

Systems Engineering and Project Management

VO 716.111

Exam, List of possible questions

Group A

Name	Matrikelnr.	Kennzahl

Before starting the exam please fill in your name, the Matrikelnummer (your student number), and the Kennzahl (the number of your study program). Do not use your own sheets of paper. Write the solution directly at the given free space of this test. You can answer the questions either in German or English.

Grades:

- 0...25 Nicht genügend (5)
- 26...32 Genügend (4)
- 33...38 Befriedigend (3)
- 39...44 Gut (2)
- 45...50 Sehr gut (1)

1. *Introduction:* (Max. 10 points)

Answer the following questions (where each question counts 2 points):

- (a) What is a *system*?

Solution:

**A system is a set of interacting or interdependent component parts forming a complex/intricate whole.
A system is an integrated composite of people, products, and processes that provide a capability to satisfy a stated need or objective.**

- (b) What are common characteristics of *systems*?

Solution:

**– Struktur (Komponenten und deren Verbindungen)
– Verhalten
– Interkonnektivität**

- (c) What is a *system* accordingly to IEEE Std 1220-1998?

Solution:

IEEE Std 1220-1998: "A set or arrangement of elements and processes that are related and whose behavior satisfies customer/operational needs and provides for life cycle sustainment of the products."

- (d) What is a *system* accordingly to ISO/IEC 15288:2008?

Solution:

ISO/IEC 15288:2008: "A combination of interacting elements organized to achieve one or more stated purposes."

- (e) What do *systems* have?

Solution:

– Physische und zeitliche Grenzen – Eine Umgebung, die das System beeinflusst

- (f) How can *systems* be described?

Solution:

**– Ihre Struktur – Ihren Zweck
– Ihre Funktionalität**

(g) What is *engineering*?

Solution:

„Engineering ist die Anwendung von Mathematik, Empirie, sowie von wissenschaftlichen, wirtschaftlichen, sozialen und praktischen Wissen zur Erfindung, Entwicklung, Fertigung, Wartung, sowie Verbesserung von Strukturen, Maschinen, Werkzeugen, Systemen, Komponenten, Materialien und Prozessen.“

(h) What is *systems engineering*?

Solution:

Systems Engineering ist ein Feld des Engineerings, das sich auf das Design und Management von komplexen Systemen über deren Lebensdauer beschäftigt.

(i) Which areas / disciplines are related to *systems engineering*?

Solution:

– Requirements Engineering – Reliability Engineering – Logistik – Control Engineering – Software Engineering – Project Management
– ...

(j) What are the three most important tasks of *systems engineering*?

Solution:

☐ Verwendung von Modellen und Simulationen um Systemannahmen zu validieren und evaluieren.
☐ Verwendung von Methoden zur möglichst frühen Erkennung von Fehlern! Safety Engineering
☐ Kritische Entscheidungen möglichst früh evaluieren (hinsichtlich Konsequenzen) und treffen!

(k) List the 2 different types of models used in simulation.

Solution:

Multi-domain Modelle
Hierarchische Modelle

(l) What is the main objective of *safety engineering*?

Solution:

Ziel in der Entwicklung: Risiken zu eliminieren bzw. unter einem gegebenen Grenzwert zu drücken.

(m) How is *risk* defined?

Solution:

Risiko r eines bestimmten Schadens e wird üblicherweise als Funktion der Wahrscheinlichkeit p des Schadenseintritts und der Kosten c bei Schadenseintritt definiert:
 $r(e) = p(e) * c(e)$

- (n) What are the two techniques introduced in the lecture for risk assessment?

Solution:

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) – Bottom Up Approach
Fault Tree Analysis (FTA) – Top Down Approach

- (o) What are consequences of not well designed systems?

Solution:

Schaden in allen verschiedenen Formen, Geld.....

2. Modeling process: (Max. 10 points)

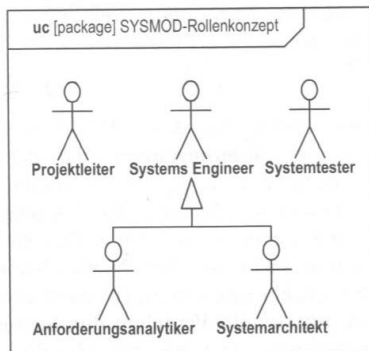
Answer the following questions (where each question counts 2 points):

- (a) What are the foundational ideas behind SYSMOD?

