



Anforderungen an das Qualitätsmanagement der Softwareentwicklung

Produkt- und Prozeßnormen

Michael Bächle

Herausgeber:

**Professor Dr. Bernd Jahnke, Universität Tübingen
Abteilung für Betriebswirtschaftslehre, insb. Wirtschaftsinformatik,
Melanchthonstraße 30, 72074 Tübingen,
Telefon: 07071/2975422, Telefax: 07071/21229
E-Mail jahnke@uni-tuebingen.de
WWW <http://www.uni-tuebingen.de/uni/w04/wi/leitung.html>**

Anforderungen an das Qualitätsmanagement der Softwareentwicklung

Produkt- und Prozeßnormen

von

Dr. Michael Bächle

Abteilung für Betriebswirtschaftslehre,
insb. Wirtschaftsinformatik,
Universität Tübingen

michael.baechle@uni-tuebingen.de

Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über die wichtigsten Normen und Standards für das Qualitätsmanagement von softwareproduzierenden Unternehmen. Ausgehend von der Präzisierung des Begriffs „Softwarenorm“ wird eine Klassifikation für Normen und Standards vorgestellt. Darauf aufbauend werden zunächst wichtige Produktnormen erörtert. Dem folgt eine umfassende und detaillierte Darstellung und Diskussion der wichtigen Normenreihe DIN EN ISO 9000 bis 9004. Der Beitrag schließt mit der Ableitung von drei betriebswirtschaftlich relevanten Anforderungen an ein Konzept des Qualitätsmanagements der Entwicklung informationstechnikgestützter Informationssysteme.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
1 State of the Art	1
2 Qualitätsnormen für Software	2
2.1 Begriff der Softwarenorm	2
2.2 Bestehende Normen für die Softwarequalität	3
2.2.1 ANSI/IEEE-Standards zur Dokumentation von Prozeß und Produkt	3
2.2.2 DIN 66 285 Anwendungssoftware - Gütebedingungen und Prüfbestimmungen	4
2.2.3 DIN 66 272 (ISO/IEC 9126 : 1991) Bewerten von Softwareprodukten	5
3 Allgemeine Anforderungen der Qualitätsnorm DIN EN ISO 9001	8
3.1 Konzept der Normenreihe DIN EN ISO 9000 - 9004	8
3.2 Einzelanforderungen nach DIN EN ISO 9001	10
4 Mindestanforderungen an ein Qualitätsmanagement- konzept	18
Literatur	20
Bisher erschienene Arbeitsberichte	22

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Modell des Bewertungsprozesses der Softwarequalität nach DIN 66 272	7
Abb. 2:	Gründe für die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems	8
Abb. 3:	Konzept der Normenreihe DIN EN ISO 9000 - 9004	10
Abb. 4:	Einzelanforderungen der DIN EN ISO 9001 (lt. DIN EN ISO 9000, Teil 3)	12

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Qualitätseigenschaften nach DIN 66 272	6
Tab. 2:	Vergleich von DIN EN ISO 9001, 9002 und 9003	11

1 State of the Art

Softwarequalitätsmanagement muß über die rein technische Dimension der Qualitätssicherung hinausgehen, sollen die Vorteile des Total Quality Managements auch in der Softwareentwicklung zur Geltung kommen. Dies erfordert die Entwicklung eines Modells für das Management der Softwarequalität.

Erste, allerdings noch recht allgemeine Ansätze zur Entwicklung von Qualitätsmanagementmodellen bzw. -systemen wurden von der International Organization for Standardization mit der Normenreihe ISO 9000-9004 bereits entworfen. Dieses Normenwerk befaßt sich mit dem Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems und basiert auf dem Grundgedanken des Total Quality Managements. Die Normenreihe ist allerdings nicht in ihrer Gesamtheit auf die Softwareentwicklung anwendbar, weshalb im folgenden lediglich die relevanten Teile vorgestellt werden sollen. Daraus ergeben sich spezifische Mindestanforderungen, welche durch ein Modell des Softwarequalitätsmanagements zu erfüllen sind.

Normen für die Softwareentwicklung wurden in den letzten Jahren in verstärktem Maße entwickelt und vorgeschlagen. Dies liegt an der zunehmenden wirtschaftlichen und technischen Bedeutung von informationstechnikgestützten Informationssystemen. Eine Vielzahl der Normen wurde zunächst für sicherheitstechnische Anforderungen bei sicherheitskritischen Informationssystemen (wie im Bereich der Prozeßsteuerung von Kernkraftwerken) entwickelt. Im Kontext der Arbeit sind allerdings nur solche Normen von Interesse, die, neben ISO 9000-9004, für informationstechnikgestützte Informationssysteme in betriebswirtschaftlichen Einsatzbereichen von Unternehmen von Bedeutung sind.

Ausgehend von einem Überblick über die Begriffe Norm bzw. Standard im Kontext der Softwareentwicklung werden die für deutsche Softwareunternehmen wichtigsten Normen bzw. Normenreihen neben der ISO 9000-Reihe kurz erläutert. Daran schließt sich die Darstellung der international bedeutsamen Normen ISO 9000-9004 für das Softwarequalitätsmanagement an. Insbesondere wird die Norm ISO 9001 in Verbindung mit ISO 9000, Teil 3 erläutert. Darauf aufbauend werden drei Mindestanforderungen an ein Modell des Qualitätsmanagements der Softwareentwicklung abgeleitet.

2 Qualitätsnormen für Software

2.1 Begriff der Softwarenorm

Eine Softwarenorm wird als Beschreibung von (Teil-) Aspekten des Softwareentwicklungsprozesses bzw. -produktes verstanden, die den aktuellen Stand der Technik widerspiegelt. Normen entstehen durch Vereinbarungen interessierter Institutionen und werden zum allgemeinen Gebrauch detailliert beschrieben (Normungsprozeß). Demgegenüber wird der Begriff Standard manchmal für formlose Übereinkommen oder weniger stark formalisierte Vereinbarungen verwendet. Hier sollen jedoch, dem internationalen Sprachgebrauch entsprechend, beide Begriffe synonym verwendet werden.

Die Erstellung von Normen kann betriebswirtschaftlich oder wirtschaftspolitisch motiviert sein. Betriebswirtschaftlich motiviert bedeutet, daß ein Unternehmen für eigene Zwecke (u.U. auf externen Standards basierend), ein Verband für seine Mitglieder oder eine öffentliche Körperschaft für die öffentliche Verwaltung vorgesehene Standards entwickelt und festlegt. Wirtschaftspolitisch motiviert bedeutet, daß nationale bzw. internationale Normungsstellen die Normung im Sinne einer Lenkungs Aufgabe (wirtschaftspolitisches Instrument) ausüben.¹

Die Verbindlichkeit einer Norm kann sich aus den folgenden Gründen ergeben:

- Gesetzliche Bestimmungen;
- Abhängigkeitsverhältnisse (z.B. bereits vorhandene Hardwarekonfiguration);
- Marktanforderungen (Innovativer Wettbewerb: Das Mitmachen kann neue Märkte erschließen. Imitierender Wettbewerb: Der Markt verlangt die Einhaltung von bestimmten Normen. Die Norm wird zum Vertragsbestandteil, deren Nichteinhaltung zum Marktausschluß führen kann).

Nach inhaltlichen Gesichtspunkten lassen sich Normen im Bereich der Softwareentwicklung wie folgt untergliedern:²

- Begriffsnormen, z.B. DIN 8402;
- Prozeßnormen, z.B. DIN EN ISO 9000-9004;
- Verfahrensnormen, z.B. ISO 10 011;
- Produktnormen, z.B. DIN 66 285;
- Vertragsnormen, z.B. die BVB³ des Bundesministers des Innern.

1 Vgl. *Bons/Salman*, Software-Normen, 1992, S. 402.

2 Vgl. *Bons/Salman*, Software-Normen, 1992, S. 403.

3 Besondere Vertragsbedingungen

Darüber hinaus gibt es in einer Reihe von Ländern noch Regelungen zur Computersicherheit, auf die hier allerdings nur hingewiesen wird.¹ Diese erstrecken sich hauptsächlich auf Datensicherheits- und Datenschutzfragen. Sie sind somit zwar für die Softwarequalität relevant, betreffen jedoch nur zu einem geringen Ausmaß die Problematik des Softwareentwicklungsprozesses.

