

**Titel** (max 90 Zeichen)

## Welche Prozesse brauche ich in 5 Jahren? Strategisches Prozessportfoliomanagement bei der Japanischen Raumfahrtagentur

---

**Referent/Autor**

Ove Armbrust, Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE), DE

**Weitere Autoren**

Masafumi Katahira, Yuko Miyamoto; Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 2-1-1, Sengen, Tsukuba, Ibaraki, 305-8505, JP  
Jürgen Münch, Alexis Ocampo; Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE), Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern, DE  
Haruka Nakao, Japan Manned Space Systems Corporation (JAMSS), 1-1-26, Kawaguchi, Tsuchiura, Ibaraki, 300-0033, JP

---

**Beitragsform**

Workshop     Tutorial     Präsentation

---

**Mögliche Vortragssprache(n)**

Englisch     Deutsch

(Zusammenfassung ebenfalls in Englisch verfügbar)

---

**Bestimmung des Skill-Levels**

Anfänger     Fortgeschrittene     Experten

---

**An wen richtet sich der Beitrag?**

Entscheidungsträger im Prozessmanagement, Software-Prozessingenieure

---

**Stichwörter**

- Process Improvement
  - Process Portfolio Management
  - Process Selection
  - Process Evaluation
- 

**Zusammenfassung**

Im Rahmen einer strategischen Kooperation wurde mit der Japanischen Raumfahrtagentur eine Methodik entwickelt, die es erlaubt, aufgrund einer systematischen Analyse der Prozessbedarfe einer Organisation eine Empfehlung für die zukünftige Ausrichtung des Prozessportfolios zu geben. Die Methodik wurde bei der Ausarbeitung der Standards für die Entwicklung von Satellitensoftware erfolgreich erprobt.

Die Japanische Raumfahrtagentur (Japan Space Exploration Agency, JAXA) entspricht der Europäischen Raumfahrtagentur (European Space Agency, ESA) oder der US-amerikanischen NASA. Als solche hat sie die Verantwortung für das gesamte japanische Weltraumprogramm, d.h. für Entwick-

---

---

lung und Betrieb der Bodenanlagen wie Start- und Kontrolleinrichtungen, der Transporteinheiten und der im All eingesetzten Raumfahrzeuge.

Als Raumfahrtbehörde entwickelt JAXA den Großteil der eingesetzten Technologie nicht selbst, sondern vergibt Aufträge an Zulieferer. Die Zulieferer sind verpflichtet, bestimmte Qualitätskriterien einzuhalten und entsprechende Nachweise zu erbringen. Im Softwarebereich geschieht das teils über umfangreiche Tests und sonstige analytische Qualitätsmaßnahmen, teils über die Forcierung bestimmter Prozesse bei der Entwicklung der Software (konstruktive Qualitätsmaßnahmen).

Bislang wurde für jedes Entwicklungsprojekt ein eigenes Tailoring des Standardprozesses durchgeführt. Dabei hat sich herausgestellt, dass viele Teile der verschiedenen Tailorings gleich sind, sie sich aber auch in etlichen wichtigen Details massiv unterscheiden. Zudem traten immer wieder Fälle auf, in denen nötige Anpassungen an den Prozessen nicht erkannt und durchgeführt wurden, so dass im Projekt vermeidbare Probleme auftraten. Eine systematische Analyse der benötigten und vorhandenen Prozesse könnte dies verhindern.

Aus diesem Grunde wurde eine Methodik entwickelt und eingesetzt, die aufgrund einer Analyse der Prozessbedarfe aus Projekten und Produkten und einer Analyse der Fähigkeiten existierender Prozesse eine Empfehlung gibt, welche Prozesse weiter gepflegt werden sollten, welche vernachlässigt werden können, und welche im konkreten Fall einzusetzen sind. Die zu beantwortende Kernfrage lautete:

**Wie müssen die Softwareentwicklungsprozesse ausgerichtet werden, um damit sowohl aktuelle als auch zukünftige Entwicklungsprojekte optimal zu unterstützen?**

Das heißt konkret, dass beispielsweise eine bestimmte Designmethodik, in absehbar zunehmendem Maße bei der Entwicklung von Satellitensoftware benötigt wird, von Anfang an im entsprechenden Standard integriert ist und somit nicht für jedes einzelne Projekt „hinzugetailort“ werden muss. Die entwickelte Methodik besteht aus fünf Schritten, an deren Ende eine klare Empfehlung zur Ausrichtung der Prozesse steht. Die fünf Schritte sind im Einzelnen:

- (1) eine **Produktanalyse**, um von Produkten stammende Anforderungen an die Prozesse zu identifizieren,
- (2) eine **Projektanalyse**, um von Projekten stammende Anforderungen an die Prozesse zu identifizieren,
- (3) eine **Prozessanalyse** basierend auf den Charakterisierungsattributen der Produkt- und Projektanalysen, um die Tauglichkeit (bzw. Untauglichkeit) der Prozesse einzuschätzen,
- (4) die **Priorisierung der Charakterisierungsattribute**, und schließlich
- (5) die **Ausrichtungsempfehlung**, basierend auf einem mathematischen Modell.

