

## 2. Programmieraufgabe

### Programmierparadigmen

LVA-Nr. 194.023  
2024/2025 W  
TU Wien

### Kontext

Die Simulation aus der ersten Programmieraufgabe ist viel zu oberflächlich. Sie lässt zahlreiche der in der Realität entscheidenden Faktoren unberücksichtigt und Nachhaltigkeitsziele ausgeklammert. Wir möchten möglichst alles einbeziehen, das von Relevanz ist. Damit könnten wir das Programm als vielseitiges Werkzeug einsetzen, um die Nachhaltigkeit geplanter Neubauten abzuschätzen oder allgemeine Planungsempfehlungen zu entwickeln. Das Werkzeug soll aber nicht nur für den Neubau von Wohnraum anwendbar sein, sondern viel breiter und über das Bauwesen hinausgehend. Beispielsweise ist vorstellbar, das gleiche Werkzeug durch Uminterpretation einiger Begriffe und Anpassung der Parameter auch für Vergleiche unterschiedlicher Softwareentwicklungsszenarien einzusetzen.

### Themen:

Aufwandsabschätzung,  
Programmiereffizienz,  
Überblick über  
prozedurale und  
objektorientierte  
Programmierung

### Ausgabe:

21. 10. 2024

### Welche Aufgabe zu lösen ist

**Simulation** Die Lösung der 1. Programmieraufgabe ist deutlich zu verbessern und auf andere Gebiete auszuweiten, so wie unter „Kontext“ beschrieben. Hier sind Hinweise darauf, was berücksichtigt werden könnte:

- Eine kleine Zahl fix vorgegebener Szenarien ist zwar praktisch, weil sie die Anzahl der zu berücksichtigenden Faktoren reduziert, aber genau darin liegt auch eines der Probleme, die zu beseitigen sind. Wir können das auf mehrere Arten angehen:
  - Anzahl der Szenarien deutlich erhöhen;
  - Szenarien parametrisieren, damit jedes einzelne Szenario einen großen Bereich abdeckt;
  - auf unterschiedliche Szenarien verzichten und die Aufgabe nur über Parameter spezifizieren.

Diese Vorgehensweisen sind auch kombinierbar, etwa indem wir die Möglichkeit anbieten, nur über Parameter eigene Szenarien zu definieren oder bestehende Szenarien zu modifizieren. Es ist nicht klar, welche Vorgehensweise den besten Erfolg verspricht. Wir können mehrere Varianten ausprobieren und die Entscheidung anhand der dabei gewonnenen Erfahrungen treffen.

- Es scheint eine einfach Lösung der Aufgabe zu geben, in der vorzuziehende Parameter im Wesentlichen schon den zu ermittelnden Kennzahlen entsprechen. Eine solche Scheinlösung wäre nicht hilfreich. Jeder gute Lösungsansatz muss auf umfangreiches Wissen zurückgreifen, das im eingesetzten Algorithmus festgelegt ist oder in einer Datensammlung im Hintergrund liegt. Parameter sollen nur als Schlüssel für den Zugriff auf dieses Wissen fungieren, nicht als Ersatz dafür. Wenn wir uns dessen bewusst sind, können wir das Hintergrundwissen explizit machen. Beispielsweise können wir in einer Datensammlung für jeden Baustoff abspeichern, wie teuer er in der

### Abgabe (Deadline):

04. 11. 2024, 14:00 Uhr

### Abgabeverzeichnis:

Aufgabe 1-3

### Programmaufruf:

java Test

### Grundlage:

Skriptum,  
Abschnitt 2.1 und 2.2

das sind Vorschläge,  
nicht verpflichtend

Anschaffung, im Einbau, in der Erhaltung, im Abbruch und der Entsorgung ist, welchen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck er verursacht, wie gut er am Ende verwertbar ist und so weiter. Datenbanken mit einigen dieser Informationen sind verfügbar; wir müssen sie nur finden und einbauen. Allerdings enthalten sie nur die halbe Wahrheit. Es ist auch zu berücksichtigen, woher Materialien stammen (Transportwege), wie sie verarbeitet werden (Menge an Verschnitt), ob am Lebensende ein Bedarf für die Weiterverwendung besteht und so weiter, also Wissen, das eine globale Datenbank nicht bieten kann. Außerdem sind nicht Informationen zu allen Materialien enthalten. Es muss auch Programmteile geben, die Daten aus Datenbanken anpassen bzw. alternative Berechnungsmöglichkeiten bereitstellen.