2.2 Bestehende Normen für die Softwarequalität

Neben der ISO 9000-Reihe besteht eine Vielzahl weiterer Normen, welche unabhängig von ihr erstellt wurden, sie aber inhaltlich sinnvoll ergänzen können.

2.2.1 ANSI/IEEE-Standards zur Dokumentation von Prozeß und Produkt

Bereits seit längerem gibt es die ANSI/IEEE-Standards zur Dokumentation von Softwareentwicklungsprozessen.² Diese Standards sind wegen ihres hohen Konkretisierungsgrades geeignet, die ISO-Normenreihe zu ergänzen. Beispiele sind:

- ANSI/IEEE-Std 730-1984 (Software Quality Assurance Plans) definiert Anforderungen an Verantwortlichkeiten sowie eine Gliederung zum Inhalt eines Qualitätssicherungsplans;
- ANSI/IEEE-Std 828-1983 (Software Configuration Management Plans) liefert konkrete Verfahrensnormen zur Verwaltung von Softwarekonfigurationen;
- ANSI/IEEE-Std 829-1983 (Software Test Documentation) nennt Forderungen an den Aufbau und Inhalt von Testdokumenten;
- ANSI/IEEE-Std 1012-1986 (Software Verification and Validation Plans) liefert eine Systematik zur Durchführung von Aktivitäten zur Verifizierung und Validierung im gesamten Softwarelebenszyklus;
- ANSI/IEEE-Std 1058.1-1987 (Standard for Software Project Management Plans) definiert Forderungen an Aufbau und Inhalt des Projektplans.

Daneben gibt es eine Reihe von Normen für Zwischen- und Endprodukte, wie ANSI/IEEE-Std 830-1984 (Software Requirements Specification), die einen Leitfaden zur methodischen Erstellung von Softwareanforderungen darstellt.

1 Das "Orange Book" des NCSC (National Computer Security Center) der USA legt vier Sicherheitsklassen (D, C, B, A) mit Unterklassen (C1, C2, B1, B2, ...) fest, die hierarchisch aufeinander aufbauen. Die höchste Sicherheitsstufe gilt in Kategorie A. In Deutschland hat das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) seit 1991 die Aufgaben im Bereich der Informationssicherheit übernommen. Es übt Beratungsfunktionen zu diesem Themenbereich für Behörden aus und bietet Dienstleistungen für Hersteller von informationstechnikgestützten Produkten an. Evaluationskriterien sind die ITSEC (Information Technology Security Evaluation Criteria) . Vgl. *Döttinger/Hohler, Zertifizierung*, 1993, S. 194; Hohler, *Zertifizierung*, 1993, S. 72ff.

2 Zu einzelnen Normen siehe auch das Sammelwerk *Institute of Electrical and Electronics Engineers (Eds.), Engineering Standards*, 1987.

Die ANSI/IEEE-Normen sind detailliert und basieren auf praktischen Erfahrungen in der Softwareentwicklung. Leider ist ihre Terminologie auf europäische bzw. deutsche Verhältnisse teilweise nur schwer übertragbar.¹ Darüber hinaus fehlt es an einem deutschsprachigen Begriffsstandard, der eine Übertragung erst ermöglichen würde. Der deutschsprachige Normungsprozeß konzentriert sich bislang vor allem auf Spezialbereiche.

2.2.2 DIN 66 285 Anwendungssoftware - Gütebedingungen und Prüfbestimmungen²

Die DIN 66 285 legt Mindeststandards für Gütebedingungen fest. Sie enthält Muß- und Soll-Forderungen an das Softwareprodukt. Die Gütebedingungen betreffen die Produktbeschreibung, die Produktdokumentation sowie Programme und Daten. Die Norm richtet sich somit an das fertige Softwareprodukt und enthält keinerlei Vorschriften für den Erstellungsprozeß. Als Anwendungsbereich der DIN 66 285 werden ausschließlich Anwendungssoftware und Dienstprogramme (z.B. für Datenverwaltung) genannt. Software für Sicherheitstechnik oder hardware-integrierte Steuerungssoftware (sog. "embedded software") sind von der Norm ausdrücklich ausgenommen.

Zunächst werden Anforderungen an die Produktbeschreibung gestellt. Sie sollen dem Interessenten bzw. Anwender bei der Beurteilung der Produkteignung für seine Zwecke helfen und dem Prüfer als Prüfgrundlage dienen. In der Produktbeschreibung sind Arbeitsaufgabe, Leistungen und Merkmale (wie Funktionsumfang, Grenzwerte, Datensicherungsmaßnahmen, Benutzungsschnittstelle usw.), vorausgesetzte Konfigurationen und Kenntnisse, Form und Umfang der Lieferung sowie Installation und Wartung genau festzulegen. Die Dokumentation muß alle zur Nutzung des Produkts erforderlichen Angaben enthalten. Als Muß-Forderungen sind die Qualitätseigenschaften Widerspruchsfreiheit, Fehlerfreiheit und Vollständigkeit zu erfüllen. Soll-Forderungen sind Verständlichkeit, Konsistenz und Übersichtlichkeit. Diese Qualitätseigenschaften wurden allerdings nur deshalb als Soll-Forderungen definiert, weil ihre Erfüllung kaum eindeutig und nachvollziehbar nachzuweisen ist.

Ebenfalls auf mehrere Qualitätseigenschaften beziehen sich die Gütebedingungen für die Programme und Daten. Muß-Forderungen gelten bezüglich der Installation (falls sie vom Anwender auszuführen ist), Funktionalität (Ausführbarkeit der angegebenen Funktionen), Korrektheit, Konsistenz (Widerspruchsfreiheit) sowie Zuverlässigkeit und Robustheit. Besondere Anforderungen werden an die Zuverlässigkeit des Informationssystems gestellt: Das System darf auch unter Grenzbelastung oder bei fehlerhafter Eingabe niemals in einen vom Benutzer nicht beherrschbaren Zustand übergehen. Die Anforderungen

1 Dies trifft zum Beispiel auf die im Amerikanischen übliche Unterscheidung zwischen software error, software failure und software fault zu. Im Deutschen gibt es hierfür nur den undifferenzierten Sammelbegriff des Softwarefehlers.

2 Vgl. *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN 66 285, 1990. Ein Verfahren zur Prüfung der Qualität nach DIN 66 285 wird in *Lindermeier*, Softwareprüfung, 1993, vorgestellt.

an die Verständlichkeit (von Abfragen, Ergebnissen, Systemmeldungen), Übersichtlichkeit (Anzeige von Systemstatus, Unterscheidbarkeit der Systemmeldungen, Art der Informationsdarstellung) und Steuerbarkeit (Auswahl, UNDO-Funktion bzw. Warnungen bei Funktionen mit schwerwiegenden Wirkungen) sind lediglich Soll-Forderungen.

Die Güteprüfung von Software nach DIN 66 285 ist eine typische Produktprüfung. Es wird lediglich das Endprodukt, nicht jedoch der Entwicklungsprozeß geprüft. Dies ist aus Sicht des Anwenders sicherlich völlig ausreichend, da er nur an der Qualität des Endprodukts interessiert ist. Für das Qualitätsmanagement reicht die Norm jedoch nicht aus, da sie nicht während des Entwicklungsprozesses eingesetzt werden kann. Die Norm bietet keine inhaltlich relevanten Informationen für qualitätsbezogene Managemententscheidungen im Prozeßablauf.

