IHK

Termin: Montag, 15. Mai 2017

Abschlussprüfung Sommer 2017

6511

4

Entwicklung eines Softwaresystems

Schriftliche Aufgabenstellungen

Mathematisch-technischer Softwareentwickler Mathematisch-technische Softwareentwicklerin

Aufgabenbogen

3 Phasen, davon

- 7 Stunden schriftliche Aufgabe
- 4 Tage Realisierung des Konzepts
- 30 Minuten Fachgespräch

100 Punkte

Vorbemerkung

Dieser Aufgabensatz besteht aus einem Aufgabenbogen und 20 einzelnen Bearbeitungsbogen.

Füllen Sie bei allen Bearbeitungsbogen zuerst die Kopfleiste aus. Die Bearbeitungsbogen sind während der Bearbeitung in dem vorgesehenen Kästchen durchzunummerieren. Verwenden Sie die einzelnen Bogen nicht als Schreibunterlage und kontrollieren Sie, ob Ihre Eintragungen auf der Durchschrift deutlich erscheinen (auch in der Kopfleiste).

Die vorliegende bundeseinheitliche Prüfungsaufgabe wird in drei Phasen bearbeitet.

Phase I:
- Schriftliche Klausur unter Aufsicht des Prüfungsausschusses der IHK
- Sie soll in der Regel montags stattfinden, Dauer 7 Stunden
- Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.
- Die Ergebnisse sind handschriftlich auf Papier zu erstellen.
- Das Original wird dem Prüfungsausschuss übergeben, eine Kopie behält der Prüfling zur weiteren Bearbeitung.

Phase II:
- Die Bearbeitung erfolgt am betrieblichen Arbeitsplatz.
- Sie findet von dienstags bis freitags statt.
- Verwendete Hilfsmittel und Quellen sind anzugeben.
- Die Ergebnisse sind auf Papier und elektronisch lesbar nach Vorgabe des Prüfungsausschusses abzugeben.
- Hinzuzufügen ist auch eine Eigenhändigkeitserklärung.

Phase III:
- Das Fachgespräch findet zeitnah als Einzelprüfung mit dem Prüfungsausschuss statt.
- Der Prüfling soll das Prüfungsprodukt, die Aufgabenanalyse und den Lösungsentwurf in maximal 10 Minuten vorstellen und begründen. Hilfsmittel wie Flip Chart, Folien o. Ä. können verwendet werden.
- Im anschließenden etwa 20-minütigen Gespräch sind die Ergebnisse zu verteidigen.

Die Firma „Mein Auto teilen sich einige", kurz MATSE, bietet ihren Kunden eine Carsharing-Dienstleistung an. Die Kunden können die Firmenautos über eine Smartphone-App suchen, losfahren und das geliehene Fahrzeug an einer beliebigen anderen Stelle innerhalb des Stadtgebiets wieder abstellen.

Auf Basis der bisherigen Geschäftsjahre ist bekannt, wann typischerweise an welchen Stellen Autos geliehen und abgestellt werden. Leider hat sich herausgestellt, dass die Anzahl der nachgefragten sowie abgestellten Autos stark von der Tageszeit abhängt. Deshalb überlegt MATSE, wie die Gesamtanzahl der Autos möglichst gering gehalten werden kann und ob es wirtschaftlich gesehen sinnvoll ist, zu bestimmten Zeiten Autos von unbeliebten Plätzen zu beliebten zu verschieben. Das würde einerseits das Angebot an beliebten Plätzen erhöhen, andererseits aber zusätzliche Kosten für die Verschiebung verursachen. Um den Gewinn zu steigern hat MATSE Sie beauftragt, mithilfe einer Simulation zu prüfen, wie viele Autos insgesamt mindestens zur Verfügung stehen müssen und ggf. wann welche Autos wohin verschoben werden sollen.

