

1. Programmieraufgabe

Programmierparadigmen

LVA-Nr. 194.023
2024/2025 W
TU Wien

Kontext

Angesichts vielfältiger Krisen sollte *Nachhaltigkeit* viel stärker in den Mittelpunkt allen Handelns rücken. Nachhaltigkeit ist ein Handlungsprinzip bei der Nutzung von Ressourcen, das eine dauerhafte Bedürfnisbefriedigung durch Bewahrung der natürlichen Regenerationsfähigkeit beteiligter Systeme anstrebt. Diese Forderung beinhaltet viel Konfliktpotenzial: Verschiedene Interessensgruppen interpretieren Nachhaltigkeit unterschiedlich (etwa nur aus ökologischer oder ökonomischer Sicht) und leiten aus dem gleichen Prinzip gegensätzliches Handeln ab. Um dem entgegenzuwirken, wurde von der UNO ein Modell entwickelt, das 17 „Ziele für nachhaltige Entwicklung“ (*Sustainable Development Goals, SDGs*, gegliedert in 169 Unterziele) enthält, die als gleich wichtig angesehen werden. Politisches Handeln aller Länder wird nach diesen Zielen beurteilt. Abschätzungen der Nachhaltigkeit sind schwierig. Durch Simulation lassen sich mögliche Auswirkungen angenommener Entwicklungen aufzeigen.

Exemplarische Aufgabe: Simulation von Wohnbauten

In Aufgabe 1 vergleichen wir exemplarisch einige Szenarien des städtischen Neubaus von Wohnraum¹ hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit. Das Bauen verschlingt gewaltige Ressourcen (Geld, CO₂-Freisetzung, Bodenversiegelung), aber auch Betrieb, Renovierung und schließlich Abbruch und Entsorgung. Der Neubau soll ein vorhandenes Bedürfnis nach Wohnen in ausreichender Qualität befriedigen. Planungsentscheidungen wirken sich erheblich auf die Nachhaltigkeit aus. Einige Entscheidungen haben voraussehbare Konsequenzen – etwa, in welchen Zeitabständen Bauteile in der Regel ersetzt werden müssen (Renovierung) und wie wohl sich Bewohner_innen in den neuen Wohnungen fühlen werden. Vieles ist unvorhersehbar – etwa ob und wann katastrophale Ereignisse auftreten (Feuer, Erdbeben, Schädlingsbefall, ...) oder sich Anforderungen an die Wohnqualität ändern –, kann aber schwer wiegende Folgen haben (hoher Instandsetzungsaufwand oder vorzeitiger Abbruch). Durch Simulation wollen wir untersuchen, wie sich Planungsentscheidungen auswirken.

Folgende unterschiedliche Szenarien sind miteinander zu vergleichen:

Minimal: Baukosten werden niedrig gehalten. Für den Rohbau wird herkömmliches Material wie Beton sparsam eingesetzt, das in der Produktion sehr viel CO₂ freisetzt und nach Abbruch nur als minderwertiges Material verwertbar ist. Die Lebenszeit des Rohbaus ist auf 50 Jahre ausgelegt, das Anstreben einer längeren Lebensdauer nicht wirtschaftlich. Der Ausbau setzt Material ein (mehr als im hochwertigen Szenario), das in der Produktion durchschnittlich viel

¹Zur Vereinfachung klammern wir die Frage danach, ob Revitalisierungen bestehender Gebäude Neubauten vorzuziehen wären, bewusst aus. Wir nehmen an, dass der Wohnraum am Ort des Neubaus gebraucht wird, rechtliche Voraussetzungen erfüllt sind und die notwendige Infrastruktur (etwa Verkehrsverbindungen) vorhanden ist.

Themen:

Aufbau der Zusammenarbeit in der Gruppe, Einrichten einer Arbeitsumgebung, Modularisierung, nominale Abstraktion

Ausgabe:

14. 10. 2024

Abgabe (Deadline):

21. 10. 2024, 14:00 Uhr

Abgabeverzeichnis:

Aufgabe1-3

Hochladen ins Git-Repository mittels push auch eingebundene Pakete hochladen (außer Standard-Pakete)

Programmaufruf:

java Test

Grundlage:

Kapitel 1 des Skriptums

Problematik: welche Szenarien sind relevant?