Das Ergebnis dieser fünf Schritte ist eine objektive Analyse der Prozessbedürfnisse der Organisation (Schritte (1) und (2)), der Tauglichkeit der aktuell eingesetzten und potentiell einsetzbarer (externer, noch nicht eingeführter) Prozesse (Schritt (3)), und eine Empfehlung für die zukünftige Ausrichtung der Prozesse der Organisation (Schritte (4) und (5)). Abhängig von der Organisation haben Produkt- und Projektanalyse möglicherweise einen unterschiedlichen Stellenwert bei der Ermittlung der Prozessbedürfnisse: Eine Organisation, die fünf Produkte mit festgelegten Entwicklungszyklen entwickelt, konzentriert sich typischerweise eher auf die Produktanalyse, wohingegen eine Projektorganisation, die kunden-individuelle Software entwickelt, ihren Fokus auf die Projektanalyse richtet.

**Produktanalyse.** In diesem Schritt werden zuerst existierende Produkte identifiziert, die weiter gewartet werden müssen. Weiterhin werden zukünftige Produkte identifiziert, die entweder schon fest eingeplant sind oder zumindest in der weiteren Planung berücksichtigt werden sollen. Für existierende Produkte können diese Informationen beispielsweise aus Arbeitsprodukten entnommen werden, etwa Anforderungen, Designdokumentation, Testdokumentation etc. Für geplante Produkte (d.h. Produkte, für die die Entwicklung schon beschlossen wurde und fest eingeplant ist) können Doku-

---

mente wie Marktanalysen, Geschäftsstrategien, Produktportfoliopläne usw. als Informationsquelle herangezogen werden. Für potentielle Produkte (d.h. Produkte, die zwar schon angedacht sind, aber deren Realisierung noch unsicher ist) kommen als Informationsquellen Dokumente zur Unternehmensstrategie oder Unternehmensroadmaps in Frage.

Jedes identifizierte Produkt wird mittels Charakterisierungsattributen auf seine Prozessbedürfnisse hin analysiert. Charakterisierungsattribute beschreiben Eigenschaften des Produkts, die einen Einfluss auf den Entwicklungsprozess haben. Aufgrund der Vielzahl der verschiedenen Produkte kann es keine generische Liste von Produktattributen geben, die für alle Produkte gültig ist. Einige Vorschläge können Tabelle 1 entnommen werden.

Anhand der so erstellten Attributliste werden die Produkte analysiert. Bei Verwendung einer dreiteiligen Skala beispielsweise steht „3“ für eine hohe Bewertung (also z.B. eine „3“ bei der Größe bedeutet ein großes Produkt“, eine „1“ dementsprechend für eine niedrige Bewertung. Abhängig von der Wahrscheinlichkeit der Realisierung (zukünftige, geplante Produkte werden vielleicht doch nicht umgesetzt) können die Bewertungen noch abgezinst werden, um der Unsicherheit der zukünftigen Entwicklung Rechnung zu tragen.

**Tabelle 1: Produkt- und Projekt-Charakterisierungsattribute**

Produkt	Projekt
Größe	Grad der Verteiltheit
Komplexität	Zeitdruck
Kritikalität	Verfügbares Personal
Anforderungsstabilität	Kooperation mit Kunde
Safety-Kritikalität	Zeitliche Verteiltheit
Entwicklererfahrung	Entwicklererfahrung

**Projektanalyse.** Die Analyse von historischen und zukünftigen, geplanten Projekten läuft analog der Produktanalyse ab. Informationen über existierende Projekte kann dabei aus Projektplänen, Projekt-Traces, (angepasster) Prozessdokumentation usw. entnommen werden. Geplante Projekte werden ebenfalls in Projektplänen oder angepasster Prozessdokumentation beschrieben. Die Einschätzung potentieller Projekte hängt stark von Experten ab, neben Informationen über die Organisationsstrategie bzw. –roadmap wie bereits bei der Produktanalyse beschrieben. Wie bei Projekten kann es keine allgemeingültige Attributliste geben, allerdings gibt Tabelle 1 einige Hinweise.