Zur Lösung des Problems kann die Stadt in ein quadratisches Muster mit m mal m Quadraten eingeteilt werden. Die tageszeitabhängige Aufteilung der nachgefragten und abgestellten Anzahl der Autos im Quadrat Q_ij wird mithilfe der Polynome n_ij (t) bzw. a_ij (t) beschrieben, wobei alle Polynome maximal den Grad 4 besitzen und die Tageszeit t ∈[0;24] in Stunden das Argument der Funktion darstellt. Zur Bestimmung der Anzahl der bis zu einem Zeitpunkt t_0 nachgefragten oder abgestellten Autos wird nun das bestimmte Integral von t = 0 bis t = t_0 berechnet. Für t_0 = 24 ergibt sich folglich die Gesamtanzahl der nachgefragten oder abgestellten Autos an einem Tag. Da eine Anzahl nur ganzzahlige Werte annehmen kann, wird abgerundet, d. h. es wird genau in dem Moment ein Auto nachgefragt bzw. abgestellt, in dem das Integral den nächsten ganzzahligen Wert erreicht.

Beispiel 1

Die Stadt besteht hier – der Einfachheit halber – nur aus einem einzigen Quadrat, d. h. m=1.

Nachfrage besteht hauptsächlich tagsüber, zu den Berufsverkehrszeiten am meisten und mittags etwas weniger. Die Abstellungen der Fahrzeuge verteilen sich hingegen konstant über den ganzen Tag.

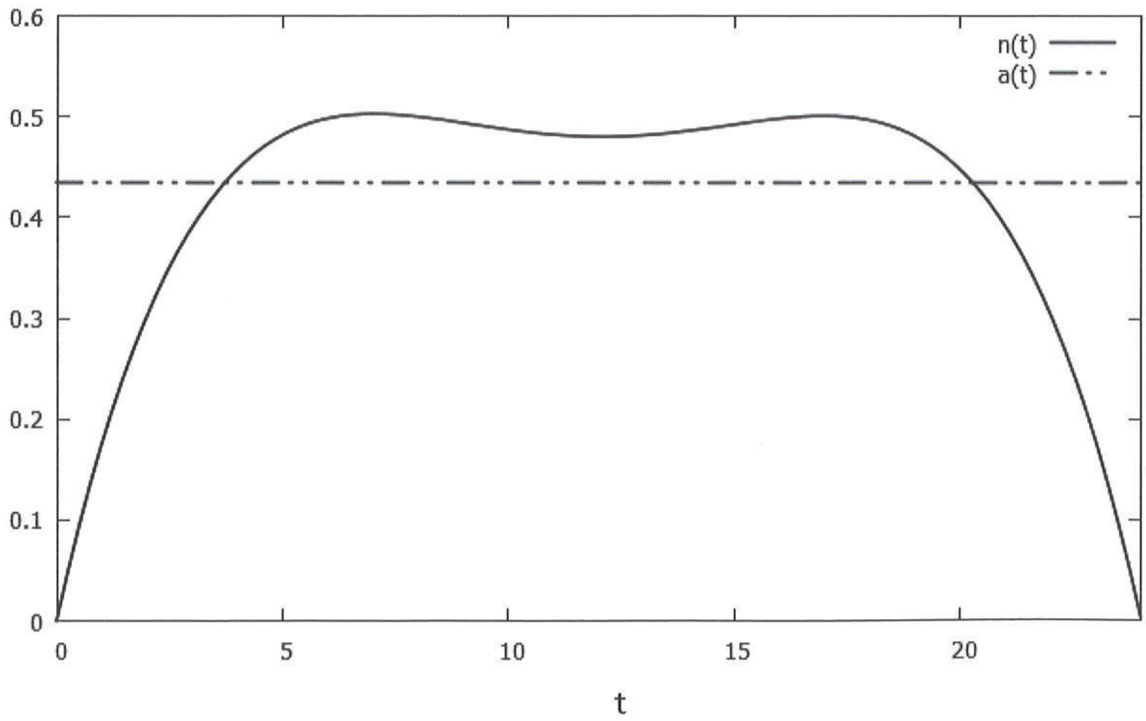
Die Funktion, die die Aufteilung der nachgefragten Autos beschreibt, lautet:

$n_{11}(t) = 0{,}2023761 \cdot t - 0{,}0287711 \cdot t^2 + 0{,}0016925 \cdot t^3 - 0{,}0000352 \cdot t^4$