- Die Bodenversiegelung sollte berücksichtigt werden. Diese hängt vom Standort und der Bauweise ab (verdichtet versus Einfamilienhäuser, hoch versus flach, aufgeständert, unterirdisch, ...).
- Ein Bauwerk von hoher architektonischer Qualität prägt das Stadtbild stark und ist damit alleine schon wegen seiner kulturellen Bedeutung nachhaltiger. Ein Bauwerk unter Denkmalschutz hat eine erwartete Lebensdauer, die weit über ein wirtschaftliches Ausmaß hinausgeht. Es ist jedoch oft nicht vorherzusehen, ob einem Bauwerk in Zukunft eine besondere architektonische Qualität zugebilligt wird.
- Auch unabhängig von architektonischen Besonderheiten spielt die Formgebung (Proportionen, Dominanz, Integration, ...) eine große Rolle für das Erscheinungsbild, das sich ganz wesentlich auf die Qualität der Umgebung (Straße, Platz, ...) auswirkt und damit von der Bedeutung her weit über das eigentliche Gebäude hinausgeht. Auch das ist ein wichtiger Faktor hinsichtlich Nachhaltigkeit.
- Statt einem Neubau kommt häufig eine Revitalisierung bestehender Bausubstanz in Frage. Dabei wird Bausubstanz so umgestaltet, dass eine zeitgemäße Nutzung ermöglicht wird. Das ist mehr als eine Renovierung, bei der der ursprüngliche Zustand, der durch Abnutzung verloren gegangen ist, wieder hergestellt wird. Entsprechend hoch sind die Kosten ebenso wie der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Häufig wäre ein Abriss und Neubau günstiger, aber dabei ginge die kulturelle Bedeutung verloren. Der kulturellen Bedeutung wird in Bezug auf Nachhaltigkeit nicht selten eine größere Bedeutung beigemessen als einer Kosten-Nutzen-Rechnung auf ökonomischer oder ökologischer Basis. Oft geht es nicht nur um den Erhalt eines Stadtbilds, sondern um eine symbolische Bedeutung oder die Aufwertung des sozialen Gefüges. Im Prinzip lassen sich Kennzahlen für die Nachhaltigkeit einer Revitalisierung auf die gleiche Weise berechnen wie für einen Neubau. Im Detail ergeben sich jedoch Unterschiede. So lässt sich die bautechnische Qualität alter Bausubstanz im Vorhinein kaum zuverlässig abschätzen, wodurch die Baukosten unvorhersehbar in die Höhe schnellen, wenn ungeplante Zusatzarbeiten nötig werden. Generell sind die Parameter in der Simulation im Vergleich zum Neubau anders zu durchdenken.

- Neben „Katastrophen“ während des Betriebs eines Gebäudes können ständig, auch während des Baus oder Abbruchs, unvorhersehbare Ereignisse eintreten, die sich auf die Nachhaltigkeit auswirken. Dies lässt sich auf folgende Arten berücksichtigen:
  - Es werden Durchschnittswerte angenommen, die sich anteilmäßig auf die Ergebnisse durchschlagen.
  - Die Simulation fügt solche Ereignisse zufällig ein und verändert damit Ergebnisse mancher Simulationsläufe.

Die erste Variante eignet sich für Ereignisse, die häufig genug auftreten und keine dauerhaften Folgen nach sich ziehen, sodass eine anteilmäßige Berücksichtigung gerechtfertigt erscheint. Die zweite Variante kann einfacher mit Situationen umgehen, die sich möglicherweise erheblich auf die Lebensdauer von Gebäuden auswirken.

