

PS Angewandte Systemwissenschaften 1

David Maier

A. Kontakt zur LV-Leitung

Ich bin jederzeit per E-Mail erreichbar unter david.maier@uni-graz.at.

David Maier, Institut für Umweltsystemwissenschaften, Merangasse 18

Sprechstunde: nach Vereinbarung per E-Mail

Kursbezogene Kommunikation und organisatorische Informationen erfolgen über Moodle.

B. Informationen zur LV

Kurzbeschreibung der LV / LV-Inhalt

Inhalt

Diese Lehrveranstaltung ist ein projektorientiertes Proseminar im Bereich der Systemwissenschaften. Ziel ist es, zentrale Methoden der Systemwissenschaften kennenzulernen und praktisch anzuwenden. Der methodische Schwerpunkt liegt auf **Agent-Based Modelling (ABM)**, eingebettet in Projektarbeiten mit der Programmiersprache **Python**.

Zu Beginn des Semesters wird eine Einführung in systemwissenschaftliches Denken gegeben und gemeinsame durch Übungen gefestigt. Die Studierenden lernen, reale Systeme zu analysieren, Modellierungszyklen durchzuführen und ihre Ergebnisse in Code umzusetzen. Darauf aufbauend werden agentenbasierte Modelle als Werkzeug zur Untersuchung komplexer Systeme vorgestellt.

Im Seminar werden Konzeptentwicklung, Modellierung, Simulation und Interpretation agentenbasierter Modelle behandelt. Ergänzend werden grundlegende Aspekte der Projektarbeit, Systemanalyse (Kippunkte, Dynamiken) und der sinnvolle Umgang mit KI-Werkzeugen (z. B. GitHub Copilot) diskutiert.

Im Zentrum der Lehrveranstaltung steht die eigenständige Projektarbeit in Kleingruppen, in der Studierende ein agentenbasiertes Modell entwickeln, erweitern und analysieren. Am Ende der Lehrveranstaltung werden die Ergebnisse der Projektarbeit präsentiert und diskutiert.

Inhaltliche Voraussetzungen

- Erfolgreicher Abschluss von Systems Science 1 & 2
- VO + UE Computational Basics
- Grundlegende Programmierkenntnisse in Python werden erwartet

Ziel der Lehrveranstaltung

Die Studierenden erwerben ein fundiertes Verständnis von Agent-Based Modelling (ABM) als systemwissenschaftlicher Methode und sind in der Lage, komplexe Systeme mithilfe agentenbasierter Modelle zu analysieren, zu simulieren und kritisch zu reflektieren. Insbesondere können sie nach diesem Seminar den gesamten Modellierungszyklus - von der Konzeption über die Implementierung bis zur Interpretation - eigenständig durchführen. Zudem werden Python Grundlagen vertieft, der Umgang mit Coding Agents sowie Grundlagen der Softwareentwicklung mit git erlernt.

Lehr- und Lernmethode

Die Lehrveranstaltung ist als interaktives Proseminar mit wöchentlichen Einheiten konzipiert. Sie kombiniert:

- Vorträge und Live-Coding-Einheiten
- praktische Übungen
- Diskussionen zu Methoden, Modellen und Anwendungen
- betreute Projektarbeiten in Gruppen,
- Präsentation und Diskussion von Ergebnissen

Moodle wird zur Bereitstellung von Materialien, zur Diskussion (Forum) sowie zur organisatorischen Koordination genutzt. Die Kurs-Website bietet ergänzend Zugang zu Slides, PDFs und Ressourcen.

Lernziele

Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,

- zentrale Konzepte der Systemwissenschaften (Emergenz, Feedback, Komplexität, Pfadabhängigkeit) zu erklären und auf reale Systeme anzuwenden
- den Modellierungszyklus (Zweck, Systemdefinition, Dekomposition, Modellbau, Analyse) zu beschreiben und durchzuführen
- Prinzipien, Stärken und Grenzen von Agent-Based Modelling zu beschreiben
- ein agentenbasiertes Modell konzeptionell zu entwerfen und in Python zu implementieren
- Modellannahmen, Ergebnisse und Limitationen kritisch zu diskutieren
- Simulationsergebnisse geeignet zu visualisieren und zu interpretieren
- ein Projekt strukturiert zu präsentieren und zu diskutieren
- den Einsatz von KI-Werkzeugen im Modellierungsprozess zu reflektieren

