

Modellierungswerkzeuge für den Schulunterricht – Erfahrungen und Perspektiven

Markus Kuhn, Andreas Lingnau, Andreas Harrer

Institut für Informatik und interaktive Systeme
Universität Duisburg-Essen
Lotharstr. 65
47057 Duisburg
(kuhn|lingnau|harrer)@collide.info

Abstract: Dieser Artikel behandelt Modellierung als wesentlichen Bestandteil eines zeitgemäßen Unterricht insbesondere in struktur- und naturwissenschaftlichen Fächern. Wir präsentieren das Rahmensystem Cool Modes, in das eine Vielzahl von Modellierungsumgebungen integriert sind, die miteinander kombiniert werden können. Dieses Rahmensystem fügt sich in gewachsene Unterrichtsformen ein und erweitert die Möglichkeiten von Lehrenden und Lernenden insbesondere in Bezug auf kooperatives Arbeiten sowie Auswertung und Weiterverwendung von Ergebnissen. Weiterhin berichten wir von unseren schulpraktischen Erfahrungen, den Einsatzmöglichkeiten bereits implementierter Modellierungsumgebungen für den Informatik-Schulunterricht und für zukünftige Erweiterungen.

1 Einleitung – Modellierung wesentlich für den Schulunterricht

In vielfältiger Form haben Modelle ihren festen Platz in der Forschung, in der Lehre und im täglichen Leben. Als Beschreibungsversuch eines Ausschnittes unserer physischen oder intellektuellen Welt stellen sie ausgewählte „Elemente“ zueinander in Beziehung, wobei bestimmte Eigenschaften und Zusammenhänge übernommen oder hervorgehoben und andere vernachlässigt werden. „Modellbildung meint den Vorgang der Konstruktion eines Modells: ein Subjekt entwirft zu einem bestimmten Zweck zu einem Original ein Modell.“¹ [Th00] Als Ergebnisse solcher Modellbildungsprozesse oder Modellierungen lassen sich im struktur- und naturwissenschaftlichen Unterricht beispielsweise Atommodelle, Strukturmodelle der DNS, der Globus oder die Camera obscura finden.

Eine besondere Rolle spielen Softwarewerkzeuge, die auf der Grundlage von Modellen, die „die Dynamik des Originals zumindest teilweise übernehmen“ [Sc94, Th01], beispielsweise stochastische und naturwissenschaftliche Experimente simulieren.

¹ Dieses Verständnis der Modellbildung geht auf die „Allgemeine Modelltheorie“ von Stachowiak [Sta73] zurück. „Die AMT ist Bestandteil des Systematischen Neopragmatismus, einer Erkenntnis- und Methodenlehre, die deutlich Wahl und Entscheidung des Subjekts berücksichtigt, d.h. der Modellbildungsprozess wird nicht als trivialer Abbildungsvorgang zwischen Original und Modell verstanden, sondern als eine Relation zwischen Original, Modell und Subjekt. Nach sorgfältiger Reflexion bestehender Alternativen trifft das Subjekt Entscheidungen, die zu bestimmten Modellierungsoperationen führen.“ [Th02, S.25]

Im Unterricht stehen die Nutzung dieser Modellier- und Simulationswerkzeuge und die damit verbundenen Chancen im Vordergrund und nicht die vorangegangene, informatische Modellierung [PHG01], die unter Ausnutzung der Modelle aus den Fachwissenschaften zur Entwicklung des Rahmensystems Cool Modes und seiner visuellen Sprachen geführt hat.

Modelle spielen für die Lernenden eine wesentliche Rolle beim Verstehen von Zusammenhängen in vielen Wissensbereichen und beim Aufbau eines persönlichen „Weltbildes“. Dabei liegen die Vorteile in Abgrenzung zu einer Wissensvermittlung durch den Lehrenden in der aktiven, eigenständigen Auseinandersetzung mit dem Original. Im Kontext der dynamischen Simulation wählt der Lernende im ersten Schritt selber die Elemente seines Modells aus, repräsentiert und verknüpft sie mit Hilfe der Simulationsumgebung. In einem zweiten Schritt wird nun auf der Grundlage bekannter Daten simuliert und das Ergebnis evaluiert, um - gegebenenfalls nach einer Überarbeitung des Modells - zu einem „erlebten“ Verständnis der Zusammenhänge oder zu einer eigenen Prognose zu kommen.

Es wird bereits deutlich, dass der Lernende selbstbestimmt und eigenständig oder als Teil einer Arbeitsgruppe kooperativ an einem für ihn komplexen Zusammenhang oder Wirkungsgefüge handeln kann. Aktuell in der didaktischen Diskussion geforderte methodische und soziale Kompetenzen können so ausgebildet und ganzheitliches sowie systemisches Denken gefördert werden. Dies erfordert eine veränderte Haltung und Zielsetzung beim Lehrenden, die anhand der dokumentierten Unterrichtsbeispiele herausgearbeitet wird. Diese werden auch erkennen lassen, wie die besondere Gestaltung von Software und Unterrichtsumgebung den Lehrenden bei Vorbereitung und Durchführung unterstützt.

