

- Systemanalyse -

„Türme von Hanoi-Trainer“

Version: 1.0

Projektbezeichnung	PRODUKT.PROJEKTBEZEICHNUNG	
Projektleiter		
Verantwortlich	Anforderungsanalytiker (AG)	
Erstellt am		
Zuletzt geändert	05.03.2020 10:55	
Bearbeitungszustand	X	in Bearbeitung vorgelegt fertig gestellt
Dokumentablage	C:\V-Modell-Editor\eclipse\workspace\weiter\Teilprojekte\TP14\templates\MasterTemplate.doc	
V-Modell-XT Version	Version 1.1.0	

Änderungsverzeichnis

Änderung			Geänderte Kapitel	Beschreibung der Änderung	Autor	Zustand
Nr.	Datum	Version				
1		1.1	Alle	Initiale Produkterstellung		

Prüfverzeichnis

Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über alle Prüfungen – sowohl Eigenprüfungen wie auch Prüfungen durch eigenständige Qualitätssicherung – des vorliegenden Dokumentes.

Datum	Geprüfte Version	Anmerkungen	Prüfer	Neuer Produktzustand

Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Ausgangssituation und Zielsetzung.....	4
3	Funktionale Anforderungen	6
3.1	Use-Case Übersicht	6
3.2	Use-Beschreibungen	7
3.3	(Sonstige) Funktionalität	10
3.4	Konzeptuelles Datenmodell	11
4	Nicht-Funktionale Anforderungen	11
4.1	Benutzbarkeit (Usability).....	11
4.2	Zuverlässigkeit (Reliability)	11
4.3	Leistung (Performance)	12
4.4	Unterstützbarkeit (Supportability)	12
4.5	Sonstige Einschränkungen	13
5	Risikoakzeptanz	13
6	Skizze des Lebenszyklus und der Gesamtsystemarchitektur	13
7	Lieferumfang	13
8	Abnahmekriterien	13
9	Glossar	13
10	Abkürzungsverzeichnis.....	14
11	Literaturverzeichnis	14
12	Abbildungsverzeichnis.....	14

1 Einleitung

Dieses Dokument enthält alle an das zu entwickelnde System gestellten Anforderungen. Die Gliederung orientiert sich am Aufbau des V-Modell-XT®¹-Produkts „Anforderungen (Lastenheft)“, ist jedoch zur Verwendung für die Veranstaltung „**Software-Projekte**“ in Informatik-Curricula der **OTH-Amberg-Weiden** angepasst worden (und nicht konform zum V-Modell-XT): Teilnehmer dieser Veranstaltung erhalten von ihrem „Auftraggeber“ lediglich einen Überblick über das gewünschte System, was ungefähr dem Thema „Ausgangssituation und Zielsetzung“ in diesem Dokument entspricht; die Anforderungen müssen die Teilnehmer dann in enger Abstimmung mit ihrem „Auftraggeber“ selbst erarbeiten und in diesem Dokument niederlegen. Dadurch sollen sie Gelegenheit erhalten, auch Tätigkeiten der System-Analyse intensiver zu üben. Die „Auftraggeberseite“ liefert also nicht – wie im V-Modell-XT vorgesehen – das komplette Lastenheft, aus dem die „Auftragnehmerseite“ ein separates Pflichtenheft ableitet; stattdessen wird das hier vorliegende Dokument vom studentischen Entwicklerteam zur Dokumentation der Analyse-Ergebnisse erstellt und zugleich als Ersatz für die im V-Modell-XT vorgesehenen Dokumente Lasten- und Pflichtenheft verwendet.

Kern dieses Dokuments sind die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an das System, sowie eine Skizze des Gesamtsystementwurfs. Der Entwurf berücksichtigt die zukünftige Umgebung und Infrastruktur, in der das System später betrieben wird, und gibt Richtlinien für Technologieentscheidungen. Ebenfalls Teil der Anforderungen ist die Festlegung von Lieferbedingungen und Abnahmekriterien.