Semesterplan / LV-Überblick

Die Lehrveranstaltung besteht aus 11 wöchentlichen Einheiten à 120 Minuten:

Nr	Datum	Thema	Schwerpunkt
1	Do 05.03., 08:00, SR 35.K2	Einführung und Organisatorisches	Kursüberblick, Systemdenken entdecken
2	Do 12.03., 10:00, SR 44.31	Recap Systemwissenschaften	Grundlagen, Komplexität, Modellierungsansätze
3	Do 19.03., 10:00, SR 44.31	Vom System zum Modell (Stift & Papier)	Modellierungszyklus, CLDs, Feedback- Schleifen, ODD- Protokoll
4	Do 26.03., 10:00, SR 44.31	Python-Grundlagen & erstes Modell	Live-Coding, Git, Copilot
5	Do 16.04., 10:00, SR 44.31	Kurztest 1 + ABM vertiefen + Gruppenbildung	Parameterexperimente, V&V, Projektstart
6	Do 23.04., 10:00, SR 44.21	Systemanalyse & Methodik	Kippunkte, Dynamiken, Sensitivitätsanalyse, Projektskizzen
7	Do 30.04., 10:00, SR 44.21	Betreute Projektarbeit + Zwischenstand	Gruppenarbeit, Zwischenberichte
8	Do 07.05., 10:00, SR 44.21	Projektarbeit & Zwischenstand	Zwischenstandsberichte, Peer-Feedback
9	Do 21.05., 08:00, SR 35.K2	Kurztest 2 + Projektarbeit	Vertiefungswissen, weiterarbeiten
10	Do 28.05., 10:00, SR 44.21	Abschlusspräsentationen (Teil 1)	Erste Hälfte der Gruppen
11	Do 11.06., 10:00, SR 44.21	Abschlusspräsentationen (Teil 2)	Zweite Hälfte, Abschlussdiskussion

Teil 1: Grundlagen (Einheiten 1–4)

- **Einheit 1 — Einführung und Organisatorisches.** Kursüberblick, Bewertung, Lernziele. Erstes interaktives Experiment zum Entdecken systemwissenschaftlicher Konzepte.
- **Einheit 2 — Recap Systemwissenschaften.** Wiederholung und Vertiefung zentraler Grundlagen: Systemdefinition, Komplexität, Modellierungsansätze, Vorbereitung Programmierumgebung.
- **Einheit 3 — Vom System zum Modell.** Stift-und-Papier-Übung: Modellierungszyklus durchspielen, Causal Loop Diagrams zeichnen, Feedback-Schleifen identifizieren, ODD-Protokoll kennenlernen.

- **Einheit 4 — Python-Grundlagen & erstes Modell.** Python-Einführung mit Live-Coding: Das Papiermodell in Code übersetzen. Einführung in Git und GitHub Copilot.

Teil 2: Vertiefung + Projektstart (Einheiten 5–6)

- **Einheit 5 — Kurzttest 1 + ABM vertiefen + Gruppenbildung.** Kurzttest (Stoff Einheiten 1–4), Parameterexperimente, Verifikation & Validierung, Gruppenbildung für das Projekt.
- **Einheit 6 — Systemanalyse & Methodik.** Analyse von Kippunkten und Systemdynamiken, Sensitivitätsanalyse. Vorstellung der Projektskizzen.

Teil 3: Gruppenprojekt (Einheiten 7–11)

- **Einheit 7 — Betreute Projektarbeit.** Gruppenarbeit an ABM-Projekten, individuelle Beratung.
 - **Einheit 8 — Projektarbeit & Zwischenstand.** Zwischenstandsberichte mit Peer-Feedback, betreute Projektarbeit.
 - **Einheit 9 — Kurzttest 2 + Projektarbeit.** Kurzttest (Stoff Einheiten 5–8), anschließend betreute Projektarbeit.
 - **Einheit 10 — Abschlusspräsentationen (Teil 1).** Erste Hälfte der Gruppen präsentiert (10–15 min + Diskussion).
 - **Einheit 11 — Abschlusspräsentationen (Teil 2).** Zweite Hälfte der Gruppen, Abschlussdiskussion und Ausblick.
-

Pflichtlektüre

Es gibt keine einheitliche Pflichtlektüre. Die auf Moodle und der Kurs-Website zur Verfügung gestellten Cheatsheets und Slides enthalten relevante Theorie und Praxiselemente für die Veranstaltung. Literatur wird themenspezifisch im Zusammenhang mit den Einheiten empfohlen und über Moodle bereitgestellt.