Solution:

**Grundlegende Idee ("Blackbox-Sichtweise auf Systeme"): – Elemente identifizieren, – Kontext beschreiben
– Innenansicht weiter ausarbeiten**

- (b) Given the following role concept of SYSMOD. What are the different roles of systems engineers for?



Solution:

- ☐ **Systems Engineer – Anforderungsanalytiker: Erheben und Verwalten der Systemanforderungen**
- ☐ **– Systemarchitekt: Leitet aus Anforderungen die Lösungsarchitektur ab**
- ☐ **Projektleiter**
- ☐ **Systemtester**

- (c) What are the 6 tasks of SYSMOD?

Solution:

**Aufgaben: 1. Systemidee und Systemziele beschreiben 2. Basisarchitektur festlegen 3. Anforderungen ermitteln 4. Systemkontext modellieren 5. Anwendungsfälle modellieren
6. Fachwissen modellieren**

- (d) What is a project notebook / Projekttagebuch ?

Solution:

Sammlung von Notizen während des Projekts

- (e) What is the difference between a project notebook and a meeting protocol?

Solution:

**Protokolle der Arbeitstreffen: – Titel – Ort, Datum – Teilnehmer
– Beschreibung der Inhalte und Ergebnisse**

Vergleich mit Frage darüber

- (f) Which information should always be part of a meeting protocol?

Solution:

**Protokolle der Arbeitstreffen: – Titel – Ort, Datum – Teilnehmer
– Beschreibung der Inhalte und Ergebnisse**

- (g) What is always the reason for starting systems engineering?

Solution:

Start ist immer eine Systemidee!

- (h) What should requirements never describe?

Solution:

Anforderungen/Ideen sollen nicht die Lösung vorwegnehmen!

- (i) What is the difference between a requirement and a potential solution?

Solution:

Anforderungen können Innovationen bremsen

- ☐ **Anforderungen/Ideen sollen nicht die Lösung vorwegnehmen!**
- ☐ **In Systems Engineering sollten mehrere potentielle Lösungen erstellt und verglichen werden.**

- (j) Name some questions to be answered when outlining the system's ideas and objectives?

Solution:

**q Wie kann das System in 5 Minuten vorgestellt werden?
q Was sind die drei wichtigsten Ziele des Systems? q Sind alle Projektbeteiligten über die Ziele informiert?
q Welche Ziele verfolgt das Projekt nicht?**

- (k) What are the subgoals of requirements engineering in SYSMOD?

Solution:

– Stakeholder identifizieren
– Anforderungen aufnehmen

(l) Why are stakeholders so important in systems engineering?

Solution:

Warum? Bedürfnisse der Stakeholder sind entscheidend für den Projekterfolg.
– Was? Identifikation aller Personen und Institutionen, die Interesse bzw. Anforderungen ans System haben.
– Wie? Liste der Stakeholder im Workshop erarbeiten und laufend ergänzen.
– Wohin? Stakeholder sind die Quelle für Anforderungen. Ihre Interessen werden festgestellt und analysiert.

(m) What is the system context and why is it important?

Solution:

Der Systemkontext beschreibt das System innerhalb der Systemgrenzen zum Verständnis was alles mit dem System interagiert.

(n) What is a use case?

Solution:

Motivation / Beschreibung: – Warum? Anwendungsfälle beschreiben die Dienstleistungen des Systems.
– Was? Anwendungsfälle werden identifiziert und beteiligten Akteuren zugeordnet.
– Wie? Auf Basis der Anforderungen und des Systemkontexts werden Anwendungsfälle systematisch erarbeitet.
– Wohin? Anwendungsfälle werden mit einer Ablaufbeschreibung versehen und dienen zur Ableitung der Architektur

(o) Which SYSML diagram is used for describing the system's structure?