Die Funktion, die die Aufteilung der abgestellten Autos beschreibt, lautet:

$a_{11}(t) = 0{,}434782$

Grafisch kann man sich die Aufteilung der Nachfragen und Abstellungen wie folgt vorstellen:



Ablauf der Simulation

Anhand der Verteilungen $n_{ij}(t)$ und $a_{ij}(t)$ soll nun auf deterministische Art und Weise bestimmt werden, wann in welchen Quadraten Autos entliehen bzw. abgestellt werden. Um zu bestimmen, wann Autos wo entliehen oder abgestellt werden, werden nun in aufsteigender Reihenfolge die $t \in [0;24]$ gesucht, für die ein i und j mit ganzzahligem

$$N_{ij}(t) = \int_0^t n_{ij}(s)\,ds$$

oder

$$A_{ij}(t) = \int_0^t a_{ij}(s)\,ds$$

existiert, beginnend bei 1. Ist also $N_{ij}(t_0) = k$ mit $k \in N$, so wird im Quadrat Q_{ij} zum Zeitpunkt t_0 das k-te Auto nachgefragt.
Wird hingegen $A_{ij}(t_0) = k$ mit $k \in N$, so wird im Quadrat Q_{ij} zum Zeitpunkt t_0 das k-te Auto abgestellt.

Der Bedarf $B_{ij}(t)$ der benötigten Autos im Quadrat Q_{ij} kann nun berechnet werden. $B_{ij}(t)$ hat zu Beginn den Wert 0.
Wird dort ein Auto nachgefragt, erhöht sich der Bedarf um 1, wird ein Auto abgestellt, reduziert sich der Bedarf um 1.

Zur Verdeutlichung folgt dieser Schritt hier für **Beispiel 1**:

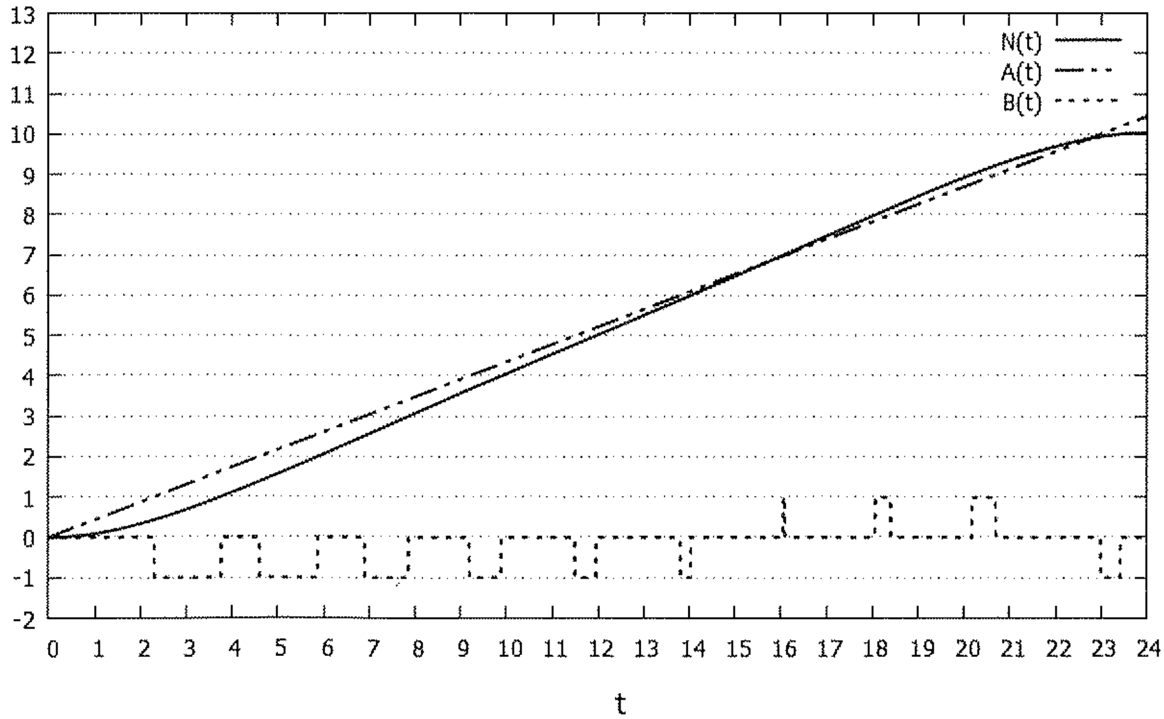
Es gilt für die Nachfragen:

