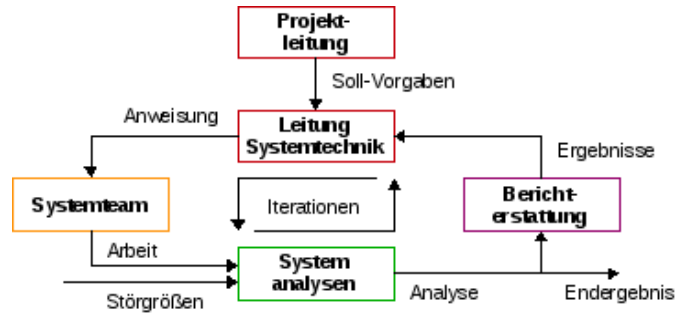


Systems Engineering / System Test (Ein System ist die Gesamtheit an Funktionen realisiert in Hard- und Software)

Systematischer Ansatz: Black Box, Top Down, schrittweise Zerlegung in Geräte, Software

Technische Systeme: Inputs & Outputs sind wichtige Entwurfsgrößen, aber auch ungewollte Inputs & Outputs beachten. Untersuchung der Verträglichkeit mit der Umwelt in frühen Projektphasen.



Konzeptphase: Projektstart, Formulierung Projektziele, Systemanalysen, Begleitende Studien, Konzeptauswahl, vorläufige Projektplanung, Freigabe

Ziele: Leistungsparameter, Einsatzprofil, Randbedingungen, Technologiestand, Budgetvorgaben

Analysen: Konzeptstudien, Leistungsvergleiche, *Technologiestudien*, *Verträglichkeitsuntersuchungen*, *Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen*

Systemspezifikation:

Bedeutung: Technische Zielsetzung, Definition der Systemanforderungen, Funktions- u. Leistungsanforderungen, Definition d. Untersysteme u. Nahtstellen, Entwicklungsbasis

Inhalt: Übersicht, Referenzierte Dokumente, Anforderungen (Systemdefinition, Charakteristik, Entwurf u. Konstruktion, Dokumentation, Logistik, Personal u. Schulung), Qualitätssicherung, Liefervorschriften, Anmerkungen

V-Modell: Ziel (Senkung Entwicklungskosten, Erhöhung Qualität, Verbesserung Kunden-/Lieferantenbeziehung, Verbesserung Wartbarkeit), **Inhalte** (funktionale Aspekte, gliedert Entwicklungsprozess in Schritte, keine Organisationseinheiten), **PM, KM, QS, SWE**



Tailoring-Kriterien: Projektgröße in MJ, Kritikalität d. Software, Komplexität d. Systems, Datenbank- o. Echtzeitentwicklung, Wartbarkeitsanforderungen

Systementwicklungsmodelle: Entwicklungsphasen, Tätigkeiten in den Phasen, Reviews u. Audits, Phasenergebnisse (Dokumentation, Prototypen, Komponenten, Teilsysteme, System, Tests)

Systementwicklungsmodelle: Intern: Leichtere Kommunikation, Aufbruch in verständliche Teilprojekte, Erzwungene Definition v. Zwischenzielen, Verwendung v. Ergebnissen anderer Projekte, Vorteile d. Standardisierung / **AG:** höhere Transparenz, Kontrolle v. Zwischenergebnissen, Frühe Einbindung in Entwicklungsprozess

Modelle generisch, nicht Proj. spezifisch; Abbildung auf spez. Proj. erforderlich; Weglassen v. Phasen/Produkten/Tests je. n. Komplexität Phasen; Dokumente; Richtlinien; Abb. Tätigk. auf OrgaEinheiten
Aus Sys.Entw.Modell abzuleiten: sinnv. prozessorientierte Arbeitsteilungen, Einbindung Kunde, Rolle Sys.Führer, sinnv. Kooperationen
Abweichung: Phasenüberlapp, Auslassen von Phasen, kein Top-Down
Strukturierte Analyse ist Methode zur Erstellung strukturierter Spec. => gut wartbare, überprüfbare Spezifikation

Funktionale Zerlegung: Welche Funktionen muss Sys. bereithalten?