Solution:

Blockdiagramm

(p) Why are state diagrams important in SYSMOD?

Solution:

Sie beschreiben das Verhalten des Systems in verschiedenen Bereichen.

3. UML: (Max. 10 points)

Answer the following questions (where each question counts 2 points):

- (a) What are the objectives behind UML?

Solution:

- Darstellung von Systemen und ihrer Bestandteile
- Verschiedene Sichtweisen bieten
- Reduktion der Komplexität durch Zerlegung in Teilsysteme
- Definierte Semantik der Diagramme

- (b) Is it necessary to use all UML diagram types for describing a system?

Solution:

**Nein, Diagramme sind auf ihre Sinnhaftigkeit zu überprüfen.
Fast immer sinnvoll: Use Cases, Klassendiagramme**

- (c) What is an *object* in UML?

Solution:

Diskrete Größe mit definierten Grenzen bezüglich Status und Verhalten

- A discrete entity with a well-defined boundary that encapsulates state and behavior
- An instance of a class

- (d) What are the properties of an UML object?

Solution:

- Kombination von Daten und Funktionen
- Data Hiding (durch Funktionen)
- Jedes Objekt ist eindeutig (unique)
- Attribute speichern die Objektdaten

- (e) What is encapsulation?

Solution:

- Der Objektzustand wird durch die Objektattribute definiert und kann nur durch Objektfunktionen verändert werden.
- Das Objektverhalten ist durch die Objektfunktionen definiert

(f) What is a class in UML?

Solution:

- Eine Klasse beschreibt das Verhalten einer Menge von Objekten
- Jedes Objekt ist Instanz einer Klasse
- Das richtige Klassifikationsschema ist ein Schlüssel zu einer erfolgreichen OOAnalyse

(g) What are relationships in UML?

Solution:

Verbindungen zwischen Dingen

- Dependency Relation
 - Objektinstanzierung erzeugt ein neues Objekt unter Verwendung seiner Klasse als Template
- Instanzierung: erzeugt neues Objekt mit den Eigenschaften der Klasse

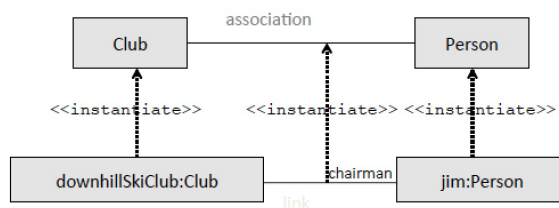
(h) What are associations in UML?

Solution:

Verbindungen zwischen Klassen

- Dependency Relation: Change suppliers has impact to the client
- Object instantiation: creates a new Object under usage of the Class as template

(i) Describe the content stated in the following UML diagram.



Solution:

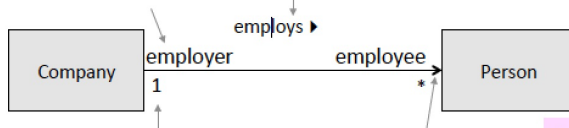
„downhillSkiClub“ ist eine Instanz der Klasse „Club“, „jim“ eine Instanz der Klasse „Person“.
Die association zwischen „Club“ und „Person“ ist für diese beiden konkreten Objekte der link, der „jim“ die Rolle „chairman“ zuweist.

(j) What information do associations have?

Solution:

- Name
- Rollennamen
- Multiplicity
- Navigability

(k) Given the following UML class diagram:



Describe the content of this diagram using your own words. Can this class diagram be used for describing informations to be handled at social security organizations or the ministry of finance? If not, explain the reason.

Solution:

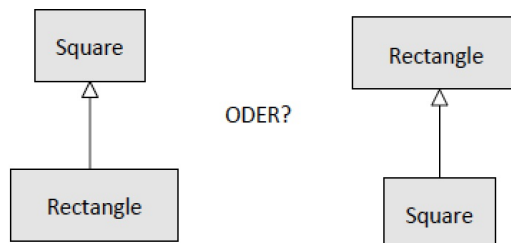
„Company“ und „Person“ sind Klassen, die durch die association „employs“ mit den Rollen „employer“ und „employee“ verbunden sind. Eine „Company“ kann mehrere „Personen“ anstellen, aber jede „Person“ nur bei einer „Company“ arbeiten. Für die angegebenen Aufgaben wäre dieses Diagramm also nicht geeignet, da es in Wirklichkeit Personen gibt, die bei mehr als einer Firma arbeiten.