$$N_{11}(t) = \int_0^t n_{11}(s)\,ds = \frac{0{,}2023761}{2} \cdot t^2 - \frac{0{,}0287711}{3} \cdot t^3 + \frac{0{,}0016925}{4} \cdot t^4 - \frac{0{,}0000352}{5} \cdot t^5$$

Es gilt für die Abstellungen:

$$A_{11}(t) = \int_0^t a_{11}(s)\,ds = 0{,}434782 \cdot t$$

Diese beiden Funktionen sowie die daraus bestimmte zugehörige Bedarfsfunktion $B_{11}(t)$ grafisch dargestellt, ergibt:



In der folgenden Tabelle ist dargestellt, für welche (aufsteigende) $t \in [0;24]$ hier $N_{11}(t)$ bzw. $A_{11}(t)$ ganzzahlig werden, welcher ganzzahlige Wert erreicht wird, und welche Werte $B_{11}(t)$ annimmt. Vergleichen Sie die Werte auch mit der obigen Grafik:

t	0	2,30	3,76	4,60	5,87	6,90	7,86	9,20	9,89	11,50	11,96
ganzzahlig wird		A_{11}	N_{11}	A_{11}	N_{11}	A_{11}	N_{11}	A_{11}	N_{11}	A_{11}	N_{11}
mit Wert		1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
$B_{11}(t)$	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0

t	13,80	14,03	16,06	16,10	18,06	18,40	20,17	20,70	23,00	23,43
ganzzahlig wird	A_{11}	N_{11}	N_{11}	A_{11}	N_{11}	A_{11}	N_{11}	A_{11}	A_{11}	N_{11}
mit Wert	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
$B_{11}(t)$	-1	0	1	0	1	0	1	0	-1	0

In Worten bedeutet diese Tabelle, dass $t = 2{,}30$ das kleinste t ist, für das A_{11} oder N_{11} ganzzahlig (≥1) wird. Da es sich um A_{11} handelt, wird zu diesem Zeitpunkt ein Auto in Q_{11} abgestellt. Der Bedarf B_{11} fällt also auf den Wert -1.

Das nächstgrößere t, zu dem eine der beiden Funktionen ganzzahlig wird, ist $t = 3{,}76$. Hier ist $N_{11} = 1$. Es wird also zu diesem Zeitpunkt ein Auto in Q_{11} nachgefragt, wodurch der Bedarf B_{11} um 1 steigt und somit wieder den Wert 0 hat.

Zum Zeitpunkt $t = 4{,}60$ erreicht A_{11} den Wert 2, es wird also wieder ein Auto in Q_{11} abgestellt, der Bedarf B_{11} sinkt wieder auf den Wert -1.

Der weitere Verlauf ist der Tabelle zu entnehmen.

Ausgabe

Die Ausgabedatei enthält die wichtigsten Ergebnisse der Simulation:

1. Zunächst erfolgt eine chronologische Auflistung der nachgefragten und abgestellten Autos inklusive Ort und Zeitpunkt (in Stunden).
2. Anschließend wird der Endzustand des Bedarfs $B_{ij}(24)$ für alle Quadrate Q_{ij} ausgegeben, also die Anzahl der Autos, die dort am Ende des Tages mehr nachgefragt als abgestellt wurde. Dieser Endzustand gibt an, von wo nach wo am Ende des Tages Autos verschoben werden müssen.
3. Zum Schluss erfolgt die Auflistung des maximalen Bedarfs $max_t\, B_{ij}(t)$ für alle Quadrate Q_{ij}, also die im Laufe des Tages maximale Anzahl der Autos, die mehr nachgefragt als abgestellt wurde. Der maximale Bedarf gibt an, wie viele Autos in den jeweiligen Quadraten mindestens bereitstehen müssen, damit alle Kunden bedient werden können.