Literaturempfehlungen

Primärliteratur:

- **Mobus, G. E. & Kalton, M. C. (2015).** *Principles of Systems Science*. Springer.
- **Metcalf, G. S. et al. (Eds.) (2021).** *Handbook of Systems Sciences*. Springer.
- **Railsback, S. F. & Grimm, V. (2019).** *Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction*. 2nd Edition. Princeton University Press.

Ergänzend:

- Meadows, D. H. (1999). *Leverage Points: Places to Intervene in a System*. The Sustainability Institute.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Schelling, T. C. (1960). *The Strategy of Conflict*. Harvard University Press.

Die Literaturempfehlungen finden sich darüber hinaus thematisch den einzelnen Einheiten zugeordnet auf den Slides, die vor Beginn jeder Lehrveranstaltung auf Moodle zur Verfügung gestellt werden.

Nützliche Webseiten, Tools und Software

- **Editor:** Visual Studio Code (<https://code.visualstudio.com/>)
- **Versionsverwaltung:** Git + GitHub (<https://github.com/>)
- **KI-Assistent:** GitHub Copilot (kostenlos über GitHub Education)
- **Programmiersprache:** Python 3.12+
- **Python-Dokumentation:** <https://docs.python.org/3/>
- **Kurs-Website:** asw1.davidmaier.at
- **Moodle-Kursraum:** Link auf Moodle

C. Prüfungsleistungen, Workload & Notenschlüssel

Überblick

Die Prüfungsleistung besteht aus fünf Teilen, aus denen die Gesamtnote gebildet wird:

Prüfungsleistung	Punkte	Zeitpunkt
Kurztest 1 (Grundlagen)	13	Einheit 5
Kurztest 2 (Modellierung & Methodik)	12	Einheit 9
Gruppenprojekt (Modell, Präsentation, Diskussion)	45	Einheiten 5–11
Endbericht (Einzelabgabe)	15	nach Einheit 11
Mitarbeit	15	laufend, Beiträge in Einheiten und Moodle
Gesamt	100 Punkte	

Die Punkte werden addiert. Es ist möglich, einen Teil nicht zu bestehen und dennoch insgesamt zu bestehen, sofern die Gesamtpunktzahl ausreicht.

Notenschlüssel

Note	Punkte
1 (Sehr gut)	89–100
2 (Gut)	77–88
3 (Befriedigend)	65–76
4 (Genügend)	51–64
5 (Nicht genügend)	0–50

Sehr gut: Sie kennen den durchgenommenen Stoff ausgezeichnet, auch in den Details. Sie können Ihr Wissen auch auf ähnliche Aufgaben übertragen. Sie können Ihr theoretisches Wissen auch in die Praxis, d.h. Code und Modelle umsetzen.

Gut: Sie kennen den durchgenommenen Stoff gut, auch in den meisten Details. Sie können Ihr Wissen oft auch auf ähnliche Aufgaben übertragen. Sie können Ihr theoretisches Wissen meist auch in die Praxis umsetzen.

Befriedigend: Sie kennen den durchgenommenen Stoff, wenn auch nicht in den Details. Sie können Ihr Wissen zum Teil auch auf ähnliche Aufgaben übertragen. Sie können Ihr theoretisches Wissen manchmal auch in die Praxis umsetzen.

Genügend: Sie kennen den durchgenommenen Stoff ausreichend, wenn auch nicht in den Details. Sie können Ihr Wissen nicht auf ähnliche Aufgaben übertragen. Sie können Ihr theoretisches Wissen meist nicht in die Praxis umsetzen.

Nicht genügend: Sie kennen den durchgenommenen Stoff kaum. Sie können Ihr Wissen nicht auf ähnliche Aufgaben übertragen. Sie können Ihr theoretisches Wissen nicht in die Praxis umsetzen.