2.2.3 DIN 66 272 (ISO/IEC 9126 : 1991) Bewerten von Softwareprodukten¹

Diese Norm ist keine Anwendungsnorm in dem Sinne, daß alle in ihr genannten Qualitätseigenschaften von jedem Softwareprodukt erfüllt werden müssen. Die Qualität eines Softwareprodukts wird als gut bezeichnet, wenn es die beschriebenen Eigenschaften in solchem Maße aufweist, daß es damit den Erfordernissen seiner Anwendung gerecht wird. Mit der Norm wird gewissermaßen Abschied von der (unrealistischen) Forderung genommen, Softwarequalität nur dann beurteilen zu können, wenn quantitative Meßgrößen für die einzelnen Merkmale vorhanden sind. „Der Stand der Technik gestattet es noch nicht, quantitative Meßgrößen für alle Merkmale zu normen. Anforderungen und Beschreibungen können auch qualitativ sein.“²

DIN 66 272 unterscheidet drei verschiedene Interessengruppen für die Bewertung der Softwarequalität: Anwender, Entwickler und Manager. Dabei hebt die Norm in besonderem Maße auf die Sichtweise des Managements ab, das die Qualität unter Beachtung der vorgegebenen Grenzen für Kosten, Arbeitsaufwand und Zeit optimieren will.³

Die in der Norm aufgezählten Qualitätseigenschaften können auf jede Art von Software angewendet werden. Dazu definiert DIN 66 272 insgesamt sechs Qualitätseigenschaften (mit minimaler Überschneidung). Nachfolgende Normen sollen sich mit der Messung dieser Eigenschaften befassen. Die Qualitätseigenschaften und ihre jeweilige Definition können Tab. 1 entnommen werden.⁴

1 Vgl. *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN 66 272, 1994.

2 *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN 66 272, 1994, S. 1.

3 Vgl. *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN 66 272, 1994, S. 5.

4 Vgl. *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN 66 272, 1994, S. 4f, 7ff; *Hohler, Zertifizierung*, 1993, S. 59.

Da für unterschiedliche Arten von Software (z.B. Echtzeitsysteme, Dialogsysteme, Batchsysteme) die Bedeutung der einzelnen Qualitätseigenschaften unterschiedlich groß ist, muß deren jeweilige Gewichtung dem konkreten Softwareprodukt gerecht werden. Falls geeignete Qualitätsmaße nicht zur Verfügung stehen und auch nicht entwickelt werden können, sollen verbale Beschreibungen oder Faustregeln benutzt werden.¹

Tab. 1: Qualitätseigenschaften nach DIN 66 272

Hauptmerkmal	Beschreibung
Funktionalität	Vorhandensein eines Satzes von Funktionen mit spezifizierten Eigenschaften
Zuverlässigkeit	Fähigkeit der Software, ihr Leistungsniveau unter festgelegten Bedingungen über einen festgelegten Zeitraum aufrecht zu erhalten
Benutzbarkeit	Aufwand der zur Benutzung erforderlich ist und individuelle Beurteilung einer Benutzung durch die vorausgesetzte Benutzergruppe
Effizienz	Verhältnis zwischen Leistungsniveau der Software und dem Umfang der eingesetzten Betriebsmittel unter festgelegten Bedingungen
Änderbarkeit	Aufwand, der zur Durchführung vorgegebener Änderungen notwendig ist
Übertragbarkeit	Eignung der Software, von einer Umgebung in eine andere übertragen zu werden

Je nach Sichtweise der Interessengruppe ist auch die Beurteilung der Softwarequalität unterschiedlich. DIN 66 272 zeigt den prozessualen Charakter der Qualitätsbeurteilung von Software auf (vgl. Abb. 1).

Dieser Prozeß besteht aus drei Phasen:

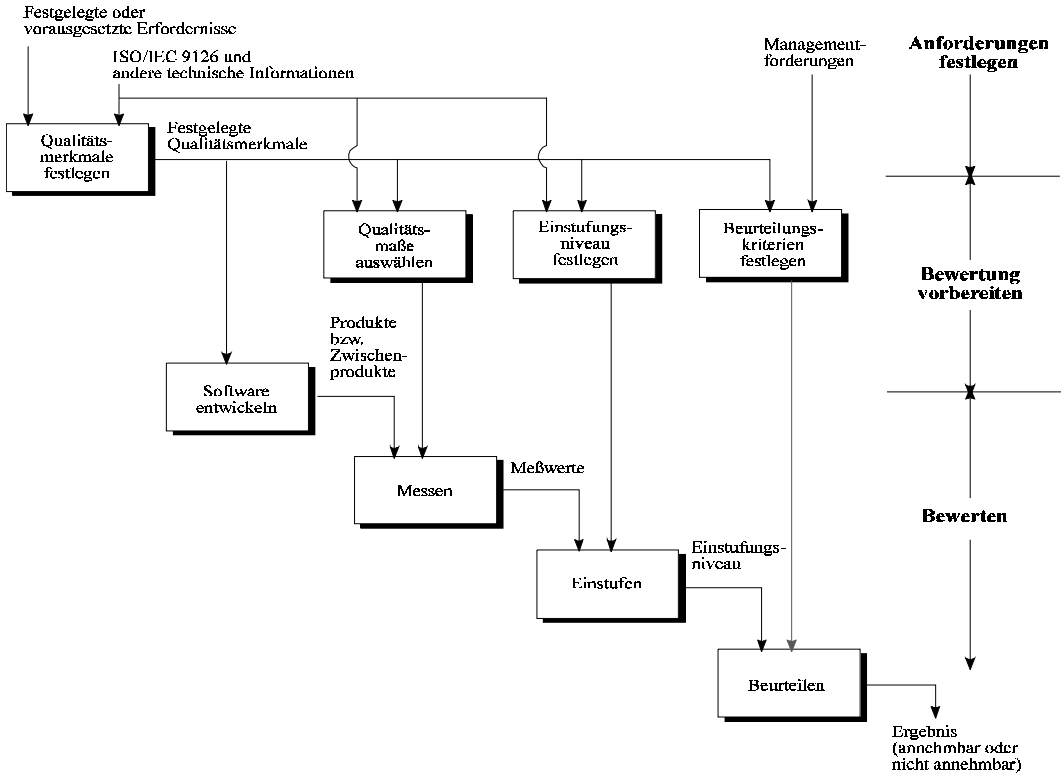
- Festlegung der Qualitätsanforderungen,
- Vorbereitung der Bewertung und
- Bewertung.

Die Vorbereitung der Bewertung schließt die Auswahl von Qualitätsmaßen (hierzu werden auch ordinal skalierbare Maße als geeignet betrachtet), die Festlegung der Qualitätsstufen (Untergliederung der Skalen in Bereiche, die den jeweiligen Stufen der Anforderungserfüllung entsprechen) und die Festlegung der Bewertungskriterien (z.B. gewichtete Durchschnittswerte) ein. Daran anschließend findet die eigentliche Bewertung mit den Teilschritten Messen, Einstufen und Beurteilen statt. Während die Messung weitestgehend objektiv (zumindestens intersubjektiv) möglich sein sollte, sind Einstufung und Beurteilung der Meßergebnisse abhängig von der Interessenlage der jeweiligen Interessengruppe. Als Einstufungsniveau für die Meßwerte werden „voll geeignet“, „gut geeignet“, „ausreichend geeignet“ und „schlecht geeignet“ vorgeschlagen. Die Beurteilung „ist der letzte Schritt des Prozesses zum Bewerten eines Softwareprodukts. Die ermittelten Einstufungsniveaus werden zusammengefaßt. Das Ergebnis ist eine Aussage über die Qualität des Softwareprodukts. Die zusammengefaßte Qualität wird mit anderen

¹ Vgl. *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.), DIN 66 272, 1994, S. 5.*

Faktoren wie Zeit und Kosten verglichen. Schließlich wird eine Managemententscheidung auf der Basis von Managementkriterien getroffen. Das Ergebnis ist eine Entscheidung darüber, ob das Softwareprodukt abgenommen oder freigegeben wird oder nicht.“¹