**Prozessanalyse.** Im dritten Schritt werden schließlich die verfügbaren Prozesse daraufhin analysiert, wie gut sie die Bedürfnisse der Produkte und Projekte erfüllen. Dazu werden die Attributlisten der beiden ersten Schritte zur Analyse der Prozesse verwendet: Jeder Prozess (bzw. jede Prozessvariante) wird daraufhin überprüft, wie gut er das jeweilige Attribut unterstützt, also beispielsweise, wie gut ein bestimmtes Vorgehen zur Anforderungsermittlung die Entwicklung safety-kritischer Systeme unterstützt. Das Ergebnis ist für jeden Prozess (bzw. jede Prozessvariante) eine genaue Charakterisierung, welche für die jeweilige Organisation relevanten Eigenschaften er mitbringt.

**Attributpriorisierung.** In den meisten Fällen sind die identifizierten Attribute nicht gleich wichtig. Beispielsweise kann eine die Eigenschaft „Eignung für safety-kritische Anwendungen“ ein höheres Gewicht haben als „kostengünstig durchzuführen“ – oder umgekehrt. Um diese Unterschiede festzuhalten, können die Attribute priorisiert werden. Dies kann (bei wenigen Attributen) anhand der Einschätzung von Experten geschehen. Bei deutlich mehr als fünf Attributen ist jedoch eine objektive Einschätzung schwierig, weshalb dafür auf formale Techniken wie z.B. den paarweisen Vergleich zurückgegriffen werden sollte.

**Ausrichtungsempfehlung.** Sind die Attribute priorisiert, so kann diese Priorisierung auf die Prozessanalyse angewendet werden. Ist z.B. das am wenigsten wichtigste Attribut auf 50% der Wichtig-

keit des wichtigsten Attributs taxiert worden, so werden die Ergebnisse der Prozessanalyse für dieses wenig wichtige Attribut halbiert. Dies wird für alle Attribute durchgeführt, so dass am Ende eine gewichtete Analyse der Prozesse bezüglich ihrer Unterstützung der für das Unternehmen relevanten Eigenschaften steht. Durch Summenbildung über sämtliche Charakterisierungsattribute eines Prozesses lassen sich damit die Prozesse in eine Reihenfolge bringen, wobei an erster Stelle der Prozess (bzw. die Prozessvariante) steht, die die meisten der für das Unternehmen wichtigen Eigenschaften auf sich vereint, und an letzter Stelle der Prozess mit den schlechtesten Eigenschaften.

### Fallstudie: Japanische Raumfahrtagentur JAXA.

Der beschriebene Ansatz wurde im Rahmen einer strategischen Kooperation mit der Japanischen Raumfahrtagentur (JAXA) auf die dortige Prozesslandschaft angewandt. Ziel war es, im Zuge der Überarbeitung der Prozessstandards häufig genutzte Kernprozesse von solchen Prozessen zu unterscheiden, die nicht regelmäßig oder nur unter bestimmten Umständen eingesetzt werden. Aufgrund von praktischen Einschränkungen (zeitliche Gründe/Verfügbarkeit von Schlüsselpersonen) wurden die folgenden Einschränkungen vorgenommen:

- Die Bewertung zukünftiger und geplanter Projekte und Produkte wurde nicht abgezinst, da die langen Planungszeiträume der JAXA eine hinreichende Sicherheit bzgl. der Realisierung bieten.
- Da eine überschaubare Anzahl von Charakterisierungsattributen genutzt wurde, erfolgte ihre Priorisierung durch direkte Experteneinschätzung, ohne die Verwendung formaler Methoden wie paarweisen Vergleich.

Die durch den letzten Schritt der Methodik ausgesprochene Ausrichtungsempfehlung wurde dazu genutzt, einen Kern von in jedem Fall vorgeschriebenen Prozessen zu definieren, nebst optional, unter genau definierten Bedingungen, einzusetzenden weiteren Prozessen. Diese Bedingungen wurden direkt aus den Ergebnissen der Produkt- und Projektanalysen abgeleitet. Aus Gründen der Vertraulichkeit können nicht alle Details der Analysen sowie der Ausrichtungsempfehlung dargestellt werden, unsere Erfahrungen jedoch uneingeschränkt.