Workload

Aktivität	Stunden
11 LV-Einheiten in Präsenz à 2 h	22 h
Vor- und Nachbereitung der LV-Einheiten	10 h
Vorbereitung Kurztests	6 h
Gruppenprojekt (Modell + Code)	20 h
Endbericht (Einzelabgabe)	7 h
Vorbereitung Abschlusspräsentation	10 h
Workload gesamt	75 h / 3 ECTS

Anwesenheit / Fehlzeiten

Diese Lehrveranstaltung ist ein **Proseminar**, daher ist die **Teilnahme** an den LV-Einheiten verpflichtend. Um den Kurs zu bestehen, muss eine Anwesenheit bei zumindest **9 der 11 Einheiten** gegeben sein (maximal 2 unentschuldigte Fehleinheiten). In Ausnahmefällen ist eine Ersatzleistung nach Absprache möglich.

Prüfungsleistungen im Detail

Kurztest 1 (13 Punkte): Multiple Choice + kurze offene Fragen. Stoff aus Einheiten 1–4: Systemdefinition, Komplexität, Modellierungszyklus, Grundlagen ABM, einfache Python-Fragen.

Kurztest 2 (12 Punkte): Multiple Choice + kurze offene Fragen. Stoff aus Einheiten 5–8: ABM-Vertiefung, Systemanalyse (Kippunkte, Dynamiken), Sensitivitätsanalyse, Methodenwahl.

Gruppenprojekt (45 Punkte): Die Studierenden entwickeln in Kleingruppen (4–5 Personen) ein agentenbasiertes Modell zu vorgegebenen Fragestellungen. Die Bewertung setzt sich zusammen aus:

- **Modellqualität (20 Punkte):** Fragestellung, Art der Modellierung, Herangehensweise, Code-Qualität (Dokumentation, Modularität, Fehlerbehandlung)
- **Abschlusspräsentation & Diskussion (15 Punkte):** Klarheit, Struktur, Inhalt, Diskussionsfähigkeit (10–15 min Präsentation + 5 min Diskussion pro Gruppe)
- **Gruppenbericht (10 Punkte):** Kurzer Bericht (5–10 Seiten) mit Fragestellung, Methodik, Ergebnisse, Diskussion

Endbericht — Einzelabgabe (15 Punkte): Individuelle Reflexion über Lernfortschritt, eigenen Beitrag zum Gruppenprojekt und Reflexion über den Einsatz von KI-Werkzeugen (ca. 3–5 Seiten).

Mitarbeit (15 Punkte): Aktive und produktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen, Beiträge in Diskussionen. Besonders positiv werden kritische Nachfragen sowie Fragen, die zu einem tieferen Verständnis des Lehrstoffs beitragen, bewertet. Zudem wird es 4 Leseaufgaben geben, zu denen eine kurze Reflexion in Moodle abgegeben werden muss (jeweils 3 Punkte).

Gruppenprojekt — Rahmenbedingungen

- **Gruppengröße:** 4–5 Personen
- **Themen:** Aus einer vorgegebenen Liste wählen
- **Fokus:** Agentenbasierte Modellierung (andere systemwissenschaftliche Methoden erlaubt)
- **KI-Werkzeuge:** Sinnvoller Einsatz von GitHub Copilot und ähnlichen Tools ausdrücklich erwünscht - aber Reflexion über den Einsatz ist Teil der Bewertung
- **Abgaben:**
 - GitHub-Repository mit lauffähigem Code

- Kurzer Gruppenbericht (5–10 Seiten): Fragestellung, Methodik, Ergebnisse, Diskussion
- Abschlusspräsentation (10–15 min)

Abgabeformate und Fristen

- **Präsentationen:** Upload auf Moodle als PDF oder PowerPoint.
- **Code:** Abgabe über GitHub-Repository
- **Gruppenbericht:** Abgabe als PDF auf Moodle.
- **Endbericht (Einzelabgabe):** Abgabe als PDF auf Moodle.
- **Abgabefrist Gruppenbericht & Endbericht:** spätestens **1 Woche nach der letzten Einheit (Einheit 11)** um 24:00 Uhr.
- Jede Person der Gruppe reicht den Endbericht **individuell** ein.

