

2. Programmieraufgabe

**Objektorientierte
Programmiertechniken**

LVA-Nr. 185.A01

2021/2022 W

TU Wien

Kontext

Wälder sind als Ökosysteme äußerst komplex und fragil. Jedes Naturereignis und jeder Eingriff kann bedeutende langfristige Auswirkungen zeigen. Die Simulation aus der ersten Programmieraufgabe ist viel zu oberflächlich und lässt zahlreiche der in der Realität entscheidenden Faktoren gänzlich unberücksichtigt. Unser Ziel ist die Einbeziehung möglichst vieler relevanter Faktoren. Damit können wir untersuchen, ob Änderungen in der Simulation sich so auswirken, wie wir es in der Natur beobachten und durch schrittweise Verbesserungen zuverlässige Vorhersagemodelle als Entscheidungsgrundlage erhalten.

Welche Aufgabe zu lösen ist

Die Lösung der ersten Programmieraufgabe ist deutlich zu verbessern. Vor allem soll die Simulationsgenauigkeit durch Berücksichtigung zahlreicher weiterer Einflussgrößen steigen. Hier sind konkrete Vorschläge:

- Es gibt unzählige Waldbewirtschaftungsformen. Streng genommen bedeutet „naturbelassen“, dass keinerlei menschliche Einflüsse erfolgen, auch keine Nutzung durch Erholungssuchende. Sobald etwa Gehwege angelegt werden, sind zum Schutz der Nutzer regelmäßige Pflegemaßnahmen einschließlich Fällungen nötig, und auch die Nutzung der Wege wirkt sich auf den Boden und Bewuchs aus. Unter den bewirtschafteten Wäldern gibt es solche, die naturbelassenen sehr nahe kommen, etwa wenn in der Plenterwirtschaft dem Wald stets nur einzelne Bäume entnommen werden (mit möglichst kleinräumigen Auswirkungen und Bedacht auf Artenvielfalt und heterogener Altersstruktur). Dem gegenüber steht der großräumige Kahlschlag, der dem Wald jedes verwertbare Stück Holz entnimmt und ihn dabei massiv schädigt. Dazwischen liegen z.B. Femelschlag und Saumschlag, kleinräumige Kahlschläge, die dem Wald gerade noch genug Ressourcen lassen um sich zu erneuern. Benötigt wird ein Bewirtschaftungsmodell, das auf noch zu findenden Parametern beruht und sich durch Festlegen der Parameterwerte auf diese und viele weitere Bewirtschaftungsformen einstellen lässt.
- Die Baumarten sind durch Pflanzung erwünschter und Entfernen unerwünschter Arten regulierbar. Aber nicht jede Gemeinschaft an Baumarten ist überall geeignet. Unter einem „Charakterwald“ versteht man eine Baumgemeinschaft, die sich unter bestimmten Umweltbedingungen ohne weitere menschliche Einflussnahme von alleine ergibt. Typisch sind z.B. der weit verbreitete Buchenwald, in anderen Gegenden eher der Eichen-Hainbuchenwald und in höheren Lagen der Fichtenwald. Unter speziellen Bedingungen bilden sich spezielle Formen, etwa der Schwarzkiefernwald. Die genannten Baumarten kommen in der Regel nicht alleine vor, sondern in Gesellschaft mit vielen anderen Arten, die aber nicht dominant werden

Themen:

Aufwandsabschätzung,
Programmiereffizienz,
Untertypbeziehungen,
dynamisches Binden

Ausgabe:

19.10.2021

Abgabe (Deadline):

09.11.2021, 10:00 Uhr

Abgabeverzeichnis:

Aufgabe1-3

Programmaufruf:

java Test

Grundlage:

Skriptum, Schwerpunkt
auf Abschnitt 2.1

das sind Vorschläge,
nicht verpflichtend

und stark variieren. Charakterwälder sind meist sehr stabil. Daher bemüht man sich heute, den natürlichen Charakter des Waldes zu erhalten oder wiederherzustellen und nicht unpassende Baumarten zu pflanzen, wie das vor einigen Jahrzehnten noch üblich war. Dennoch gibt es Variationsmöglichkeiten, da man einem Charakterwald diverse Baumarten beimischen kann, ohne die Stabilität zu gefährden (etwa Fichten im Buchen- oder Eichen-Hainbuchenwald). Im Idealfall erhöhen Beimischungen die Qualität durch bessere Durchwurzelung des Bodens. Aber es dauert sehr lange, bis Schäden durch falsche Bewirtschaftung behoben sind. Möglicherweise besteht oder entsteht künftig politischer oder wirtschaftlicher Druck hin zu Bewirtschaftungsformen, die regional oder lokal unpassend sind. Versuchen Sie diese Situation möglichst zutreffend zu modellieren:

- Charakterwald eher stabil, aber Beimischungen ändern sich,
 - regional unterschiedliche Waldformen, die nicht in andere Regionen übertragbar sind und kleinräumige Besonderheiten aufweisen (z.B. Beimischungen unterschiedlicher Baumarten),
 - sich häufig ändernde Bewirtschaftungsformen, die nicht immer regionale und lokale Besonderheiten berücksichtigen,
 - Waldzustände, die längst vergangene Bewirtschaftungsformen viele Generationen später noch immer widerspiegeln.
- Der Klimawandel hinterlässt Spuren: Hohe Temperaturen schädigen Fichten und Föhren so stark, dass Schädlinge die Bäume massenhaft zum Absterben bringen. Einige Auswirkungen kommen unerwartet, etwa wenn wärmeliebende heimische Kastanien- und Walnussbäume durch Spätfröste schwer geschädigt werden. Es ist unklar, ob Probleme wie das massive Eschensterben mit dem Klimawandel zusammenhängen. Modellrechnungen müssen solche Veränderungen berücksichtigen. Zumindest erwartbare Veränderungen müssen direkt abgebildet werden, aber es ist auch zu berücksichtigen, dass immer wieder unerwartete Veränderungen eintreten, die bisher typische Baumarten (meist als Beimischung) schwer beeinträchtigen.
 - Einige Einflüsse sind von Menschen verursacht, aber nicht durch Waldbewirtschaftung kontrollierbar. So ist der Wildbestand viel zu hoch. Ein Reh kann pro Tag hundert Bäumchen durch Verbiss vernichten, was zu unerwünschter Selektion führt, weil manche Bäumchenarten bevorzugt werden. Die Jagd liefert nur einen kleinen Beitrag zur Regulierung. Viel effektiver wären Raubtiere wie Wölfe, die Rehe ständig in Bewegung halten und damit eine Spezialisierung auf bestimmte Jungbäume mindern. Aber viele Menschen haben Angst vor Wölfen und lassen deren Wiederansiedlung nicht zu. Häufig unterschätzt wird der Einfluss des Menschen durch touristische Tätigkeiten wie Mountainbiken, Wandern, Rodeln, Schifahren im Wald, was nicht nur direkte Schäden verursacht, sondern mit dem Aufbau von Anlagen auch einen Verlust an gesunden Waldflächen. Eine genaue Simulation der Waldentwicklung muss die Einstellung der Bevölkerung zum Wald und indirekte Formen der Waldnutzung mitberücksichtigen, die sich im Laufe der Zeit ändern.

- Immer häufiger führen Naturereignisse zum totalen Ausfall eines Walds, etwa wenn Stürme alle Bäume auf großen Flächen innerhalb von Minuten knicken, Muren die Bäume samt Wurzeln mitreißen, Waldbrände riesige Gebiete vernichten oder Käfer und Pilze unzählige Bäume innerhalb weniger Wochen absterben lassen. Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als ob man gegen die Launen der Natur machtlos wäre (abgesehen von „etwas gegen den Klimawandel tun“). Auf den zweiten Blick fällt auf, dass viele Totalausfälle durch den Waldzustand zumindest mitverursacht wurden. Viele gleichartige, gleich hohe und auf optimales Höhenwachstum getrimmte Bäume, die sich gegenseitig vor Stürmen schützen, sind sehr anfällig für Sturmbrüche, weil der Ausfall eines Baums den gesamten Wald wie ein Kartenhaus in sich zusammenstürzen lassen kann. Stark verdichtete Böden (z.B. durch Einsatz schwerer Maschinen oder unter häufig benutzten Wegen) nehmen kaum Wasser auf, sind nicht gut genug durchwurzelt und werden bei Anfall größerer Wassermengen leicht weggespült, insbesondere wenn aufgeräumter Waldboden nicht von einer dicken Schicht an Blatt- und Holzresten bedeckt ist, die viel Wasser speichern kann. Auch Waldbrände sind bei uns meist nur dann gefährlich, wenn die Wasserspeicher im und am Boden fehlen oder geleert sind. Käferbefall und Pilzkrankheiten gefährden den Bestand in der Regel nur dann, wenn Monokulturen auf ungeeigneten Standorten vorliegen und eine entsprechende Witterung vorherrscht (Käfer in trockenen, Pilze in feuchten Jahren). Naturereignisse sind meist nicht die Ursachen, sondern nur die Auslöser der Probleme. Eine gute Simulation muss die Anfälligkeit des Walds für bestimmte Gefahren erkennen und bei Vorliegen eines entsprechenden Auslösers die Katastrophe eskalieren lassen. Die Größe der Auswirkungen hängt vom Waldzustand und der Stärke des Auslösers ab. Oft liegen mehrere Gefahren gleichzeitig vor, etwa Windbruch, der (wenn nicht schnell genug aufgeräumt) aufgrund der Monokultur unvermeidbar zu starkem Käferbefall führt. Es sind also Bewirtschaftungsmaßnahmen (rasches Fällen und Aufarbeiten der Bäume) nötig um weitere Schäden zu vermeiden. Auch das ist zu simulieren, ebenso wie der Eintritt weiterer Schäden, wenn die Maßnahmen nicht rasch genug erfolgen (können).
- Simulationsergebnisse hängen von angenommenen Witterungsverläufen ab. Es reicht nicht, die Witterung durch zwei Zahlen pro Jahr zu beschreiben. Zumindest müssen alle möglichen Auslöser von Katastrophen berücksichtigt werden. Der jährliche Zuwachs und Ausfall hängt nicht nur von Durchschnittstemperaturen und aufsummierten Sonnenstunden und Wassermengen ab. Frost im Mai wirkt sich anders aus als im Jänner, ideale Wachstumsbedingungen im Juni anders als im Oktober. Parameter zur ausreichend genauen Beschreibung der Witterung müssen erst gefunden werden. Werte sind so zu wählen, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilung dem entspricht, was in der Natur beobachtbar ist. Wetterwerte aus vergangenen Jahren sind eine gute Grundlage zur Kalibrierung der Modelle, wobei Ergebnisse von Modellrechnungen auf Basis bekannter Bewirtschaftungsmaßnahmen, Naturereignisse und Witterungsver-

