LEHRSTUHL FÜR
Simulation

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fakultät für Informatik
Lehrstuhl für Simulation

29. Juli 2005

Klausur *Introduction to Simulation*

Gesamtzahl der erreichbaren Punkte:	100
Anzahl der Aufgaben:	9
Anzahl Seiten:	12 plus Anhang
Bearbeitungszeit:	120 Minuten
Erlaubte Hilfsmittel:	keine

Name:			
Matrikelnummer:		Studiengang/Matrikeljahr:	

Zur Information:

Aus den Vorgaben zur Durchführung schriftlicher Prüfungen der Fakultät für Informatik:

Wir machen Sie darauf aufmerksam, dass Täuschungsversuche, z.B. die Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel oder Ordnungsverstöße zur Bewertung der Klausur mit der Note „nicht ausreichend“ führen. Sowohl Täuschungsversuche als auch Ordnungsverstöße werden protokolliert. Ordnungsverstöße können nach einer Abmahnung zum Ausschluss von der Klausur führen. Bei Täuschungsversuchen können Sie die Klausur zwar fortsetzen, sie wird aber später mit 5,0 bewertet.

—— Der Lehrstuhl für Simulation wünscht Ihnen viel Erfolg! ——

Aufgabe 1: Kontinuierliche Modellierung (10 Punkte).

Ein Modell für die zwischenmenschlichen Beziehungen in einer Wohngemeinschaft berücksichtigt die folgenden Parameter:

- Die jeweilige Stimmung der drei Bewohner (Susi, Peter, Karsten): S, P, K
- Dem Alkoholpegel von Karsten: A
- Die Verschmutzung der Küche V.

Es gelten die folgenden Annahmen über die Wechselwirkungen zwischen diesen Größen:

- Susis Stimmung steigt mit einer Rate die Proportional ist zur aktuellen Stimmung der beiden Jungs.
- Karsten ist eifersüchtig auf Peter: Je besser es Peter geht, desto schneller verschlechtert sich Karstens Stimmung.
- Je schlechter es Karsten geht, desto mehr Alkohol trinkt er. Der Alkoholpegel steigt umso schwächer, je näher er einem Maximalwert A_x kommt. Gleichzeitig baut seine Leber den Alkohol proportional zum Pegel ab.
- Darüber hinaus steigert sich Karstens Stimmungsveränderung proportional zu seinem Alkoholpegel ~~ist~~.
- Die reinliche Susi nervt der Küchendreck und ihre Stimmung sinkt umso schneller, je dreckiger es in der Küche aussieht.
- Die Verschmutzung der Küche steigt proportional zum Alkoholpegel von Karsten.
- Peter ist in Susi verliebt. Je besser es ihr geht, desto schneller steigt seine Stimmung. Je schlechter es Susi geht, desto mehr bemüht er sich, die Küche zu putzen. Geht es Susi besser als neutral, putzt er dagegen gar nicht.

Nehmen Sie für die Stimmungen einen reellen Wertebereich an. Negative Werte bedeuten schlechte Stimmung. Alkoholpegel und Verschmutzung sind im positiven reellen Bereich. Geben Sie dieses Modell in Form eines Systems gewöhnlicher Differentialgleichungen (*ordinary differential equations*) an! Verwenden Sie die Symbole c_1, c_2 usw. für positive Konstanten. Was wird langfristig aus dem Alkoholpegel von Karsten? Warum?

Aufgabe 2: Enterprise in Danger (20 Punkte).

a) Kontinuierliches Verhalten
Skizzieren Sie einen typischen Verlauf der Schildenergie im Schiff und erklären Sie dieses Verhalten!

b) Simplex-Programmierung
Geben Sie den Simplex-Programmtext des Ereignisses "Teil Zwei der medizinischen Behandlung ist abgeschlossen" an und erläutern Sie ihn!

