



CAVAS+ – Computerassistenz zur Verbesserung von Studienordnungen mithilfe der Nutzung von KI

Stefan Lindow, Markus von der Heyde

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Heutiges Vorgehen

- Problem: Digitalisierung > Curriculum > KI
- Ansatz: Rechtstexte > Beschreibungssprache > Optimierung > Cavas-System
- Demonstration Use Cases
 - Digitalisierung von Studienordnungen => Übersetzung
 - Digitalisierung von Studienordnungen => Dialekt
 - Visualisierung
 - Feedback vom Editor
 - Analyse für QM
 - Analyse für Studienverlaufsplanung
 - Lernsystem
- Leistungen / Vorteile: statt Java-Code, statt trial & error, statt Excel

Digitalisierung in der Hochschulverwaltung

Kernprobleme (Heyde 2022)

- weniger als 40% der Lösungen bieten
 - ∄ Schnittstellen
 - ∄ Integration mit anderen Diensten
 - ∄ Qualitätssicherung
- meist digital isoliert
- Austausch über “standard” Office

Tools

Kernhoffnung

- Schnellere/effizientere Verfahren
 - z.B. automatische Fehlerkontrolle
- Personenunabhängige Prozesse
- Zugang zu aktuellem Wissen für mehr Beteiligte

=> Möglichkeit für Integration via Schnittstellen: Datenstandardisierung. (von der Heyde & Hartmann 2023)

Digitalisierung des Curriculums!

Higher Education Reference Model

- Lernen & Bildung
 - Zulassung, Einschreibung
 - Beratung & Unterstützung
 - Lernressourcen
 - Lehrdurchführung
 - Curriculum Management
- Forschung
- Ermöglichende Kapazitäten
 - Bibliotheksleistungen
 - Gebäudemanagement



Symbolische KI vs. statistische Verfahren

- Formal expliziertes Wissen
- Logisches Schließen
- Menschlich verstehbares Prozess
- Gut für kleine und präzise Fälle
- Modular, interoperabel
- „Knowledge acquisition bottleneck“

- Implizites Wissen,
- Wahrscheinlichkeiten
- Blackbox
- Gut für große Bereich
- Maschine 'lernt' aus Daten
- Halluziniert, braucht Daten, teuer

KI braucht Digitalisierung



The way from Potsdam to Karlsruhe by car is approximately without traffic. However, the exact travel time and distance any potential delays.

time = 67.72%
duration = 14.40%
travel = 9.00%
route = 5.69%
distance = 1.42%
length = 1.06%

Operatoren in Studienordnungen (Von der Heyde/Goebel 2021)

Logischer Operatoren	Anzahl	Anteil
UND	451	26%
ODER	289	17%
NICHT	64	4%
VOR/NACH // Bedingt	278	16%
Boolesche Wertzuweisung	41	2%
Check von Vorgaben	160	9%
Mathematische Ausdrücke	228	13%
Einfache Mathematik	36	2%
Gruppenbildung	171	10%
Empfehlung	28	2%