Datenorientierte Zerlegung: Welche Daten werden verarbeitet?

Essentielle Zerlegung: Auf welche Ereignisse muss Sys. reagieren?

Prototyping: Risikoreduzierung durch Implementierung, Analyse, Bewertung, Operationelle, implementierungstechnische, methodische, technologische Fragestellungen. Sys. Prototyping, Software Prototyping, Simulation => Prototyping Experimentalumgebung, Geräteprototypen, Software-Test-Benches, Simulatoren

Entwicklungsmodelle, Methoden, Tools => Standardisierung, Unterstützung, Qualität, Produktivität, Entwicklungszeiten => Kosten ↓
 Einführung gut planen, sonst Demotivation d. Mitarbeiter => Schulung, kleine/unkritische Projekte, Projektrichtlinie, rechtzeitig zur Verfügung

Probleme bei Entwicklungsprojekten

Termine: tech. Anforderungen instabil/spät, Liefertermine nicht vertraglich fest gelegt, Entwicklungsbeginn verzögert, Risiko unterschätzt, Lieferverzug Unterauftragnehmer

Kosten: unklare Vorgaben, unterschätzung Risiko, komplexe Projektstrukturen, Gewährleistung/Vertragsart

Leistungsparameter: unklare Vorgaben/Randbedingungen, Termin-druck, fehlende „Liebe zum Detail“, Qualitätsmängel

Qualität: Vernachlässigung Vorphasen, ungenügende Prüfungen von Zwischenergebnissen, technologische Probleme, Entwicklungsmethoden/-werkzeuge veraltet

Systemtest (Bausteintest/Integrationstest/Systemtest)

BlackBox (aufgabenorientiert, SystemT.), **GreyBox** (funktions-orientiert, IntegrationsT.), **WhiteBox** (objektorientiert, KomponentenT.)

Nachweis bezüglich normaler operationeller und Standard-Fehlerfälle. Testinhalt an operationellen Funktionsabläufen orientiert, Test von Funktionen/Leistungsmerkmalen, Test d. Betriebbarkeit, Überprüfung Leistungskennwerte, Stabilität (Dauer-, Last-, Abbruchtests), Test der Dokumentation, Test der Wartbarkeit

Software Engineering

Technologie zur Reduzierung von Software Produktrisiken.

Sicherheitskritische / Betriebskritische / Nichtkritische Software

Relevanz: Software bestimmt wesentlich die Funktionen der Produkte, Hoher Anteil der Software an den Entwicklungskosten, Risikoanteil größer Kostenanteil. **Risiken:** Komplexität, Vollständigkeit/Richtigkeit der Funktionalität/Architektur, Entwicklung mit Partnern, Fehlen-schätzung Zeit und Entwicklungsaufwand. **Technologien:** System u. Software Entwurfsmethoden, Projektdatenbank, Re-Use, Test-methoden, Prozessmodelle, Projektkommunikation.

Management von Festpreisverträgen

Der Vertrag ist das Bindeglied zwischen den Projektpartnern. Die **Projektkostenschätzung** ist eine **mit Fehlern behaftete Prognose**. Hohes Risiko bei **Forschungs-** u. **Entwicklungsprojekten**.

