

mss

Modellie- rung und Simulation komplexer Systeme

Modulgruppe: Angewandte Data
Science

Typ	Lernwege	Niveau	Credits
Portfolio	Keine	Intermediate	3

Sprachen

Deutsch, Englisch (in Planung)

Fachexperten/-innen

-  Marie-Thérèse Rudolf von Rohr  Salomon Billeter
 Thomas Mandelz

HS25

Kontaktstunde:	Donnerstag 11:15-12:00
Raum:	5.3B53
Online:	Auf Anfrage bis am Vorabend zusätzlich mit Zoom-Link (alle mit aktivierter Kamera)

Inhalte



Version: 18. September 2025 07:28:12

Wegleitung

Here is an English version of this page: [Modelling and Simulation of Complex Systems](#).

„Komplexe Systeme lassen sich nicht durch blos-
sen Willen steuern. Wir müssen lernen, ihnen zuzu-
hören – ihre Strukturen und Dynamiken zu verste-
hen –, damit unsere Werte mit ihren Eigenschaften
in Einklang wirken können. Nur so kann etwas ent-
stehen, das nachhaltiger und wirkungsvoller ist als
jede isolierte Intervention.“

— nach *Donella H. Meadows, Thinking in Systems: A Primer, 2008*

Mit der Veröffentlichung von *Die Grenzen des Wachstums* (1972) setzte ein weltweiter Diskurs über die ökologischen und ökonomischen Risiken unbegrenzten Wachstums ein – ein Meilenstein, der das Nachhaltigkeitsdenken bis heute prägt. Dennis und Donella Meadows und ihr Team zeigten mit einer Systemdynamik-Simulation eindrucksvoll, dass komplexe Systeme nicht direkt steuerbar sind – und dass nachhaltiges Handeln umso wirksamer wird, je besser wir ihre inneren



Info: Domainänderung Spaces ?

AI Tutor



Suche



Spaces



DSAI4S **bda** **col** **dpo**

eim **gki** **kip** **mag**

mss **nas** **rsv** **s4s**

Porträt **Beiträge** **Lernmaterialien** **Aufgaben**

In „*Modellierung und Simulation komplexer Systeme*“ (mss) lernen wir, diese Dynamiken mit geeigneten Methoden zu verstehen, damit Langzeitvorhersagen zu machen und zu simulieren, wie sich Investitionen, Entscheidungen und andere Handlungen von heute auf die Zukunft auswirken werden – auf unsere Zukunft und auf diejenige unserer Umgebung.



In der Data Science sind wir uns gewohnt, aus Datensätzen Sachverhalte herauszulesen. In *mss* verbinden wir die aus Datensätzen gewonnenen Einsichten durch geeignete Modelle und verstehen dadurch das System und dessen Dynamik und nicht nur dessen Teile. Außerdem erzeugen wir Daten über die Zukunft, die über einfache Prognosen aus Daten der Vergangenheit hinausgehen.

Was erwartet Dich?

“Modellierung und Simulation komplexer Systeme” ist eine **Portfoliokompetenz** (demand-based learning). Das heisst, Du wirst die Lernergebnisse durch verschiedene, selbst zusammengestellte Aufgaben über mehrere Semester hinweg erarbeiten.

Dabei wirst Du Dir die Kompetenzen *“3a, Systemisches Denken”* und *“3b, Nachhaltigkeitsspezifische Modellierungsansätze”* der [Studienrichtung Data Science for Sustainability](#) erarbeiten und in einer selbstgewählten Challenge anwenden. Außerdem lernst Du Mittel zu den Kompetenzen *“3c, Nachhaltigkeits-Bewertungsmethoden”* und *“3d, Datenbasierte Entscheidungsfindung”* kennen und wendest die Kompetenzen unter *“1, Nachhaltigkeitsverständnis”* an.

Das Modul *“mss - Modellierung und Simulation komplexer Systeme”* umfasst vier Lernergebnisse. Nachfolgend ist aufgeführt, was Dich erwartet,

wenn Du auf die einzelnen Lernergebnisse hinarbeitest.

LE1 - Werkzeuge für systemisches Denken

Eine Voraussetzung für die Simulationen in den nachfolgenden Lerneinheiten ist ein **formales Verständnis des Systems** und dessen Grenzen. In LE 1 lernst Du zu diesem Zweck Systemkartierungs-tools und Graphen kennen und verwendest sie, um geeignete Modellierungs- und Simulationsansätze zu wählen.

Beim Abschluss dieser Lerneinheit:

- Kennst Du **Begriffe** wie Nichtlinearität, Emergenz, Feedback und Rebound
- Kannst Du **Systemkartierungstools** und **Graphen** verwenden
- Bestimmst Du, welcher **Modellierungsansatz** sich für welches System eignet.