- Auswirkungen von Steuerungsmaßnahmen sind nicht zu unterschätzen. Wird das Bauen auf der „grünen Wiese“ unterstützt, wird bevorzugt dort gebaut, weil keine Kosten für Abbruch oder Revitalisierung anfallen und Aufschließungskosten der Allgemeinheit zufallen. Gebäude in anderen Stadtgebieten verfallen jedoch. Dagegen können Revitalisierungsmaßnahmen (auch Abbruch und Neubau) bestehende Stadtviertel erheblich aufwerten. Aus Sicht einer wachsenden Stadt kann das Bauen auf der „grünen Wiese“ als nachhaltig angesehen werden, weil zusätzlicher Wohnraum unverzichtbar ist. Die Stadtverwaltung wird damit argumentieren, dass sie „keine andere Wahl“ hat. Sollte das Bevölkerungswachstum stagnieren, könnte dies zum Verfall ganzer Stadtviertel führen. Die Stadtverwaltung wird vorsichtshalber das Wachstum forcieren. Aus einem größeren Blickwinkel betrachtet stellt sich vielleicht heraus, dass das vermeintliche Bevölkerungswachstum beispielsweise nur durch Personen getragen wird, die aus umliegenden Regionen (vorübergehend) ihren Hauptwohnsitz in die Stadt verlegen, um von Lockangeboten der Stadt zu profitieren. Bei überregionaler Koordination hätte es gar kein zusätzliches Wohnbedürfnis gegeben. Auswirkungen von Steuerungsmaßnahmen sind daher bei Nachhaltigkeitsabschätzungen mit Vorsicht zu genießen. Einerseits müssen sie natürlich beispielsweise in die Abschätzung von Kosten pro Bewohner\_in einfließen, andererseits müssen (am besten getrennt davon) auch die Kosten und sonstigen Auswirkungen berücksichtigt werden, die von Gebietskörperschaften getragen werden. Die beste Alternative aus Sicht von Bewohner\_innen muss nicht die beste aus einer breiteren Sicht sein. Aus solchen Überlegungen folgt auch, dass eine Nachhaltigkeitsabschätzung leicht als politisches Propagandawerkzeug missbraucht werden kann. Jede gute Nachhaltigkeitsabschätzung muss daher immer alle Annahmen offenlegen und Risikofaktoren hinsichtlich der Richtigkeit der Abschätzung aufzeigen. Auch das sollte so gut es geht automatisiert werden.
- Ein Bauwerk darf „Katastrophen“ nicht schutzlos ausgeliefert sein, sondern ist so zu gestalten, dass gefährliche Ereignisse bis zu einem gewissen Ausmaß keine Schäden verursachen oder zumindest

Auswirkungen eingegrenzt bleiben. Die Nachhaltigkeit ist besser, wenn das Bauwerk gefährlichen Ereignissen größeren Ausmaßes widersteht. Widerstandsfähigkeit gegen Ereignisse, die aller Erfahrung nach nie auftreten, ist dagegen irrelevant.

- Es ist naheliegend, das Werkzeug zur Nachhaltigkeitsanalyse auf jede Art von Bauwerk auszudehnen, etwa Schul- und Industriebauten, aber auch Straßen, Brücken, Kläranlagen, Lawinenverbauungen und so weiter. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kernfunktionalität nicht verlorenght. Das Programm soll also tiefgehendes Expertenwissen auf dem Gebiet des Wohnbaus abbilden, nach der Erweiterung auch auf anderen Gebieten. Ein großer Teil der Funktionalität dürfte auf jede Art von Bauwerk zutreffen, aber auch nur auf bestimmte Arten zutreffendes Wissen wird vorhanden sein.
- Beim Programm handelt es sich um eine bestimmte Form eines Expertensystems, das aus mehreren Teilen aufgebaut ist:
  - Datenbank mit Informationen zu bestimmten Dingen,
  - Algorithmus zur Simulation eines Lebenszykluses,
  - Algorithmen, die Parameter mit Informationen in der Datenbank und Simulationsschritten in Beziehung setzen,
  - Einstreuung zufälliger, regelmäßiger oder seltener Ereignisse,
  - Aufsammeln von Simulationsergebnissen als Kennzahlen,
  - automatisierter Ablauf zahlreicher Simulationen mit gleichen oder unterschiedlichen Szenarien oder Parametern,
  - Zusammenfassung von Simulationsläufen als Ergebnisse von (konfigurierbaren) Zielfunktionen.