Die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen dienen nicht nur als Vorgaben für die Entwicklung, sondern sind zusätzlich Grundlage der Anforderungsverfolgung und des Änderungsmanagements. Die Anforderungen sollten so aufbereitet sein, dass die Verfolgbarkeit (Traceability) sowie ein geeignetes Änderungsmanagement für den gesamten Lebenszyklus eines Systems möglich sind.

Im Allgemeinen sollten keine technischen Lösungen vorgegeben werden, um Architekten und Entwickler bei der Suche nach optimalen technischen Lösungen nicht einzuschränken.

2 Ausgangssituation und Zielsetzung

Viele Implementierungen des bekannten Spiels „Die Türme von Hanoi“ erlauben nur das Spielen am PC, während das Erlernen der Spielstrategie nicht in besonderer Weise unterstützt wird.

Es soll daher ein Spiel- und Trainingsprogramm erstellt werden, mit dem man das Spiel „Die Türme von Hanoi“ an einem PC nicht nur spielen, sondern auch - durch spezielle Funktionen unterstützt - die Spielstrategie erlernen kann.

Die wichtigsten Programmfunktionen sind:

- Der Spieler hat ein „virtuelles“ Spielbrett mit den drei Türmen und einer gewissen Anzahl von Scheiben zur Verfügung, an dem er mit Hilfe einer geeigneten Benutzungsschnittstelle Scheiben versetzen kann.
- Die Einhaltung der Spielregeln wird durch das Programm sichergestellt (d.h. die Eingabe regelwidriger Züge wird verhindert).
- Beim Versetzen einer Scheibe muss dem Spieler durch geeignetes Feedback so früh wie möglich angezeigt werden, wenn seine Eingaben gegen Spielregeln verstoßen. Dem Spieler wird in solch einer Situation genauere Information darüber angeboten, worin die Regelwidrigkeit besteht.
- Das Programm protokolliert die vom Spieler vorgenommenen Züge, damit der Spieler seine bisher gemachten Züge jederzeit nachvollziehen kann.

¹ V-Modell® ist eine geschützte Marke der Bundesrepublik Deutschland.

Systemanalyse

- Das Programm stellt Funktionen zum Nachvollziehen der protokollierten Züge bereit: Es soll möglich sein, die protokollierten Züge rückwärts und vorwärts durchzugehen. Hierzu soll es verschiedene Möglichkeiten geben:
 - In Einzelschritten (vorwärts oder rückwärts)
 - (Automatisch) abspielen (vorwärts oder rückwärts) (eine animierte Bewegung der Scheiben wäre hierfür besonders schön)
 - Zum Protokollanfang bzw. Protokollende springen.

Der Spieler muss hierbei erkennen können, wie viele protokollierte Züge es insgesamt gibt und um wie viele Züge er zurückgegangen ist.

- Der Spieler soll seine Lösung mit einer Musterlösung vergleichen können – dazu muss das Programm nach dem bekannten rekursiven Hanoi-Algorithmus eine Musterlösung erzeugen können, deren Züge dann im Vergleich zur Lösung des Spielers nachvollzogen werden können. Um den Vergleich zwischen der vom Spieler konstruierten Lösung und der Musterlösung möglichst übersichtlich darzustellen, sollen an einer Art „virtuellem Spieltisch“ zwei Spielbretter stehen: ein Spielbrett wird vom Spieler benutzt, das andere von einem „virtuellen Trainer“. Der Spieler kann dann sowohl an seinem eigenen Spielbrett als auch am Spielbrett des Trainers Züge nachvollziehen und miteinander vergleichen.
- Ein Spieler kann auch alleine (ohne Gegenwart eines virtuellen Trainers) spielen (für geübte Spieler, die die Spielstrategie schon beherrschen) und sich einen Trainer nur bei Bedarf „zu Hilfe rufen“.
- Der Spieler kann die Anzahl der Scheiben (innerhalb sinnvoll zu wählender Grenzen) selbst bestimmen, um den Schwierigkeitsgrad zu variieren.
- Der Spieler kann jederzeit eine Erklärung des Spiels und der Regeln abrufen.