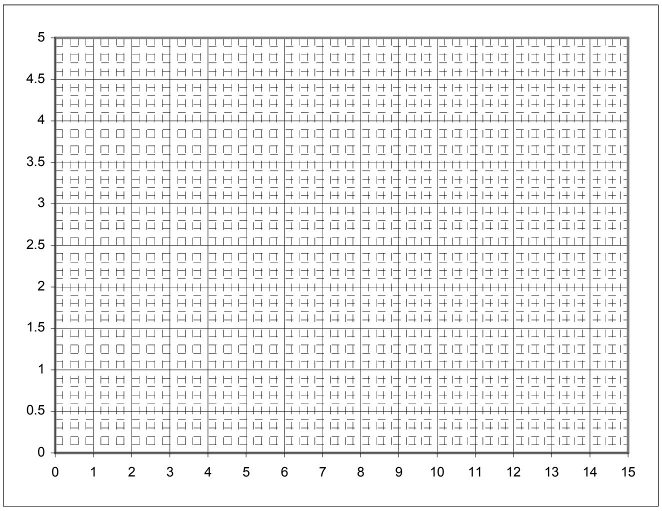
c) Anzahl der Antimaterietreffer
Wie viele Treffer von Antimaterie muss die Enterprise im Verlauf des Szenarios einstecken, bis sie zerstört oder gerettet wird. Wie würde eine statistisch aussagekräftige Antwort aussehen? Wie würden Sie sie berechnen? Was bedeutet sie?

Aufgabe 3: Analyse von Input-Daten (10 Punkte).

a) Quantile-Quantile-Plot.
Die folgenden zehn Zahlen entstammen einer Messung:

5.9, 13.0, 11.1, 3.3, 7.6, 4.9, 10.0, 9.1, 6.8, 8.3

Sie vermuten, diesen Daten liegt eine Weibullverteilung zugrunde. Um diese Vermutung zu überprüfen, zeichnen Sie im vorbereiteten Bereich ein Quantile-Quantile-Plot, und interpretieren Sie das Ergebnis!



b) Chi-Quadrat-Test.
Sie erhalten eine Datei mit Hundert Zahlen zwischen 0 und 1. Diese werden ihrer Größe entsprechend den zehn Intervallen (0.1*(*j*-1) : 0.1**j*), *j*=1..10 zugeordnet. Die Anzahl Zahlen in jedem Intervall sei wie folgt:

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anz.	6	17	8	5	14	9	13	7	14	7

Jemand behauptet nun, diese Zahlen stammen von einem Zufallszahlengenerator. Was sagt der Chi-Quadrat-Test dazu? Verwenden Sie einmal $\alpha = 0.1$ und einmal $\alpha = 0.05$. Was bedeuten diese Ergebnisse genau?

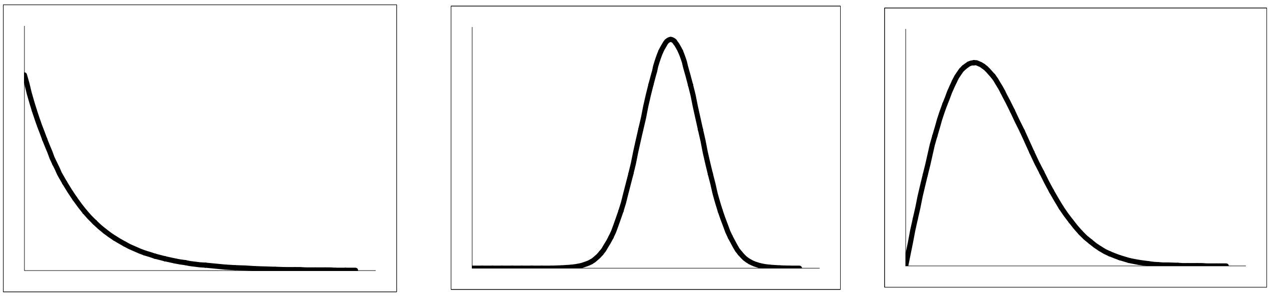
Aufgabe 4: Zufallsvariablen (10 Punkte). Die Schule.

a) Dichtefunktionen

In einer Schule wurden die Verteilungen der folgenden Zufallsgrößen ermittelt:

1. Die Entfernung, die ein Schüler morgens mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurücklegt
2. Die Zeitabstände der Autos, die morgens die Straße direkt vor dem Schulgebäude befahren
3. Die Bedienzeiten einzelner Schüler in der Cafeteria der Schule

Die Wahrscheinlichkeitsdichten der Verteilungen sehen wie folgt aus:



A B C

Ordnen Sie die Graphen A, B und C den Messungen 1, 2, und 3 zu, und erklären Sie Ihre Entscheidung!

b) Exponentialverteilung

Der Vorrat des Hausmeisters an Glühbirnen muss wieder aufgestockt werden. Die benötigte Bauart hat eine exponentiell verteilte Lebensdauer von 2000 Stunden. Er hat nun die Möglichkeit neue Glühbirnen zu kaufen für 1,00 € das Stück, oder 1000 Stunden alte für 0,50 €. Was empfehlen Sie ihm und warum?