Abb. 1: Modell des Bewertungsprozesses der Softwarequalität nach DIN 66 272²



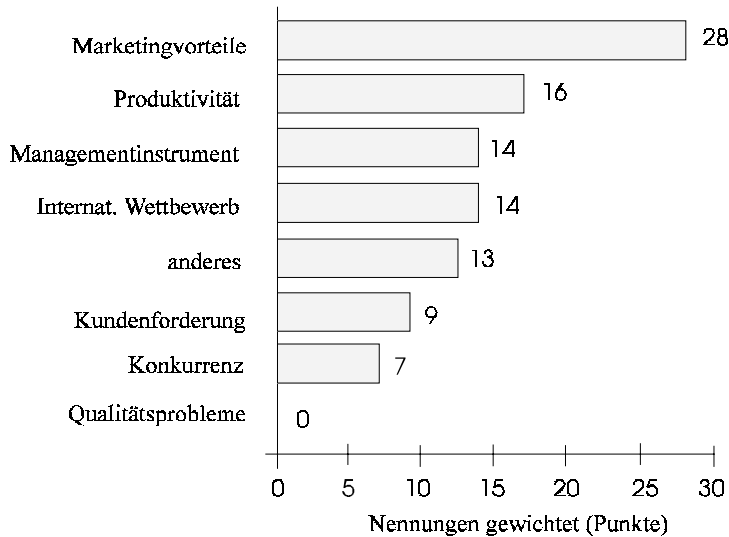
1 Deutsches Institut für Normung (Hrsg.), DIN 66 272, 1994, S. 7.

2 Modifiziert entnommen aus Deutsches Institut für Normung (Hrsg.), DIN 66 272, 1994, S. 6.

3 Allgemeine Anforderungen der Qualitätsnorm DIN EN ISO 9001

Nachdem der Gedanke der Einführung, Normung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen in der Bundesrepublik Deutschland lange Zeit auf Widerstand stieß, findet heute die Normenreihe DIN EN ISO 9000-9004 zur Einführung von Qualitätsmanagementsystemen auch in Softwareunternehmen zunehmende Verbreitung. Die Hauptgründe für eine Zertifizierung des Qualitätsmanagements können Abb. 2 entnommen werden. Die empirischen Ergebnisse der in Abb. 2 vorgestellten Studie legen den Schluß nahe, daß mit der Einführung und Zertifizierung eines Qualitätsmanagementsystems zumeist ein externer Nutzen (im Sinne von Wettbewerbsvorteilen) beabsichtigt wird. Der Lösung von Qualitätsproblemen scheint dabei keine nennenswerte Bedeutung beigemessen zu werden.¹ Vor diesem Hintergrund ist deshalb die Frage zu klären, welchen Beitrag die Normenreihe zum Aufbau eines Softwarequalitätsmanagements inhaltlich überhaupt zu leisten vermag und welche Schlußfolgerungen hieraus zu ziehen sind.

Abb. 2: Gründe für die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems²



3.1 Konzept der Normenreihe DIN EN ISO 9000 - 9004

Der dringende Wunsch nach Vereinheitlichung der bisherigen Qualitätsmanagementsysteme, sowohl im nationalen als auch im internationalen Rahmen, führte schon 1985 zum Erscheinen der Normenreihe ISO 9000-9004.³ Dieses internationale Normenwerk wurde im Mai 1987 in das deutsche Normenwerk als DIN EN ISO 9000-9004 und im Dezember

¹ Dies lag in der angeführten Studie u.a. daran, daß die untersuchten Softwareunternehmen der Überzeugung waren, die Anforderungen der DIN EN ISO 900x schon weitestgehend inhaltlich zu erfüllen. Vgl. hierzu *Griese/Läng, Wettbewerbsfähigere Software, 1994, S. 45, Abb. 3.*

² Modifiziert entnommen *Griese/Läng, Wettbewerbsfähigere Software, 1994, S. 45.*

³ Ein Überblick über die Normen findet sich z.B. bei *Rothery, Leitfaden, 1994.*

1987 vom CEN (Comité Européen de Normalisation) als europäische Norm EN 29000-29004 ohne Änderungen übernommen. Die Bedeutung der Normenreihe liegt in der Entscheidung der damaligen EG-Kommission, diese Normen als Instrument zur Harmonisierung im europäischen Binnenmarkt heranzuziehen. Demgemäß wurde allen Unternehmen empfohlen, nicht nur interne Qualitätsmanagementsysteme aufzubauen, sondern sich dabei auch möglichst an der europäischen Normenreihe EN 29000-29004 zu orientieren, sowie ihre Qualitätsmanagementsysteme im Interesse der Transparenz durch eine Zertifizierungsstelle zertifizieren zu lassen.¹

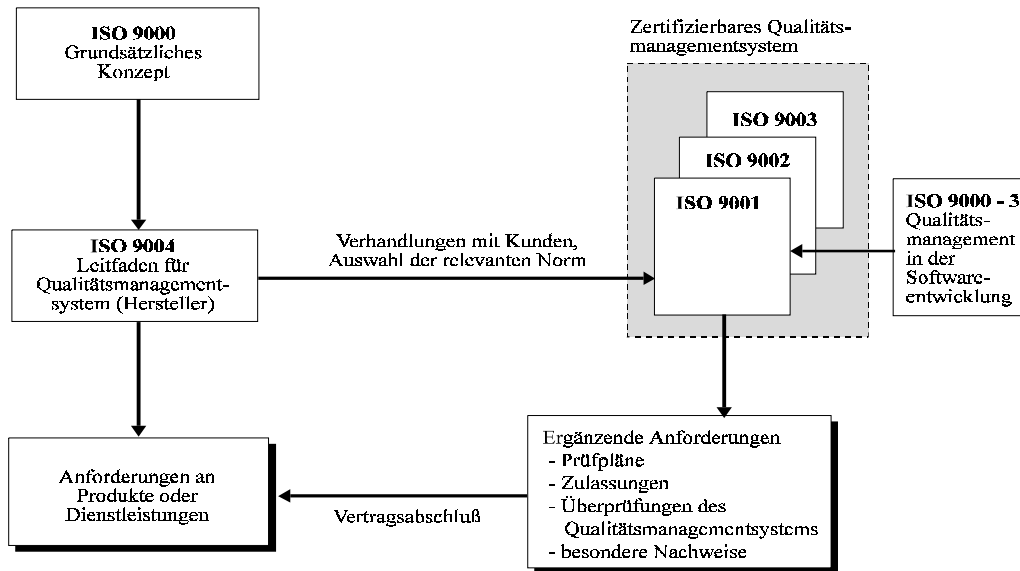
Einige Teilnormen dieser Reihe liegen noch nicht vor, sind noch in der Entwurfsphase, wurden noch nicht verabschiedet oder werden bereits wieder überarbeitet, so daß ein geschlossener Überblick kaum möglich ist.² Dennoch ist die Entwicklung bezüglich der grundlegenden Inhalte eines Qualitätsmanagementsystems zu einem gewissen Abschluß gekommen.

Durch die Übernahme der Normenreihe in die nationalen Normenwerke der EU-Staaten sind die darin beschriebenen Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme zum Stand der Technik für die innerhalb der Europäischen Union operierenden Unternehmen geworden. Dabei wird durch die Normenreihe nicht die Produktqualität definiert. Die Normen der DIN EN ISO 9000-9004 ersetzen somit keineswegs die oben beschriebenen Produktnormen, wie z.B. DIN 66 285 für Anwendungssoftware. Ihre Erfüllung beweist lediglich die Qualitätsfähigkeit des zertifizierten Unternehmens (bzw. eines genau abgegrenzten Unternehmensbereichs). Demgegenüber ist die Qualität des einzelnen Produkts durch die Erfüllung von Produktnormen gesondert nachzuweisen. DIN EN ISO 9000-9004 stellen vielmehr Prozeßnormen dar und sind damit keine Alternative, sondern eine sinnvolle Ergänzung zu den bestehenden Produktnormen. Abb. 3 gibt einen Überblick über das Konzept.

1 Vgl. *Berghaus*, Akkreditierungspolitik, 1993, S. 4ff.

2 Für einen aktuellen und umfassenden Überblick über den Stand der internationalen Normungsbemühungen der ISO sei auf *Geiger*, Entstehung, 1994, S. 27ff verwiesen.

