

# 7 Vorgehensmodelle und Standards der Entwicklung

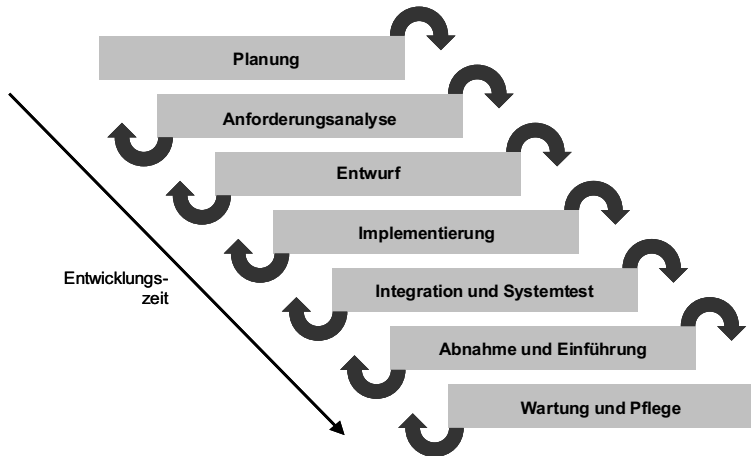
Um den Prozess der Softwareentwicklung strukturiert und steuerbar durchführen zu können, werden spezielle Vorgehensmodelle eingesetzt. Es existieren mehrere ganz unterschiedliche Vorgehensmodelle. Ausgewählte Beispiele hierfür sind das Wasserfall-Modell, das allgemeine V-Modell (beide von Boehm mit entwickelt), das spezielle V-Modell, entwickelt als Vorgehensmodell des Bundes und der Länder, sowie das V-Modell XT als jüngster Vertreter. Bei dem zur UML (Unified Modeling Language) gehörigen Rational Unified Process (kurz: RUP) und Extreme Programming (XP) handelt es sich um aktuelle Ansätze zur Entwicklung von objektorientierten Softwaresystemen. Alle Modelle legen eine Systematik zur geordneten Projektabwicklung fest und definieren damit eine für alle beteiligten Personen gemeinsame und verbindliche Sicht der auszuführenden Tätigkeiten sowie deren zeitliche Abfolge im Projekt (Spillner und Linz, 2003). Die meisten unterteilen die Entwicklungsdauer in verschiedene Phasen, die jeweils mit einem bestimmten Ergebnis in Form eines oder mehrerer Dokumente abzuschließen sind. Der Abschluss einer Phase, meist auch als Meilenstein bezeichnet, ist dann erreicht, wenn alle geforderten Dokumente fertig gestellt wurden und alle erforderlichen Qualitätskriterien erfüllt sind. Manche Vorgehensmodelle schreiben auch die in den jeweiligen Phasen einzusetzenden Methoden und Verfahren vor oder machen zumindest Vorschläge hierfür.

## 7.1 Das Wasserfall-Modell

Das *Wasserfall-Modell* war das erste grundlegende dieser Vorgehensmodelle. Es ist „bestehend einfach“ (Spillner und Linz,

2003) und aufgrund seines hohen Bekanntheitsgrades weit verbreitet (siehe Abbildung 3.1). Eine Entwicklungsphase kann erst dann begonnen werden, wenn die direkt vorhergehende abgeschlossen wurde. Rückkopplungsschleifen, die bei einer ggf. erforderlichen Überarbeitung entstehen können, gibt es nur zwischen direkt aufeinanderfolgenden Phasen. Ein signifikanter Nachteil des Wasserfall-Modells ist, dass das Testen als einmalige Aktion am Ende des Entwicklungsprojekts vor der Inbetriebnahme betrachtet wird. Dieser Nachteil wirkt sich bei sicherheitskritischen eingebetteten Systemen besonders nachhaltig aus.

Abb. 7.1:  
Das Wasserfall-  
Modell (vgl. Bal-  
zert, 1998)



## 7.2 Das V-Modell

### Allgemeines V-Modell

Beim allgemeinen *V-Modell von Boehm* handelt es sich um eine Erweiterung des Wasserfall-Modells, bei dem die konstruktiven Aktivitäten von den prüfenden getrennt werden. Die Namensgebung erfolgte aufgrund der sich durch diese Trennung ergebende Form des Buchstaben V, wobei die konstruktiven Aktivitäten bis zur Implementierung auf dem linken, absteigenden Ast des „V“ zu finden sind und die Testaktivitäten auf dem rechten, aufsteigenden Ast (vgl. Abbildung 7.2).