Für **Beispiel 1** ergibt sich somit folgende Ausgabedatei:

```
# AHausen
Abstellung in Q_11 zu t=2,30
Nachfrage in Q_11 zu t=3,76
Abstellung in Q_11 zu t=4,60
Nachfrage in Q_11 zu t=5,87
Abstellung in Q_11 zu t=6,90
Nachfrage in Q_11 zu t=7,86
Abstellung in Q_11 zu t=9,20
Nachfrage in Q_11 zu t=9,89
Abstellung in Q_11 zu t=11,50
Nachfrage in Q_11 zu t=11,96
Abstellung in Q_11 zu t=13,80
Nachfrage in Q_11 zu t=14,03
Nachfrage in Q_11 zu t=16,06
Abstellung in Q_11 zu t=16,10
Nachfrage in Q_11 zu t=18,06
Abstellung in Q_11 zu t=18,40
Nachfrage in Q_11 zu t=20,17
Abstellung in Q_11 zu t=20,70
Abstellung in Q_11 zu t=23,00
Nachfrage in Q_11 zu t=23,43
Endzustand des Tages:
   0
Maximaler Bedarf:
   1
```

Nebenbedingungen

- Zur reinen Bestimmung der jeweiligen Zeitpunkte der Nachfragen und Abstellungen können die jeweils zugehörigen Funktionen komplett unabhängig voneinander betrachtet werden. Erreichen aber mehrere Funktionen gleichzeitig ganzzahlige Werte, soll für die Simulation zunächst die Abstellung der Autos simuliert werden und anschließend erst die Entleihung. Ein Kunde könnte also ggf. ein abgestelltes Auto sofort übernehmen.
- Da nachgefragte Autos auch am Folgetag zurückgegeben werden, kann es vorkommen, dass die Simulation mit der Abstellung eines Autos beginnt, obwohl zuvor kein Auto nachgefragt wurde.
- Es werden nur die ganzzahligen Teilintegrale betrachtet, es macht also für den Gesamtbedarf z. B. keinen Unterschied, ob das Integral in den Grenzen zwischen 0 und 24 den Wert 5,1 oder 5,9 besitzt. In beiden Fällen wird ein Bedarf von 5 angenommen.
- Zur Vereinfachung kann angenommen werden, dass eine durch den Anbieter veranlasste Verschiebung von Autos immer sofort am Ende eines Tages stattfindet und keine Zeit in Anspruch nimmt.
- Die Funktionen $n_{ij}(t)$ und $a_{ij}(t)$ müssen im Bereich $t \in [0;24]$ nicht negativ und somit $N_{ij}(t)$ und $A_{ij}(t)$ dort monoton wachsend sein. Eine Überprüfung im Programm ist nicht erforderlich.
- Diese Monotonie vereinfacht die Suche nach den ganzzahligen Werten der Integrale. Die Suche ist identisch mit einer Nullstellenberechnung, wenn man den nächsten ganzzahligen Wert subtrahiert, also z. B. $N_{ij}(t) - 1$, $N_{ij}(t) - 2$, $N_{ij}(t) - 3$ usw. Benutzen Sie für diese Nullstellenprobleme das im Folgenden beschriebene Bisektionsverfahren:
  1. Bestimmen Sie je ein t, für das die Funktion negativ bzw. positiv ist. In dem Intervall zwischen diesen beiden t's liegt aufgrund der Monotonie die gesuchte Nullstelle.
  2. Bestimmen Sie die Intervallmitte:
     - Ist der Funktionswert an der Intervallmitte negativ, wählen Sie als neues Intervall jenes von der Intervallmitte bis zur bisherigen rechten Intervallgrenze.
     - Ist der Funktionswert an der Intervallmitte positiv, wählen Sie als neues Intervall jenes von der bisherigen linken Intervallgrenze bis zur Intervallmitte.
  3. Wiederholen Sie Schritt 2 bis der Funktionswert an einer untersuchten Stelle klein genug ist.