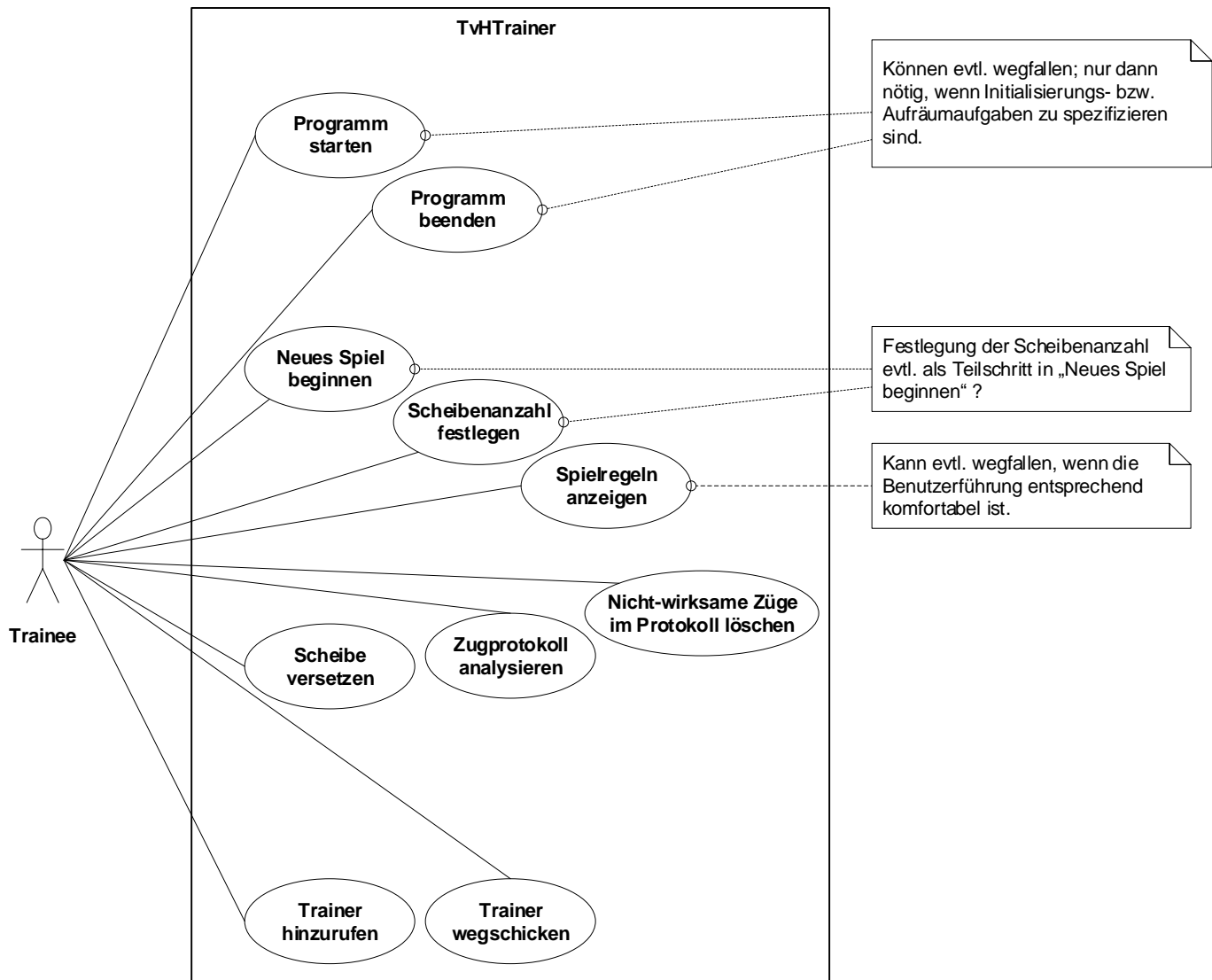
Erläuterung des Spiels „Die Türme von Hanoi“