Das *spezielle V-Modell* des Bundes und der Länder ist neben dem militärischen Bereich auch für den Bereich der Bundesverwaltung verbindlich (seit etwa 1992). Es ist konsistent zur Norm DIN EN

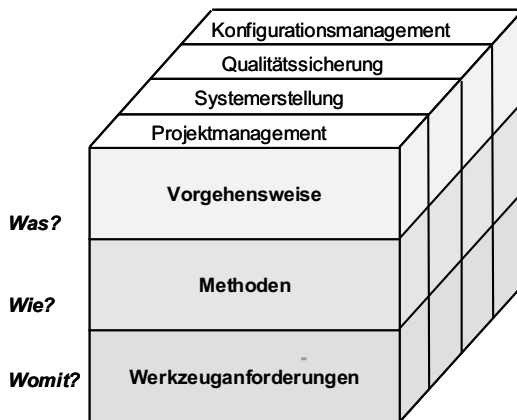
Akzeptanztest

### Verlauf der Systementwicklung in den einzelnen Submodellen

werden die Regelungen nach den Tätigkeitsbereichen, den sogenannten Submodellen gegliedert:

- **SE** erstellt das System bzw. die Software.
- **QS** gibt Qualitätsanforderungen, Prüffälle und -kriterien vor und untersucht die Produkte und die Einhaltung der Standards.
- **PM** plant, kontrolliert und informiert die Submodelle SE, QS und KM.
- **KM** verwaltet die erzeugten Produkte.

Abb. 7.3:  
Die Dimen-  
sionen bzw.  
Ebenen des  
V-Modells



Dieses Modell definiert die Aktivitäten, Ergebnisse (Produkte) und Zustände der Produkte sehr genau. Dabei werden nicht nur der Entwicklungsprozess, sondern auch die Prozesse der Wartung und Pflege beschrieben. Da das spezielle V-Modell ein großes Gewicht auf Maßnahmen der Qualitätssicherung legt, hat es über den öffentlichen Bereich hinaus auch eine breite Verwendung im Bereich der eingebetteten Systeme, insbesondere in der Automobilindustrie, gefunden. Auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen werden die logischen Abhängigkeiten zwischen den Aktivitäten, Produkten und Produktzuständen detailliert beschrieben. Das V-Modell eignet sich daher insbesondere dann, wenn verschiedene dieser Abstraktionsebenen von unterschiedlichen Personengruppen, beispielsweise in einem Lieferantenverhältnis entwickelt werden. Auch aus diesem Grund wird es gerne beim Automobilbau zur Entwicklung eingebetteter Systeme verwendet. Weitere Informationen zum speziellen V-Modell findet der Leser im Internet unter [www.v-modell.iabg.de](http://www.v-modell.iabg.de) sowie unter [www.ansstand.de](http://www.ansstand.de).

Alle dieser Vorgehensmodelle enthalten Ansätze zum Testen, einer Prüftechnik zur analytischen Qualitätssicherung. Allerdings unterscheiden sich die Modelle hinsichtlich der Bedeutung und des Umfangs des Testens teilweise sehr deutlich. Es liegt daher auf der Hand, warum wir uns im vorangegangenen Kapitel dem Thema der Softwarequalität eingebetteter Systeme widmen.

## 7.3

### Das V-Modell XT

Am 4. November 2004 wurde das V-Modell XT (kurz für eXtreme Tailoring) dem interministeriellen Koordinierungsausschuss (IMKA) vorgestellt. Gleichzeitig ist das KBSt-Portal im Internet für das Bundesministerium des Inneren eröffnet worden (siehe [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)). Dort wird die Version 0.9 des V-Modell XT der Öffentlichkeit präsentiert. Die endgültige Version 1.0 wird am 4. Februar 2005 veröffentlicht.

*Historie*

Das V-Modell XT ist eine eingetragene Marke der Bundesrepublik Deutschland und ist für die Bereiche Verteidigung, Behörden und Firmen vorgesehen. Seit November 2002 haben sich unter der Leitung des Vereins ANSSTAND e.V. (Anwender des Software-Entwicklungsstandards der öffentlichen Verwaltung) die Überlegungen zur Fortschreibung des V-Modells-97 konkretisiert. Es wurde ein Konsortium unter der Leitung der Technischen Universität München gebildet. In dem Konsortium sind die Firmen EADS, Siemens München und IABG (siehe [www.vmodell.iabg.de](http://www.vmodell.iabg.de)) vertreten. Die Fortschreibung soll in 3 Phasen erfolgen (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)):

- In der **Phase 1** sollen die Anforderungen an das neue V-Modell 200X definiert und ein Strategiepapier zur Umsetzung erstellt werden.
- In **Phase 2** sollen die Anforderungen aus Phase 1 umgesetzt werden.
- In **Phase 3** soll das V-Modell 200X eingeführt und verbreitet werden.