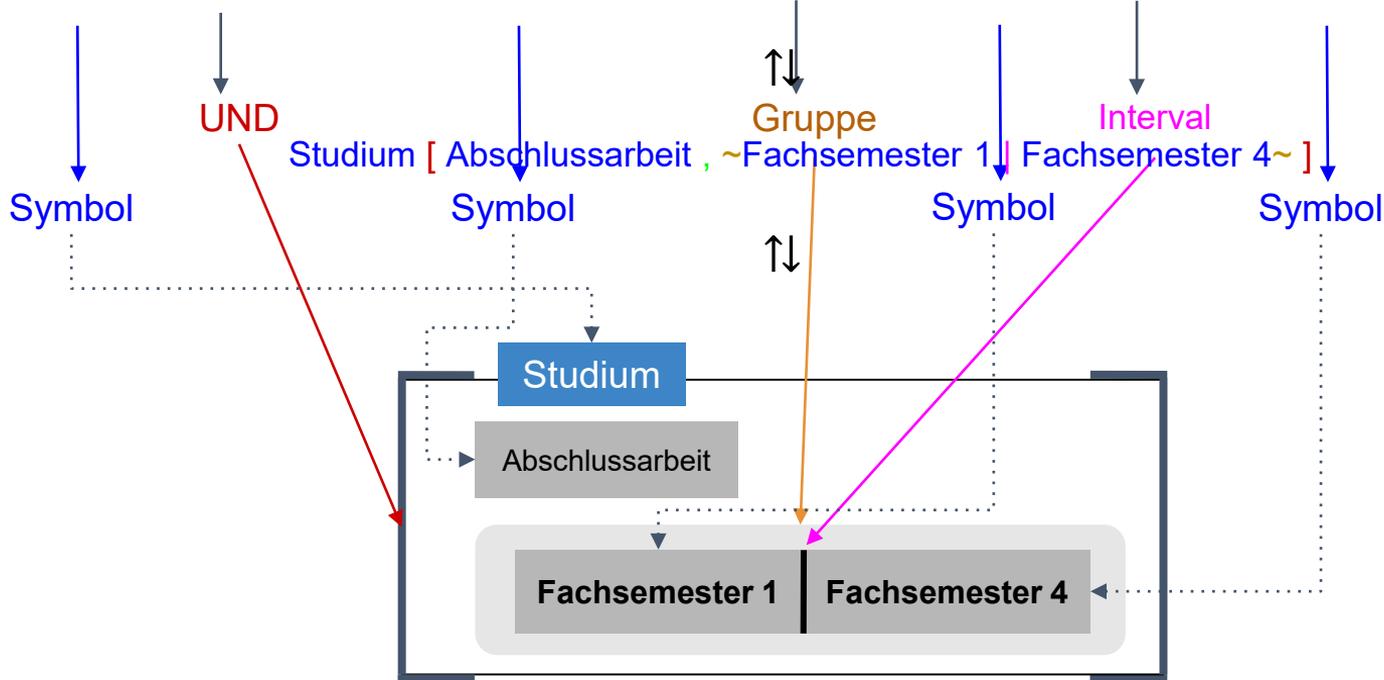
62% klassische boolesche Operatoren

38% Nebenbedingungen für PStO
spezifische Formulierungen

→ knapp 90 Regeln / PStO

Wir digitalisieren die Studienordnung mit die Sprache SemaLogic

Das Studium besteht aus einer Abschlussarbeit und umfasst Fachsemester 1 bis Fachsemester 4 als Elemente.