LE2 - Systemdynamiksimulationen

Diese alte Simulationsmethode - sie stammt aus der Kybernetik der 1950-er Jahre - zeichnet sich durch Robustheit, lange Vorhersagehorizonte und bescheidene Hardwareanforderungen aus. Nicht nur die Grenzen des Wachstums wurden damit berechnet, sondern sie wird häufig in der **Simulation von Entscheidungsfolgen** verwendet.

Beim Abschluss dieser Lerneinheit:

- Kennst Du **Begriffe** wie Stocks, Flows, Causal Loop Diagram, Directed Graph
- Kannst Du eine **Systemdynamiksimulation** aufsetzen und die Ergebnisse interpretieren
- **Validierst** Du die Ergebnisse durch Back Test und weisst Du, wie die Robustheit verbessert werden kann

LE3 - Agentenbasierte Modellierung

In agentenbasierten Simulationen werden die Teilnehmenden eines Systems (Märkte, Wirtschaften, Gesellschaft, Umwelt) mit ihren individuellen Eigenschaften und Verhaltensweisen modelliert. Dadurch lässt sich nachvollziehen, wie aus ihrem **Zusammenspiel grössere Zusammenhänge** entstehen und wie sich das System im Lauf der Zeit entwickelt.

Beim Abschluss dieser Lerneinheit:

- Kennst Du wichtige **Begriffe** wie Agent, Zielfunktion, Interaktion / Nachricht, Aktivierung, Zeit und Ort und kannst sie einordnen
- Kannst Du einfache agentenbasierte **Simulationen aufsetzen** und **Trajektorien extrahieren**
- Weisst Du, wie Du die Simulationen mit geeigneten Frameworks **skalieren** und **erweitern** kannst

LE4 - Szenario- und integrierte Analysemodelle

Nicht alle Systeme lassen sich mit Systemdynamik und agentenbasierten Ansätzen befriedigend mit vorhandenen Daten simulieren:

- Bei grossen **Unsicherheiten** kann es zielführender sein, verschiedene Szenarien durchzudenken und zu berechnen.
- Wenn das System **viele Domänen** umfasst wie beispielsweise Natur (z.B. Klima), Technik (z.B. Adaptierungsmassnahmen) und Wirtschaft (z.B. Massnahmen zur Erhöhung der Resilienz), kann es hilfreich sein, ein Rechenmodell aus verschiedenen schon vorhandenen Modellen zusammenzusetzen statt einen Monolithen zu entwickeln.

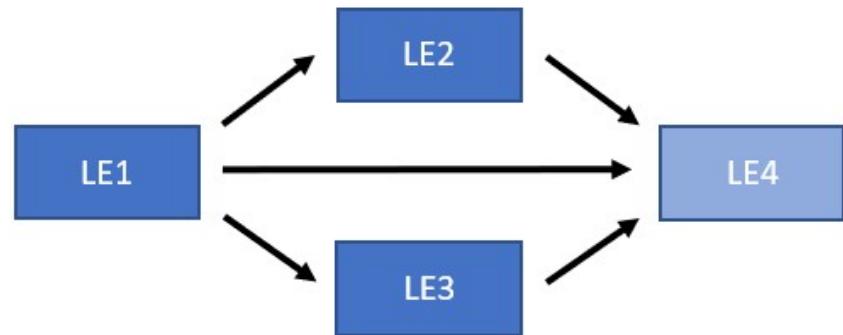
Beim Abschluss dieser Lerneinheit:

- Kennst Du **Beispiele** von Szenariomodellen und integrierten Analysemödellen ("integrated assessment models") und die zugehörigen Begriffe. Du kennst den Unterschied zwischen geschätzten und kalibrierten Parametern.
- Kannst Du mit **Szenarien** des Weltklimarats IPCC und mit dem integrierten Analysemödell **CLIMADA** beispielsweise eine Hochwasseranpassungsstrategie für die Rheinhäfen in Basel zu berechnen.
- Weisst Du, wie Du die Ergebnisse durch geeignete Backtests und allenfalls Modellanpassun-

gen **validieren** kannst.

Aufbau und Lernaufwand

Lernpfad



Lernpfad der Kompetenzen mss - Modellierung und Simulation komplexer Systeme

Lernaufwand

LE 1 - Werkzeuge für systemisches Denken: 25%

LE 2 - Systemdynamiksimulationen: 25%

LE 3 - Agentenbasierte Modellierung: 25%

LE 4 - Szenario- und integrierte Analysemodelle: 25%

Leistungsnachweis

Der Kompetenznachweis hat zwei Teile: Die Abgabe der **Mini-Challenge-Ergebnisse** und die **mündliche Modulschlussprüfung** aufgrund der abgegebenen Challenge.

Die **Modulnote** wird aus den beiden Teilnoten mit je 50% Gewicht errechnet.