Ein Expertensystem aufgebaut aus solchen Teilen könnte in vielen Bereichen gewinnbringend einsetzbar sein. Exemplarisch soll es auch zur gegenüberstellenden Analyse unterschiedlicher Vorgehensweisen bei der Softwareentwicklung und -wartung angewandt werden, wobei die Datenbank Informationen zu eingesetzten Softwareentwicklungswerkzeugen sowie Softwarebibliotheken und Softwareentwurfsmustern enthält. Als (zufällige) Ereignisse können Fehlerberichte und Änderungswünsche angesehen werden. Kennzahlen beziehen sich unter anderem auf Folgendes: Entwicklungs- und Wartungsaufwand, benötigtes Personal, Entwicklungsdauer und Wartungsqualität, Lebenszeit der Software.

Bestimmen Sie selbst den Funktionsumfang Ihres Programms. Das Programm soll möglichst viel der nötigen (vorgeschlagenen oder selbst gefundenen) Funktionalität abdecken und über Testfälle überprüfen.

Funktionsumfang  
selbst wählen

**Testen** Das Programm soll wie in der 1. Programmieraufgabe nach neuerlicher Übersetzung mittels `java Test` vom Verzeichnis `Aufgabe1-3` aufrufbar sein und die selbst gewählte Funktionalität überprüfen. Tests sollen ohne Benutzerinteraktion ablaufen, sodass Aufrufer keine Testfälle auswählen oder Testdaten eintippen müssen.

im richtigen Verzeichnis  
testen

**Paradigmen und Kommentare** Neben nominaler Abstraktion dürfen Sie auch Lambda-Abstraktion einsetzen. Jedoch soll jede nominale Abstraktion mit Kommentaren versehen sein, die die Abstraktion erläutern.

nominale Abstraktion  
nur mit Kommentaren

Setzen Sie Programmierstile des objektorientierten und des prozeduralen Paradigmas gemischt ein. Bitte streuen Sie in Ihr Programm an mindestens 5 relevanten Stellen je einen Kommentar ein, der mit „STYLE:“ beginnt und eine Erklärung enthält, welchem Paradigma der an dieser Stelle verwendete Programmierstil entspricht und woraus das ersichtlich ist. Abstraktionen müssen zum Paradigma passen. Dort, wo ein objektorientierter Stil verwendet wird, achten Sie bitte darauf, dass der betreffende Programmteil ausschließlich durch Abstraktionen verständlich ist sowie der Klassenzusammenhalt hoch und die Objektkopplung schwach ist. Sorgen Sie dafür, dass auch Untertypbeziehungen vorkommen. An Grenzen, an denen Stile unterschiedlicher Paradigmen aneinanderstoßen, machen Sie bitte klar, wie die Paradigmen zusammenwirken.

Paradigmen erläutern  
(mind. 5 Stellen)

Klassenzusammenh. hoch,  
Objektkopplung schwach,  
Untertypbeziehungen

Neben Programmtext soll die Datei `Test.java` als Kommentar am Dateianfang die Grobstruktur und den (geplanten) Funktionsumfang der Lösung zusammenfassen sowie eine kurze, aber verständliche Beschreibung der Aufteilung der Arbeiten auf die einzelnen Gruppenmitglieder enthalten (wer tatsächlich was gemacht hat, nicht die geplante Aufteilung), nicht nur für die erste Aufgabe, sondern auch für diese.

beschreiben: Struktur,  
Funktionsumfang,  
Aufgabenaufteilung

## Wie die Aufgabe zu lösen ist

Die oben aufgezählten Vorschläge zur Verbesserung der Simulation sind als Anhaltspunkte gedacht. Sie können Punkte weglassen, abändern oder durch andere sinnvoll erscheinende Verbesserungen ersetzen.

Eine Schwierigkeit besteht in der richtigen Abschätzung des Umfangs der Arbeiten. Planen Sie nach Ihren Fähigkeiten möglichst viel ein, das Sie in der vorgesehenen Zeit zum Abschluss bringen können – das heißt, so viel Sie können, aber nicht mehr. Als groben Anhaltspunkt sollten Sie (jedes Gruppenmitglied) etwa elf mit intensiver Arbeit gefüllte Stunden investieren, keinesfalls mehr als fünfzehn. Versuchen Sie, so effizient wie möglich zu arbeiten und rasch zu einer brauchbaren Lösung zu kommen. Ignorieren Sie Details, die Ihnen unwichtig erscheinen. Bedenken Sie, dass Sie Ihre Lösung durch Testfälle überprüfen sollen und planen Sie Zeit für die Entwicklung der Testfälle und die Fehlerbeseitigung ein.