CO₂ freisetzt und am Ende großteils auf Mülldeponien landet. Renovierungsarbeiten ersetzen Teile des Ausbaus nach und nach (meist nicht alles auf einmal) für einzelne Wohneinheiten oder das gesamte Gebäude. Durchschnittlich alle 20 Jahre ist der Ausbau komplett erneuert (neues Material eingesetzt, altes entsorgt). Die Architektur ist auf eine minimale, trotzdem zeitgemäße Wohnqualität ausgelegt. Die durchschnittliche Zufriedenheit der Bewohner_innen ist daher anfangs mittelmäßig bis hoch und sinkt im Laufe der Zeit kontinuierlich. Durch Erneuerung des Ausbaus wird die Zufriedenheit für betroffene Wohneinheiten bis in die Nähe des anfänglichen Niveaus gehoben. Der laufende Betrieb verursacht wegen des minimalen Standards einen überdurchschnittlichen Energieaufwand.²

Ökologisch: Für Roh- und Ausbau werden neben herkömmlichen Materialien vorwiegend ökologische Materialien verwendet, die in der Produktion viel weniger CO₂ freisetzen und besser wiederverwendbar sind. Die Architektur ist auf eine minimale, zeitgemäße Wohnqualität ausgelegt, nur die thermische Qualität ist deutlich besser. Kosten für den Rohbau sind höher als im minimalen Szenario (Entsorgungskosten dafür niedriger), Kosten für den Ausbau etwa gleich, ebenso die Lebensdauer und die Renovierungszyklen. Bei Renovierungen anfallendes Altmaterial kann etwa zur Hälfte wiederverwendet werden. Der laufende Betrieb verursacht einen deutlich geringeren Energieverbrauch, aber die Kosten sind ähnlich dem minimalen Szenario (weil die Wartung zur Erhaltung der thermischen Qualität teurer ist). Die Zufriedenheit der Bewohner_innen liegt leicht über der im minimalen Szenario und nimmt einen vergleichbaren Verlauf.

Hochwertig: Das Ziel ist eine hohe Zufriedenheit der Bewohner_innen bei langer Lebensdauer des Gebäudes. Materialien für den Rohbau sind wie im minimalen Modell herkömmlich, werden aber in größerer Menge und höherer Qualität (nach dem Abbruch trotzdem nur als minderwertiges Material verwertbar) eingesetzt, wobei die Lebenszeit auf 100 Jahre ausgelegt ist. Für den Ausbau ist weniger Material notwendig als in den anderen Modellen, dieses Material ist aber teurer und als Altmaterial etwa zur Hälfte wiederverwendbar. Durchschnittlich alle 25 Jahre ist der Ausbau komplett erneuert. Die Architektur ist auf hohe Wohnqualität ausgelegt, die Zufriedenheit der Bewohner_innen anfangs sehr hoch, nimmt aber im Laufe der Zeit ab. Renovierungsmaßnahmen können die verloren gegangene Zufriedenheit verbessern, aber nicht ganz auf das Anfangsniveau. Der laufende Betrieb verursacht ähnliche Kosten wie im ökologischen Szenario (geringer Energieverbrauch, hohe Wartungskosten).

Für diese Szenarien sind Simulationsläufe durchzuführen, in denen Kosten, CO₂-Mengen, Abfallmengen, Zufriedenheitswerte, Zahl von Wohneinheiten, ... beliebig angenommen werden können, aber obigen Beschreibungen entsprechen sollen. Zeitpunkte für Renovierungsmaßnahmen an Wohneinheiten sind in jedem Simulationslauf unterschiedlich per Zufall

Problematik: vernünftige Annahmen treffen

²Kontinuierliche energetische Sanierungen sind zur Vereinfachung in den Aufwand für den Betrieb eingerechnet, werden also nicht getrennt berücksichtigt.

zu wählen, wobei durchschnittliche Renovierungsintervalle (über viele Simulationsläufe hinweg) möglichst eingehalten werden sollen. Das zufällige, aber seltene Auftreten katastrophaler Ereignisse oder einfach nur geänderter Anforderungen ist dadurch zu berücksichtigen, dass zufallsbedingt an vielen Wohneinheiten gleichzeitig vergleichsweise umfangreiche Renovierungsmaßnahmen durchgeführt werden, oder sogar ein vorzeitiger Abbruch des Gebäudes notwendig ist. Am Ende der Lebenszeit des Rohbaus ist auf jeden Fall der Abbruch des Gebäudes zu simulieren. Für jedes Szenario sind pro Simulationslauf folgende Kennzahlen zu ermitteln:

- durchschnittlicher finanzieller Aufwand pro Bewohner_in und Jahr, also alle Kosten inklusive Bau, Betrieb, Renovierung und Entsorgung umgelegt auf die Anzahl angenommener Bewohner_innen und der in der Simulation ermittelten Lebensdauer des Gebäudes;
- Aufteilung des durchschnittlichen finanziellen Aufwands pro Bewohner_in und Jahr auf Jahrzehnte, also wie im ersten Punkt, aber eine eigene Zahl für jedes begonnene Jahrzehnt, in der nur die in diesem Jahrzehnt anfallenden Kosten berücksichtigt sind;
- durchschnittliche pro Bewohner_in und Jahr durch das Gebäude verursachte CO₂-Freisetzung gemessen in Tonnen CO₂, wobei neben der in allen Phasen verbrauchten Energie auch das in der Herstellung und im Transport von Bauteilen anfallende CO₂ zu berücksichtigen ist (ausgenommen das in Bauteilen gebundene CO₂, wenn die Bauteile nach dem Lebensende des Gebäudes weiterverwendet werden, bei minderwertiger Verwertung aber nur anteilmäßig);
- durchschnittlich pro Bewohner_in und Jahr durch das Gebäude anfallende nicht wiederverwertete Müllmenge in Tonnen, also vor allem die bei Renovierung und Abbruch anfallende Müllmenge (bei minderwertiger Verwertung anteilmäßig);
- ein Index für die durchschnittliche Zufriedenheit mit der Wohnqualität pro Jahrzehnt (also eine Zahl pro begonnenem Jahrzehnt).

Entwickeln Sie eine *Zielfunktion*, die alle obigen Ergebnisse eines Simulationslaufs in eine einzige Zahl abbildet und die Nachhaltigkeit des Szenarios im Simulationslauf ausdrückt (größer ist besser).

Welche Aufgabe zu lösen ist

Entwickeln Sie ein Java-Programm, das Simulationsläufe wie oben beschrieben durchführt und Ergebnisse in Textform ausgibt. Konkret sollen pro Szenario mindestens 10 Simulationsläufe (mit jeweils gleichen Annahmen für Kosten, CO₂-Freisetzung, . . . , aber mit unterschiedlichen Zufallswerten für Zeitpunkte von Renovierungsmaßnahmen und katastrophalen Ereignissen) durchgeführt werden. Das Ergebnis der Zielfunktion pro Simulationslauf ist auszugeben, ebenso wie alle ermittelten Kennzahlen für je einen Simulationslauf pro Szenario. Für die Ausgabe der Kennzahlen soll jeweils ein Simulationslauf mit möglichst durchschnittlichem Ergebnis der Zielfunktion gewählt werden.

Problematik: komplexe Zusammenhänge durch simple Zahlen darstellen

Problematik: Kennzahlen wie gewichten?

Testen Testen Sie Ihr Programm sorgfältig, auch bezüglich der Plausibilität von Simulationsergebnissen. Sorgen Sie dafür, dass nach dem Programmstart keine Benutzerinteraktion (das heißt, keine Eingabe über die Tastatur oder Maus) nötig ist, sondern einfach nur die Ergebnisse ausgegeben werden. Das Programm soll (nach neuerlicher Übersetzung aller vorhandenen `.java`-Dateien) mittels `java Test` vom Verzeichnis `Aufgabe1-3` aus aufrufbar sein.

Programmname „Test“
aus gutem Grund gewählt

im richtigen Verzeichnis
ausführbar?

Kommentare Betrachten Sie jede Definition und Deklaration einer Methode als nominale Abstraktion. Beschreiben Sie diese Abstraktionen durch kurze, aber informative Kommentare. Versehen Sie auch jede Klasse und jedes Interface mit entsprechenden Kommentaren. Eine Java-Klasse kann Elemente unterschiedlicher Modularisierungseinheiten enthalten (Modul, Klasse, Objekt). Beschreiben Sie in den Kommentaren deutlich, welche Elemente zu welchen Modularisierungseinheiten gehören und welche Abstraktionen hinter den Modularisierungseinheiten stecken.

Abstraktionen und
Modularisierungseinheiten
kurz beschreiben
(siehe Skriptum)

Neben Programmtext soll die Datei `Test.java` als Kommentar am Dateianfang eine kurze, aber verständliche Beschreibung der Aufteilung der Arbeiten auf die einzelnen Gruppenmitglieder enthalten – wer hat was gemacht. Beschreibungen wie die folgende reichen nicht: „Alle haben mitgearbeitet.“ Die Arbeitsaufteilung auf die einzelnen Gruppenmitglieder wird in jeder Aufgabe beschrieben werden müssen. Bitte machen Sie das sorgfältig (keinesfalls jemand vergessen), weil sich eine stark unterschiedliche Belastung einzelner Gruppenmitglieder über mehrere Aufgaben hinweg auf die Beurteilung auswirken kann.³