(l) What is inheritance? What are the principles behind inheritance?

Solution:

Inheritance ist Vererbung: Beziehung zwischen spezielleren und generellen Dingen. Spezielleres Ding kann nur von generellen erben. z.B. Katze erbt von Säugetier. Es werden Operationen, Attribute, Beziehungen und Einschränkungen vererbt.

(m) Which of the following inheritance relationship diagrams is the correct one, the left or the right?



Solution:

Das Rechte, da Square nur von Rectangle erben kann und nicht umgekehrt.

(n) What is polymorphism?

Solution:

**Die Vererbung von z.B. Operationen an die SUBKLASSE.
Operation verschiedener Implementierungen in unterschiedliche Klassen**

(o) What is a component in UML?

Solution:

**- A component is a physical, replaceable part of a system that packages implementation, and confirms to and provides the realization of a set of interfaces.
- It's a unit of reuse.**

(p) What is the purpose of a UML deployment diagram?

Solution:

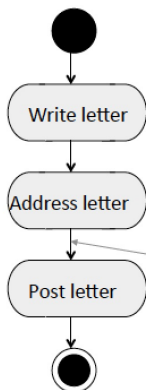
Shows the hardware on which the software should run. Also the distribution of the software on the hardware.

(q) What are UML use cases and what are they describing?

Solution:

**Describes one use of the system
- an itemized story of possible use
- created from a user interview and they are tied to a user
- use diagram and text and case prioritization**

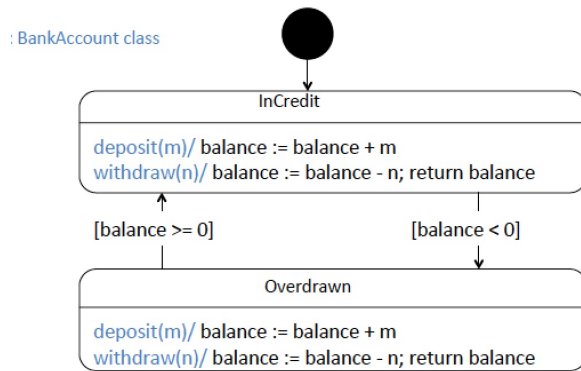
(r) From which type of UML diagram is the following figure?



Solution:

Activity Diagramm → special: transition diagramm

(s) What is described in the following diagram? What type of UML diagram is used?



Solution:

Zustandsdiagramm:

Es wird beschrieben, wie Geld abgehoben wird und wann das Konto überzogen wird. Mit den Methoden DEPOSIT(M) und WITHDRAW(N) wird die BALNCE verändert.

(t) Name at least 4 structure diagrams in UML?

Solution:

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| - Deploymentdiagram | - Verteilungsdiagramm |
| - Class-Diagram | - Klassendiagramm |
| - Componentdiagram | - Komponentendiagramm |
| - Object-Diagram | - Objektdiagramm |
| - Packagediagram | - Paketdiagramm |
| - Profile-Diagram | - Profildiagramm |

(u) Name at least 4 behavior diagrams in UML?

Solution:

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| - Activitydiagram | - Aktivitätsdiagramm |
| - USE-CASE-Diagram | - Anwendungsfalldiagramm |
| - Instancediagram | - Zustandsdiagramm |
| - Sequencediagram | - Sequenzdiagramm |
| - Interactiondiagram | - Kommunikationsdiagramm |
| - State-machine-diagram | - Zeitdiagramm |

4. *SYSML*: (Max. 10 points)

Answer the following questions (where each question counts 2 points):

- (a) What is *SYSML*?

Solution:

Eine graphische, auf UML basierende, Modellierungssprache.

- (b) What are the differences between UML and *SYSML*?