2 Cool Modes – ein Rahmensystem für Modellierungsansätze

Cool Modes [PHG01] („*Collaborative Open Learning, Modelling and Designing System*“) ist ein Software-Rahmensystem bzw. Werkzeug, welches unter Verwendung visueller Sprachen [Ho00] eine kooperative, konstruktive Modellierung und Simulation in verschiedenen Themenbereichen unterstützt. Dem Benutzer stehen gleichzeitig mehrere Arbeitsbereiche zur Verfügung, die er individuell nutzen oder mit anderen Benutzern teilen kann. In einem gemeinsamen Arbeitsbereich können kollaborativ und kooperativ Modelle erarbeitet und Simulationen durchgeführt werden. Die gemeinsam genutzten Arbeitsbereiche sind durch einen Kommunikationsserver verbunden [Te00], der die Eingaben, die ein Benutzer macht, bei den anderen Benutzer repliziert. Auch nach dem Trennen der Verbindung bleiben die Daten überall erhalten und können weiterverarbeitet oder lokal gespeichert werden.

Der Hauptunterschied zwischen Cool Modes und ähnlichen Systemen, wie beispielsweise Sepia [St92] oder Belvedere [Su95] liegt in der Idee, semantische Strukturen zu implementieren, die eine Modellierung der visuellen Sprachen erlauben, ohne sich von vornherein auf die Beschreibung eines einzigen Sachgebietes festzulegen. In Cool Modes ist es möglich, verschiedene visuelle Sprachen, die in Form

von Baukästen organisiert sind, in einem Arbeitsbereich zu mischen. So können beispielsweise bei der Modellierung von Zufallsexperimenten aus der Stochastik gleichzeitig Objekte aus einem Baukasten zur Diskussionsunterstützung verwendet und handschriftliche Annotationen vorgenommen werden. Die Arbeitsbereiche sind in verschiedene Ebenen gegliedert, so dass es möglich ist einzelne Objekte, wie beispielsweise die handschriftlichen Anmerkungen, zeitweise auszublenden.

3 Das SEED-Projekt - Initiativen zur Umsetzung innovativer, individueller Unterrichtskonzepte

Im Rahmen des von der Europäischen Union finanzierten Projekts SEED [SE01], an dem u.a. Institute der Universitäten von Athen, Genf, Hull und Duisburg-Essen beteiligt sind, werden Software-Werkzeuge zur Unterstützung innovativer Lernszenarien und individueller Unterrichtskonzepte entwickelt. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit Lehrerinnen und Lehrern. In diesem Kontext entstand an der Universität Duisburg-Essen ein Arbeitskreis, der es sich zum Ziel gesetzt hat, Ideen zum Einsatz von kooperativen Software-Werkzeugen im Unterricht zu entwickeln, umzusetzen und Erfahrungen auszutauschen. Dabei arbeiten Lehrerinnen und Lehrer aus der Region eng mit Entwicklern und Wissenschaftlern zusammen, um die anfänglichen Schwierigkeiten der Umsetzung nicht zu unüberwindlichen Hindernissen werden zu lassen.

Die Initiative liegt dabei bei den beteiligten Lehrerinnen und Lehrern. Aufgrund ihrer Ideen und Vorstellungen werden die Werkzeuge gegebenenfalls angepasst, die Unterrichtsszenarios entworfen und in die Tat umgesetzt. Diese regionalen Erfahrungen werden ergänzt durch die ähnlich strukturierte Arbeit der Projektpartner und gemeinsam evaluiert. Ein für dieses Jahr geplanter Workshop soll es Lehrerinnen und Lehrern aus den beteiligten Ländern ermöglichen, aufgrund eines direkten Erfahrungsaustausches bestehende Ideen und Konzepte zu diskutieren und neue zu entwickeln. Um der Lehrgemeinschaft die Möglichkeit eines kontinuierlichen Austauschs bieten zu können, werden mit den Lehrerinnen und Lehrern Internetportale, wie z. B. das deutsche SEED-Portal (<http://portal.collide.info>) aufgebaut und deren Akzeptanz und Zweckdienlichkeit momentan im Rahmen des Projekts erforscht.

Die gemeinsame Arbeit setzt bei den Erfordernissen des modernen Unterrichts an und berücksichtigt die Möglichkeiten innovativer Computertechnologie. Erforderlich ist ein Wechsel der Unterrichtsformen: Phasen, in denen die Lehrerin oder der Lehrer das Unterrichtsgeschehen leitet oder moderiert, wechseln sich ab mit Phasen, die den Schülerinnen und Schülern mehr Aktionsfreiraum lassen. Letztere können insbesondere durch arbeitsteilige oder kooperative Gruppenarbeit und die Präsentation und Diskussion der Ergebnisse geprägt sein.