Im Juni 2003 wurde die Phase 1 zur Fortschreibung des V-Modell abgeschlossen und abgenommen. Die Phase 2 wurde im Zeitraum Juni 2003 bis August 2004 abgeschlossen. Das neue V-Modell hat einen Namenswechsel durchlaufen. Der Arbeitsbegriff V-Modell 200x wurde durch V-Modell XT (für eXtreme Tailoring) ersetzt und

der Name durch die Bundesrepublik Deutschland geschützt. Das V-Modell ist im Verlauf von sechs Releases zu einem beträchtlichen Umfang gewachsen und steht nun in PDF und HTML zur Verfügung (siehe [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)). Die Phase 3 hat ab September 2004 begonnen und wird bis ins erste Quartal 2006 andauern. Wesentliche Ziele der Phase sind (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)):

- Etablierung eines Änderungsprozesses
- Durchführung letzter Änderungen am Modell
- Englischübersetzung
- Erstellung eines Internet-Portals, einer Lerntour und von Schulungsunterlagen
- Überprüfung der Anwendbarkeit durch Pilotprojekte

### 7.3.1 Grundlagen

Im Rahmen der Weiterentwicklung wurde das V-Modell inhaltlich erweitert. Ferner wurden die Qualitätseigenschaften des V-Modells verbessert, insbesondere hinsichtlich der projekt- und organisationsspezifischen Anpassbarkeit, der Anwendbarkeit im Projekt, der Skalierbarkeit auf unterschiedliche Projektgrößen sowie der Änder- und Erweiterbarkeit des V-Modells selbst. Um dies zu erreichen wurde die Struktur des V-Modells komplett überarbeitet, und das ehemals monolithische V-Modell wurde in einzelne Bausteine aufgeteilt. Vordefinierte Ablaufrahmen beschreiben, welche dieser Bausteine in einer konkreten Projektkonstellation zum Einsatz kommen, und in welcher Reihenfolge die benötigten Produkte und Zwischenergebnisse zu erarbeiten sind (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)).

*Eigenschaften* Ein wesentliches Prinzip des V-Modells ist seine Ziel- und Ergebnis-orientierte Vorgehensweise. Diese Grundphilosophie ist an vielen Stellen im V-Modell sichtbar:

- Produkte stehen im Mittelpunkt des V-Modells. Sie sind die zentralen Projektergebnisse.
- Projektdurchführungsstrategien und Entscheidungspunkte geben die Reihenfolge der Produktfertigstellung und somit die grundlegende Struktur des Projektverlaufs vor.

- Die detaillierte Projektplanung und Steuerung wird auf der Basis der Bearbeitung und Fertigstellung von Produkten durchgeführt.
- Für jedes Produkt ist eindeutig eine Rolle verantwortlich bzw. in einem konkreten Projekt eine dieser Rolle zugeordnete Person oder Organisationseinheit.
- Die Produktqualität ist durch definierte Anforderungen an das Produkt und explizite Beschreibungen der Abhängigkeiten zu anderen Produkten überprüfbar.

Die im V-Modell definierten Produkte sind somit die zentralen Zwischen- und Endergebnisse des Projektes. Ausgehend von den Projektzielen werden diese Ergebnisse bei der Projektkonzeption und Planung definiert und im Zuge einer professionellen Vorgehensweise während des Projektverlaufs bearbeitet und fertig gestellt. Die Ziel- und Ergebnisorientierung des V-Modells vermeidet unnötige, nicht an Ergebnissen ausgerichtete Tätigkeiten. Aktivitäten und Teilaktivitäten, die keinen Beitrag zur Ergebniserstellung liefern, werden im V-Modell nicht beschrieben. Diese Fokussierung des V-Modells stellt eine wesentliche Grundvoraussetzung für eine effiziente Projektabwicklung dar (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)).

### 7.3.2

#### Anwendung des V-Modell XT

Ein Projekt läuft bei Verwendung des V-Modell XT nach dem folgenden Schema ab (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)):

*Ablaufschema*

- **Projektvorschlag:** Zuerst wird ein Projektvorschlag erstellt, auf dessen Grundlage sich der Auftraggeber für oder gegen eine Ausschreibung des Projektes entschließen kann. Dabei kann man sich an die V-Modell-Referenz Produkte halten, in der Vorschläge für Inhalt und Gliederung eines Projektvorschlags beschrieben sind.
- **Projektfortschrittsentscheidung:** Nun wird der Projektvorschlag ausführlich besprochen, nötige Änderungen werden vorgenommen und somit das Projekt verbindlich festgelegt. Ebenfalls werden Terminziele, Qualitätsziele, Ressourcenplanung und Budget festgelegt.



- **Projektdefinition:** Bei der Projektdefinition werden die Rahmenbedingungen verfeinert und erweitert. Dabei wird unter Verwendung des Tailorings eine projektspezifische Anpassung des V-Modells an das Projekt durchgeführt und im Projekthandbuch dokumentiert. D. h. der Projektleiter wählt aus mehreren zur Verfügung stehenden Projektmerkmalen jeweils die für das Projekt passenden Werte aus. Eine eingehende Beschreibung des Tailoring-Mechanismus des V-Modells XT findet sich auf den Seiten des BMI ([www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)). Das Tailoring kann mit Hilfe eines XT-Editors oder von Hand durchgeführt werden.