Mini Challenge

Der erste Teil des Kompetenznachweises erfolgt durch die **Abgabe der Ergebnisse der Mini-Challenge** in Form eines Jupyter-Notebooks oder eines R-Markdowns. Es kann in 2er- bis 4er-Teams gearbeitet werden. Die Abgabe umfasst alle Lernheiten:

- Zweierteams lösen LE 1 und eine weitere LE und skizzieren die Lösung einer weiteren LE.
- Dreierteams lösen LE 1 und zwei weitere LEs und skizzieren die Lösung der verbleibenden LE.
- Viererteams lösen alle LEs.

Bei den Lösungsskizzen reicht es, eine schrittweise Lösungsstrategie und eine Auswertungsstrategie zu definieren sowie die Datenquellen zu identifizieren.

Modulschlussprüfung

Der zweite Teil des Kompetenznachweises erfolgt durch eine **mündliche Modulschlussprüfung** in den Prüfungswochen (oder optional vor den Prüfungswochen). Die Anmeldung **erfolgt über den Studiengang** und verpflichtet auch zur **Teilnahme an den Mini-Challenges** wie oben beschrieben.

In den **Mini-Challenge-Teams** werdet Ihr im Turnus zu den unterschiedlichen Mini-Challenges geprüft (Zweiergruppen: 40 Minuten, Dreiergruppen: 60 Minuten, Vierergruppen: 80 Minuten). Die Aufgabenstellungen beziehen sich auf die abgegebenen

nen Mini-Challenges, die an der Prüfung erklärt, kritisch beleuchtet und in Gedanken erweitert werden. Kompetenzen aus Lerneinheiten, zu denen keine Mini Challenge abgegeben worden ist, werden anhand eines schon gelösten Beispiels geprüft.

Ihr werdet einen Link zu einer Terminumfrage in nuudel bekommen, wo Ihr Euch einschreiben könnt. Es werden Termine in der Prüfungsvorbereitungswoche und danach angeboten.

Wie wirst Du unterstützt?

Der Kompetenzerwerb soll grundsätzlich selbstständig durchgeführt werden, jedoch unterstütze ich Dich gerne bei Deinem Lernfortschritt. Angekündigt werden JITTs, wenn Themen von gemeinsamem Interesse auftauchen.

Fachsupport

Während des Semeters steht Dir der Fachexperte im DS Learning Lab 5.3B53 an folgenden Terminen zur Verfügung:

- **Donnerstag 11:15 - 12:00 und/oder nach Absprache**
- **Nach Vereinbarung** (Vereinbarung 2 Tage vorher über Spaces oder E-Mail)

Falls Online eine Wandtafel gebraucht wird, sie

[hier auf Miro](#) zu finden.

Feedback und formative Prüfung(en)

Feedback zu den Mini-Challenges wird auf Wunsch laufend, spätestens aber in **SW 12** abgegeben. Empfohlen wird eine laufende Aktualisierung (mit Angabe der Änderungen) von Abgaben und Feedback über gitlab. Ebenso wird eine frühzeitige Abgabe der Mini Challenges empfohlen.

Jedem Team wird eine **formative Prüfung** angeboten, wo sie ihren Lernfortschritt überprüfen können. Zur formativen Prüfung können sich Teams auf Wunsch auch zusammenschliessen. Die formativen Prüfungen werden in **SW 14** angeboten.

Semester-Zeitplan und Deep Dives

- Kick-off Meeting: Donnerstag 18.9.2025, 11:15 - 12:00
- Deep Dive: Montag 13.10.2025, 15:15 - 19:00
(letzte Stunde mit Spezialprogramm - mehr folgt später)
- Vorabgabe Mini Challenges: Laufend, bis spätestens 20.11.2025, 11:15
- Feedback zu Mini Challenges: Laufend, bis spätestens 4.12.2025, 12:00
- Formative Prüfung: Nach Vereinbarung, zwischen 15.12.2025 und 19.12.2025
- Abgabe Mini Challenges: Donnerstag 18.12.2025

- Prüfungen: Ab Semesterende, spätestens gemäss Studiengangplanung

Weitere Bemerkungen zu den Lernangeboten

Natürlich werden auch Deine Fragen auch ausserhalb der Fachsupport-Stunden gerne beantwortet. Bevorzugt postest Du Deine Fragen im Space «*Modellierung und Simulation komplexer Systeme*». E-Mail ist auch möglich. Falls die Antwort von allgemeinem Interesse ist, wird sie im Space gepostet, auf Wunsch mit oder ohne Angabe der Herkunft der Frage.

Die Fragen werden spätestens innert zwei Arbeitstagen beantwortet.

Zeigen Fragen und Diskussionen auf DS Spaces einen Bedarf nach mehr Unterstützung in einem spezifischen Gebiet auf, wird darauf in der Sprechstunde eingegangen. Die Information darüber erfolgt spätestens zwei Arbeitstage vor der Sprechstunde auf DS Spaces.