3.1 Mehrwert – Bereicherung des Unterrichts durch die Modellierungswerkzeuge

Zu einer gelungenen Unterstützung des *Lehrenden* durch Software-Werkzeuge trägt es bei, wenn er bei der Unterrichtsdurchführung z. B. in demonstrierenden und fragend-

entwickelnden Unterrichtsphasen die Werkzeuge bereichernd einsetzen und dabei seinen individuellen Stil beibehalten kann.

Dies gelingt mit Cool Modes beispielsweise durch die Verwendung des Handschrift-Modus, den die Tools unterstützen, in Verbindung mit der interaktiven elektronischen Tafel intuitiv. Vorbereitete Modelle oder andere Materialien können an der Tafel wie gewohnt handschriftlich annotiert werden, wie Lehrende es von der Arbeit mit Folien gewöhnt sind. Die interaktive Steuerung der Modelle erfolgt parallel dazu an der Tafel. Ein Wechsel des Software-Werkzeuges oder gar des Präsentationsmediums entfällt. Jederzeit können Annotationen und Modell zusammen abgespeichert werden und stehen in nachfolgenden Stunden zur Verfügung.

Sich auf ein Werkzeug beschränken zu können, erleichtert den Lehrenden auch die Vorbereitung der digitalen Lernumgebung. Er kann im voraus Unterrichtsmaterialien - Grafiken, Diagramme, Fotos, Texte - zusammenstellen und mit Kommentaren oder Arbeitsaufträgen versehen, auf die er im Unterricht auch zur Initiierung von Gruppenarbeit ohne Zeitverlust zugreifen kann.

Die Herausforderung, komplexe Sachverhalte wie das „Geburtstagsproblem“ oder die „Kaffeeproduktionsschwankungen in Brasilien“ zu modellieren und zu simulieren, steigern die Motivation der *Lernenden*, sich sowohl mit neuen Inhalten zu beschäftigen als auch mit dem gemeinsamen Erarbeiten von Problemlösungen. Anschauliche (Gruppen-) Arbeitsaufträge in vorbereiteten Lernumgebungen geben zusätzliche motivierende Anreize und geeignete Hilfestellungen, damit sich die Lernenden eigenständig mit Problemen beschäftigen und Lösungen erarbeiten können. Gefördert wird das selbstständige Arbeiten durch den Austausch von Zwischenergebnissen oder kooperatives Arbeiten. Beim Modellieren ist der Austausch von Teilmodellen oder die gemeinsame Entwicklung eines komplexen Modells über mehrere Rechner hinweg wertvoll.

Für alle Beteiligten ist es attraktiv, die Unterrichtsergebnisse über das Internet als authentische Kopie zur Auswertung oder zum Nacharbeiten zu erhalten.

In den im Folgenden beschriebenen Unterrichtsbeispielen treten typische, organisatorische Ansätze zur Modellierung auf: In der Stochastik folgt auf die gemeinsame Modellierung in der Klasse die experimentelle Arbeit mit dem Modell in Einzelgruppen und das Zusammenführen und Auswerten der Ergebnisse. In der Ökologie wird ein vorbereitetes, einfaches Modells besprochen, an Kleingruppen verteilt und weiterentwickelt; anschließend werden die Modelle und ihre Simulationsergebnisse verglichen und kritisiert.

Durch die Möglichkeiten zur kooperativen Modellierung sowie Verteilung von Modellen und Zusammenführung von Ergebnissen wird Cool Modes diesen Ansätzen gerecht.

Mit einem Software-Werkzeug sowohl den Einsatz verschiedener Unterrichtsformen zu fördern, die fachliche Einarbeitung und auch das Erlernen des Modellierens und Simulierens zu unterstützen sowie durch das Verteilen der Ergebnisse zur Nachbereitung

beizutragen, kann den Unterricht in vielfacher Hinsicht bereichern, seine Durchführung erleichtern und seinen Erfolg steigern.

3.2 Ein Beispiel für eine Unterrichtsumgebung und ihre Infrastruktur

Während der Unterrichtsversuche stand uns am Elsa-Brändström-Gymnasium in Oberhausen ein zweigeteilter Arbeitsraum, wie in Abbildung 1 zu sehen, zur Verfügung. In der einen Hälfte befinden sich sechs in ein Rondell integrierte Rechnerarbeitsplätze. Die andere Raumhälfte bietet Platz, um mit der gesamten Gruppe zu arbeiten. Hierbei stand eine interaktive Tafel zur Verfügung, an der nicht zuletzt durch die eingesetzten Software-Werkzeuge intuitiv wie an einer normalen Tafel gearbeitet werden konnte. Gleichzeitig erlaubt sie aber auch die Steuerung der Programme mit Hilfe des speziellen Stiftes, der zusätzlich zum Schreiben die Funktionen der Maus übernimmt. Die entwickelten „Tafelbilder“ können dabei genau wie die entwickelten Modelle archiviert werden, um sie bei Bedarf wieder aufzugreifen.