Zum Spiel gehören drei Türme: ein Ausgangsturm, ein Zielturm, ein Lagerturm und n Scheiben mit unterschiedlichen Durchmessern. Auf dem Ausgangsturm sind bei Spielbeginn alle n Scheiben der Größe nach aufeinander gestapelt, die größte liegt unten, die kleinste liegt oben. Ziel ist es, in möglichst wenig Schritten alle n Scheiben vom Ausgangsturm auf den Zielturm zu bewegen, wobei der Lagerturm zur Zwischenlagerung benutzt werden darf und folgende Regeln einzuhalten sind:

- In einem Zug darf stets nur eine Scheibe von einem Turm auf einen anderen Turm versetzt werden.
- Von einem Turm darf nur die oberste Scheibe entfernt werden.
- Niemals darf eine Scheibe auf eine Scheibe mit kleinerem Durchmesser gelegt werden.

3 Funktionale Anforderungen

3.1 Use-Case Übersicht



3.2 Use-Beschreibungen

Scheibe versetzen	
Kennung	UC-1
Priorität	hoch
Kurzbeschreibung:	
Der Trainee versetzt auf seinem Spielbrett eine Scheibe von einem Turm zu einem anderen, um einen weiteren Zug festzulegen. Die Einhaltung der Spielregeln wird vom System sichergestellt. Der Zug wird protokolliert.	
Vorbedingung(en):	
<ul style="list-style-type: none"> Das Spielbrett des Trainees befindet sich in einem gültigen Zustand. Für das Spielbrett des Trainees ist gerade <u>kein</u> automatischer Protokolldurchlauf im Gang (der vorher im Use-Case „Zugprotokoll analysieren“ gestartet wurde). 	
Nachbedingung(en):	
<ul style="list-style-type: none"> Falls ein gültiger Zug zustande kam: <ul style="list-style-type: none"> Das Spielbrett des Trainees befindet sich in einem gültigen Zustand. Die versetzte Scheibe befindet sich auf dem Ablageturm. Der neu definierte Zug ist im Zugprotokoll des Trainees vermerkt. Der letzte wirksame Zug ist im Zugprotokoll aktualisiert. Falls kein gültiger Zug zustande kam (vorzeitiges Ende des Anwendungsfalls in Ablaufvarianten): <ul style="list-style-type: none"> Der Zustand des Spielbretts des Trainees ist unverändert. Der Zustand des Zugprotokolls des Trainees ist unverändert. 	
Normaler Ablauf:	
	<ol style="list-style-type: none"> Dieser Anwendungsfall beginnt, wenn der Trainee an seinem Spielbrett den Turm identifiziert, von dem die nächste zu versetzende Scheibe entnommen werden soll (im Folgenden wird dieser Turm „Entnahmeturm“ genannt). Das System stellt sicher, dass die oberste Scheibe des Entnahmeturms auf einem anderen Turm abgelegt werden kann. Das System entfernt die oberste Scheibe des Entnahmeturms und zeigt an, dass diese Scheibe nun versetzt werden kann.² Der Trainee identifiziert an seinem Spielbrett den Turm, auf dem er die Scheibe ablegen will (im Folgenden „Ablageturm“ genannt). Das System stellt sicher, dass die zu versetzende Scheibe nicht auf einer Scheibe mit kleinerem Durchmesser abgelegt wird. Das System legt die Scheibe auf dem Ablageturm ab. Das System speichert den Zug im Zugprotokoll des Trainees. Der neue Zug wird zum letzten wirksamen Zug im Zugprotokoll. Das System prüft, ob alle Scheiben auf dem Zielturm liegen (d.h. ob der Endzustand erreicht wurde). Das System zeigt den neuen Zustand an: die neue Position der Scheibe, die Gesamtzahl der Züge im Zugprotokoll und den letzten wirksamen Zug. Der Use-Case endet.
Ablauf-Varianten:	
1a	Das Spielbrett des Trainees befindet sich im Endzustand.
	<ol style="list-style-type: none"> Das System ignoriert die Identifikation des Turms und informiert den Trainee durch eine geeignete Meldung. Der Use-Case endet.
1b	Es gibt unwirksame Züge im Zugprotokoll des Trainees
	<ol style="list-style-type: none"> Das System ignoriert die Identifikation des Turms und informiert den Trainee durch eine geeignete Meldung. Der Use-Case endet.
2a	Der Entnahmeturm enthält keine Scheibe
	<ol style="list-style-type: none"> Das System ignoriert die Identifikation des Turms und informiert den Trainee durch eine geeignete Meldung. Der Use-Case endet.
2b	Die oberste Scheibe des Entnahmeturms kann auf keinem anderen Turm abgelegt werden