läufe aus der Vergangenheit dem beobachteten Waldzustand gegenübergestellt werden. Aber historische Werte alleine reichen nicht, weil für Zukunftsvorhersagen Hochrechnungen erwarteter Auswirkungen des Klimawandels (je nach Vorhersagemodell unterschiedlich) einfließen müssen.

- Die Berechnung des im Boden gebundenen CO₂ muss gänzlich neu auf Basis nachvollziehbarer Prozesse modelliert werden. Dabei ist Phantasie gefragt. Ähnlich verhält es sich mit der Bodenstabilisierung und Reinigungskraft.
- Je genauer wir unsere Simulation machen, desto länger dauern Simulationsläufe. Aus praktischer Sicht ist es unabdingbar, dass wir auf die Effizienz der Ausführung achten. Eine ganze Reihe an Optimierungsmaßnahmen ist denkbar, etwa das Wiederverwenden von Teilergebnissen anstatt häufig wiederholter gleicher Berechnungen.
- Bei vielen einstellbaren Parametern ergeben sich sehr viele mögliche Simulationsläufe, deren Ergebnisse wir analysieren wollen. Dafür benötigen wir eine Datenbank mit Simulationsergebnissen. Die Suche in der Datenbank wird dadurch erschwert, dass unterschiedliche Simulationen oft nur wenige Gemeinsamkeiten aufweisen. Wir benötigen eine systematische Darstellung und grobe Kennzahlen, die Simulationsergebnisse trotz unterschiedlicher Parameter vergleichbar machen. Eine grafische Oberfläche zur Visualisierung von Ergebnissen und Unterschieden in Ergebnissen unterschiedlicher Simulationsläufe wäre natürlich hilfreich. Bitte binden Sie keine fertigen Bibliotheken oder Datenbanken ein (also z.B. kein Hibernate) sondern entwickeln Sie eine Lösung speziell für die konkrete Aufgabenstellung von Grunde auf.

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

Das Programm soll wie Aufgabe 1 mittels `java Test` von Aufgabe1-3 aus aufrufbar sein und die selbst gewählte Funktionalität überprüfen. Tests sollen ohne Benutzerinteraktion ablaufen, sodass Aufrufer keine Testfälle auswählen oder Testdaten eintippen müssen.

Neben Programmtext soll die Datei `Test.java` als Kommentar die Grobstruktur und den (geplanten) Funktionsumfang der Lösung zusammenfassen sowie eine kurze, aber verständliche Beschreibung der Aufteilung der Arbeiten auf die einzelnen Gruppenmitglieder enthalten.

Funktionsumfang
selbst wählen

im richtigen Verzeichnis
testen

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 sechs bis sieben mit intensiver Arbeit gefüllte Stunden investieren, keinesfalls mehr als zehn.¹ 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 Ihrem Tutor. Sie werden so bald wie möglich erfahren, ob das Konzept ausreicht oder Änderungen nötig sind.

Ein Schwerpunkt der Aufgabe ist der Umgang mit Untertypbeziehungen. Planen Sie Untertypbeziehungen und dynamisches Binden ein.

Für die ersten drei Aufgaben weist Ihr Tutor 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 Tutoren nicht auf jede Kleinigkeit eingehen.

Konzept an Tutor

Untertypbeziehungen

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 Tutoren 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 Tutoren Nachbesserungen verlangen, aber nicht, wenn einfach aus Zeitdruck irgendwelche Fehler passiert sind, mit denen man bei einer solchen Aufgabe immer rechnen muss.

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 Funktionalisieren der Gruppe und zum Aufdecken möglicher Schwachstellen.

Untertypbeziehungen sind ein schwieriges, aber für die objektorientierte Programmierung sehr wichtiges Thema. Nutzen Sie die Gelegenheit, bei der Lösung der Aufgabe Erfahrungen damit zu sammeln.

¹Aufgrund der Feiertage steht zur Lösung dieser Aufgabe ein ungewöhnlich langer Zeitraum bis zur Deadline zur Verfügung. Zur bestmöglichen Erreichung des Ziels dieser Aufgabe wird dringend empfohlen, trotzdem nicht mehr als die empfohlene Zeit zu investieren, in dieser Zeit aber sehr intensiv zu arbeiten.