**JAXA-Produktanalyse.** Analysiert wurden zwei Produkte (Satellit 1 und Satellit 2) mit insgesamt vier Subsystemen (siehe Tabelle 2). Die Ausdehnung der Analysen auf Transporteinheiten (Launch Vehicles) und Bodenanlagen (Ground Segment) erfolgt in weiteren Schritten. Tabelle 2 zeigt einen Ausschnitt der Ergebnisse. Während der Analyse fiel auf, dass bei Produkten meist mehrstufige Skalen zu verwenden waren (z.B. für Komplexität oder Größe), in wenigen Fällen jedoch auch ja/nein-Skalen ausreichend waren (z.B. für die Anforderungsstabilität).

**Tabelle 2: JAXA-Produktanalyse (Auszug).**

		Komplexität	Kritikalität	Größe	stabile Anforderungen	...
Satellit 1	Subsystem 1	3	2	3	ja	
	Subsystem 2	2	3	3	ja	
	Subsystem 3	1	1	2	ja	
Satellit 2	Subsystem 3	1	1	2	nein	
	Transporteinheit 1					
	Transporteinheit 2					
	Bodenanlage 1					
	Bodenanlage 2					

**JAXA-Projektanalyse.** Im Raumfahrtbereich korrelieren Produkte und Projekte sehr oft direkt, so auch in unserem Fall. Daher wurden die beiden Projekte analysiert, die die Produkte Satellit 1 und Satellit 2 erstellt haben. Tabelle 3 zeigt einen Auszug der Ergebnisse. Im Vergleich zur Produktanalyse fällt insbesondere auf, dass die Anzahl der Charakterisierungsattribute mit nur zwei möglichen

Ausprägungen deutlich höher ist, z.B. bei der Art der Zusammenarbeit oder dem Missionstyp. Zwischen den Ergebnissen der Produkt- und der Projektanalyse zeigten sich zudem Abhängigkeiten, die erst auf den zweiten Blick zutage traten. Für die instabilen Anforderungen von Satellit 2, Subsystem 3 beispielsweise war ein iteratives Vorgehen angezeigt – daher musste für jeden potentiellen Zulieferer geprüft werden, ob dieser ein solches Vorgehen unterstützt. In unserem Fall wurde Zulieferer 2 ausgewählt und musste seine Prozesse für den Missionstyp „International“ anpassen.

**Tabelle 3: JAXA-Projektanalyse (Auszug).**

	Art der Kooperation	Missions-typ	Subsystem	Zulieferer	...
Satellit 1	National	Engineering	1, 2, 3	1, 2	
Satellit 2	International	Wissensch.	3	1	
Transporteinheit 1					
Transporteinheit 2					
Bodenanlage 1					
Bodenanlage 2					

**JAXA-Prozessanalyse und -ausrichtungsempfehlung.** Die Analyse der JAXA-Prozesse anhand der identifizierten Attribute und die Ermittlung der Ausrichtungsempfehlung stellten sich als nicht ganz trivial heraus. Insbesondere konnten „weiche“ Produktcharakteristiken wie beispielsweise Komplexität oder Größe nicht direkt herangezogen werden, um neue oder veränderte Prozesse zu bestimmen. Tatsächlich war es so, dass diese Faktoren nicht zu qualitativen Veränderungen in der Prozesslandschaft führten (d.h. neue oder veränderte Aktivitäten oder Arbeitsprodukte), sondern die Projektplanung selbst beeinflussten. So wurde beispielsweise für große und/oder komplexe Produkte die Anzahl der Reviews bestimmter Arbeitsprodukte und der Anteil an unabhängiger Verifikation & Validation erhöht.