Ergebnis des Tailorings:

- Charakterisierung des Projekts → Vorgehenstypen
- Vorgehensbausteine
- Projektdurchführungsstrategie

Als Ergebnis dieses Abschnitts sollen folgende Dokumente entstehen:

- Projekthandbuch: Im Projekthandbuch werden die Anpassungen und Ausgestaltung des Projekts für Management und Entwicklung festgelegt.
- Projektplan
- QS-Handbuch
- **Anforderungen festlegen**
- **Projekt ausschreiben**
- **Projekt beauftragen**
- **Abnahme**
- **Änderungsplan festlegen:** Falls Änderungen nötig sind, ist wieder ab Punkt „Anforderungen festlegen“ fortzufahren.
- **Projektende**

### 7.3.3

#### Zielsetzung und Aufbau des V-Modell XT

Unter Berücksichtigung des gesamten Systemlebenszyklus ist das V-Modell als Leitfaden zum Planen und Durchführen von Entwicklungsprojekten zu sehen. Durch die standardisierten, methodischen Vorgaben des V-Modells werden komplexere und umfangreichere Projekte besser plan- und nachvollziehbarer und



erzielen so zuverlässigere Ergebnisse von höherer Qualität. Das neue V-Modell XT regelt die Verantwortlichkeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer *wer wann was* zu tun hat und bildet somit die Grundlage für die vertragliche Zusammenarbeit. Kleine und mittelständische Unternehmen profitieren ebenso vom neuen V-Modell XT. Sie haben damit die Möglichkeit auf standardisierte und erprobte Vorgaben für Entwicklungs- und Managementprozesse zurückzugreifen, um hochwertige und zuverlässige Entwicklungsergebnisse mit überschaubarem Aufwand zu erzielen (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)).

### **7.3.3.1**

#### ***V-Modell XT als Weiterentwicklung des V-Modells 97***

Das V-Modell XT ist die Weiterentwicklung des im Jahre 1997 fertiggestellten V-Modell 97. Das V-Modell 97 spiegelt im Jahre 2004 nicht mehr den aktuellen Stand der Informationstechnologie wider. Neuere Ansätze wie die komponentenbasierte Entwicklung oder der Test-First-Ansatz werden nur bedingt berücksichtigt. Das hat zur Folge, dass das V-Modell 97 nicht mehr in wünschenswertem Maße genutzt wird. Die Erfahrungen, die mit dem V-Modell 97 gesammelt und die Verbesserungsvorschläge die gemacht wurden, werden im V-Modell XT umgesetzt. Das IT-AmtBw A5 und das BMI-KBSt haben die Entwicklungsstandards für IT-Systeme des Bundes auf Basis des V-Modells 97 weiterentwickelt. Folgende Anforderungen wurden umgesetzt (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)):

- Verbesserung folgender Qualitätseigenschaften:
  - Möglichkeit zur Anpassung an verschiedene Projekte und Organisationen
  - Anwendbarkeit im Projekt
  - Skalierbarkeit auf unterschiedliche Projektgrößen
  - Änder- und Erweiterbarkeit des V-Modells selbst
- Berücksichtigung neuer Standards und Anpassung an neue Vorschriften
- Erweiterung des Anwendungsbereiches auf die Betrachtung des gesamten Systemlebenszyklus bereits während der Entwicklung
- Einführung eines organisationsspezifischen Verbesserungsprozesses für Vorgehensmodelle

*Umgesetzte  
Anforderungen*

### 7.3.3.2

#### **Zielsetzung des V-Modells XT**

*Ziele* Folgende Ziele werden mit der V-Modell konformen Durchführung eines Projektes verfolgt (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)):

##### **Minimierung der Projektrisiken:**

Durch eine standardisierte Vorgehensweise verbessert man die Projekttransparenz, und alle Ergebnisse und Rollen werden definiert. Planungsabweichungen können dadurch frühzeitig erkannt und das Projektrisiko damit minimiert werden.

##### **Verbesserung der Gewährleistung der Qualität:**

Durch das standardisierte Vorgehensmodell wird sichergestellt, dass die zu liefernden Ergebnisse vollständig und von gewünschter Qualität sind. Durch die im Modell definierten Zwischenergebnisse können Ergebnisse frühzeitig überprüft werden. Durch die Vereinheitlichung der Produktinhalte sind die Ergebnisse besser lesbar, verständlicher und leichter zu prüfen.

##### **Eindämmung der Gesamtkosten über den gesamten Projekt- und Systemlebenszyklus:**

Durch die Anwendung des standardisierten Vorgehensmodells ist eine transparente Kalkulation, Abschätzung und Steuerung in jeder Phase des V-Modells möglich. Erzeugte Ergebnisse sind einheitlich und leicht nachvollziehbar, dadurch werden Abhängigkeiten zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer verringert.