Festpreis: Risiko für Auftragnehmer hoch

Selbstkostenerstattungspreis: Risiko für Auftragnehmer gering

Ziele für erfolgreiches Projekt: Gewinn / Kundenzufriedenheit

Risiken: *Management und Systemsengineering bei Festpreisen ist zuerst das Beherrschen der involvierten Risiken.*

Technische: Technologie nicht Anwendungsreif, Produkt ungenau spezifiziert, Details ungenügend überschaubar, Verfügbarkeit HW/SW unzureichend, Interfaces unzureichend spezifiziert/spezifizierbar

Wirtschaftliche: Eskalation, Entwicklung Lohn- und Materialkosten, sichere vertragliche Bindung von Unterauftragnehmern

Zeitliche: zu knappe Pufferzeiten, Phasenüberlappung, Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal

Management Risiken

Risiken ermitteln, bewerten, kalkulieren → **Risikozuschlag**

- Selbstkostenerstattungspreis
- Selbstkostenerstattungspreis mit Festgewinn
- Selbstkostenerstattungspreis mit Prämienregelung
- Absoluter Festpreis
- Festpreis mit Preisgleitklausel
- Festpreis mit Prämienklausel
- Festpreis mit Neufestsetzungsregelung

Bei Festpreis: Technologie verfügbar, kein revolutionäres Produkt

Kunde ist **mindestens involviert** bei **Projektdefinition** (Inhalt, Zeit, Geld = Vertragspaket/Projektauftrag) und **Produktabnahme**.

Kunde fernhalten:

- keine neuen Forderungen (+)
- keine teureren Detailwünsche (+)
- keine sonstigen Randbedingungen (+)
- Kundenzufriedenheit fraglich (-)
- Projektreporting ist schwierig (-)
- Vorbereitung des Kunden auf Projektergebnis ist schwierig (-)

Dialog mit dem Kunden:

- Vorstellung des Kunden wächst mit dem Projekt (+)
- Er kann Details mitbestimmen (+)
- Er hat Überblick über den Projektstand (+)
- Akzeptanz des Projektes steigt (+)
- Neue Forderungen evtl. auf Arbeitsebene nachgeschoben (-)
- Neue Risiken gelangen ins Projekt (-)
- Kunde entdeckt Schwachstellen (-)

Projektleiter sorgen dafür, dass Kunde keine Forderungen mit negativem Einfluss auf Kosten, Fertigstellungstermin, Risiko nach schiebt.

Vertragselemente des Festpreisvertrages

- Projektabgrenzung (technisch, vertraglich, zeitlich)
- Spezifikation
- Vertrag (Preisangabe, juristische Regelungen)
- Leistungsverzeichnis
- Liste der Liefergegenstände
- Zeitplan
- Beistellungen des Kunden
- Abnahmebedingungen

Projektkontrolle ist die integrierte Betrachtung von technischer Leistung, Terminen und Kosten => Projektstrukturplan, Termin- und Aufgabenplan, Personaleinsatz- und Kostenplan

Ein **Meilenstein** muss kontrollierbar sein!

Arbeitsfortschritt erst mit Erreichen des Meilensteins gut geschrieben!

Nicht messbare Kostenabweichung = Plankosten - Plan-AFO
umso höher, je größer zeitlicher Abstand definierter Meilensteine und je größer zugehöriger Mengensatz. Verringerung durch Zwischenmeilensteine.

Pessimistische Kostenabweichung = Ist-AFO – Istkosten

Optimistische Kostenabweichung = pessimistische Kostenabweichung + nicht messbare Kostenabweichung

Beauftragung intern (AP's) und extern (UA's):

- zu früh: Kostenüberzug
 - zu spät: Terminverzug
- Durchlaufzeiten der Bearbeitung, Voraussetzungen für Bearbeitung

PM und SE in internationalen Großprogrammen

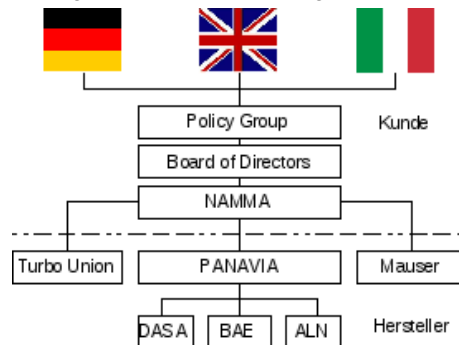
Risiken komplexer Systementwicklung liegen primär in der:

- Kommunikation zwischen Mitgliedern (formell/informell)
- Planung und Steuerung des Entwicklungsprozesses

Gründe für Multinationale Programme: Allgemein (Bündelung Bedarf, Aufteilung Kosten, Senkung Serienkosten durch Stückzahlen), Politik (politischer Wille, Stärkung Stellung Weltmarkt, Stärkung europäische Einigung, Aufbau/Erhalt Kernfähigkeiten / Teilnahme an HighTech-Projekten), Militärisch (Sicherstellung Querversorgbarkeit, Stärkung Bündnisfähigkeit)

Management Agentur der Kunden

koordiniert Bedarf der nationalen Kunden, fungiert als Auftraggeber, übernimmt d. Programmmanagement, unabhängig von nationalen Vorschriften, sichert Akzeptanz beim Endkunden.

**Arbeitsteilung/Workshare**

Grundlage jeder industriellen Kooperation egal in welcher Form.

Berührt strategische Ausrichtung der Unternehmen und ist kritischer Pfad zu einem gemeinsamen Projekt.

- Jede Firma **spezialisiert** auf bestimmte Arbeitsgebiet(e). Verlust der Systemfähigkeit
- Gleichwertige Beteiligung an allen Arbeitsgebieten und Aufteilung der Arbeiten innerhalb des Gebietes. Erhalt der **Systemfähigkeit**.

Schnittstellen erhöhen **Risiko** und **Kosten**.

Regeln: Klare Verantwortlichkeiten für abgeschlossene Arbeitsgebiete. Arbeitsgebiete müssen so abgegrenzt werden, dass einfache und unkritische Schnittstellen entstehen.

Projektmanagementaufgaben:

Generalunternehmer <=> Management Firma

Gesamtentwurf aus einem Guss:

Einrichtung eines gemeinsamen Design-Teams <=> Beauftragung einer Firma mit der Designverantwortung

Workshare = Costshare: Mittelrückfluss in Höhe der Einzahlungen

Definition von Bandbreiten für Rückflusskoeffizienten

Equal Share of Technologie: Arbeiten müssen vergleichbaren technologischen Ansprüchen genügen.

Arbeitsgemeinschaften (ARGE's): Ziel ist verbesserte Arbeitsabstimmung, verbesserte Koordination, genaue Definition d. Aufgabengebiete/d. Schnittstellen, genaue Terminabsprachen

Gemeinsames Management vs. **Federführer Konzept**

Unter **Dokumentationsmanagement** versteht man die Planung, Steuerung und Verwaltung der Projektdokumentation.

Konfigurationsmanagement ist die kontinuierliche Erfassung des Bauzustandes des Produkts (HW, SW, Funktionalität, Doku,...)

- Sie kosten viel Geld
 - Kosten für Änderungen in Rechnung stellen
 - technische Ausgangsbasis für Kostenschätzung
 - effiziente Beseitigung von Abweichungen/interne Änderungen
 - gleicher Informationsstand aller Projektbeteiligten
- Projektdokumentation:** Anforderungen, Spezifikationen, Prozeduren, Abnahmedokumente, Verträge, Vorschriften, Berichte, Handbücher, Projekt-, Kontroll-, Entwicklungs-, Ablauf-, Test- und Finanzplan
Die richtigen Dokumente zum richtigen Zeitpunkt zum richtigen Empfänger!

Dokumentationsanforderungen: DRL: Bezeichnung, Nummer, Ersteller

(Firma, Abteilung), geplantes Abgabedatum, geplanter Verteiler

DRD: Zweck, Verantwortliche Organisation, Referenzen, Erstellungsinstruktionen (**Dokumentationsstatusliste** an ALLE)

Konfigurationsmanagement basiert auf Dokumentationsmanagement!

Unter **Konfiguration** versteht man den Aufbau und die Gestaltung eines Systems und deren Beziehung zu einander

Konfigurationsbestimmung, Änderungssteuerung, Änderungsüberwachung.