Zeitweise musste auf die Klassen- oder Kursräume ausgewichen werden, in denen ein transportabler Datenprojektor mit Laptop und Grafiktablett zum Einsatz kam und in ähnlicher Weise wie ein interaktiver Overheadprojektor benutzt wurde.



Abbildung 1a + b: Arbeitsraum mit interaktiver Tafel und Computerarbeitsplätzen

3.3 Unterrichtserfahrungen - Stochastik

Die Stochastik-Umgebung wurde zur Untersuchung von klassischen, stochastischen Experimenten entwickelt und wurde im Mathematikunterricht einer 9. Klasse erprobt. Die Schülerinnen und Schüler lernten die Modellierungsumgebung an vorbereiteten Modellen wie in Abbildung 2 kennen, in denen sie selbst das Würfeln oder das Ziehen farbiger Kugeln simulierten. Die Ergebnisse ihrer Experimente wurden im Arbeitsbereich der jeweiligen Gruppen gesammelt und gemeinsam interpretiert, wodurch die Begriffe und Grundkenntnisse zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten bei Laplace-Experimenten aufgefrischt wurden.

Typischerweise wurden die Erfahrungen aus den Simulationen durch Phasen der gemeinsamen Auswertung ergänzt. Auf der interaktiven Tafel konnte anhand der Ergebnistabelle gemeinsam das „Einpendeln“ der relativen Häufigkeit durch die

automatische Durchführung immer weiterer Zufallsexperimente beobachtet und handschriftlich annotiert werden. Der Übergang von der relativen Häufigkeit zum abstrakten Wahrscheinlichkeitswert war dabei dynamisch mitzuverfolgen, der mathematische Begriff „Wahrscheinlichkeit“ wurde „lebendig“.

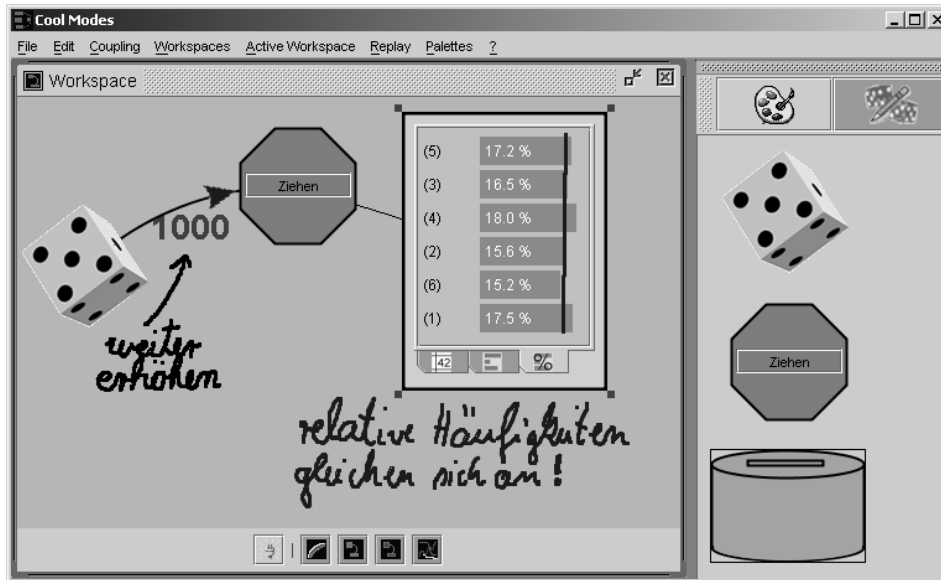


Abbildung 2: Würfelexperiment mit Annotationen

Die informatische Modellierung der abstrakten Urnenmodelle als visuelle Sprache erlaubt es den Schülerinnen und Schülern die spezielle Modellierung einzelner Experimente selber durchzuführen. Diese visuelle Sprache kann man sich als Baukasten vorstellen, der Experimentiermaterial in Form von (virtuellen) Würfeln, Tetraedern und Urnen und Elementen zum einfachen und wiederholten Ziehen sowie zum Sammeln, Filtern und Anzeigen der Ergebnisse enthält. Aus den für ein Experiment benötigten „Bausteinen“ entsteht ein Modell, in dem man sie durch Kanten verbindet (siehe Abbildung 2). Die bei der nachfolgenden Simulation auftretenden Ergebnisse werden gesammelt und in Ergebnistabellen visualisiert, wobei man die Wahl hat zwischen einfachen Auflistungen der Ergebnisse und Angaben zur absoluten Häufigkeit. Diese empirischen Daten bieten nun die Grundlage, um Gesetzmäßigkeiten herauszufinden und mathematisch zu formulieren.