Eingabe

Nach der Anzahl m müssen zunächst die einzelnen Verteilungen der nachgefragten und anschließend der abgestellten Autos eingegeben werden. Dies geschieht in Form von jeweils $m \cdot m$ Polynomen, für die jeweils zeilenweise nur die Koeffizienten mit aufsteigenden Polynomgrad angegeben werden. Mit „#" beginnende Zeilen werden als Kommentare gewertet.

Für Beispiel 1 ergibt sich somit als Eingabedatei:

```
# AHausen
# m
1
# Polynome Nachfrage
0 0.2023761 -0.0287711 0.0016925 -0.0000352
# Polynome Abstellungen
0.434782 0 0 0 0
```

Beispiel 1 beschreibt ein Beispiel mit nur einem Quadrat und kann deshalb nur die Zeitpunkte der Nachfragen und Abstellungen jedoch keine Bewegungen der Autos simulieren. Das folgende komplette Beispiel beschreibt eine Stadt aus vier Quadraten.

Beispiel 2:

Eingabedatei:

```
# BStadt
# m
2
# Polynome Nachfrage
0 0 0 0 0
0.20833333333333334 0 0 0 0
0 0.03333333333333333 -0.001388888888888889 0 0
0 0 0 0 0
# Polynome Abstellungen
0 0 0 0 0
0 0.048 -0.002 0 0
0.14285714285714285 0 0 0 0
0.058823529411764705 0 0 0 0
```

Tageszeitabhängige Aufteilung der Nachfragen und Abstellungen:

$m = 2$

Nachgefragte Autos: $$n_{ij}(t) = \begin{cases} 0 & : \quad i = 1; j = 1 \\ \frac{5}{24} & : \quad i = 1; j = 2 \\ -\frac{1}{720} \cdot t \cdot (t - 24) & : \quad i = 2; j = 1 \\ 0 & : \quad i = 2; j = 2 \end{cases}$$

Abgestellte Autos: $$a_{ij}(t) = \begin{cases} 0 & : \quad i = 1; j = 1 \\ -\frac{1}{500} \cdot t \cdot (t - 24) & : \quad i = 1; j = 2 \\ \frac{1}{7} & : \quad i = 2; j = 1 \\ \frac{1}{17} & : \quad i = 2; j = 2 \end{cases}$$

Die Verteilung der nachgefragten Autos in den Quadraten Q_{11}, Q_{12} und Q_{22} sowie der abgestellten Autos in den Quadraten Q_{11}, Q_{21} und Q_{22} sind über den Tag hinweg konstant. In Q_{21} werden um 12 Uhr mittags die meisten Autos nachgefragt, nachts besteht nur wenig Bedarf. Ebenso verteilen sich die abgestellten Autos in Q_{12}.

Bzgl. der Evaluierung selbst durchzuführender Verschiebungen kann MATSE mithilfe der Simulation erkennen, dass in Q_{22} zwar Autos abgestellt, aber keine nachgefragt werden.

Zur Bestimmung der Orte und Zeitpunkte der Nachfragen und Abstellungen wird nun wieder integriert:

$$N_{ij}(t) = \int_0^t n_{ij}(s)\, ds = \begin{cases} 0 & : \quad i = 1; j = 1 \\ \frac{5}{24} \cdot t & : \quad i = 1; j = 2 \\ \frac{1}{720} \cdot \left(12 \cdot t^2 - \frac{t^3}{3}\right) & : \quad i = 2; j = 1 \\ 0 & : \quad i = 2; j = 2 \end{cases}$$

bzw.

$$A_{ij}(t) = \int_0^t a_{ij}(s)\, ds = \begin{cases} 0 & : \quad i = 1; j = 1 \\ \frac{1}{500} \cdot \left(12 \cdot t^2 - \frac{t^3}{3}\right) & : \quad i = 1; j = 2 \\ \frac{1}{7} \cdot t & : \quad i = 2; j = 1 \\ \frac{1}{17} \cdot t & : \quad i = 2; j = 2 \end{cases}$$

