinition erkannt und hinterfragbar.

#### Sicht

Für die Anforderung sollte festgehalten werden, aus welcher Sicht auf das Entwicklungsobjekt die Definition der Forderung erfolgte. Die Sichten können z.B. auf Funktionen, Lösungselemente oder Gestalteeigenschaften gerichtet sein. Die Sichten fassen durch Anforderungen definierte Eigenschaften zusammen und erlauben dadurch eine Filterung der Forderungen z.B. nach Unternehmensbereichen.

#### Wertigkeit

Jede vom Kunden, dem Unternehmen sowie der Umwelt definierte Forderung muß möglichst vom Fordernden sogleich bewertet werden, um sehr wichtige und weniger wichtige Erfüllungskriterien zu identifizieren.

Aufwand

Der Aufwand zur Erfassung der Anforderungen muß aus Sicht des Kunden dem System entsprechen. Zum Beispiel wäre für die Entwicklung und Produktion einer komplexen verfahrenstechnischen Anlage ein höherer Aufwand zur Anforderungsermittlung vertretbar und erforderlich als für die Anpassungskonstruktion einer Lagereinheit eines Getriebes.

**5. Die Aufbereitung von Anforderungen**

Ist eine Anforderung erfaßt oder in der Entwicklung, Herstellung, dem Gebrauch oder der Rückführung erzeugt, so sollte sie vor ihrer Umsetzung aufbereitet werden. Eine detaillierte Aufbereitung der Anforderungen wird dabei folgenden Hauptzielen dienen:

1. Der strukturierten Sammlung aller Anforderungen an ein System für eine möglichst vollständige und konsistente Arbeitsgrundlage sowie Vertrags- und Gewährleistungsdefinition (siehe z.B. /4/);
2. Der Erzeugung von konsistenten und in die Gesamtaufgabe integrierten Teilbereiche der Forderungstruktur als handhabbare Arbeitsmittel in den einzelnen Entwicklungsphasen;
3. Der Vermeidung von Über- oder Untererfüllung von Forderungen des Auftraggebers sowie zur Sicherstellung einer hohen Produktqualität (siehe z.B. /5/)
4. Der Festlegung eines einheitlichen Kommunikationsmediums in und zwischen allen Produktlebensphasen (Kommunikation durch Anforderungen);
5. Der Änderung der Beziehungen von

Anforderungen (siehe unten) zur Erweiterung des Lösungsraumes und damit zur Definition neuer Lösungen;

6. Der Dokumentation von Anforderungen zur Verdeutlichung und Speicherung getroffener Entscheidungen (Grundlage zur Erstellung eines Entscheidungsbaumes).
7. Der Dokumentation von Anforderungen als Suchkriterien für einen Lösungsspeicher realisierter Entwicklungsobjekte nach Art der Lösungselemente (Konstruktionsfeatures, siehe hier /6/)

Die Ansprüche an eine Aufbereitung sind analog zu den in 4. festgehaltenen Forderungen definiert; die aus der Sicht der Erfassung erstellte noch sehr unvollständige Forderungsstruktur muß hier in eine konsistente Arbeitsgrundlage der Entwicklung umgesetzt werden.

Die Aufbereitung dient der effektiven Bereitstellung von Forderungen zur Optimierung des Entwicklungsablaufes und damit der Sicherstellung der Qualität eines Systems. Für die Bestimmung der Qualität einer Anforderungsstruktur sind Beurteilungskriterien im Rahmen der Aufbereitung zu ermitteln, auf die hier jedoch nicht weiter eingegangen werden soll.

**6. Die Bereitstellung von Anforderungen**

Alle in den beiden vorherigen Kapiteln beschriebenen Aktivitäten zur Erfassung und Aufbereitung von Anforderungen dienen nur dem Zweck, sie im Laufe einer Entwicklung und folgenden Herstellung, Nutzung und Rückführung "verarbeiten", also realisieren, modifizieren oder zurückweisen zu können. So wird für den Kunden ein System erstellt, das seinen geäußerten Vorstellungen entspricht und damit für diesen Kunden (und hoffentlich auch für weitere) qualitativ hochwertig ist.

In **Bild 6.1** sind die Bereiche dargestellt, an die Anforderungen gerichtet sein können und die deshalb auch bestimmte Sichten auf die