Arbeitsaufteilung kurz,
verständlich beschreiben

Wie die Aufgabe zu lösen ist

Der Programmtext Ihrer Lösung soll möglichst einfach sein und keine unnötige Funktionalität haben. Er soll wiederverwendbar sein, da die nächste Aufgabe auf Teilen davon aufbaut. Vermeiden Sie jedoch Vorgriffe, das heißt, schreiben Sie keine Programmteile aufgrund der Vermutung, dass diese Teile in der nächsten Aufgabe verlangt sein könnten.

einfach halten

Zufallszahlen spielen eine große Rolle, aber auch fest vorgegebene Annahmen. Es kommt auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen algorithmischen Vorgaben, festgelegten Werten und Zufallswerten an. Um gute Einstellungen zu finden, wird es notwendig sein, mit verschiedenen Werten und Vorgehensweisen zu experimentieren. Bei Simulationen geht es häufig, nicht nur in dieser Aufgabe darum, passende Parametrisierungen zu finden, sodass Simulationsergebnisse das möglichst gut wiedergeben, was wir in der Realität vorfinden.

experimentieren

Diese Aufgabe hilft Ihren Tutor_innen, Ihre Kenntnisse sowie die Zusammenarbeit in der Gruppe einzuschätzen. Bitte sorgen Sie in Ihrem ei-

alle arbeiten mit

³Durch Krankheit oder sonstige Vorkommnisse ist es immer möglich, dass eine Person nicht bei jeder Aufgabe gleich intensiv mitarbeiten kann. Daher hat eine ungleichmäßige Arbeitsaufteilung bei einer einzelnen Aufgabe noch keine direkte Konsequenz. Es kann aber auch in diesem Fall sein, dass Ihr_e Tutor_in oder die LVA-Leitung nach einer Ursache dafür fragt. Wenn sich über mehrere Aufgaben hinweg zeigt, dass immer wieder eine Person deutlich mehr oder weniger macht als die anderen Gruppenmitglieder, wird die Beurteilung für einzelne Gruppenmitglieder unterschiedlich ausfallen. Dabei werden aber auch die von Ihnen genannten Gründe eine Rolle spielen.

genen Interesse dafür, dass jedes Gruppenmitglied etwa in gleichem Maße mitarbeitet. Sonst könnten Sie bei einer Fehleinschätzung wertvolle Zeit verlieren. Scheuen Sie sich bitte nicht, Ihre Tutorin oder Ihren Tutor um Hilfe zu bitten, falls Sie bei der Lösung der Aufgabe Probleme haben oder keine brauchbare Zusammenarbeit in der Gruppe zustande kommt.

Warum die Aufgabe diese Form hat

Umfang und Schwierigkeitsgrad der Aufgabe wurden so gewählt, dass die eigentliche Programmierung bei guter Organisation und entsprechendem Vorwissen nicht zu viel Zeit in Anspruch nimmt, aber eine Einarbeitung in neue Themen nötig ist und Diskussionsbedarf entsteht. Nutzen Sie die Gelegenheit, um die Aufgabenverteilung und interne Abläufe innerhalb der Gruppe zu organisieren. Details der Aufgabe bleiben bewusst offen:

- Sie sollen in der Gruppe diskutieren, wie Sie die Aufgabe verstehen und welche Lösungswege geeignet erscheinen.
- Sie sollen sich daran gewöhnen, dass Aufgaben nicht vollständig spezifiziert sind, aber trotzdem Vorgaben eingehalten werden müssen.
- Sie sollen sich eine eigene brauchbare Faktorisierung überlegen und sich dabei vorerst einmal nur von Abstraktionen leiten lassen.
- Sie sollen auch die Verantwortung für die Korrektheit Ihrer Lösung (so wie Sie sie selbst verstehen) übernehmen, indem Sie entsprechende Tests durchführen.

Allgemeine Informationen zur Übung

Folgende Informationen betreffen diese und auch alle weiteren Aufgaben.