##### **Verbesserung der Kommunikation zwischen den Beteiligten:**

Eine standardisierte und einheitliche Beschreibung stellt die Basis für alle Projektbeteiligten dar und reduziert die Reibungsverluste zwischen diesen.

### 7.3.3.3

#### **Grenzen des V-Modells XT**

*Grenzen* Folgende Gesichtspunkte werden im V-Modell XT nicht (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)) berücksichtigt:

- Die Vergabe von Dienstleistungen betrachtet nur die Vergabe von kompletten Gewerken.
- Keine Unterstützung für die Entscheidungsfindung, ob der Auftraggeber des Gesamtsystems entwickeln oder ein Standardprodukt einkaufen soll (engl. make or buy).

- Keine Betrachtung der Vergabe von Unteraufträgen ohne Ausschreibungsverfahren.
- Keine Unterscheidung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer bei Einführung und Pflege eines organisationsspezifischen Vorgehensmodells.
- Die Organisation und Durchführung von Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Aussonderung des Systems wird nicht abgedeckt. Die Planung und Konzeption dieser Aufgaben ist dagegen geregelt.

### 7.3.4

#### **V-Modell XT Produktvorlagen**

Das V-Modell XT bietet für die Projekttypen

- Einführung und Pflege eines organisationsspezifischen Vorgehensmodells,
- Systementwicklungsprojekt eines Auftraggebers und
- Systementwicklungsprojekt eines Auftragnehmers

jeweils Vorlagen aller zu erstellender Produkte an. Bei den dafür angebotenen Dokumenten handelt es sich um den vollständigen Umfang der Produktvorlagen für den jeweiligen Projekttyp. Für die Generierung projektspezifischer Produktvorlagen existiert das Tool V-Modell XT Projektassistent.

Jede der drei Projekttypen wird durch eine Reihe von Produktvorlagen spezifiziert. Diese Produktvorlagen geben einen groben Rahmen vor, der zu komplettieren ist. Ein solcher Rahmen besteht im Wesentlichen aus einem Kopf und einer Inhaltsangabe. Die Inhaltsangabe gibt einen Leitfaden vor, um die Produktvorlage genau niederzuschreiben (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)).

### 7.3.5

#### **V-Modell XT Werkzeuge**

Im Lieferumfang des V-Modells sind zwei Softwarewerkzeuge: Der V-Modell XT Projektassistent und der V-Modell XT Editor.

### **7.3.5.1**

#### **Der V-Modell XT Projektassistent**

Der V-Modell XT Projektassistent ist die Referenzimplementierung für den im V-Modell XT spezifizierten Tailoring-Mechanismus. Mit seiner Hilfe können für ein konkretes Projekt die Vorgaben des Standards an die Projektsituation angepasst werden. Der Projektassistent ermöglicht die Auswahl von Projektmerkmalen, die konsistente Kombination von Vorgehensbausteinen und die Festlegung von Projektdurchführungsstrategien. Das auf diese Weise justierte V-Modell XT kann anschließend in Form von HTML-Seiten exportiert werden (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)).

### **7.3.5.2**

#### **V-Modell XT Editors**

4Ever

Das V-Modell XT bietet unterschiedliche Möglichkeiten zur Erweiterung und Anpassung des vorgegebenen Rahmenwerks an branchen- oder unternehmensspezifische Bedürfnisse. So können beispielsweise neue Vorgehensbausteine hinzugefügt oder die Struktur der Projektvorlagen ergänzt werden. Hierfür bietet sich die Verwendung des V-Modell XT Editors an, mit dessen Hilfe das V-Modell XT auch entwickelt wurde. Es handelt sich hierbei um einen formularbasierten, strukturierten Editor, der als Plugin der Entwicklungsplattform Eclipse realisiert wurde. Der Editor sowie das zugrunde liegende Framework 4Ever der 4Soft GmbH wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts NOW als Open-Source Software verfügbar gemacht und wird seither kontinuierlich weiterentwickelt (Quelle: [www.kbst.bund.de](http://www.kbst.bund.de)). Der grundlegende Baustein des V-Modell XT Editors ist das Framework „4Ever“. Es wurde im Auftrag des Bundesministerium des Inneren, Abteilung KBSt von der Technischen Universität München in Zusammenarbeit mit der 4Soft GmbH entwickelt. Das Framework legt seinen Schwerpunkt auf eine Team-basierte, verteilte und kontrollierte Erschaffung von großen, strukturierten Dokumenten.