In der folgenden Tabelle wird dargestellt, für welche (aufsteigende) $t \in [0;24]$ hier ein N_{ij} (t) bzw. A_{ij} (t) ganzzahlig wird, auf welches N_{ij} (t) bzw. A_{ij} (t) das zutrifft, welcher ganzzahlige Wert erreicht wird, und welche Bedarfe B_{ij} (t) sich in allen Quadraten ergeben:

t	0	4,8	7	7,22	8,93	9,6	10,94	14	14,02
ganzzahlig wird		N_{12}	A_{21}	A_{12}	N_{21}	N_{12}	A_{12}	A_{21}	N_{21}
mit Wert		1	1	1	1	2	2	2	2
B_{11} (t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B_{12} (t)	0	1	1	0	0	1	0	0	0
B_{21} (t)	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	0
B_{22} (t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

t	14,4	14,45	17	18,53	19,2	20,35	21	24
ganzzahlig wird	N_{12}	A_{12}	A_{22}	A_{12}	N_{12}	N_{21}	A_{21}	N_{12}
mit Wert	3	3	1	4	4	3	3	5
B_{11} (t)	0	0	0	0	0	0	0	0
B_{12} (t)	1	0	0	-1	0	0	0	1
B_{21} (t)	0	0	0	0	0	1	0	0
B_{22} (t)	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1

In Worten bedeutet diese Tabelle, dass $t = 4,8$ das kleinste t ist, für das eine der N_{ij} (t) oder A_{ij} (t), nämlich hier N_{12} (t), ganzzahlig wird und somit zu diesem Zeitpunkt der erste Kunde des Tages ein Auto in Quadrat Q_{12} nachfragt. Dort entsteht also ein Gesamtbedarf von einem Auto. Das aufsteigend gesehen nächste t mit einem ganzzahligen N_{ij} (t) oder A_{ij} (t) ist $t = 7$. Hier hat A_{21} den Wert 1, ein Kunde stellt also zu diesem Zeitpunkt ein Auto in Quadrat Q_{21} ab. Der Gesamtbedarf sinkt dort sogar auf -1, da ein Auto mehr zurückgegeben als nachgefragt wurde. Wenn bei $t \approx 7,22$ die Funktion A_{12} (t) als nächste Funktion einen ganzzahligen Wert erreicht, sinkt der dortige Gesamtbedarf wieder auf 0.

Der weitere Verlauf ist der Tabelle zu entnehmen. So erreicht z. B. bei $t = 9,6$ die Funktion N_{12} (t) als erste Funktion den ganzzahligen Wert 2 und modelliert somit zu diesem Zeitpunkt im Quadrat Q_{12} den zweiten Kunden, der an diesem Tag ein Auto nachfragt.

Am Ende des Tages erhalten wir teilweise von 0 verschiedene Gesamtbedarfe B_{ij} (t). So bedeuten B_{22} (24) = -1 und B_{12} (24) = 1, dass am Ende des Tages in Q_{12} ein Auto weniger und in Q_{22} ein Auto mehr als zu Beginn des Tages zur Verfügung steht. Langfristig würde sich dieser Effekt verstärken. Eine vom Anbieter veranlasste Verschiebung eines Autos von Q_{22} nach Q_{12} ist hier also sinnvoll.

Für **Beispiel 2** ergibt sich als Ausgabedatei:

```
# BStadt
Nachfrage in Q_12 zu t=4,80
Abstellung in Q_21 zu t=7,00
Abstellung in Q_12 zu t=7,22
Nachfrage in Q_21 zu t=8,93
Nachfrage in Q_12 zu t=9,60
Abstellung in Q_12 zu t=10,94
Abstellung in Q_21 zu t=14,00
Nachfrage in Q_21 zu t=14,02
Nachfrage in Q_12 zu t=14,40
Abstellung in Q_12 zu t=14,45
Abstellung in Q_22 zu t=17,00
Abstellung in Q_12 zu t=18,53
Nachfrage in Q_12 zu t=19,20
Nachfrage in Q_21 zu t=20,35
Abstellung in Q_21 zu t=21,00
Nachfrage in Q_12 zu t=24,00
Endzustand des Tages:
   0 1
   0 -1
Maximaler Bedarf:
   0 1
   1 0
```

Aufgabenstellung

Schreiben Sie ein Programm, das die Simulation der Ausleih- und Rückgabeaktionen der geliehenen Autos durchführt und so die Endzustände sowie die Maximalbedarfe in den einzelnen Quadraten berechnet. Die Eingabedateien beschreiben in der oben angegebenen Weise die Aufteilungen der Kundenwünsche über den Tag hinweg. Die Ausgabe soll in der ebenso oben angegeben Form erfolgen.