Konfi-Probleme: Menge, Änderungen, Konsistenz, Lebensdauer

Unterauftragnehmer (Supplier) eingebunden wegen Spezialisierung, Know-How, Arbeitsteiligkeit, reduzierte Fertigungstiefe, Kostengesichtspunkten, industriepolitischen Gründen, Risiko streuung.

- Liste der auszuschreibenden Geräte, Subsysteme, Systeme
- Liste potentieller Lieferanten (für jedes Gerät)
- Vorbereitung Ausschreibung (Unterlagen technisch, kaufmännisch, Liste der Liefergegenstände, Zeitplan)
- Ausschreibung (BiddersConference, Fragen/Antworten öffentlich)
- Auswertung (~8 Wochen, Nutzwertanalyse)

Risiken: Bedeutung des Teilsystems höher als Kostenanteil, Vielzahl

Supplier, techn./terminl. Abhängigkeiten, Kostendruck auf Supplier
Maßnahmen: Risikozuschlag, penibel spezifizieren, Vertragsstrafen, zwei Supplier konkurrierend, partnerschaftliches Verhältnis zwischen Supplier und Systemfirma

Präsentationstechnik (7-Schritte): (Ein 15%, Hau 75%, Schl 10%)

Analyse Vorgeschichte, Zielgruppenanalyse (SIE), Ziele (Informieren/Überzeugen), Inhalte erstellen (SAGE), Planung Beziehungsaspekt, Planung Selbstaussage, Nachgeschichte

Coaching (Hilfe zur Selbsthilfe)

Fähigkeiten/Ressourcen vorhanden, stehen aber evtl. nicht zur Verfügung => Gegner im Kopf. Nur in besonderen Fällen. !Vertrauen!

Schritte: **Problem sichten** (offene Fragen, aktives Zuhören, warum), **Sichtweise differenzieren** (Was wäre wenn?, Wie sehen das andere?, Idealsituation, Worst Case, Was wollen Sie erreichen?), **Gesprächsausstieg vorbereiten** (sanfter Druck), **bidirektionales Feedback**.

Anforderungen Heute

Kostenbeeinflussung durch: Spezifikation d. Funktionen; optimale Technologiewahl; Vermeidung v. Neuentwicklungen; Management; Spezifikation der Anforderungen an Umwelt, EMV, Bauteile, KM, ...
Verkaufspreis – Gewinn = Entwicklungsvorgabe

Seriellles Vorgehen: Aufeinanderfolgende Leistungen, Basis: stufenweise Definition der Anforderungen (Analyse Kundenanforderungen, Auswahl Lieferanten, Produktentwicklung, Prototyping und Tests, Serienvorbereitung, Produktion)

Simultaneous Engineering: Gemeinsames Projektteam, Beseitigung von Planungsschritten, Zeitersparnis, Ganzheitliche Sichtweise der Wertschöpfung, keine nachträglichen Produktveränderungen

Denker: erkennt Probleme, Analysiert Ursachen u. Wirkungen, Entwickelt Konzeptionen (Kann strategisch Denken)

Fühler: Hat Gespür für Markt- u. Organisationsentwicklung, Entwickelt neue Ideen, Erkennt neue Chancen und Risiken (Kann kreative Impulse geben)

Macher: Ergreift Initiative, Arbeitet mit anderen gut zusammen, Setzt Maßnahmen konstruktiv um (Kann andere für seine Ideen begeistern)

Ariane 5

Internal Reference System (IRS) von Ariane 4 übernommen. Größere Sensorwerte verursachten Fehler in IRS. IRS schickte Fehlercodes an Hauptcomputer. Dieser interpretierte diese als Sensordaten. Werte Bereiche nicht verifiziert, Alignment Funktion war unnötig und hätte nach Lift-off abgeschaltet werden können. Bei Komponententests keine Flugbahndaten von Ariane 5 verwendet. Bei Systemtest wurde IRS nur simuliert, obwohl Einbau der Komponente möglich gewesen wäre.