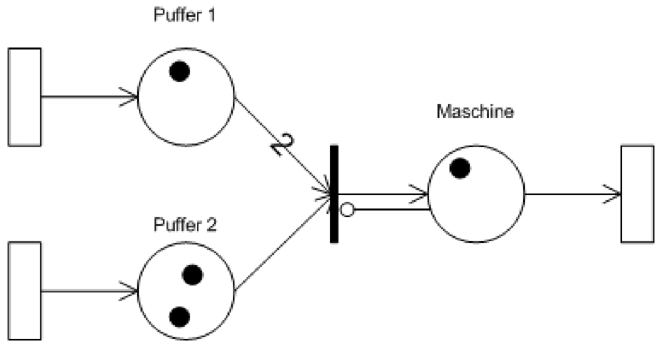
c) Verteilungsfunktionen

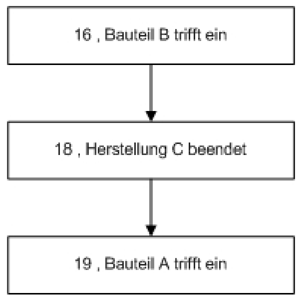
Die durchschnittliche Körpergröße eines Schülers der Mittelstufe ist N(1.60,0.1) verteilt. Von den Schülern einer Schule sind 200 in der Mittelstufe. Wie viele davon in etwa sind zwischen 1,40 und 1,50 groß?

Aufgabe 5: Petri-Netz (10 Punkte). In einem Fast-Food-Restaurant kommen Kunden am Tresen und am DriveIn-Schalter jeweils in unterschiedlich verteilten Intervallen an. Der einzige Angestellte bedient die DriveIn-Kunden bevorzugt und unterbricht sogar die Bedienung eines Tresenkunden, falls zwischenzeitlich ein Kunde am DriveIn ankommt und die Warteschlange am Tresen weniger als 3 Kunden enthält. Die Bedienung des wartenden Tresenkunden wird anschließend fortgesetzt, sofern kein weiterer DriveIn-Kunde angekommen ist. Die Bedienzeiten von DriveIn und Tresen sind unterschiedlich.
Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass der Strom nach einer bestimmten Zeit ausfällt. In diesem Fall wird jede Bedienung solange unterbrochen, bis die Stromzufuhr wieder hergestellt ist.

Zeichnen Sie ein Petri-Netz-Modell dieses Systems! Kennzeichnen Sie die Transitionen, die vom Typ *Race Age* bzw. *Race Enable* sein müssen (sofern vorhanden) und erklären Sie, warum dies so ist!

Aufgabe 6: Ablauf einer diskreten Simulation (10 Punkte).
In einer Maschine werden zwei Bauteile Sorte A und ein Bauteil von Sorte B zu einem Werkstück C zusammengesetzt. A trifft in Puffer 1 ein und B in Puffer 2 in zufällig verteilten Intervallen ein. Nur wenn mindestens zwei Teile A und ein Teil von B vorhanden sind, wird mit der Herstellung von C begonnen. Diese hat wiederum eine zufällig verteilte Dauer. Es kann zu einem Zeitpunkt immer nur ein Werkstück C hergestellt werden.
Das System wird durch das folgende Petri-Netz dargestellt. Zum Zeitpunkt 15 sind zwei Teile B vorhanden und ein Teil A in den Puffern, und die Maschine bearbeitet ein Werkstück. Die *Future-Event-List* (FEL) im System sieht wie folgt aus.





Die nächsten drei Bearbeitungszeiten sind: 6, 7 und 5.
Die nächsten drei Zwischenankunftsintervalle für A sind: 3, 2 und 5.
Die nächsten drei Zwischenankunftsintervalle für B sind: 5, 2 und 4.

a) Zustandsvariablen
Was sind die Zustandsvariablen dieses Systems?

b) Simulationsablauf
Skizzieren Sie den Ablauf des Simulationsprogramms von Zeitpunkt 15 bis Zeitpunkt 20. Geben Sie dabei die Veränderungen des Systemzustandes an, und welche Ereignisse primär und sekundär sind.

c) Future Event List
Wie sieht die FEL zum Zeitpunkt 20 aus?