Testen Sie Ihr Programm mit obigen Beispielen und weiteren sinnvoll gewählten Testbeispielen. Wählen Sie dazu geeignete nicht-negative Polynome maximal 4. Grades. Diskutieren Sie die Ergebnisse ausführlich.

Beachten Sie, dass durch die Integration eines Polynoms 4. Grades ein Polynom 5. Grades entsteht. Auf der Suche nach den Werten, für die die N_{ij} (t) bzw. A_{ij} (t) ganzzahlig werden, muss somit ein Nullstellenproblem für Polynome 5. Grades gelöst werden. Dies ist in der Regel analytisch nicht möglich. Nutzen Sie deshalb wie oben beschrieben das Bisektionsverfahren.

Im Rahmen der schriftlichen Aufgabe sind am ersten Tag abzugeben:

- Aufgabenanalyse und Verfahrensbeschreibung der Simulation
  - Beschreibung der Aufgabe, d. h. Analyse der Problemstellung sowie Diskussion einer geeigneten Programm- und Datenstruktur für das angegebene Problem
  - Einlesen und Initialisieren der Daten
  - Entwurf des Algorithmus inklusive der (numerischen) Bestimmung der Werte, für die N_{ij} (t) bzw. A_{ij} (t) ganzzahlig werden
  - Ausgabe gemäß Aufgabenstellung
- Programmkonzeption unter Berücksichtigung der funktionalen Trennung
  - Klassen, Methoden und Datenstrukturen in Form von UML-Diagrammen
  - UML-Sequenzdiagramme für die wesentlichen Abläufe
  - Detaillierte Beschreibung der wesentlichen Methoden in Form von Nassi-Shneiderman-Diagrammen

Im Rahmen des Prüfprodukts sind in gedruckter und elektronischer Form abzugeben:

- Verbale Beschreibung und Diskussion des realisierten Verfahrens
- Programmsystem (bestehend aus Klassen, Schnittstellen, Methoden) als UML-Diagrammen und Quellcode
- Entwicklerdokumentation
- Benutzeranleitung
- Ausführliche Beschreibung, Begründung und Diskussion
  - der angegebenen Beispiele und
  - einer ausreichenden Zahl von Beispielen mit Ein- und Ausgabe, die sowohl die Normalfälle als auch auftretende Spezial- und Fehlerfälle abdecken
- Zusammenfassung und Ausblick (z. B. Erweiterungsmöglichkeiten)

Im Rahmen des Prüfprodukts sind in elektronischer Form abzugeben:

- Programmsystem als Code und in ausführbarer Form
- Ein- und Ausgabedateien Ihrer Beispiele
- Ein Skript zur automatischen Ausführung aller Testbeispiele

Dem Prüfprodukt ist eine eigenhändig unterschriebene Eigenhändigkeitserklärung (Juristische Erklärung) folgenden Inhalts beizufügen:

„Ich erkläre verbindlich, dass das vorliegende Prüfprodukt von mir selbstständig erstellt wurde. Die als Arbeitshilfe genutzten Unterlagen sind in der Arbeit vollständig aufgeführt. Ich versichere, dass der vorgelegte Ausdruck mit dem Inhalt der von mir erstellten digitalen Version identisch ist. Weder ganz noch in Teilen wurde die Arbeit bereits als Prüfungsleistung vorgelegt. Mir ist bewusst, dass jedes Zuwiderhandeln als Täuschungsversuch zu gelten hat, der die Anerkennung des Prüfprodukts als Prüfungsleistung ausschließt."

Im Rahmen des auftragsbezogenen Fachgesprächs sind die Aufgabenanalyse und der Lösungsentwurf zu begründen und das Prüfungsprodukt zu erläutern.