## **7.4**

### **Die ROPES-Methode**

ROPEs (Rapid Object-Oriented Process for Embedded Systems) ist eine objektorientierte Methode zur Softwareentwicklung. Auf Basis von Use-Cases (nach Priorität, Risiko und Allgemeinheit sortiert)

wird ein iterativer „Spiral Lifecycle“ durchlaufen (Douglas, 1999a). Das Ergebnis eines solchen Durchlaufs ist ein ausführbarer Prototyp. Daher ist die automatische Codegenerierung ein zentraler Bestandteil dieses Prozesses. Die Philosophie von ROPES lautet „think horizontally, do vertically“ (z. B. horizontal = Hardware-Schichten eines Systems, vertikal = verschiedene Schritte bzw. Zyklen).

Wie beim Rational Unified Process sind die Kernelemente bei ROPES Phasen, Aktivitäten und Artefakte. Die vier Hauptphasen von ROPES lauten: Analyse, Design, Übersetzung und Test. Ergebnisse dieser Phasen sind dann folglich das Analyse-Objektmodell, das Entwurfs-Objektmodell, Anwendungskomponenten sowie die getestete Anwendung. Eine Phase besteht aus mehreren Aktivitäten. Artefakte sind Ergebnisse von Aktivitäten die Einfluss auf eine Phase haben. Bei diesem Prozess nimmt neben der automatischen Codegenerierung auch das Hardware/Software-Codesign und Testen eine wichtige Rolle ein (siehe auch [www.embedded.com](http://www.embedded.com)).

## 7.5 Der OSEK-Standard

Das OSEK-Konsortium entstand 1993 als ein Zusammenschluss von BMW, Bosch, Daimler-Chrysler, Opel, Siemens und VW sowie des Instituts für industrielle Informationstechnologie der Universität Karlsruhe (TH). Parallel dazu entstand in Frankreich die Arbeitsgruppe VDX (Vehicle Distributed Executive), deren Mitglieder Renault und Peugeot waren. Im Jahr 1994 schlossen sich die beiden Arbeitsgruppen zusammen und bildeten das OSEK/VDX Konsortium ([www.osek-vdx.org](http://www.osek-vdx.org)).

*Historie*

Als Ziel hat sich dieses Konsortium gesetzt, eine einheitliche und offene Architektur für

*Ziel*

- die Kommunikation,
- das Netzwerk-Management und
- das Betriebssystem

in automobilen Systemen zu spezifizieren. Hintergrund dieser Aktivitäten ist natürlich, die Entwicklungszeiten und -kosten für Steuergeräte zu minimieren und deren Portierbarkeit zu erhöhen. OSEK selbst ist also kein Betriebssystem, sondern lediglich ein Standard, der die Schnittstellen und das Verhalten eines OSEK-

kompatiblen Betriebssystems vorgibt. Die OSEK-Spezifikation beschreibt ein statisches Echtzeitbetriebssystem, dessen Objekte (wie beispielsweise Tasks, Ereignisse, Nachrichten oder Ressourcen) zur Compile-Zeit angelegt werden. Diese Betriebssystem-Objekte werden in der speziellen Beschreibungssprache OIL (OSEK Implementation Language) definiert. Zu einem Objekt gehören bestimmte OIL-Attribute wie etwa die Priorität einer Task. Zusätzlich zu den Standard-Attributen können OSEK-Hersteller weitere Attribute definieren, die z.B. ihre OSEK-Implementierung auf bestimmte Microcontroller anpassen.

Als nützlicher Nebeneffekt steigt auch die Qualität der Steuergerätesoftware sowie deren Wartbarkeit (Quelle: OSEK/VDX Steering Committee: OSEK/VDX Operating System Specification 2.2.1, OSEK/VDX Steering Committee, 2004).

#### *Steuergremium*

Aufgabe des Steuergremiums, dem immer noch (Stand: November 2004) die vorgenannten Mitglieder angehören, ist es, das Gesamtprojekt OSEK/VDX zu steuern und zu koordinieren. Darüber hinaus gibt es ein offenes technisches Komitee, dem neben den Mitgliedern aus dem Steuergremium zurzeit über 60 Mitglieder aus den verschiedensten Bereichen der Automobilindustrie angehören. Neben der Ausarbeitung der Spezifikationen und deren Publikation wurde in letzter Zeit die Standardisierung durch ISO (International Organization for Standardization) vorangetrieben, die nun in der ISO 17356 ihren Niederschlag gefunden hat.

Bei OSEK-konformen Betriebssystemen handelt es sich um statisch konfigurierte Betriebssysteme. Dies bedeutet, dass alle Objekte des Betriebssystems zur Compile- bzw. Link-Zeit angelegt werden und sich nicht während der Laufzeit ändern lassen. Ein dynamisches Generieren von z. B. Tasks ist dadurch nicht möglich. Vorteil dieses Konzepts ist vor allem die erhöhte Betriebssicherheit. Probleme wie die aus Microsoft Windows bekannte Meldung „für diese Operation steht nicht genügend Arbeitsspeicher zur Verfügung“ können dadurch nicht auftreten. Ein weiterer Vorteil ist der geringere Verwaltungsaufwand des Kernels. Dadurch kann während der Laufzeit kein zusätzlicher Speicher angefordert werden. Alle Puffer müssen auf ihren Maximalbedarf ausgelegt werden, da OSEK hierzu keine Dienste anbietet (Lemieux, 2001).