Das Zusammenspiel der Beteiligten und der eingesetzten Medien wird am „Geburtstagsexperiment“ besonders deutlich. In einem ersten Schritt sollte ermittelt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit in einer Gruppe von 24 Personen wenigstens ein Geburtstag mehrfach auftritt. Dazu wurden zuerst Vermutungen der Schülerinnen und Schüler an der interaktiven Tafel gesammelt. Bei der anschließenden gemeinsamen Modellierung wurde intuitiv die Kalenderurne verwendet und n-faches „Ziehen mit Zurücklegen“ gefordert. Das ursprüngliche Problem bezogen auf eine Menschengruppe wurde dabei intuitiv auf ein Urnenmodell übertragen. An den Rechnern wurden dann

anhand des Modells Experimente durchgeführt und auf mehrfache Geburtstage untersucht. Abschließend wurden die Ergebnisse an der interaktiven Tafel gesammelt, die Häufigkeit des Ereignisses ermittelt und mit den Vermutungen verglichen.

In einem zweiten Schritt sollten sie ermitteln, wie groß die Gruppe sein muss, damit die Wahrscheinlichkeit für mehrfache Geburtstage bei 50 % liegt. Dazu sollten sie das bekannte Modell variieren und während der Gruppenarbeit durch den Austausch von Zwischenergebnissen in einer besonderen Tabelle kooperieren, um zügig zu einem Ergebnis zu kommen. Abschließend wurde die Wahrscheinlichkeit des Gegenereignisses „kein gemeinsamer Geburtstag“ an der Tafel errechnet und zum Vergleich mit dem empirischen Ergebnis herangezogen.

Die an der interaktiven Tafel erarbeiteten Ergebnisse wurden per Email an die Schülerinnen und Schüler gesandt, wahlweise wurde ein Ausdruck angeboten. Zur Vorbereitung auf die Klassenarbeit verfügten damit alle Schülerinnen und Schüler über vollständige und gesicherte Aufzeichnungen.

Zur Behandlung weiterer Experimente z. B. aus dem Kontext Zahlen-Lotto sind Weiterentwicklungen vorgenommen worden, die das automatische Filtern und Auswerten bei einer Vielzahl von durchgeführten Einzelexperimenten ermöglichen. Durch Erweiterungen der Ergebnistabellen sind nun alle vier abstrakten Urnenmodelle modellierbar. Zur Erprobung sind weitere Unterrichtsreihen geplant.

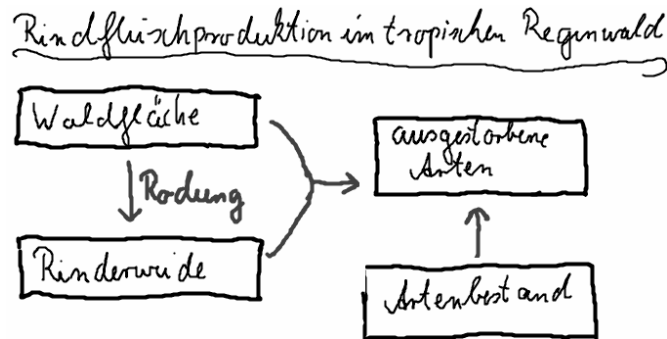


Abbildung 3: Qualitatives Modell für die Verringerung der Artenvielfalt

3.4 Unterrichtserfahrungen - Ökologie

Ebenso wie die Untersuchung stochastischer Experimente ist das Thema „Nachhaltige Nutzung von Ressourcen“ Bestandteil der Lehrpläne. Integriert in das Halbjahresthema Ökologie wurde es in einem Leistungskurs des 12. Jahrgangs behandelt. Wichtig ist es dabei „Ökosysteme“ zu untersuchen und ihr Wirkungsgefüge zu erfassen. Die natürliche Komplexität dieser Systeme erschwert es erfahrungsgemäß die Bedeutung der Einflussfaktoren und ihr Zusammenspiel zu verstehen. Nicht umsonst ist es schwierig Änderungsprozesse zu erklären, denen solche Systeme oder Populationen unterliegen.

Eine Erweiterung und neue Ausrichtung des Unterrichts erlauben Modelle zur dynamischen Simulation, die neben qualitativen Zusammenhängen auch quantitative Abhängigkeiten beschreiben, um von einer durch Daten beschriebenen Ausgangssituation aus schrittweise neue Situationen zu berechnen und so den Änderungsprozess darzustellen. Ziel ist es, zu Erklärungsansätzen für das Verhalten der Systeme oder zu Prognosen zu kommen. Im Baukasten befinden sich Bestände, Rechenglieder und Konstanten, die durch Kanten zur Darstellung der Abhängigkeiten verbunden werden.

Als grundlegendes Beispiel in der Unterrichtsreihe wurde der Einfluss der Ausweitung der Rinderzucht im tropischen Regenwald auf den Artenbestand untersucht. Zu Beginn dieser wie auch der anderen Modellierungen wurden Daten im Internet recherchiert und qualitative Modelle entwickelt. Das qualitative Modell in Abbildung 3 spiegelt wieder, dass die Rodung von Regenwald zur Ausweitung von Rinderweideflächen die Artenvielfalt verringert. Das in einem Liniendiagramm aufbereitete Datenmaterial ließ darüber hinaus erkennen, dass trotz einer gleichmäßigen Fortsetzung der Rodung die Geschwindigkeit der Verringerung des Artenbestands immer weiter zunimmt. Die Aufgabe der Klasse bestand nun darin, gemeinsam ein Modell (siehe Abbildung 4) zu entwickeln, das qualitative und quantitative Aspekte berücksichtigte, und dieses zu verstehen, um die Modellierungstechnik selbstständig ausprobieren und übertragen zu können.