Erstellen Sie zuerst ein Konzept Ihrer geplanten Arbeiten. Schicken Sie es frühzeitig Ihrer Tutorin oder Ihrem Tutor. Sie werden so bald wie möglich erfahren, ob das Konzept ausreicht oder Änderungen nötig sind.

Konzept an Tutor\_in

Eine Schwierigkeit ist der gleichzeitige Umgang mit mehreren Paradigmen. Sie müssen das prozedurale und objektorientierte Paradigma verwenden und den Übergang zwischen den Paradigmen in Kommentaren nachvollziehbar beschreiben. Lesen Sie Unterscheidungskriterien im Skriptum nach. Es wird dazu geraten, die Anzahl der Übergänge zwischen den Paradigmen klein zu halten. Im objektorientierten Teil ist auf hohen Klassenzusammenhalt, schwache Objektkopplung und die Verwendung von Untertypbeziehungen zu achten.

Paradigmen kombinieren

Für die ersten drei Aufgaben weist Ihr\_e Tutor\_in Sie einige Zeit nach der Abgabe bei Bedarf auf konkrete Fehler hin und bittet um Beseitigung. Dies wirkt sich nur dann auf Ihre Beurteilung aus, wenn Sie der Bitte nicht

nachkommen. Sie sollten selbst (auch ohne Feedback) ein Gefühl für die Qualität Ihrer Lösungen entwickeln. Wegen der großen Zahl erwarteter Fehler können Tutor\_innen nicht auf jede Kleinigkeit eingehen.

### **Warum die Aufgabe diese Form hat**

Das Ziel dieser Aufgabe besteht *nicht* darin, wie bei anderen Aufgaben am Ende eine vollständige und perfekte Lösung abzuliefern. Unter Einhaltung der Bedingungen ist es unmöglich, eine perfekte Lösung zu produzieren. Vielmehr geht es darum, dass Sie Ihre eigenen Fähigkeiten und Grenzen beim Programmieren unter Zeitdruck als Einzelperson und Gruppe kennenlernen. Sie sollen selbst erkennen, wo Ihre Stärken liegen und zu welchen Arten von Fehlern Sie eher neigen (auf allen Ebenen von der Problemanalyse bis hin zum Testen ebenso wie hinsichtlich der Zusammenarbeit in der Gruppe). Im Hinblick darauf gibt es keine richtigen und falschen Lösungen. Es ist aber erkennbar, wie sehr Sie sich darum bemüht haben, eine unlösbare Aufgabe so gut wie möglich zu lösen.

Das Feedback durch die Tutor\_innen wird genau darauf abzielen: Haben Sie sich ausreichend darum bemüht, in möglichst vielen Bereichen etwas Machbares zu machen, oder sind in zu vielen Bereichen keine Ansätze erkennbar? In letzterem Fall werden Tutor\_innen Nachbesserungen verlangen, aber nicht, wenn aus Zeitdruck irgendwelche kleine Fehler passiert sind, mit denen bei einer solchen Aufgabe immer zu rechnen ist.

Sie sollen möglichst große Freiheit bei der Lösung der Aufgabe haben und selbst die Verantwortung für alles übernehmen. Niemand schreibt Ihnen vor, wie die Aufgabenstellung genau zu verstehen ist.

Diese Aufgabe stellt hohe Anforderungen an jedes Gruppenmitglied und die Zusammenarbeit in der Gruppe – eine Nagelprobe für das Funktionieren der Gruppe und zum Aufdecken möglicher Schwachstellen.

Nebenbei bietet es sich an, die Aufgabe zur Vertiefung eines überblicksartigen Verständnisses von Paradigmen einzusetzen. Der Schwerpunkt liegt auf der objektorientierten Programmierung (bei einem intuitiven Zugang) im Unterschied zur prozeduralen Programmierung.