Solution:

**SYSML ist eine Erweiterungspaket von UML bestehend aus einigen Erweiterungen wie
Blocks, Item flows, Value properties, Allocations, Requirements,
Parametrix, Continuous flows, ...**

- (c) What is the difference between a block definition diagram and an internal block diagram in *SYSML*?

Solution:

**Block Definition Diagram: beschreibt Beziehungen zwischen Blöcken
(Zusammensetzung, Verbindung, Spezialisierung)**

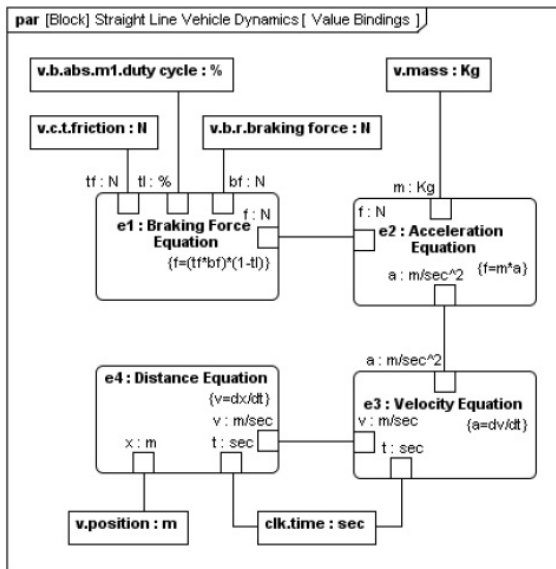
**Internal Block Diagram: beschreibt die interne Struktur eines Blocks
(Eigenschaften, Konnektoren)**

- (d) What are parametric diagrams in *SYSML*?

Solution:

**Werden verwendet um Beschränkungen in einem analytischen Kontext
zu beschreiben.
Beschreiben Zusammenhänge zwischen Teilen des Systems.
Repräsentieren die Einschränkungen in einem Analyse-Kontext.**

- (e) Explain the content given in the following diagram using your own words.



Solution:

4 Gleichungen welche in CONSTRAINT BLOCKS definiert werden. Sie sind über value properes miteinander verbunden. Das Ergebnis von BRAKING FORCE equation ist verbunden mit ACCELERATION EQUATION, welche abhängig vom Ergebnis von VELOCITY EQUATION ist. Die VELOCITY EQUATION bekommt als Input das Ergebnis DISTANCE EQUATION und er Zeit benötigt.

- (f) What are requirements diagrams in SYSML?

Solution:

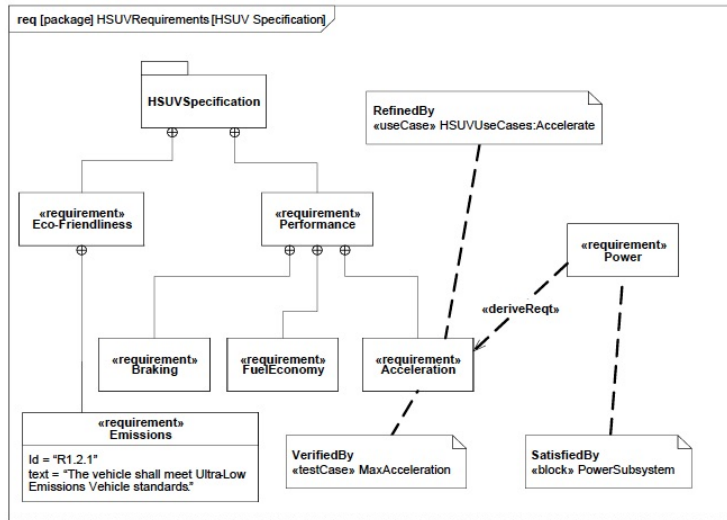
Requirement Diagrams zeigen die Anforderungen an ein System. Die Relations zwischen ihnen und die Beziehungen zwischen ihnen.

- (g) Are requirement diagrams also part of UML?

Solution:

Nein

- (h) Describe the content given in the following requirement diagram using your own words.