Dazu bekamen die Schülerinnen und Schüler im weiteren Unterrichtsverlauf den Auftrag, in Gruppen weitere Modelle zum Thema eigenständig zu entwickeln. Wiederholt waren sie auf Beratung durch den Lehrer angewiesen, um die quantitativen Zusammenhänge funktional zu beschreiben. Umso wichtiger war die kritische Analyse der von den Gruppen präsentierten Modelle durch die Klasse.

Im Vergleich von Cool Modes zu anderen Modellierwerkzeugen liegen die Vorteile des Baukastens zur dynamischen Simulation nicht nur in der Kombinierbarkeit mit anderen Baukästen, so dass handschriftliche Annotationen, Bild- und Textelemente zur Kommentierung, Erklärung, Hervorhebung und Veranschaulichung ins Simulationsmodell integriert werden können, wie es in den Modellen aus Abbildung 2 und Abbildung 4 geschehen ist. Sowohl in der Phase der Modellierung wie während der Simulation kann an mehreren, vernetzten Rechnern kooperativ und kollaborativ am selben Modell gearbeitet werden (siehe Abschnitt 2). Da Cool Modes bereits jetzt eine Vielzahl von visuellen Sprachen (Baukästen) zur Modellierung in einem einheitlichen Rahmensystem bereitstellt, verringert sich der jeweilige Aufwand zur Einarbeitung, da nur die Funktionalität des neuen Baukastens zu erlernen ist – ein eindeutiger Vorteil gegenüber Spezialwerkzeugen, die völlig unterschiedliche Handhabungen mit sich bringen.

4 Einsatzmöglichkeiten im Informatikunterricht

Für den Informatikunterricht wurde in den letzten Jahrzehnten eine Vielzahl verschiedener didaktischer Ansätze entwickelt und erprobt, wie zum Beispiel der

technikzentrierte Ansatz, bei dem Aufbau von Rechanlagen, also die Hardware, im Vordergrund stand, der algorithmenzentrierte Ansatz oder der benutzerzentrierte Ansatz. Jüngere Entwicklungen wie der informationszentrierte Ansatz [HB96] stellen Strukturierung und Verarbeitung von Informationen in den Mittelpunkt. Sowohl im Zusammenhang von Information, Repräsentation und Interpretation, als auch beim Verständnis und Entwurf von informationsverarbeitenden Systemen, spielt die Modellbildung eine wichtige Rolle. Deshalb stellt die Modellierung in diesen didaktischen Ansätzen auch in der Informatik ein Schlüsselkonzept für den Unterricht dar. Wir wollen im Folgenden aufzuführen, welche fachspezifische Unterstützung in Form von speziell dafür erstellten Baukästen das Rahmensystem Cool Modes für den Informatikunterricht anbietet.