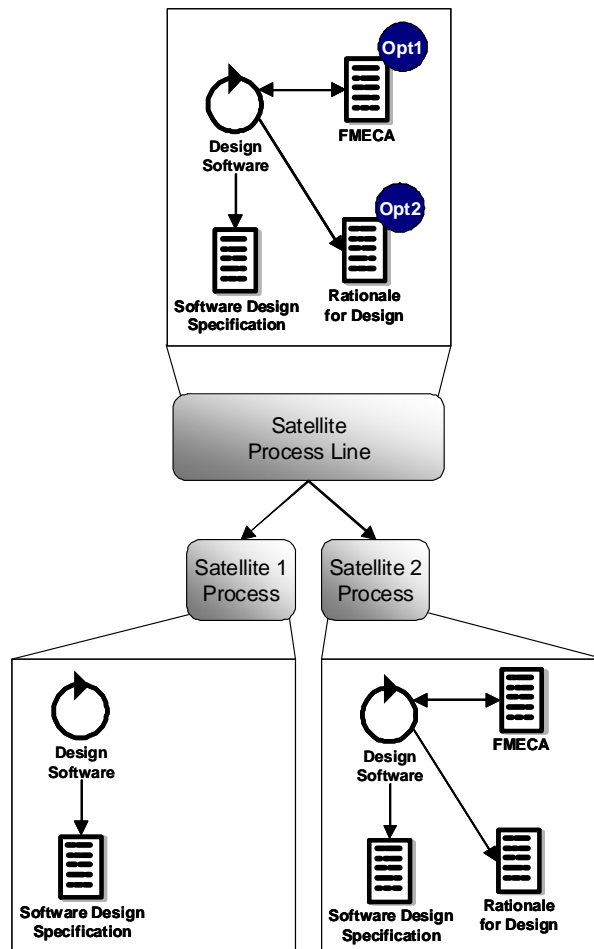


Abbildung 1: JAXA-Prozessarchitektur (Auszug).

Die Projektanalyse hingegen führte zu etlichen Variationspunkten bei den JAXA-Prozessen. So wurde beispielsweise festgelegt, dass bei internationalen Kooperationsprojekte mit der Europäischen Raumfahrtagentur ESA eine zusätzliche Aktivität zur Erstellung des Arbeitsprodukts FMECA (Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis) stattzufinden hat. Auf der anderen Seite war der bislang definierte Standardprozess für explorative Wissenschaftsprojekte zu schwerfällig, so dass in diesem Fall der Umfang der Qualitätssicherungsmaßnahmen reduziert wurde und Design Rationales überhaupt nicht mehr gefordert wurden.

Der resultierende Prozess wurde in einem graphischen Prozessmodellierungswerkzeug dargestellt und enthält 76 Aktivitäten, 54 Arbeitsprodukte, 18 graphische Ansichten des Produktflusses und 18 graphische Ansichten des Kontrollflusses. Abbildung 1 stellt einen Auszug dar, der die beschriebenen Variationspunkte enthält. Je nach Belegung der Charakterisierungsattribute mit konkreten Werten wird aus dem generischen Prozess, der alle Möglichkeiten vorhält, beispielsweise ein Prozess für ein nationales Wissenschaftsprojekt (links unten in Abbildung 1) oder ein Prozess für ein internationales Engineeringprojekt (rechts unten) abgeleitet. Die beschriebene Methodik empfiehlt aufgrund der Analyseergebnisse, bestimmte Aktivitäten wegzulassen bzw. durchzuführen.

**Erfahrungen.** Die beschriebene Methodik unterstützt die Bemühungen der JAXA-Prozessgruppe, für verschiedene Projektarten angepasste Prozesse zur Verfügung zu stellen, sehr gut. Insbesondere die systematische Analyse der Bedürfnisse verschiedener Produkte und Projekte sowie die dazu passende Auswahl von Prozessen und Prozessteilen erleichtert die optimale Prozessgestaltung stark. So konnten beispielsweise Prozessteile, die nur in bestimmten Situationen benötigt werden, für alle anderen Umstände ausgeklammert werden, was eine insgesamt schlankere Projektdurchführung ermöglicht. Gleichzeitig wird durch die systematische Analyse sichergestellt, dass keine Anforderungen an die Prozesse vergessen werden und evtl. später im Projekt als Probleme auftauchen.

---

Die Ausrichtungsempfehlung aufgrund der Analyseergebnisse wurde von JAXA-Prozessexperten evaluiert und nach kleinen Anpassungen übernommen. Der Aufwand, der durch die Analysen anfiel, war nach Expertenschätzungen signifikant geringer als die individuelle Entwicklung zweier Satelliten-Entwicklungsprozesse.

Für die Zukunft ist die Ausdehnung der Analysen auf andere Bereiche (Transporteinheiten, Bodenanlagen) geplant, um die Prozesse JAXA-weit zu harmonisieren.

---

### Biografie

Ove Armbrust erhielt sein Informatik-Diplom 2003 von der Universität Kaiserslautern und arbeitet seitdem am Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering in der Abteilung *Processes and Measurement (PAM)*. Er hat Erfahrungen im Bereich der Prozessmodellierung und –definition sowohl bei mittelständischen Unternehmen (z.B. Valeo, Panasonic Automotive Systems Europe, Witt-Weiden) als auch in der Großindustrie (z.B. Daimler, Europäische Weltraumagentur ESA, Japanische Weltraumagentur JAXA). Seine Forschungsinteressen umfassen Prozessmodellierung, Prozess-Scoping und Prozessverbesserung.

---

### Kontaktinformationen von Referenten / Autoren

Ove Armbrust  
Fraunhofer IESE  
Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern  
ove.armbrust@iese.fraunhofer.de  
Tel. +49 (0) 631 6800 2259

---