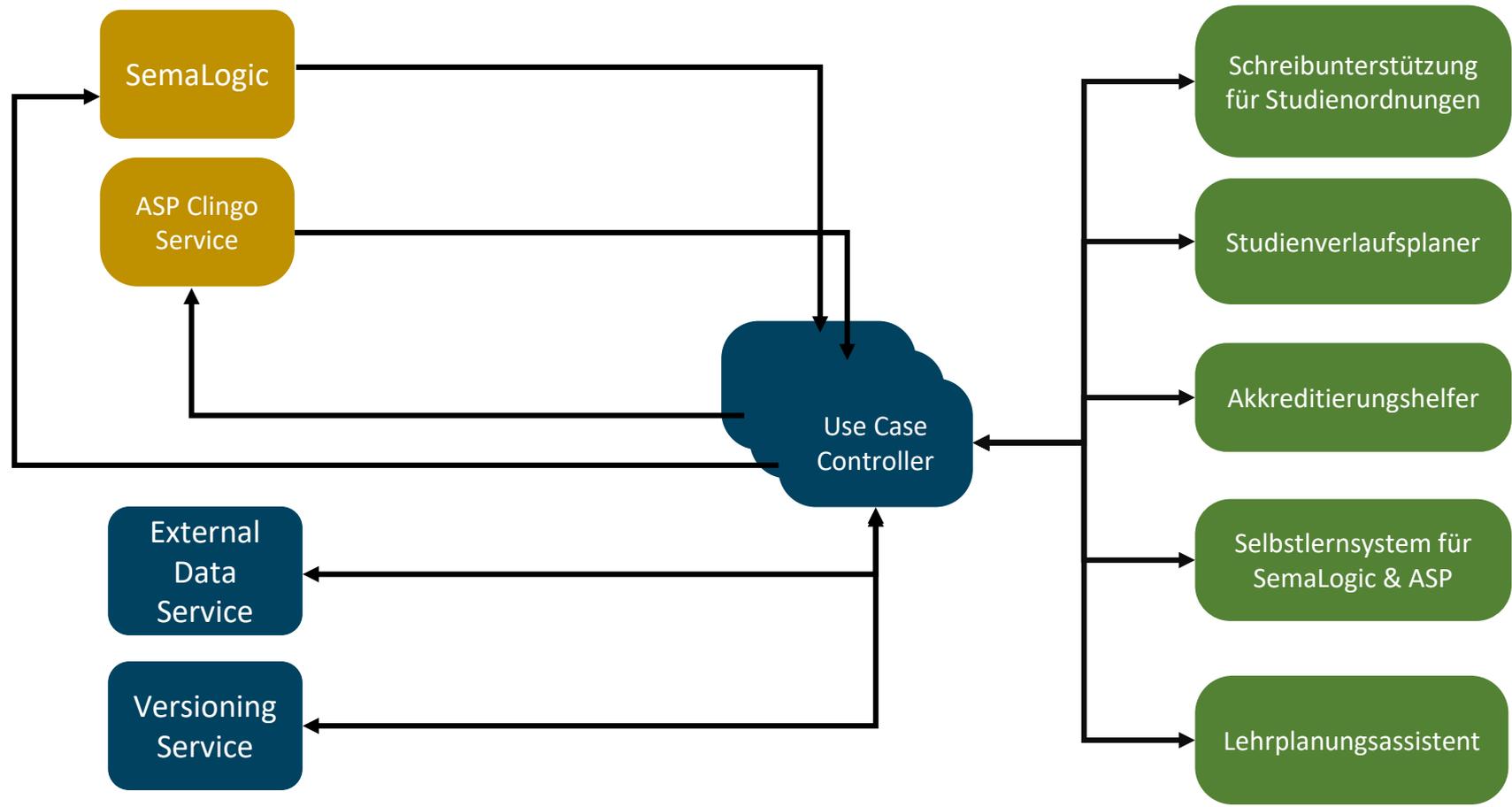


(a)



(b)

https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-pickup-and-delivery-tasks-a-package-sorting-task-inside-a-truck-b-cart_fig2_360225416



**Studien- und Prüfungsordnung für das
Masterstudium im Fach *Cognitive Systems:
Language, Learning, and Reasoning*
an der Universität Potsdam**

Vom 16. Oktober 2013

Der Fakultätsrat der Humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam hat auf der Grundlage an der Universität Potsdam vom 30. Januar 2013 (BAMA-O) (AmBek. UP Nr. 3/2013 S. 35) am 16. Oktober 2013 folgende Studien- und Prüfungsordnung als Satzung beschlossen:¹

Inhalt

- § 1 Geltungsbereich
- § 2 Abschlussgrad
- § 3 Ziele des Masterstudiums
- § 4 Dauer und Gliederung des Masterstudiums
- § 5 Module und Studienverlauf
- § 6 Masterarbeit
- § 7 Aufenthalt im Ausland
- § 8 In-Kraft-Treten, Außer-Kraft-Treten und Übergangsbestimmungen

Anhang 1: Modulkatalog
Anhang 2: Studienverlaufspläne

§ 4 Dauer und Gliederung des Masterstudiums

Das konsekutive, forschungsorientierte Masterstudium im Fach *Cognitive Systems: Language, Learning, and Reasoning* wird an der Universität Potsdam als Ein-Fach-Studium mit einer Regelstudienzeit (Vollzeitstudium) von vier Semestern und 120 LP angeboten.