Abb. 3: Konzept der Normenreihe DIN EN ISO 9000 - 9004



3.2 Einzelanforderungen nach DIN EN ISO 9001¹

DIN EN ISO 9001 stellt innerhalb der Normenreihe für Softwareentwicklungsprozesse die wichtigste Norm dar, da sie vor allem für solche Prozesse gedacht ist, deren Schwerpunkt auf der Produktentwicklung liegt. DIN EN ISO 9002 hingegen betrachtet ausschließlich den eigentlichen Produktionsprozeß, während DIN EN ISO 9003 lediglich für die Endprüfung von Produkten geeignet ist. Für die korrekte Auswahl des anzuwendenden Standards kann DIN EN ISO 9000, Teil 1 als Leitfaden benutzt werden, während DIN EN ISO 9004 eine Orientierungshilfe für den Aufbau eines zertifizierungsfähigen Qualitätsmanagementsystems darstellt.² Im folgenden werden deshalb lediglich die Anforderungen der DIN EN ISO 9001 an ein Qualitätsmanagementsystem der Softwareentwicklung genauer untersucht. Die Anforderungen in DIN EN ISO 9002 und DIN EN ISO 9003 sind alle in der DIN EN ISO 9001 enthalten und teilweise weiter ausgeführt. Zusätzlich umfaßt DIN EN ISO 9001 über DIN EN ISO 9002 und DIN EN ISO 9003 hinausgehende Anforderungen (siehe Tab. 2).³

¹ Zum folgenden vgl. *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN EN ISO 9001, 1994; *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN EN ISO 9002, 1994; *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN EN ISO 9003, 1994; *Griese*, Beitrag, 1993, S. 579ff; *Daily*, Quality Management, 1992, S. 25ff; *Lamprecht*, Vorbereitungen, 1993, S. 29ff.

² Zur praktischen Anwendung der DIN EN ISO 9004 für die Zertifizierungsvorbereitung vgl. *Jahnke/Bächle/Simoneit*, Modelling, 1995, S. 76-96.

³ Siehe hierzu auch *Gillies*, Software Quality, 1992, S. 170ff.

Tab. 2: Vergleich von DIN EN ISO 9001, 9002 und 9003

Anforderungen betreffen	ISO 9001	ISO 9002	ISO 9003
Verantwortung der Leitung	voll	voll	teilweise
Qualitätsmanagementsystem	voll	voll	teilweise
Vertragsprüfung	voll	voll	voll
Designlenkung	voll	nein	nein
Lenkung der Dokumente und Daten	voll	voll	voll
Beschaffung	voll	voll	nein
Lenkung der vom Kunden beigestellten Produkte	voll	voll	voll
Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit von Produkten	voll	voll	teilweise
Prozeßlenkung	voll	voll	nein
Prüfungen	voll	voll	teilweise
Prüfmittelüberwachung	voll	voll	voll
Prüfstatus	voll	voll	voll
Lenkung fehlerhafter Produkte	voll	voll	teilweise
Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen	voll	voll	teilweise
Handhabung, Lagerung, Verpackung, Konservierung und Versand	voll	voll	voll
Lenkung von Qualitätsaufzeichnungen	voll	voll	teilweise
Interne Qualitätsaudits	voll	voll	teilweise
Schulung	voll	voll	teilweise
Wartung	voll	voll	nein
Statistische Methoden	voll	voll	teilweise

Legende:

voll - umfassend vorhandene Anforderung

teilweise - weniger umfassend vorhandene Anforderung

nein - Anforderung nicht vorhanden

DIN ISO 9001 legt Anforderungen an das Qualitätsmanagementsystem für den Fall fest, daß zwischen zwei Parteien der Nachweis der Fähigkeit des Auftragnehmers notwendig ist, ein Produkt mit gegebenen Qualitätsmerkmalen zu entwickeln. Die Norm ist anzuwenden, wenn

- ausdrücklich Entwurfsleistungen verlangt und die Produktqualität hauptsächlich in Form von Leistungsangaben festgelegt werden kann, oder
- das Vertrauen in die Erfüllung der geforderten Produktqualität durch einen angemessenen Nachweis bestimmter Fähigkeiten in Entwurf, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung des Auftragnehmers erreicht werden kann.

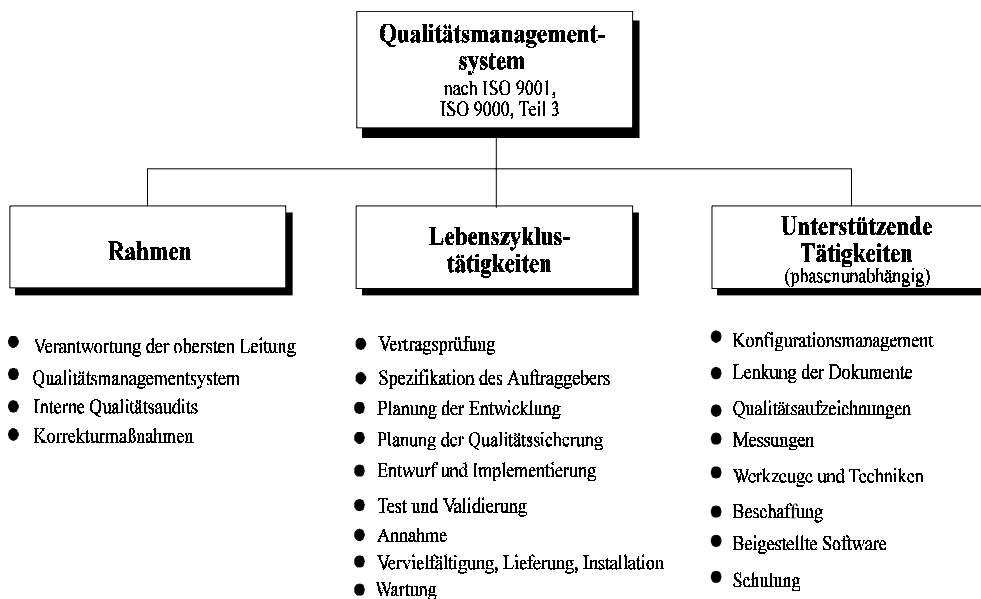
Die Einzelanforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem des Auftragnehmers sind in 20 (logische) Absätze strukturiert, die jeweils andere Teile des Entwicklungsprozesses zum Gegenstand haben. In jedem Absatz sind die einzelnen Anforderungen an eine Tätigkeit beschrieben. DIN EN ISO 9001 ist von umfassendem Charakter, was sich

letztlich in der Allgemeinheit der Formulierungen ausdrückt. Sie muß deshalb als generisches Modell eines Qualitätsmanagementsystems verstanden werden. Eine Umsetzung in die betriebliche Praxis erfordert somit die Anpassung und unternehmensspezifische Ausformulierung der Anforderungen. Nachteilig wirkt sich aus, daß viele Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem der zugrundeliegenden ISO 9001 vor allem für industrielle Produktionsprozesse gedacht sind und nur schwer auf Softwareentwicklungsprozesse übertragen werden können.

Der Versuch einer ersten Adaption für Softwareunternehmen wurde mit dem Leitfaden DIN EN ISO 9000, Teil 3 unternommen. Zweck des Leitfadens (Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001 auf die Entwicklung, Lieferung und Wartung von Software) ist die Präzisierung der Einzelanforderungen des Aufbaus eines Qualitätsmanagementsystems in Softwareunternehmen gemäß DIN EN ISO 9001. Er umfaßt deshalb die Einzelanforderungen der DIN EN ISO 9001 als Muß-Kriterien, sowie darüber hinausgehende Empfehlungen in der Form von Soll-Formulierungen.