Was bei der Lösung der Aufgabe zu beachten ist

Unter der Überschrift „Wie die Aufgabe zu lösen ist“ finden Sie Hinweise darauf, wie Sie die Lösung der Aufgabe vereinfachen können und welche Fallen Sie umgehen sollen, erfahren aber auch, welche Aspekte bei der Beurteilung als wichtig betrachtet werden. In der ersten Aufgabe kommt es beispielsweise auf die Einfachheit der Lösung an, aber auch darauf, wie gut die gewählten Algorithmen und angenommenen Werte bzw. Zufallswerte zusammenpassen. Das heißt, in späteren Aufgaben können Ihnen bei solchen Hinweisen etwa auch für unnötig komplizierte oder umfangreiche Lösungen Punkte abgezogen werden, weil Sie sich nicht an die Vorgaben gehalten haben. Außerdem gilt natürlich alles, was in der Aufgabe beschrieben ist. Beispielsweise müssen Kommentare die gewählten Abstraktionen verdeutlichen und beschreiben, welche Inhalte als Teil welcher Modularisierungseinheiten anzusehen sind. Unterschiedliche Aufgaben haben unterschiedliche Schwerpunkte. Die nächste Aufgabe wird nicht nach dem gleichen Schema beurteilt wie die vorige. Richten Sie sich daher nach der jeweiligen Aufgabenstellung.

Ein häufiger Fehler besteht darin, eine Aufgabe nach Gefühl zu lösen ohne zu verstehen, worauf es ankommt. Meist bezieht sich die Aufgabe

Schwerpunkte beachten

auf ein Thema, das zuvor theoretisch behandelt wurde. Versuchen Sie, eine Beziehung zwischen der Aufgabenstellung und dem davor behandelten Stoff herzustellen. Achten Sie darauf, Fachbegriffe nicht nur umgangssprachlich zu interpretieren, sondern so wie im Skriptum beschrieben. Die ersten Aufgaben sind vermutlich größtenteils auch ohne Skriptum lösbar, spätere aber kaum. Als Hilfestellung sind in jeder Aufgabenstellung Teile des Skriptums genannt, in denen die relevantesten Themen behandelt werden, bei komplizierten Themen oft nur wenige Seiten.

strukturiert vorgehen

Versuchen Sie nicht, Teile der Aufgabenstellung durch Tricks oder Spitzfindigkeiten zu umgehen. Beispielsweise gibt es immer wieder Lösungsversuche, in denen die Test-Klasse nur „Test erfolgreich“ ausgibt, statt sinnvolle Tests durchzuführen. Solche Versuche werden durch händische Beurteilungen mit hoher Wahrscheinlichkeit erkannt. Spätere Aufgaben enthalten oft Schwierigkeiten, die mit Allgemeinwissen alleine oder über aufgabenbezogene Web-Recherchen bzw. mit Hilfe von KI kaum zu lösen sind. Gerade in solchen Fällen ist davon abzuraten, die Schwierigkeiten durch Tricks zu umgehen. Hinweise zur richtigen Lösung lassen sich im Skriptum und auf den Vorlesungsfolien finden.

keine Spitzfindigkeiten

Ihre Lösung bestehend aus `.java`-Dateien muss am Tag der Abgabe um 14:00 Uhr pünktlich im Git-Repository Ihrer Gruppe stehen. Übersetzte `.class`-Dateien sollen nicht ins Repository gestellt werden, da sie die Zusammenarbeit in der Gruppe erschweren und vor der Beurteilung ohnehin neu generiert werden. Zugangsinformationen zum Repository erhalten Sie in kürze. Informationen zum Umgang mit dem Repository finden Sie in TUWEL. Es wird empfohlen, rechtzeitig vor der Deadline die Lösung auf dem Übungsrechner auszuprobieren und die Daten dabei durch `pull` aus dem Repository zu laden. So können Sie typische Fehler bei der Abgabe (z.B. auf `push` vergessen, Lösung im falschen Verzeichnis, falsche `package`- und `include`-Anweisungen, Klassen aus Nicht-Standard-Paketen verwendet und nicht mit abgegeben) sowie Inkompatibilitäten aufgrund unterschiedlicher Versionen und Betriebssystemeinstellungen (z. B. Dateinamen mit Umlauten sowie neueste Sprach-Features nicht unterstützt) erkennen und beseitigen.

ausprobieren

Was Ihr_e Tutor_in von Ihnen wissen möchte

Ihre Tutorin oder Ihr Tutor wird Ihnen in kürze eine Mail schreiben, um sich vorzustellen und um Informationen über Sie zu bitten. Geben Sie diese Informationen möglichst bald, damit die für Sie am besten geeignete Form der Betreuung gewählt werden kann. Unabhängig von der Form der Betreuung kann natürlich jedes Gruppenmitglied jederzeit konkrete Fragen an Tutor_innen richten. Scheuen Sie sich bitte nicht, sich auch mit organisatorischen oder gruppeninternen Problemen, die Sie möglicherweise nicht selbst lösen können, an Tutor_innen zu wenden. Früh im Semester sind Probleme meist einfacher zu lösen als im bereits weit fortgeschrittenen Semester.