Aufgabe 7: Warteschlangenstrategien (9 Punkte).

Die folgenden Aufträge (*jobs*) seien in einer Warteschlange eingetroffen (Der Wert 1 bedeutet höhere Priorität):

Auftragsname:	A	B	C	D	E
Ankunftszeitpunkt:	1	6	9	7	3
Priorität:	1	2	1	2	1
Bearbeitungsdauer:	7	5	3	1	9

a) *Strategien*
Tragen sie die Auftragsnamen geordnet nach den angegebenen Strategien (*queueing strategies/scheduling policies*) in die Warteschlange ein, zunächst ohne das Verlassen der Warteschlange wegen Bearbeitung zu beachten:

(1) First In, First Out (FIFO)

(2) Zuerst Priorität, dann FIFO

(3) Shortest Job First

b) *Wartezeiten*
Nun unter Beachtung der Bearbeitung der einzelnen Aufträge:
Bei der Strategie FIFO: Welcher Auftrag hat die längste Wartezeit? Wie ist die durchschnittliche Wartezeit der Aufträge?
(Als Wartezeit zählt die Zeitdauer, die ein Job sich in der Warteschlange aufhält, bevor er in die Bearbeitung kommt.)

c) *Profit*
Es stehen nur 20 Zeiteinheiten zur Bearbeitung der Aufträge zur Verfügung. Der Profit für bearbeitete Aufträge der Priorität 1 beträgt 20€, bei Priorität 2 dagegen 5€.
Wie hoch ist der Profit bei der Warteschlangenstrategie FIFO?
Welche andere Warteschlangenstrategie könnte diesen Profit vergrößern? Begründen Sie!

Aufgabe 8: Output-Analyse (11 Punkte). Wir betrachten zwei unterschiedliche Konfigurationen eines Geldautomatensystems: System I besteht aus einem schnelleren Geldautomaten, während System II zwei langsamere Automaten umfasst. Sie sollen herausfinden, welches System besser ist.

Beide Systeme werden mit jeweils 10 Läufen simuliert, wobei alle 20 Läufe voneinander stochastisch unabhängig sind. Man erhält die folgende Anzahl Kunden in der Warteschlange nach einer Stunde:

Lauf Nr.	System I	System II					
1	3	7					
2	1	4					
3	1	1					
4	6	1					
5	1	5					
6	3	2					
7	2	3					
8	0	2					
9	2	5					
10	3	2					

a) Vergleich
Welches System ist besser? (Tipps: Benutzen Sie die leeren Felder für Ihre Berechnungen! Grobe Schätzungen bei Wurzelrechnungen sind ausreichend.)

b) Interpretation
Was können Sie zur Aussagekraft dieses Ergebnisses sagen?

c) Verbesserungsmöglichkeiten
Nennen Sie zwei Möglichkeiten, um dieses Ergebnis zu verbessern? Erklären Sie Ihre Lösungsvorschläge!

Aufgabe 9: Verschiedenes (10 Punkte).

a) Gegeben sei das Anfangswertproblem (*initial value problem*) $y' = y - t$, $y(0) = 10$. Dieses soll mit dem Euler-Verfahren mit einer Zeitschrittweite von 1 gelöst werden. Welchen Wert erhält man zum Zeitpunkt $t = 2$?

b) Wir wollen (Pseudo-)Zufallszahlen erzeugen, die N(1.6, 0.1) verteilt sind. Dazu soll die lineare Kongruenzmethode (*Linear Congruential Method)* verwendet werden. Was sind die ersten vier Werte (ungefähr!), die man erhält, wenn man die Parameter $a = 11$, $c = 7$, $m = 50$ und den *Seed* (Saat/Samen) $x_0 = 6$?

c) Wir betrachten ein Krankenhaus. Geben Sie jeweils ein Beispiel an für

- Ein Ereignis (*event*)
- Eine Aktivität (*activity*)
- Eine Verzögerung (*delay*)
- Eine Entität (*entity*)
- Ein Attribut (*attribute*)

d) Was wird aus dem globalen Fehler *(global error)* des Euler-Verfahrens, wenn man die Schrittweite verfünffacht?