² Damit ist die Einhaltung der Spielregel „Nur die oberste Scheibe kann von einem Turm entfernt werden“ automatisch sichergestellt!

Systemanalyse

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Das System ignoriert die Identifikation des Turms und informiert den Trainee durch eine geeignete Meldung. 2. Der Use-Case endet.
4a	Der Trainee möchte den Zug abbrechen
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Trainee bricht den begonnenen Zug ab. 2. Das System legt die Scheibe auf den Entnahmeturm zurück und ignoriert den begonnenen Zug. 3. Der Use-Case endet.
4b	Der Ablageturm stimmt mit dem Entnahmeturm überein
	Das System reagiert wie unter der Variante „Der Trainee möchte abbrechen“ beschrieben.
5a	Die zu versetzende Scheibe landet auf einer Scheibe mit kleinerem Durchmesser
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Das System informiert den Trainee über die Regelverletzung und ignoriert die Identifikation des Ablageturms. 2. Weiter mit Schritt 4 im normalen Ablauf.
8a	Der Endzustand wurde mit der optimalen Zuganzahl erreicht
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Das System gibt eine Gratulationsmeldung aus. 2. Weiter mit Schritt 9 im normalen Ablauf.
8b	Der Endzustand wurde nicht mit der optimalen Zuganzahl erreicht
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Das System informiert den Trainee, dass die Zuganzahl nicht optimal ist. 2. Weiter mit Schritt 9 im normalen Ablauf.
Spezielle Anforderungen:	
Eingaben zu diesem Anwendungsfall dürfen sich niemals auf das Spielbrett des Trainers auswirken.	
Zu klärende Punkte:	

Zugprotokoll analysieren	
Kennung	UC-2
Priorität	Hoch
Kurzbeschreibung:	
Der Trainee navigiert mit Hilfe verschiedener Kommandos durch sein Zugprotokoll (oder das des Trainers). Der Trainee kann zur Navigation durch das Protokoll bestimmte Kommandos eingeben und jeweils angeben, ob sich das Kommando auf sein eigenes Zugprotokoll oder das des Trainers bezieht.	
Vorbedingung(en):	
<ul style="list-style-type: none"> • Das Spielbrett des Trainees (bzw. Trainers) befindet sich in einem gültigen Zustand. • Wenn ein Kommando für das Zugprotokoll des Trainees gegeben wird, so ist dort keine Zugeingabe in Gang (d.h. im Use-Case „Scheibe versetzen“ wird nicht gerade auf die Eingabe des Ablageturms gewartet) 	
Nachbedingung(en):	
<ul style="list-style-type: none"> • Das Spielbrett des Trainees (bzw. Trainers) befindet sich in einem gültigen Zustand. • Der letzte wirksame Zug ist im Zugprotokoll aktualisiert. 	
Normaler Ablauf:	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dieser Anwendungsfall beginnt, wenn der Trainee ein Kommando zur Navigation durch das Zugprotokoll eingibt. 2. Das System führt das Kommando aus. 3. Der Use-Case endet.
Ablauf-Varianten:	
1a	Der Trainee signalisiert, dass im Zugprotokoll des <u>Trainers</u> navigiert werden soll.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Das System stellt sicher, dass der Trainer aktiviert ist (falls nicht, wird das Kommando ignoriert und der Use-Case endet). 2. Weiter bei Schritt 2 im normalen Ablauf.
2a	Das Kommando „Einen Zug vor“ wurde eingegeben
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Das System stellt sicher, dass das Zugprotokoll mindestens einen unwirksamen Zug enthält (d.h. nicht bereits am Ende steht) - falls doch, wird eine Fehlermeldung ausgegeben und der Use-Case endet. 2. Das System macht (in Richtung Protokollende) den nächsten nicht-wirksamen Zug wieder wirksam. <i>Bem.: Die Bewegung der Scheibe kann hier evtl. animiert dargestellt werden.</i> 3. Der Use Case endet.
2b	Das Kommando „Einen Zug zurück“ wurde eingegeben