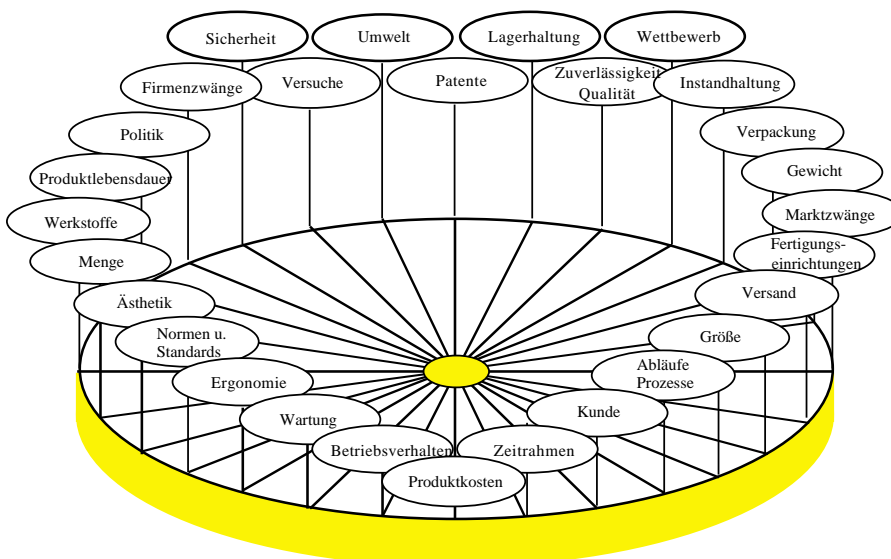


Bild 6.1: Mögliche Bereiche der Anforderungsdefinition (nach /7/)

Bereitstellung der Forderungen haben. Diese Sichten sind unterschiedlich motiviert und haben daher auch unterschiedliche Forderungen an die Bereitstellung.

Die Hauptnutzer für die aufbereiteten Forderungen sind in der *Systemerschaffungsphase*, also der Entwicklung und Herstellung, zu finden. Die in der Aufbereitung ergänzten/erzeugten Informationen und Methoden versetzen den Entwickler in die Lage, mehrere zur Zeit sequentiell ausgeführte Arbeitsschritte der methodischen Entwicklung parallel auszuführen und zu dokumentieren, ohne den so wichtigen Überblick über das Gesamtsystem zu verlieren.

Das *Projektmanagement* hat die Aufgabe, in enger Zusammenwirkung mit der Organisation des Projektes Leitungsvorgaben zu machen, die natürlich auch den "Geleiteten" schnell und aktuell mitgeteilt werden müssen. Die Anforderungsstruktur sollte eine Kommunikations- und Unterstützungsbasis für diese Aufgaben darstellen.

Die *Organisation* des Projektes muß neben der Planung des Arbeitsablaufes auch die Methoden und Methodenelemente zur Projektbearbeitung vorgeben. Um das zu realisieren, ist die Formulierung von Anforderungen, die allen Projektmitarbeitern aktuell zugänglich sind, notwendig.

Ein wichtiger Aspekt der Systementwicklung ist das Sicherstellen der *Qualität* des Systems. Da Qualität die Erfüllung der Anforderungen darstellt, ist der Bezug zur Forderungsstruktur und eine entsprechende Bereitstellung sofort transparent.

Neben der Nutzung einer Forderungsstruktur für die Teams im Hause ist es unbedingt erforderlich, durch *Datenaustausch* einem Unterauftragnehmer den Teil der Forderungsstruktur, der seine Teilaufgabe betrifft, vollständig, konsistent und redundanzfrei zur Verfügung zu stellen.

Für Mittel- und langfristig angelegte Systeme ist eine effiziente *Datenhaltung* von großer Bedeutung. Auch nach Jahren muß die Systemerstellung und deren Unterlagen noch nutzbar zur Verfügung stehen, auch wenn die Werkzeuge für ihre Erstellung geändert wurden.

## 6. Zusammenfassung

Die effiziente Nutzung von Anforderungen in der Erstellung eines Systems erfordert eine bestimmte Methode der Verwaltung dieser dynamischen Arbeitsgrundlage. Besonders vor dem Hintergrund präventi-

ver Qualitätsmanagementtechniken ist ein Werkzeug erforderlich, das den Mitarbeitern alle für ihre jeweilige Aufgabe erforderlichen Vorgaben und Randbedingungen zur Verfügung stellt. Die vorgeschlagene Methode der Erfassung, Aufbereitung und Bereitstellung von Anforderungen im Produkterstellungszyklus ermöglicht die Umsetzung eines solchen Werkzeuges, sowohl mit konventionellen als auch mit rechnerunterstützten Hilfsmitteln.

## Literatur

- /1/ Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre, Springer-Verlag, Berlin 1993
- /2/ N.N.: VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, VDI-Verlag, Düsseldorf 1993
- /3/ Roth, K.H.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen - Teil 1: Konstruktionsmethodik, Springer-Verlag, Berlin 1994
- /4/ N.N.: Normen zum Qualitätsmanagement und zur Qualitätssicherung - EN ISO 9000 - 9004, Beuth-Verlag, Berlin 1994
- /5/ Akao, Y.: Quality Function Deployment, Verlag Moderne Industrie, Landsberg 1992
- /6/ Schulte, M.; Stark, R.: Definition und Anwendung höherwertiger Konstruktionselemente (Design Features) am Beispiel von Wellenkonstruktionen, Schriftenreihe Produktionstechnik, Universität des Saarlandes, Saarbrücken 1993
- /7/ Dieter, G.E.: Engineering Design: A Materials and Processing Approach, McGraw-Hill, New York 1991