Zur Präzisierung von DIN EN ISO 9001 werden die Einzelanforderungen eines Qualitätsmanagementsystems durch DIN EN ISO 9000, Teil 3 in drei Gruppen unterteilt (vgl. Abb. 4)

Abb. 4: Einzelanforderungen der DIN EN ISO 9001 (lt. DIN EN ISO 9000, Teil 3)¹



Nachfolgend werden die Einzelanforderungen der DIN EN ISO 9001 anhand DIN EN ISO 9000, Teil 3 präzisierend erläutert.²

1 Ein Überblick findet sich auch bei *Hohler*, Zertifizierung, 1993, S. 62; *Hohler*, Prüfung, 1994, S. 28.

2 Vgl. hierzu DIN EN ISO 9000-3, 1992.

1. Verantwortung der Leitung

Mit der Verantwortung der obersten Leitung sind drei Forderungen verbunden:

- Die Qualitätspolitik muß dokumentiert und überprüfbar realisiert werden;
- Das Qualitätsmanagement muß organisatorisch und personell unabhängig im Unternehmen integriert werden;
- Durch die Unternehmensleitung muß ein Beauftragter zur Durchsetzung der Forderungen an ein Qualitätsmanagementsystem benannt werden.

Die explizite Unterstützung des Qualitätsmanagementsystems durch die oberste Unternehmensleitung ist von zentraler Bedeutung. Ohne erkennbare strategische Einordnung durch das Management wird das einzuführende Qualitätsmanagementsystem zum Papiertiger, mit dessen Realisierung kein vertretbarer wirtschaftlicher Nutzen verbunden ist. Eine dokumentierte Qualitätspolitik bedeutet darüberhinaus, daß für die Projekt- und operativen Qualitätsmanager eine Orientierungshilfe für den optimalen Einsatz von Qualitätsmanagementmaßnahmen bei der Umsetzung und Überprüfung wichtiger Qualitätsmerkmale vorhanden ist.¹

2. Qualitätsmanagementsystem

Das vom Softwareunternehmen eingerichtete Qualitätsmanagementsystem muß dokumentiert werden. Dies bedeutet insbesondere:

- Qualitätspläne und Qualitätsmanagementhandbücher müssen ausgearbeitet werden;
- Operative Qualitätsmanagementmaßnahmen sind festzulegen und bereitzustellen;
- Angewendete Qualitätsmanagementmaßnahmen müssen regelmäßig aktualisiert und auf den neuesten Stand gebracht werden;
- Geeignete Meßtechnik zur Messung von Qualitätsmerkmalen muß eingeführt und angewendet werden;
- Objektive und subjektive Annahmekriterien für Qualitätsmerkmale sind festzulegen;
- Eine Abstimmung zwischen Prozeß-/Projekt- und Qualitätsmanagement in Entwicklung und Produktion muß stattfinden;
- Ein Qualitätsberichtswesen muß eingeführt werden.

Ohne die Dokumentation der Maßnahmen des zu implementierenden Qualitätsmanagementsystems auf Projektebene besteht die Gefahr, daß durch das Projekt- und operative Qualitätsmanagement projektspezifische Richtlinien usw. bei jedem Projekt vollständig neu vereinbart werden müssen. Dies führt nicht nur zu einem heterogenen Einsatz von Qualitätsmanagementsystemen auf Projektebene, sondern bewirkt auch einen überhöhten Anteil der Qualitätsmanagementtätigkeiten an den Personalkosten.

¹ Vgl. Ince, ISO 9001, 1994, S. 21.

3. *Vertragsprüfung*

Das Softwareunternehmen muß Verfahren zur Vertragsprüfung einführen, um sicherzustellen, daß die Anforderungen an die Softwarequalität angemessen vertraglich festgelegt bzw. dokumentiert und alle von der Ausschreibung abweichenden Details geklärt sind sowie die Fähigkeit zur Vertragserfüllung vorhanden ist. Diese Einzelanforderungen betreffen vor allem die Erarbeitung eines Pflichtenhefts bzw. eines fachlichen Modells, anhand dessen sichergestellt werden soll, daß keine relevanten Qualitätsmerkmale des Informationssystems vergessen wurden.¹

4. *Designlenkung*

Die Forderungen der Norm betreffen Planung, Durchführung und Prüfung der Entwurfs- resp. Designtätigkeiten.² Wichtige Forderungen an ein Qualitätsmanagementsystem sind vor allem die Planung, Dokumentation und Qualitätsprüfung der Entwurfstätigkeiten. Hervorzuheben ist dabei die Erstellung von produktbezogenen Forderungen, welche als Vorgaben für den Entwurf festgelegt und dokumentiert sein müssen.

5. *Lenkung der Dokumente und Daten*

Mit der Forderung nach Lenkung der Dokumente und Daten verbindet die Norm die organisatorische Sicherstellung, daß alle Dokumente und Daten, welche für ein funktionierendes Qualitätsmanagementsystem notwendig sind, zur richtigen Zeit am richtigen Ort in inhaltlich gültiger Form vorhanden sind. Damit verbunden ist auch die Forderung nach Einführung eines Konfigurationsmanagements für die erstellten Dokumente und Daten.

6. *Beschaffung*

Dieser Abschnitt der Norm bezieht sich auf das Qualitätsmanagement von Unterlieferanten. Zentrale Forderung ist die Einführung von Qualitätsaufzeichnungen über annehmbare Unterlieferanten. Weitere Forderungen beziehen sich auf die Regelung der Beschaffungstätigkeit und die Verifizierung beschaffter Produkte.

7. *Lenkung der vom Kunden beigestellten Produkte*

Alle vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Produkte müssen in der gleichen Art und Weise wie von Unterlieferanten beschaffte Produkte überprüft werden.

8. *Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit von Produkten*

Um eine effektive und effiziente Prozeßkontrolle zu ermöglichen, müssen Verfahren zur eindeutigen Zuordnung des Produkts zu zugehörigen Dokumenten bzw. Zwischenprodukten aus Produktion, Montage und Lieferung eingeführt werden.

1 Vgl. *Ince*, ISO 9001, 1994, S. 38.

2 Die Begriffe Design und Entwurf stellen Synonyme dar.

9. *Prozeßlenkung*

Diese Forderung an ein Qualitätsmanagementsystem betrifft das Prozeßmanagement während des Entwicklungsprozesses eines Informationssystems. Wichtig ist dabei die „Überwachung und Lenkung passender Prozeßparameter und Produktmerkmale.“¹ Dies impliziert die Forderung nach dem Einsatz geeigneter Kenngrößen.

10. *Prüfungen*

Prüfungen werden in drei möglichen Situationen notwendig:

- Als Eingangsprüfung von zugelieferten Produkten,
- als Zwischenprüfung im Prozeßablauf und
- als Endprüfung am Ende jedes (Teil-) Prozesses.

Die dafür notwendigen analytischen Qualitätsmanagementmaßnahmen sind in geplanter Reihenfolge und Inhalt vorzunehmen. Über die durchgeführten Maßnahmen müssen Prüfaufzeichnungen mitgeführt werden, die zur Darlegung der Erfüllung definierter Qualitätsmerkmale dienen.

11. *Prüfmittelüberwachung*

Die für die Prüfungen verwendeten Prüfmittel müssen überwacht, kalibriert und instandgehalten werden. Die Aufzeichnungen dieser Vorgänge sind aufzubewahren. In der Softwareentwicklung ist diese Einzelanforderung für den Einsatz von Testwerkzeugen von Bedeutung.

12. *Prüfstatus*

Im gesamten Prozeßablauf ist dem Produkt ein eindeutig identifizierbarer Prüfstatus zuzuordnen, der sicherstellt, daß das Produkt nur dann weiterverwendet wird, wenn es die geforderten Qualitätsprüfungen bestanden hat.

13. *Lenkung fehlerhafter Produkte*

Die Norm definiert ein Produkt als fehlerhaft, wenn Qualitätsmerkmale außerhalb definierter Toleranzgrenzen liegen. Die Toleranzgrenzen sind mit dem Auftraggeber vorab für alle Qualitätsmerkmale zu bestimmen.² Über alle als fehlerhaft gekennzeichneten Produkte muß separat entschieden werden. Mögliche Entscheidungsalternativen sind: Nacharbeit (d.h. erneute Prüfung), Annahme mit oder ohne Reparatur (d.h. keine erneute Prüfung), Neueinstufung für andere Verwendungen sowie Zurückweisung oder Ausschuß.