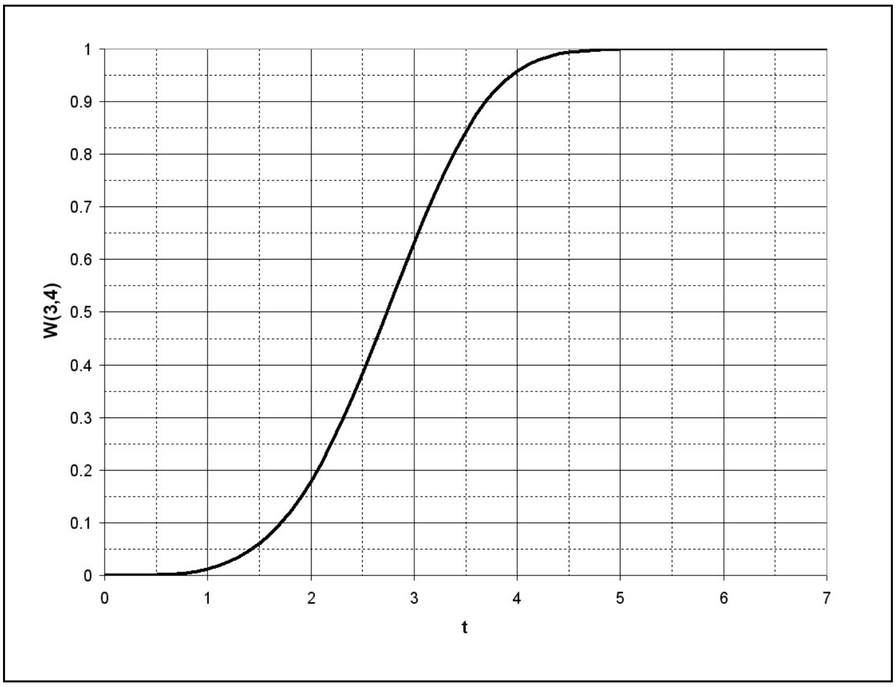
e) An einer Warteschlange in einer Bank kommen neue Kunden ungefähr alle 5 Minuten an, und die Schlange umfasst im Mittel drei Personen. Wie lange muss ein Kunde voraussichtlich in der Schlange warten?

Leere Seite mit Platz für zusätzliche Antworten oder Berechnungen

Leere Seite mit Platz für zusätzliche Antworten oder Berechnungen

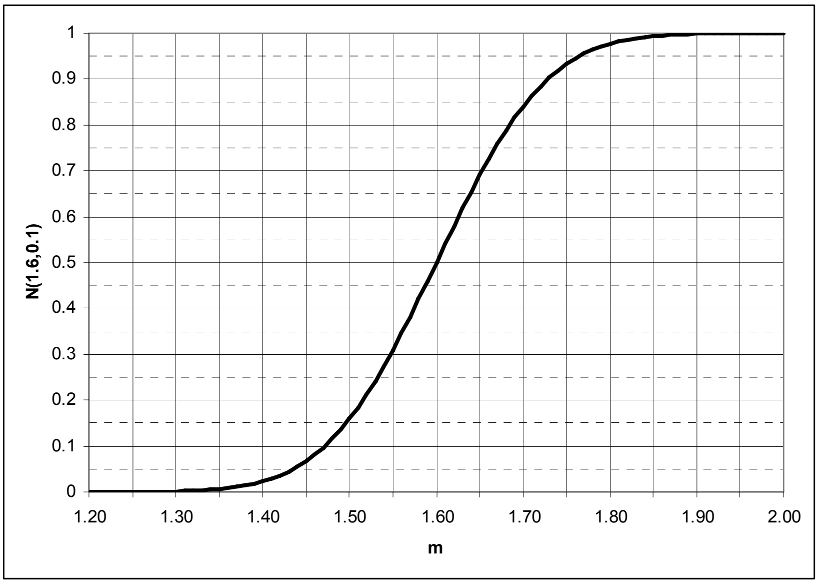
Anhang

Graph der Funktion
$y = \text{Weibull}(\alpha = 3, \beta = 4)$



Der Wert der Student t-Verteilung für $\alpha = 0.05$ und 9 Freiheitsgrade beträgt 2.26

Graph der (1.6, 0.1) Normalverteilung



Einige Werte der χ^2-Verteilung:

		Anz. Freiheitsgrade				
		8	9	10	11	12
α	0.05	15.51	16.92	18.31	19.68	21.03
	0.1	13.36	14.68	15.99	17.28	18.55