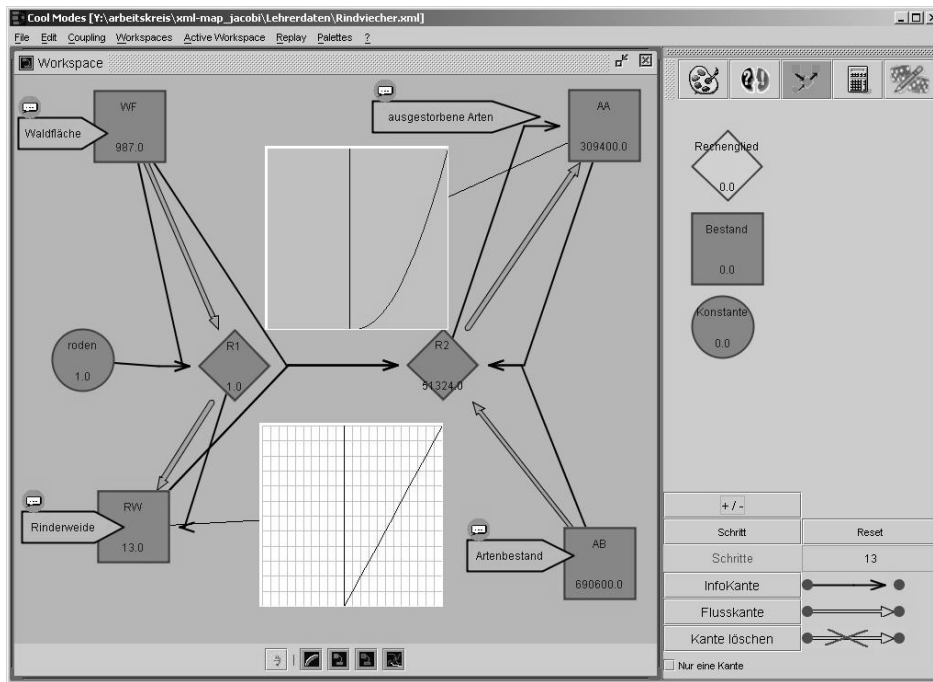


Abbildung 4: Simulationsmodell zum Thema „Verringerung der Artenvielfalt“

Ein Baukasten für Petri-Netze ermöglicht die Erstellung von Ablaufmodellen und Synchronisationsmechanismen für parallele Prozesse. Vorzugsweise in der Oberstufe können Probleme wie wechselseitiger Ausschluss, „die speisenden Philosophen“, „Bleche und Schrauben“ sowie Ampelschaltungen [Ba90] bearbeitet werden, die auch als Abstraktionen realer Sachverhalte betrachtet werden können und somit auch außerhalb der Informatik Relevanz besitzen, obwohl Petri-Netze an sich wohl eher den immateriellen als den materiellen Modellen zuzuordnen wären.

Ein Baukasten für Turtle-Graphiken bietet die Möglichkeit, bereits in der Mittelstufe in prozedurale Programmierung einzuführen. Die Visualisierung der Turtle-Bewegung erlaubt es in besonderer Weise prozedurale Zusammenhänge zu verdeutlichen und auch

rekursive Strukturen, wie z. B. in Form von Schneeflockenkurven, zu veranschaulichen. Das Turtle-Graphik-System wurde bisher mehrmals in Informatikveranstaltungen für Hörer anderer Fachrichtungen an der Hochschule eingesetzt. Ein zugehöriges Selbstlernmaterial ist in Vorbereitung und ist zum Einsatz in Selbstlernzentren und in projektorientierten Unterrichtsformen mit differierenden Aufgabenstellungen gedacht.

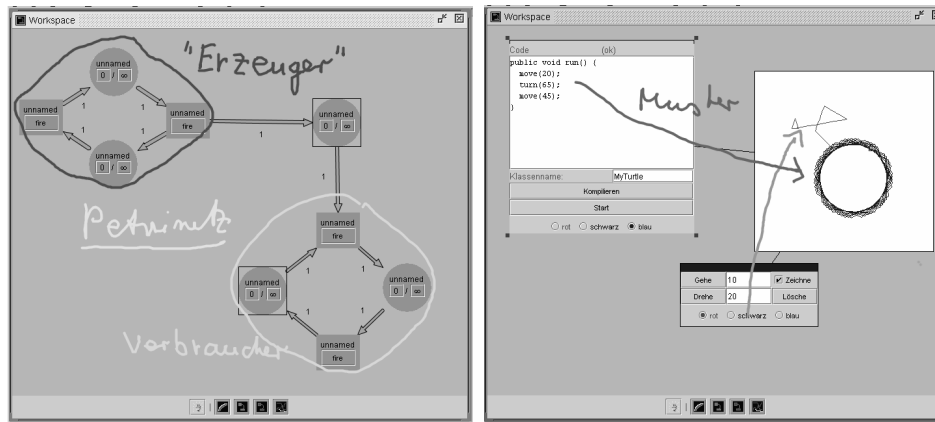


Abbildung 5: Beispiele für Petri-Netz und Turtle-Graphik

Momentan wird ein Baukasten für die graphische Modellierungssprache UML (Unified Modeling Language) entwickelt, die im Bereich des objektorientierten Systementwurfs in den letzten Jahren große Bedeutung erlangte. Wesentliche Grundkonzepte der Modellierung informatischer Systeme, wie hierarchischer bzw. strukturierter Aufbau (zum Teil auch rekursiv) und Generalisierung/Spezialisierung, die in objektorientierten Programmiersprachen mit Hilfe von Aggregation und Vererbung umgesetzt werden, können auf diese Weise zum Entwurf von Systemen verwendet werden. Dieser Baukasten kann seinen Einsatzbereich überall da finden, wo Systeme strukturiert werden und ist insbesondere für den Übergang von Modellen zu Implementierungen geeignet.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgangspunkt dieses Artikels war die Wichtigkeit der Modellierung als wesentliches Konzept für den Schulunterricht, insbesondere in struktur- und naturwissenschaftlichen Fächern. Nach einer allgemeinen Einführung zu Modellen und deren Bedeutung in der Schulpraxis stellten wir das Rahmensystem Cool Modes vor, das die Integration verschiedenster Modellierungsansätze aus diversen Fachgebieten ermöglicht. Darauf folgten Praxiserfahrungen zum Einsatz dieses Werkzeugs in innovativen Lernszenarien für den Schulunterricht, die im Rahmen des SEED-Projektes gemacht wurden. Im folgenden Abschnitt wurden speziell für Informatikunterricht geeignete Umgebungen vorgestellt, mit denen wichtige Grundelemente der Informatik vermittelt werden können.