## 7.6 AUTOSAR

AUTOSAR ist ein Akronym für „Automotive Open System Architecture“. In diesem Konsortium haben sich Automobilhersteller und Zulieferfirmen zusammengeschlossen. Zu den Kernpartnern gehören momentan (Stand: November 2004) die Firmen BMW Group, Bosch, Continental, DaimlerCrysler, Ford, Peugeot Citroen, Siemens VDO Automotive, Toyota sowie die Volkswagen AG. Dieser Kreis erweitert sich noch um viele weitere Teilnehmer in verschiedenen Funktionsgruppen (Neugebauer, 2004). Nähere Informationen zum aktuellen Mitgliederkreis sind auf der offiziellen Webseite des Konsortiums abrufbar, siehe [www.autosar.org](http://www.autosar.org).

*Historie*

Ziel dieser Partnerschaft ist die Definition eines offenen Standards für die Architektur von Elektronikkomponenten im Automobilbereich. Grundlage dafür ist die in diesem Bereich immer komplexer werdende Elektronik. Es wird dabei die Normierung der grundlegenden Systemfunktionen, Basisfunktionalitäten und Funktionsschnittstellen abgedeckt. Die AUTOSAR-Plattform soll dabei für die Bereiche Karosserieelektronik, Motor und Kraftübertragung, Sicherheit, Multimedia- und Telematiksysteme sowie das Mensch-Maschine-Interface als Grundlage dienen. Die in diesen Bereichen oft erheblichen Entwicklungskosten und Risiken sollen durch die Standardisierung minimiert werden (Quelle: [www.autosar.org](http://www.autosar.org)).

*Ziel*

Bei der Entwicklung von Software für eingebettete Systeme ist durch den unterschiedlichen Aufbau der Mikrocontrollersysteme bei einem Systemwechsel immer eine Neuentwicklung der Software nötig. Es können zwar Codestücke ohne direkten Hardwarezugriff weiter verwendet werden, alle anderen Teile der Software müssen jedoch an den neuen Mikrocontroller angepasst werden. Um diesen Neuentwicklungsaufwand zu minimieren, wird an der Schnittstelle zwischen Hardware und Software eine sogenannte Basissoftware eingesetzt. Diese setzt sich aus einem Pool von Softwarekomponenten zusammen, welche eine Hardwareabstraktion bzw. Abstraktion von externen Komponenten des verwendeten Mikrocontrollersystems darstellen.

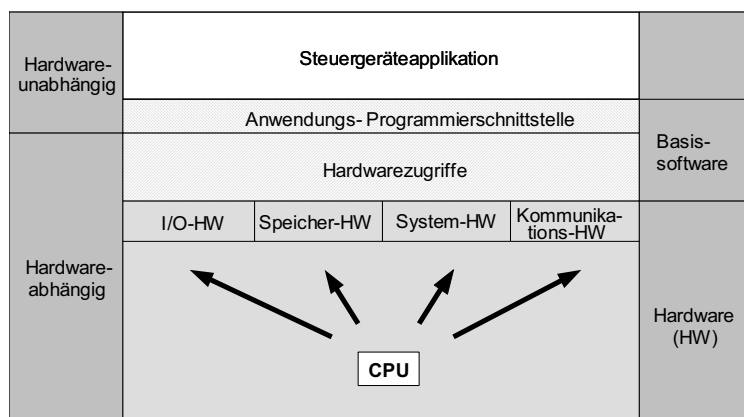
Durch die Basissoftware wird es den Anwendungsentwicklern ermöglicht, die Applikationssoftware weitestgehend unabhängig vom eingesetzten Mikrocontroller zu entwickeln. Diese Applikationen können daher erheblich einfacher für andere Mikrocontroller eingesetzt und wieder verwendet werden. Umgesetzt wird dieses Baukastenprinzip durch eine einheitlichen

API (Anwendungsprogrammierschnittstelle), die zwischen den Modulen der Basissoftware und der Applikation eingesetzt wird. Diese Unabhängigkeit vom Controller bringt jedoch auch den Nachteil mit sich, dass viele hardwarenahe Spezialfunktionen der Mikrocontroller nicht (mehr) genutzt werden können.

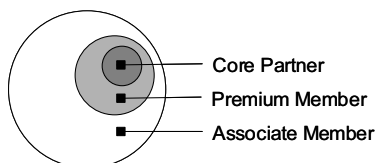
Die grundlegende Architektur der Software, wie sie in einem typischen Steuergerät mit Mikrocontroller eingesetzt wird, zeigt die Abbildung 7.4.