1 *Deutsches Institut für Normung (Hrsg.)*, DIN EN ISO 9001, 1994, S. 16.

2 Vgl. *Gillies*, Software Quality, 1992, S. 175.

14. *Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen*

Aufgabe des Qualitätsmanagements bei der Fehlerkorrektur ist die Ursachenanalyse sowie die Veranlassung und Dokumentation von analytischen und konstruktiven Qualitätsmanagementmaßnahmen.

15. *Handhabung, Lagerung, Verpackung, Konservierung und Versand*

Die Anforderungen dieses Abschnitts sind für Softwareunternehmen nur von untergeordneter Relevanz und werden deshalb nicht weiter ausgeführt.

16. *Lenkung von Qualitätsaufzeichnungen*

Der Lieferant muß Verfahrensanweisungen für Kennzeichnung, Sammlung, Registrierung, Zugänglichkeit, Ablage, Aufbewahrung, Pflege und Beseitigung von Qualitätsaufzeichnungen erstellen und aufrechterhalten.¹ Diese Daten müssen aufbewahrt werden, um den Nachweis erbringen zu können, daß das Qualitätsmanagementsystem wirkungsvoll die Erfüllung der definierten Qualitätsmerkmale unterstützt und ihre Erfüllung gesichert ist.

17. *Interne Qualitätsaudits*

Um die korrekte Anwendung des Qualitätsmanagementsystems zu gewährleisten, ist die Durchführung geplanter und dokumentierter Audits notwendig. Die Qualitätsaudits dienen der Rückkopplung zur anschließenden Korrektur der überwachten Prozesse.

18. *Schulung*

Schulungsmaßnahmen müssen eingerichtet werden, um sicherzustellen, daß alle Mitarbeiter über die entsprechende Qualifikation für ihre Tätigkeiten verfügen. Auch diese Maßnahmen sind zu dokumentieren.

19. *Wartung*

Insofern ein Kundendienst vertraglich vereinbart wurde, muß durch den Auftragnehmer sichergestellt werden, daß die festgelegten kundendienstspezifischen Forderungen erfüllt werden.

20. *Statistische Methoden*

Soweit zweckmäßig und möglich, sollten statistische Methoden zur Überprüfung der Qualitätsmerkmale von Prozeß und Produkt eingeführt werden. Der Standard schreibt hierfür allerdings keine spezifischen Methoden als verbindlich vor.

Ein für die Prozeßbeherrschung und das Qualitätsmanagement von Softwareentwicklungsprozessen zentraler Aspekt ist allerdings die Messung von Produkt und Prozeß. DIN EN ISO 9001 sowie DIN EN ISO 9000, Teil 3 erfordern die Entwicklung und Anwendung von Kennzahlen zur Planung, Steuerung und Überprüfung der Produkte und Prozesse.

¹ Deutsches Institut für Normung (Hrsg.), DIN EN ISO 9001, 1994, S. 23.

Erst hierdurch wird es möglich, überprüfbare Planungen auf der Basis von quantifizierten Daten vorzunehmen.¹

¹ Vgl. *Ince*, ISO 9001, 1994, S. 133.

4 Mindestanforderungen an ein Qualitätsmanagementkonzept¹

Zusammenfassend können aus der Vielzahl der Einzelanforderungen von DIN EN ISO 9001 die folgenden drei Mindestanforderungen an ein Konzept des Qualitätsmanagements der Softwareentwicklung abgeleitet werden. Diese Mindestanforderungen sollen sicherstellen, daß ein quantitativ ausgerichtetes Qualitätsmanagement für Softwareentwicklungsprojekte eingerichtet wird, das anhand konkreter Planvorgaben und einer definierten Steuerung sowie Kontrolle in der Lage ist, die Erfüllung der Qualitätsanforderungen an das zu erstellende Informationssystem zu gewährleisten.

Erstellung eines projektspezifischen Qualitätsmodells

Alle relevanten Qualitätsmerkmale des zu entwickelnden Softwaresystems sind zu bestimmen und anhand geeigneter Plandaten zu quantifizieren (Qualitätsplanung). Wo eine objektive Quantifizierung nicht möglich ist, sollte zumindestens ein Konsens über die Verwendung subjektiver Plandaten mit dem Auftraggeber gefunden werden. Als Ergebnis der Qualitätsplanung entsteht somit ein Qualitätsmodell der relevanten Merkmale. Dieses Modell umfaßt sowohl die Qualitätssicht des Auftraggebers als auch die des Auftragnehmers. Dazu sind alle Interessengruppen der Softwareentwicklung an der Qualitätsplanung zu beteiligen.

Einsatz von Kenngrößen

Für Produkt- und Prozeßmessungen während der Entwicklung des Informationssystems sind Kenngrößen auf Unternehmens- bzw. Projektebene zu etablieren. Hierzu muß ein entsprechendes Verfahren zur Ableitung zielgerichteter Kenngrößen bereitgestellt werden.

Erfassung und Analyse der Qualitätskosten

Die generische Natur der DIN EN ISO 9001 erfordert eine Abwägung von Kosten und Nutzen bei der Ausgestaltung des anzuwendenden Qualitätsmanagementsystems. Ohne Wirtschaftlichkeitsüberlegungen kann ein spezifisches Qualitätsmanagementsystem nicht aus dem generischen Normenmodell ökonomisch plausibel abgeleitet werden.

Die Umsetzung der drei Mindestanforderungen bedarf der Vorgabe eines verfahrenstechnischen Rahmens. Hierzu wurde am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik in einem Forschungsprojekt das QEG-Verfahren entwickelt. Dieses bietet einen ablauf- und aufbauorganisatorischen Rahmen zur Ermittlung und Messung der strategischen Erfolgsfaktoren, die im Verfahren als Qualitätseinflußgrößen (QEG) bezeichnet werden. Das Verfahren unterstützt dabei die multikriterielle Auswahl der QEG und sichert die

¹ Vgl. hierzu auch *Bächle*, Qualitätsmanagement, 1996.

entscheidungskonsistente Strukturierung der Einflußgrößen in einem Qualitätsmodell im Sinne einer Präferenzordnung. Zusätzlich wurde im Rahmen des Forschungsprojekts ein Ansatz für eine prozeßorientierte Qualitätskostenrechnung erarbeitet, der eine verursachungsgerechte Aufschlüsselung der qualitätsinduzierten Kosten erlaubt. Damit sind kostenrechnerisch unverzerrte Aussagen über den wirtschaftlichen Nutzen von Qualitätsmanagementmaßnahmen (wie z.B. dem QEG-Verfahren) erstmals zuverlässig möglich.¹

¹ Zum QEG-Verfahren siehe *Bächle*, Qualitätsmanagement, 1996.