Solution:

Um die Spezifikationen zu erfüllen, müssen die Anforderungen an „Eco-Friendliness“ sowie „Performance“ erfüllt werden. „Eco-Friendliness“ ist wiederum abhängig von „Emissions“. „Performance“ hat selbst die Anforderungen „Braking“, „FuelEconomy“ und „Acceleration“, wobei letzteres zusätzlich von „Power“ abhängt.

- (i) What is an requirement and what should be avoided when describing requirements?

Solution:

Ein Requirement ist eine Anforderung an ein System, welche enthalten sein soll/muss.

5. *Project management:* (Max. 10 points)

Answer the following questions (where each question counts 2 points):

(a) What characterizes a project?

Solution:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| - Einmaligkeit | - Unique |
| - Start- und Endzeitpunkt | - Begin/End Timing, |
| - Ressourcen (Geld, Personal, ...) | - Ressources (Money, Persons,...), |
| - Ziel | - Goal |
| - Komplexität | - Complexitiy |

(b) What is a project?

Solution:

Ein Projekt ist eine komplexe Aufgabe, die einen Anfang und ein Ende hat, für die eine projektspezifische Organisation eingerichtet wurde und die ein bestimmtes Ziel verfolgt.

(c) What is a project specific organization?

Solution:

- | | |
|---|---|
| - Projektleiter | - Projectadmin |
| - Projektteam | - Projectteam |
| - Projektplan:
Aktivitäten, Termine, ... | - Projectplan
activitys, allocation of ressources |
| - Kontrollinstanzen wie
Lenkungsausschuss, Stakeholder | - Controllinstances
Stakeholder or Steering Commitee |

(d) What are the tasks of the project leader?

Solution:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| - Kommunizieren | - Communication |
| - Innerhalb des Projektteams | - in the Team |
| - Mit den Auftraggebern/Stakeholdern | - with the Consumer or Stakeholder |
| - Delegieren | - delegate |
| - Komplexität reduzieren/planen | - plan the complexity, |
| - Motivieren | - motivate the Team |
| - Controlling | - controlling |

(e) Why is project management and planning necessary?

Solution:

- Ohne Projektmanagement scheitern weit mehr Projekte als mit
- Projektmanagement macht Komplexität beherrschbar
- Der Projektplan ist ein Führungs- und Steuerungsinstrument
- Der Projektplan dient als Motivation/Begründung für Ressourcen
- Projektmanagement besteht aus Best Practices

(f) What are the phases of a project?

Solution:

- | | |
|--|--|
| 1. Projektauftrag | 1 Identification of operations |
| 2. Entscheidung zur Projektdurchführung, Leitung | 2 Decision on Project implementation, management, etc. |
| 3. Kick-Off Veranstaltung | 3 Kick-Off event |
| 4. Projektplanung | 4 Planing |
| 5. Projektabschluss | 5 Project Conclusion, end of project |

(g) What is the purpose of a project plan? What has to be included?

Solution:

**Die Definition/Dokumentation des zu verfolgenden Ansatzes des Projektteams.
Aufwands- und Kostenschätzung**

The plan should contain Effort and cost estimation, and should get updated during the project. Making the plan is a part of the project, which controls the project.

(h) What are the different methods for cost and effort estimation?

Solution:

- Einzelschätzung
- Gruppenschätzung
- Individual estimation: Based on experience of the project manager
- Group estimation: Based on experience of a group
- with methods: function points, use-case points, cocomo 2

(i) What is the Cone of Uncertainty”?

Solution:

Beschreibt den Verlauf von Unsicherheiten in einem Projekt. Die Unsicherheit nimmt stetig ab, erreicht mit Projektende 0%.

Describes the route of the uncertainty. Gets more less all the time. Until 0% at the end.

The uncertainty is high at the beginning and low in the end.