Systemanalyse

	Analog zu Variante 2a
2c	Das Kommando „Sprung zum Protokollanfang“ wurde eingegeben
	<ol style="list-style-type: none"> Das System stellt sicher, dass das Protokoll mindestens einen wirksamen Zug enthält (d.h. nicht bereits am Anfang steht) - falls doch, wird eine Fehlermeldung ausgegeben und der Use-Case endet. Das System macht alle Züge unwirksam (ohne sie zu löschen). <i>Bem.: Hier sollte keine animierte Bewegung der Scheiben gezeigt werden, damit der Benutzer nicht unnötig lange warten muss, bis das Kommando ausgeführt ist!</i> Der Use-Case endet.
2d	Das Kommando „Sprung zum Protokollende“ wurde eingegeben
	Analog zu Variante 2c.
2e	Das Kommando „Züge rückwärts abspielen“ wurde eingegeben
	<ol style="list-style-type: none"> Das System stellt sicher, dass das Protokoll mindestens einen wirksamen Zug enthält (d.h. nicht bereits am Anfang steht) - falls, doch wird eine Fehlermeldung ausgegeben und der Use-Case endet. Das System macht in Richtung Protokollanfang solange Züge unwirksam, bis der Protokollanfang erreicht ist oder das Kommando „Protokolldurchlauf abbrechen“ gegeben wurde. <i>Bem.: Die Bewegung der Scheiben kann hier evtl. animiert dargestellt werden.</i> Der Use-Case endet.
2f	Das Kommando „Züge vorwärts abspielen“ wurde eingegeben
	Analog zu Variante 2e.
2g	Das Kommando „Protokolldurchlauf abbrechen“ wurde eingegeben
	<ol style="list-style-type: none"> Ist „Rückwärts/vorwärts abspielen“ noch im Gang, so wird das Abspielen abgebrochen. In allen anderen Fällen hat das Kommando keine Wirkung.
Spezielle Anforderungen:	
Zu klärende Punkte:	

Nicht-wirksame Züge im Protokoll löschen	
Kennung	UC-3
Priorität	hoch
Kurzbeschreibung:	
Der Trainee löscht die nicht-wirksamen Züge aus seinem Zugprotokoll, um einen neuen Zug eingeben zu können (der Use-Case „Scheibe versetzen“ erlaubt die Zugeingabe nur, wenn alle im Protokoll vorhandenen Züge wirksam sind!). Aus dem Zugprotokoll des Trainers können keine Züge gelöscht werden.	
Vorbedingung(en):	
<ul style="list-style-type: none"> Das Spielbrett des Trainees befindet sich in einem gültigen Zustand. 	
Nachbedingung(en):	
<ul style="list-style-type: none"> Das Spielbrett des Trainees befindet sich im gleichen Zustand wie in der Vorbedingung. Das Zugprotokoll des Trainees enthält nur wirksame Züge. 	
Normaler Ablauf:	
	<ol style="list-style-type: none"> Dieser Use-Case beginnt, wenn der Trainee das Kommando zum Löschen der nicht-wirksamen Züge gibt. Das System löscht alle nicht-wirksamen Züge. Das System zeigt den neuen Zustand des Zugprotokolls an (und bestätigt evtl. die Löschung durch eine Meldung). Der Use-Case endet.
Ablauf-Varianten:	
1a	Es gibt keine unwirksamen Züge im Zugprotokoll
	<ol style="list-style-type: none"> Das System gibt eine Meldung aus. Der Use-Case endet.
Spezielle Anforderungen:	
Zu klärende Punkte:	

Systemanalyse

Vorlage (zum Kopieren)