§ 5 Module und Studienverlauf

(1) Das Masterstudium *Cognitive Systems: Language, Learning, and Reasoning* setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

Masterstudium		
Modulkurzbezeichnung	Name des Moduls	LP
I Pflichtmodule (<i>Summe 27 LP</i>)		
BM1	Advanced Natural Language Processing	9
BM2	Machine Learning and Data Analysis	9
BM3	Advanced Problem Solving Techniques	9
II Wahlpflichtmodule (<i>24 LP</i>)		
Es müssen Wahlpflichtmodule im Umfang von 24 Leistungspunkten erfolgreich absolviert werden.		
AM11	Current Topics in Computational Linguistics 1	6
AM12	Current Topics in	6

§4

?[[Decision Examining Board, Bachelor of Science](#)] → [Cognitive Systems](#);
Master of Science.regular duration := four semesters;
[necessary credit points](#) := (sum([Cognitive Systems.Leaf, ECTS](#)) == 120);

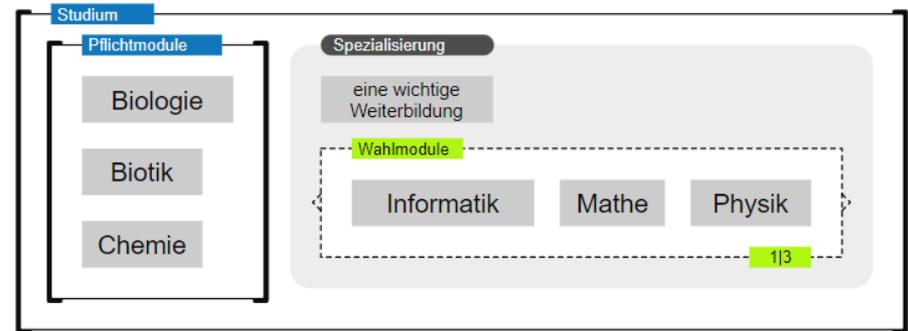
§5

? [sum\(Mandatory Modules.Leaf, ECTS\)](#) == 27;
[Mandatory Modules](#) [BM1, BM2, BM3]
[Mandatory Modules.Leaf.ECTS](#) := 9;

Dialekt

SymToken**And**Open \equiv beinhaltet
SymToken**And**Open \equiv besteht aus
SymToken**And**Open \equiv enthalten
SymToken**And**Close \equiv .
SymToken**Or**Open \equiv Alternativen aus
SymToken**Or**Close \equiv .
SymToken**Interval** \equiv bis
SymTokenGroup \equiv umfasst
SymTokenGroup \equiv als Gruppe
SymTokenElement \equiv sowie
SymTokenElement \equiv und
SymTokenElement \equiv ,
SymTokenElement \equiv oder
SymTokenSpace \equiv Das
SymTokenSpace \equiv Die
SymTokenSpace \equiv der
SymTokenSpace \equiv einer SymTokenSpace \equiv sind
SymTokenSpace \equiv n

Das Studium besteht aus Pflichtmodulen und einer Spezialisierung. Wahlmodule sind 1 bis 3 Alternativen aus Physik oder Mathe sowie Informatik. Pflichtmodule enthalten Biologie, Biotik oder Chemie. Die Spezialisierung umfasst Wahlmodule und eine wichtige Weiterbildung als Gruppe.



Cognitive Systems

Thesis

Masters Thesis

Oral Exam

Get Thesis Topic

Enough credits

Registered for Examination

Some Credits

Registered for Examination := 30 <= Sum(Courseload Leaf, ECTS, Registered Exams);

Some Credits := Sum(Courseload Leaf, ECTS) >= 60;

Enough credits := Sum(Courseload Leaf, ECTS) >= 90;