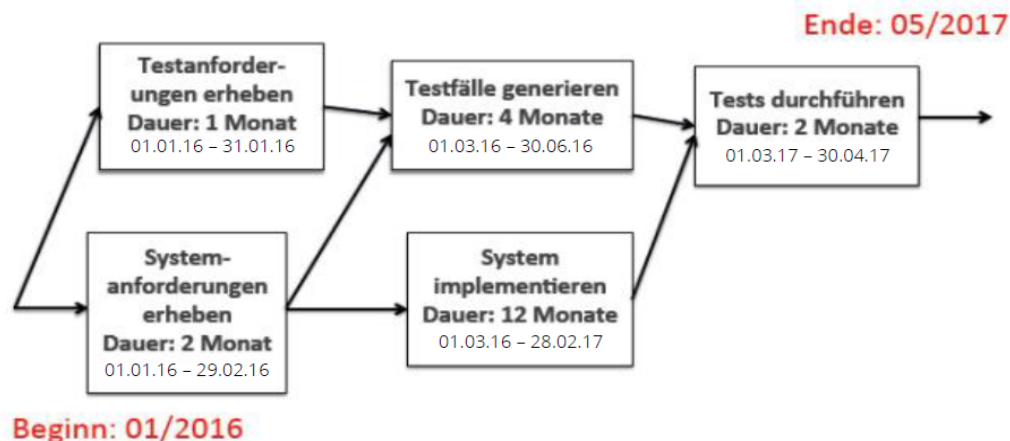
- (j) What are the different steps of project planing?

Solution:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Identifikation der Vorgänge | 1 Identifikation of the operations |
| 2. Abhängigkeiten bestimmen/ planen | 2 Determine dependencies/ plan |
| 3. Aufwand bestimmen | 3 Determine effort |
| 4. Ressourcen planen | 4 Plan ressources |
| 5. Kosten planen | 5 plan costs |
| 6. Risiken erkennen und bewerten | 6 rate the risk and consecuenses |

- (k) Compute the begin and end dates for each activity using forward calculation for the following project plan:

Forward calculation:



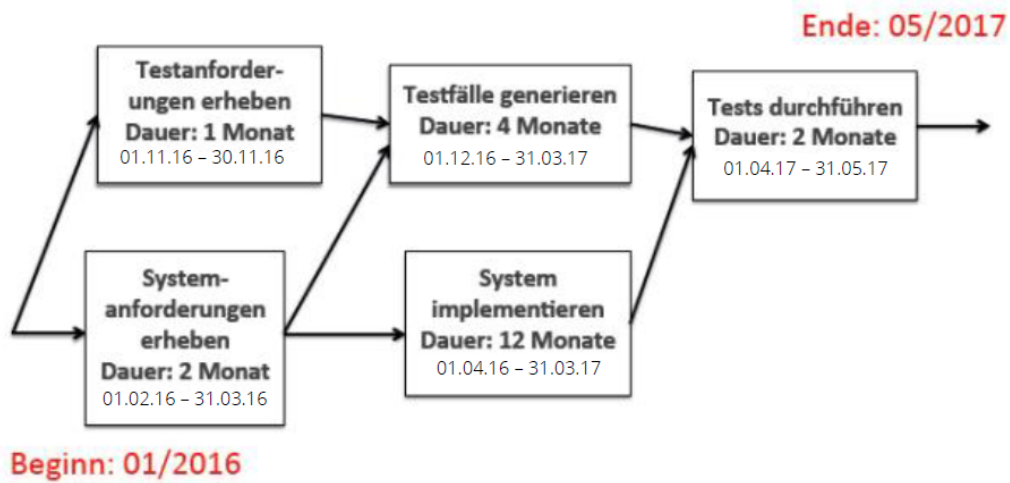
Solution:

Pfad durch den Projektplan, der bei Verzögerungen auch das Projekt verzögert! Anfangszeitpunkt = Endzeitpunkt - Dauer

Just calculate the longest time = critical path

- (l) Compute the begin and end dates for each activity using backward calculation for the following project plan:

Backward calculation:



Solution:

Pfad durch den Projektplan, der bei Verzögerungen auch das Projekt verzögert! Endzeitpunkt = Anfangszeitpunkt + Dauer

Just calculate the longest time = critical path

(m) What are milestones?

Solution:

Ereignisse von besonderer Bedeutung, sollten explizit eingesetzt werden.

(n) What are critical paths?

Solution:

Pfad durch den Projektplan, der bei Verzögerungen auch das Projekt verzögert.