Verwendung von KI für die Prüfungsleistungen

Der Einsatz von KI-Tools (z. B. GitHub Copilot, ChatGPT) zur Ideengenerierung, Code-Unterstützung, Textüberarbeitung und Recherche ist ausdrücklich **erlaubt und erwünscht**. Der bewusste und reflektierte Umgang mit KI-Werkzeugen ist ein explizites Lernziel dieses Kurses.

Die **Verantwortung** für Inhalt, Korrektheit und Eigenständigkeit liegt bei den Studierenden. Im Endbericht (Einzelabgabe) wird eine Reflexion über den Einsatz von KI-Werkzeugen im Modellierungsprozess erwartet. Im Rahmen der Abschlusspräsentationen werden mündliche Fragen zum Code gestellt, um das Verständnis der Studierenden zu überprüfen.

D. Mitarbeit

Gute, aktive Lehrveranstaltungsteilnahme bedeutet nicht unbedingt, am meisten zu reden. Es gibt viele Möglichkeiten, den Dialog zu fördern, z. B. Fragen zu stellen, miteinander und nicht nur mit den Lehrenden zu sprechen, sich durch andere bewegen zu lassen sowie sich daran zu erinnern, dass es nicht darum geht, „Recht zu haben“, sondern gemeinsam an Themen, Perspektiven und Problemen zu arbeiten. Besonders positiv sind kritische Nachfragen sowie Fragen, die zu einem tieferen Verständnis des Lehrstoffs beitragen.

Feedback

Sie erhalten mehrmals im Semester **Feedback zu Ihrem Lernprozess**, durch mich und Ihre Kommiliton:innen. Sie haben darüber hinaus jederzeit die Möglichkeit, nachzufragen, Feedback zu erhalten und damit zu einer Einschätzung Ihres Lernfortschritts zu kommen. Insbesondere findet in jeder Lehrveranstaltung am Ende eine kurze Evaluation statt, mit der Sie zur ständigen Verbesserung jeder einzelnen Stunde beitragen können. Aufgrund dieses Feedbacks wird jede Stunde der Lehrveranstaltung kontinuierlich überarbeitet und verbessert.

In der letzten LV-Einheit werden Sie Gelegenheit haben, den anonymen Online-Fragebogen auszufüllen. Da ich Ihre wertvollen Rückmeldungen in die Konzeption und Umsetzung der LV im nächsten Studienjahr einfließen lasse, profitieren auch zukünftig Studierende.

Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, sich im Moodle-Forum auszutauschen und bei individuellen Anliegen per E-Mail oder in einer Sprechstunde Kontakt aufzunehmen.

Disability and Diversity Statement

Wenn Sie während des Semesters aufgrund von Lernschwierigkeiten, religiösen Feiertagen/Praktiken, Behinderung/Beeinträchtigung, medizinischen Bedürfnissen oder anderen Gründen **Unterstützung** brauchen, sprechen Sie bitte mit mir. Wenn Sie **Fragen oder Bedenken** bezüglich der Prüfungsleistungen und Aufgaben haben, können Sie sich jederzeit per E-Mail an mich wenden bzw. vor oder nach dem Unterricht persönlich mit mir sprechen.

Mein Ziel ist es, Lernumgebungen zu schaffen, die geeignet, fair, inklusiv, barrierefrei und lernanregend sind.

Wenn Sie Unterstützung benötigen, die über mein Angebot hinausgeht, ermutige ich Sie, die Services der Uni Graz zu kontaktieren, z. B. das Zentrum Integriert Studieren, das Familienservice, 4students, die psychologische Studierendenberatung, den Arbeitskreis für Gleichbehandlungsfragen, Ihre StV oder die ÖH (siehe auch ÖH Helpline).

Nachhaltigkeitsstatement

Im Einklang mit den Zielen unserer Universität zur Förderung von sozialer, ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit und insbesondere unserer Fakultät und des Instituts für Umweltsystemwissenschaften ist es mein Bestreben, in dieser Lehrveranstaltung nachhaltige Praktiken zu integrieren. Digitale Abgaben werden bevorzugt und ein kritischer und reflektierter Zugang zu KI-Technologien ermöglicht eine bewusstere Verwendung von Ressourcen. Ich ermutige alle Studierenden, aktiv zur Reduktion von Abfall, zur Schonung von Ressourcen und zur Förderung umweltfreundlicher Verhaltensweisen beizutragen.