Literatur

- Bächle, M. [Qualitätsmanagement, 1996]: Qualitätsmanagement der Softwareentwicklung. Das QEG-Verfahren als Instrument des Total Quality Managements, Wiesbaden 1996.
- Berghaus, W. [Akkreditierungspolitik, 1993]: Die Zertifizierungs-/Akkreditierungspolitik der europäischen Gemeinschaft, in: Hansen, H. (Hrsg.): Zertifizierung und Akkreditierung von Produkten und Leistungen der Wirtschaft, München/Wien 1993, S. 3-16.
- Bons, H.; Salmann, S. [Software-Normen, 1992]: Software-Qualitätssicherung und Software-Normen, in: Wirtschaftsinformatik, Vol. 34 (1992), H. 4, S. 402-412.
- Daily, K. [Quality Management, 1992]: Quality Management for Software, Manchester/Oxford 1992.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) [DIN 66 285, 1990]: DIN 66 285. Anwendungssoftware. Gütebedingungen und Prüfbestimmungen, August 1990.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) [DIN EN ISO 9000-3, 1992]: DIN ISO 9000. Teil 3. Qualitätsmanagement- und Qualitätssicherungsnormen. Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001 auf die Entwicklung, Lieferung und Wartung von Software, Juni 1992.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) [DIN EN ISO 9000-1, 1994]: DIN EN ISO 9000-1. Normen zum Qualitätsmanagement und zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung. Teil 1: Leitfaden für die Auswahl und Anwendung, August 1994.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) [DIN EN ISO 9001, 1994]: DIN EN ISO 9001. Qualitätsmanagementsysteme. Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung, August 1994.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) [DIN EN ISO 9002, 1994]: DIN EN ISO 9002. Qualitätsmanagementsysteme. Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Produktion, Montage und Wartung, August 1994.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) [DIN EN ISO 9003, 1994]: DIN EN ISO 9003. Qualitätsmanagementsysteme. Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung bei der Endprüfung, August 1994.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): DIN EN ISO 9004. Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätsmanagementsystems. Teil 1: Leitfaden, August 1994.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) [DIN 66 272, 1994]: DIN 66 272. Bewerten von Softwareprodukten. Qualitätsmerkmale und Leitfaden zu ihrer Verwendung. Identisch mit ISO/IEC 9126:1991, Oktober 1994.
- Döttinger, K.; Hohler, B. [Zertifizierung, 1993]: Zertifizierung von Software-Systemen, in: Hansen, W. (Hrsg.): Zertifizierung und Akkreditierung von Produkten und Leistungen der Wirtschaft, München 1993, S. 173-200.
- Geiger, W. [Entstehung, 1994]: Die Entstehung, Erstellung und Weiterentwicklung der DIN ISO 9000-Familie, in: Stauss, B. (Hrsg.): Qualitätsmanagement und Zertifizierung. Von DIN ISO 9000 zum Total Quality Management, Wiesbaden 1994, S. 27-62.
- Gillies, A.C. [Software Quality, 1992]: Software Quality. Theory and Management, London et al. 1992.
- Griese, J. [Beitrag, 1993]: Der Beitrag von ISO 9000 zur Software-Qualitätssicherung, in: Wirtschaftsinformatik, Vol. 35 (1993), H. 5, S. 575-585.
- Griese, J.; Läng, A. [Wettbewerbsfähigere Software, 1994]: Wettbewerbsfähigere Software dank Qualitätssicherung nach ISO 9000?, in: io Management Zeitschrift, Vol. 63 (1994), H. 3, S. 43-46.
- Hohler, B. [Zertifizierung, 1993]: Zertifizierung und Prüfung von Softwareprodukten, in: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Qualitätsmanagement und Zertifizierung für Softwareerstellung und Dienstleistungsproduktion, Berlin et al. 1993, S. 52-79.
- Hohler, B. [Prüfung, 1994]: Zertifizierung und Prüfung von Softwareprodukten, in: Handbuch der modernen Datenverarbeitung, Vol. 31 (1994), H. 175, S. 20-37.
- Ince, D. [ISO 9001, 1994]: ISO 9001 and Software Quality Assurance, London et al. 1994.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (Eds.) [Engineering Standards, 1987]: Software Engineering Standards, New York 1987.
- Jahnke, B./Bächle, M./Simoneit, M. [Modelling, 1995]: Modelling Sales Processes as Preparation for ISO 9001 Certification, in: International Journal of Quality and Reliability Management, Vol. 12 (1995), No. 9, S. 76-96.
- Lamprecht, J.L. [Vorbereitungen, 1993]: ISO 9000. Vorbereitungen zur Zertifizierung (ISO 9000. Preparing for Registration), dt. Übersetzung von C. Sprinz, Hamburg 1993.
- Lindermeier, R. [Softwareprüfung, 1993]: Softwarequalität und Softwareprüfung. Das Handbuch zur Prüfung von Softwareprodukten nach DIN 66 285, München/Wien 1993.

Rothery, B. [Leitfaden, 1995]: Der Leitfaden zur ISO 9000. Mit QM-Musterhandbuch und Erläuterungen (ISO 9000. Second edition), dt. Übersetzung von Michael Preising, München/Wien 1995.

Bisher erschienene Arbeitsberichte

1990

Band 1 *Jahnke, Bernd: Konzeption und Entwicklung eines Führungsinformationssystems.*

(erschienen in: *Bartmann, D. (Hrsg.): Lösungsansätze der Wirtschaftsinformatik im Lichte der praktischen Bewährung, Berlin/Heidelberg/New York 1991, S. 39-65*)

Band 2 *Wallau, Siegfried: Akzeptanz betrieblicher Informationssysteme - eine empirische Untersuchung.*

1991

Band 3 *Jahnke, Bernd: Informationsverarbeitungs-Controlling, Konzepte - Inhalte - Methoden.*

(erschienen in: *Huch, Burkhard/Behme, Wolfgang/Schimmelpfeng, Katja (Hrsg.): EDV-gestützte Controlling-Praxis: Anwendungen in der Wirtschaft, Frankfurt 1992, S. 119-143, Vorabveröffentlichung in der FAZ - Blick durch die Wirtschaft, 3.3.92, S. 7*)

Band 4 *Fehling, Georg/Groffmann, Hans-Dieter/Jahnke, Bernd: Entwicklung der Benutzerschnittstelle eines computergestützten Informationssystems im Rahmen des SAA-CUA Konzepts - Dargestellt am Beispiel eines Führungsinformationssystems für die Württembergische Gebäudebrandversicherung.*

1992

Band 5 *Groffmann, Hans-Dieter: Kennzahlenmodell (KDM) als Grundlage aktiver Führungsinformationssysteme.*

(erschienen in: *Rau, Karl-Heinz/Stickel, Eberhard (Hrsg.): Daten- und Funktionsmodellierung. Erfahrungen - Konzepte - Perspektiven, Wiesbaden 1992, S. 1-29*)

Band 6 *Jahnke, Bernd: Einsatzkriterien, kritische Erfolgsfaktoren und Einführungsstrategien für Führungsinformationssysteme.*

(erschienen in: *Behme, Wolfgang/Schimmelpfeng, Katja (Hrsg.): Führungsinformationssysteme. Neue Entwicklungstendenzen im EDV-gestützten Berichtswesen, Wiesbaden 1993, S. 29-43*)

Band 7 *Jahnke, Bernd/Bächle, Michael: Produktivität im Softwareentwicklungsprozeß, Problematik und Einflußgrößen.*

1993

Band 8 *Jahnke, Bernd: Entscheidungsunterstützung der oberen Führungsebene durch Führungsinformationssysteme.*

(erschienen in: *Preßmar, D.B. (Hrsg.): Informationsmanagement, Band 49 der Schriften zur Unternehmensführung, Wiesbaden 1993, S. 123-147*)

Band 9 *Jahnke, Bernd/Groffmann, Hans-Dieter: Führungsinformationssysteme zwischen Anspruch und Realisierbarkeit.*

1994

- Band 10 *Jahnke, Bernd/Bächle, Michael/Simoneit, Monika: Methodische Analyse von Vertriebsprozessen zur Zertifizierungsvorbereitung nach ISO 9004.*

(In leicht gekürzter Form erschienen in: Heilmann, Heidi et al. (Hrsg.): Handbuch der modernen Datenverarbeitung, Heft 175, Januar 1994, S. 50-60.

Eine englische Fassung des Arbeitsberichts ist erschienen in: International Journal of Quality and Reliability Management, Quality improvements in manufacturing and service industries: recent trends and perspectives, Vol. 12, No. 9 (1995), pp. 76-99)

- Band 11 *Jahnke, Bernd/Tjiok, Clifford: Business Process Reengineering and Software Systems Strategy.*

1995

- Band 12 *Bächle, Michael/Jahnke, Bernd/Kindler, Achim: Aufwandschätzung und Produktivität in der Softwareentwicklung. Probleme und Problemlösungsansätze.*

- Band 13 *Groffmann, Hans-Dieter/Jahnke, Bernd/Kruppa, Stephan: Information Broker: Kooperative Führungsinformationssysteme in der Finanzwirtschaft.*

1996

- Band 14 *Bächle, Michael: Anforderungen an das Qualitätsmanagement der Softwareentwicklung. Produkt- und Prozeßnormen.*