Jedes Mitglied des Konsortiums nimmt eine bestimmte Rolle mit entsprechenden Rechten und Pflichten ein. Abbildung 7.5 gibt einen Überblick über die dreigliedrige Struktur der Initiative (siehe AUTOSAR Light Version V1.5, AUTOSAR GbR, 2004).

**Abb. 7.4:**  
*Grundlegende  
Architektur  
Steuergeräte-  
software*



**Abb. 7.5:**  
*Organisatori-  
sche Struktur  
der AUTOSAR-  
Initiative*



#### *Core Partner*

Die „Core Partner“ des Konsortiums leisten technische Beiträge und überwachen bzw. organisieren die Zusammenarbeit unter den Partnern in Form von Arbeitsgruppen. Sie tragen die Entscheidungsbefugnis über die zu entwickelnden Funktionsumfänge, der Zertifizierung der Ergebnisse sowie über die Veröffentlichung außerhalb der AUTOSAR-Partner.

#### *Premium Member*

Die „Premium Member“ beteiligen sich an der Entwicklung innerhalb von Arbeitsgruppen, bzw. fungieren als Leitungsorgan dieser. Sie haben dabei Zugriff auf die aktuellen Entwicklungen und



Zwischenergebnisse der AUTOSAR-Technologien, auch wenn diese noch nicht endgültig spezifiziert sind. Um die Ziele innerhalb der Arbeitsgruppe erfüllen zu können, müssen diese Partner mit dem für diese Gruppe entsprechenden Know-how ausgestattet sein. Darüber hinaus sind diese Mitglieder bei Beteiligungsabstimmungen stimmberechtigt.

Alle „Associate Member“ haben Zugriff auf die erarbeiteten AUTOSAR-Standards, jedoch erst nach deren endgültiger Spezifikation. Sie erhalten die Informationen jedoch vor der allgemeinen Veröffentlichung. Über ein Stimmrecht verfügen diese Mitglieder nicht.

*Associate  
Member*

Darüber hinaus gibt es noch unterstützende Rollen, die „Development Members“ und „Attendees“. Bei den „Development Members“ handelt es sich um Kooperationspartner, die zur Aufgabenlösung innerhalb einer Arbeitsgruppe herangezogen werden. Die „Attendees“ sind Firmen-unabhängige Teilnehmer aus Forschung und Entwicklung, welche zum gegenseitigen Erfahrungsaustausch beitragen.

Die komplette Standardisierung soll bis August 2006 abgeschlossen und der Standard für jedermann veröffentlicht werden. Es sind dabei jedoch nur die Definitionen des Standards an sich frei. Sämtliche Softwareimplementierungen des Standards, die im Rahmen der Entwicklung von den Konsortiumsmitgliedern erarbeitet wurden, bleiben weiterhin deren Eigentum und werden nicht ohne Lizenzgebühren erhältlich sein.

Älter als AUTOSAR ist die Herstellerinitiative Software (HIS), in der sich die Fahrzeughersteller Audi, BMW, DaimlerChrysler, Porsche und Volkswagen zusammengeschlossen haben. Kernziel der fünf HIS-Arbeitskreise (Prozess-Assessment, Software-Test, Standard-Software, Flashbare Software sowie Simulation und Tools) ist die Vereinheitlichung von Anforderungen an Komponenten und Prozesse (Chodura, 2004). Aktuell werden die Inhalte und Zielsetzungen von HIS überprüft, um ggf. Doppelarbeiten mit AUTOSAR zu vermeiden. Für aktuelle Inhalte sei auf die Seiten von [www.automotive-his.de](http://www.automotive-his.de) verwiesen.

*HIS*

## **7.7 Zusammenfassung**

Um den Prozess der Softwareentwicklung strukturiert und steuerbar durchführen zu können, werden sogenannte Vorgehensmodelle eingesetzt. Es existieren mehrere ganz unterschiedliche Vorgehens-

modelle, wie beispielsweise das Wasserfallmodell, das V-Modell, der Rational Unified Process sowie der Ansatz des Extreme Programming. Das V-Modell ist besonders als Vorgehensmodell für die Entwicklung eingebetteter Systeme geeignet, da es ein hohes Maß an Qualitätssicherung vorschreibt, so z. B. durch die obligatorische formale Vorgehensweise, die Erstellung zahlreicher Zwischenergebnisse (Dokumente usw.), durch Testaktivitäten auf verschiedenen Entwicklungsstufen sowie durch ein eigenes Submodul zur Qualitätssicherung.

Gerade in der automobilen Softwareentwicklung spielen neben rigiden Vorgehensmodellen auch Standards wie OSEK, AUTOSAR oder HIS (Hersteller-Initiative-Software) eine entscheidende Rolle bei der Erstellung wiederverwendbarer, hochqualitativer Steuergerätesoftware.