Kennung	
Priorität	
Kurzbeschreibung:	
Vorbedingung(en):	
Nachbedingung(en):	
Normaler Ablauf:	
	5.
Ablauf-Varianten:	
	3.
	1.
	1.
Spezielle Anforderungen:	
Zu klärende Punkte:	

3.3 (Sonstige) Funktionalität

ID	Beschreibung	Querverweise
FR-001	Das System soll unzulässige Benutzereingaben mit einer unmissverständlichen Rückmeldung über den Grund der Unzulässigkeit zurückweisen ³	

³ Ein Lern- /Trainingsprogramm sollte dem Benutzer keine unnötigen Rätsel aufgeben.

Systemanalyse

ID	Beschreibung	Querverweise
RR-001	Das System soll...	

4.3 Leistung (Performance)

ID	Beschreibung	Querverweise
PR-001	Das System soll...	

4.4 Unterstützbarkeit (Supportability)

ID	Beschreibung	Querverweise
SR-001	Das System soll...	

4.5 Sonstige Einschränkungen

4.5.1 Schnittstellen

4.5.2 Implementierung

4.5.3 Entwurf

ID	Beschreibung	Querverweise
DR-001	Der Entwurf soll den Grundsatz von der Trennung zwischen model und view strikt einhalten. Hintergrund: Zur Demonstration dieses Grundsatzes soll das Programm in Software-Engineering-Vorlesungen mit beiden Benutzerschnittstellen (grafisch und Kommandozeile) vorführbar sein, wobei das model für beide Benutzerschnittstellen gleich ist.	UR-001 und UR-002

5 Risikoakzeptanz

entfällt

6 Skizze des Lebenszyklus und der Gesamtsystemarchitektur

entfällt

7 Lieferumfang

entfällt

8 Abnahmekriterien

entfällt

9 Glossar

Begriff	Erklärung
Ablageturm (eines Zugs)	Der Turm, auf dem die Scheibe bei einem bestimmten Zug abgelegt wird.
Entnahmeturm (eines Zugs)	Der Turm, von dem die Scheibe bei einem bestimmten Zug weggenommen wird.

Systemanalyse

Gültiger Spielbrettzustand	Die aktuelle Anordnung der Scheiben auf dem Spielbrett ist identisch mit der Anordnung, die ausgehend vom Ausgangszustand (alle Scheiben auf dem Ausgangsturm) durch Ausführung des ersten, zweiten, ..., letzten wirksamen Zuges im Zugprotokoll entsteht.
Wirksamer Zug nicht-wirksamer (auch unwirksamer) Zug	<p>Das Protokoll besteht aus der Abfolge allen bisher eingegebenen Züge z_1, z_2, \dots, z_n und kann in zwei Abschnitte unterteilt sein:</p> <ul style="list-style-type: none">- Der Anfangsabschnitt mit den Zügen z_1, z_2, \dots, z_i enthält alle wirksamen Züge: ein wirksamer Zug hat Einfluss auf das Zustandekommen der aktuellen Scheibenanordnung.- Der Endabschnitt mit den Zügen z_{i+1}, \dots, z_n enthält alle nicht-wirksamen Züge: Macht der Trainee bei der Analyse seines Zugprotokolls einen bestimmten Zug rückgängig, so bleibt dieser Zug zwar im Zugprotokoll gespeichert, die Versetzung der zugehörigen Scheibe wird aber rückgängig gemacht – der Zug hat damit keinen Einfluss auf die aktuelle Anordnung der Scheiben. <p>Zur Analyse der bisher eingegebenen Züge kann der Anfangsabschnitt mit den wirksamen Zügen verkürzt oder verlängert werden (siehe Use-Case „Zugprotokoll analysieren“).</p>
Zug	Die regelkonforme(!) Versetzung einer einzelnen Scheibe. Ein Zug kennt den Turm, von wo die Scheibe entnommen wird, und den Turm, auf dem sie abgelegt wird. Ein Zug ist im Zugprotokoll gespeichert.

10 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung

11 Literaturverzeichnis

12 Abbildungsverzeichnis