In zukünftigen Arbeiten planen wir, die bereits implementierten Modellierungsansätze zu erweitern; beispielsweise wollen wir die UML-Umgebung um die Prüfbarkeit von

Integritätsbedingungen, wie beispielsweise das Verbot von Mehrfach-Implementierungsvererbung in der Programmiersprache Java, und Möglichkeiten zu automatisierter Codeerzeugung ergänzen.

Weitere Umgebungen, wie die Erstellung von endlichen Automaten mit Simulation, die für zustandsbasierte Betrachtungen hilfreich sind, für Zellularautomaten, bei denen eigene Nachbarschaften und Übergangsfunktionen definierbar sind, sind ebenso in Planung, wie Entity-Relationship-Diagramme, aus denen automatisch Tabellen und Datenbank-Schemata erzeugbar sind. Auch die Erstellung von Hypertexten, insbesondere unter Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Dokumenten, ist durch visuelle Sprachen in Cool Modes gut unterstützbar, was die Erstellung von Hypertexten ohne Vorkenntnisse in Auszeichnungssprachen bereits für Unterstufen ermöglichen würde. Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Rahmensystems werden sich in der Zusammenarbeit mit unserer Lehrgemeinschaft entwickeln.

Literaturverzeichnis

- [Ba90] Baumgarten, B.: Petri-Netze. BI-Wiss.-Verlag, Mannheim, 1990.
- [Ho00] Hoppe, H.U.; Gaßner, K.; Mühlenbrock, M.; Tewissen, F.: Distributed Visual Language Environments for Cooperation and Learning: Applications and Intelligent Supp. In: Group Decision and Negotiation, Vol. 9, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 2000; S.205-220.
- [Ho02] Hoppe, H.U.; Pinkwart, N.; Lingnau, A.; Hofmann, D.; Kuhn, M.: Designing and Supporting Collaborative Modelling Activities in the Classroom. In (Dimitracopoulou, A., Hrsg.): Information and Communication Techn. in Education Vol. I. Proceedings of 3rd HICTE, Rhodes, Greece, Kastaniotis Editions, Inter@ctive; S. 185-190.
- [HB96] Hubwieser, P.; Broy, M.: Der informationszentrierte Ansatz - Ein Vorschlag für eine zeitgemäße Form des Informatikunterrichtes am Gymnasium. Institut für Informatik der Technischen Universität München, TUM-I9624, 1996.
- [Pi02] Pinkwart, N., Hoppe, H.U., Bollen, L., Fuhlrott, E.: Group-oriented Modelling Tools with Heterogeneous Semantics. In (Cerri et.al. Hrsg.): Lecture Notes in Computer Science 2363, Intelligent Tutoring Systems. Springer, Berlin, 2002; S. 21-30.
- [PHG01] Pinkwart, N., Hoppe, U., Gaßner, K. (2001). Integration of Domain-specific elements into Visual Language Based Collaborative Environments. In (Borges, M. R. S., Haake, J. M. & Hoppe, H. U. Hrsgs.): Proceedings of 7th International Workshop on Groupware. IEEE Computer Society: Los Alamitos, California, 2001; S. 142-147.
- [Sc94] Schwill, A.: Fundamentale Ideen in Mathematik und Informatik. In: (Hischer, H.): Fundamentale Ideen. DIVERlag Franzbecker, Hildesheim, 1994, S. 18 - 25.
- [SE01] Seeding cultural change in the school system through the generation of communities engaged in integrated educational and technological innovation. EU funded project No.

IST-2000-25214, IST Programme, Key Action 3, Action Line IST-2000-3.2.1. 2001-2004.

- [St73] Stachowiak, H.: Allgemeine Modelltheorie. Wien, Springer Verlag, 1973.
- [St92] Streitz, N., Haake, J., Hannemann, J., Lemke, A., Schuler, W., Schütt, H. & Thüring, M. (1992). SEPIA: A cooperative hypermedia authoring environment. In Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext. (pp. 11-22). Milan (Italy).
- [Su95] Suthers, D., Weiner, A., Connelly, J., Paolucci, M.: Belvedere: Engaging students in critical discussion of science and public policy issues. In (Greer, J. Hrsg.) Proceedings of the 9th World Conference on AI in Education, Washington DC (USA), 1995, S. 266-273.
- [Te00] Tewissen, F., Baloian, N., Hoppe, H.U., Reimberg, E.: "MatchMaker" Synchronising Objects in Replicated Software-Architectures. In: Proc. of 6th International Workshop on Groupware. Madeira, Portugal, IEEE CS Press., 2000.
- [Th00] Thomas, M.: Modellbildung im Schulfach Informatik. In: (Hischer, H.): Modellbildung, Computer und Mathematikunterricht. DIVERlag Franzbecker, Hildesheim, 2000.
- [Th01] Die Vielfalt der Modelle in der Informatik. In: (Keil-Slawik, R.; Magenheimer, J.): Informatikunterricht und Medienbildung. GI-Lecture Notes in Informatics, Bonn, 2001.
- [Th02] Informatische Modellbildung - Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht, Dissertation 2002, Univ. Potsdam.