Courseload

Scholarly Work Methods

IM1

Mandatory Modules

BM1

BM2

BM3

Optional Modules

AM11

AM12

AM21

AM22

AM31

AM32

Bridge Modules

FM1

FM2

FM3

Project Seminars

PM1

PM2

PM3

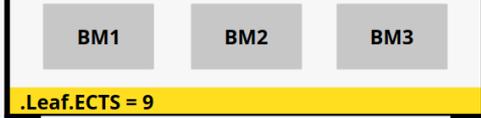
2/3

4/4

"Master of Science"

Cognitive Systems: Language, Learning, and Reasoning

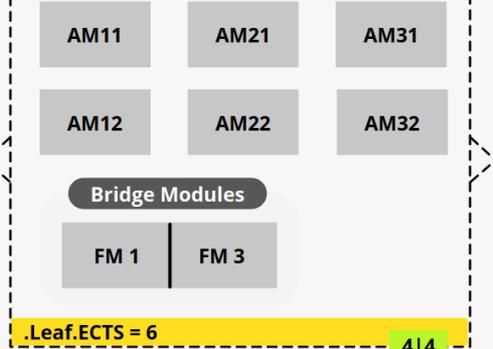
Mandatory Modules



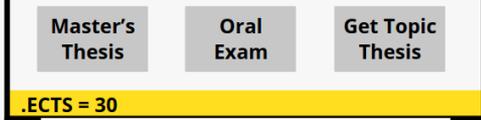
Scholarly Work Methods



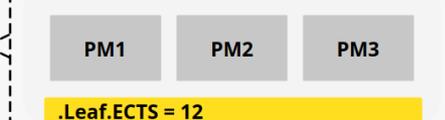
Optional Modules



Thesis



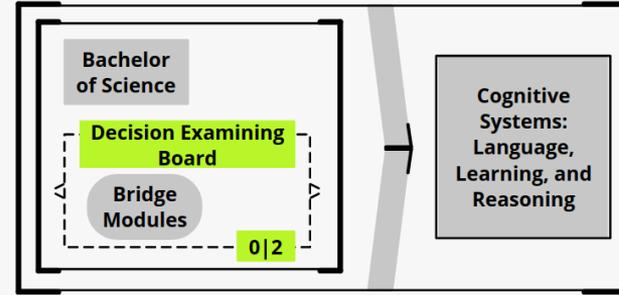
Project Seminars



necessary credit points

- ? 15 == sum (Scholarly Work Methods.Leaf, ECTS)
- ? 24 == sum (Project Seminars.Leaf, ECTS)
- ? 24 == sum (Optional Modules.Leaf, ECTS)
- ? 27 == sum (Mandatory Modules.Leaf, ECTS)
- ? 120 == sum (Cognitive Systems: Language, Learning, and Reasoning.Under, ECTS)

.duration = four semesters



?

Cognitive Systems (Master of Science) (Prüfungsordnungsversion Wintersemester 2014/15)															
Module → Lehrveranstaltungen ↓	Advanced Problem Solving Techniques	Advanced Natural Language Processing	Individual Research Module	Foundations of Computer Science	Current Topics in Computational Intelligence 1	Current Topics in Computational Intelligence 2	Foundations of Mathematics	Foundations of Linguistics	Current Topics in Computational Linguistics 1	Current Topics in Computational Linguistics 2	Current Topics in Machine Learning 1	Current Topics in Machine Learning 2	Project in Computational Intelligence	Project in Computational Linguistics	Project in Machine Learning
Advanced Problem Solving Techniques	x														
Advanced Problem Solving Techniques	x														
Advanced Problem Solving Techniques	x														
Advanced Natural Language Processing		x													
Advanced Natural Language Processing		x													
Individual Module			x												
Grundlagen der Informatik				x											
Language and Development					x	x									
Knowledge-Based Configuration					x	x									
Foundations of Mathematics							x								

Pflichtmodule erweitern

Angenommen, der Studiengang Zeitgeschichte soll angepasst werden, sodass es zusätzlich das Pflichtmodul GES_MA_008 gibt. Passen Sie die SemaLogic-Regel an, sodass auch dieses Pflichtmodul aufgeführt ist.

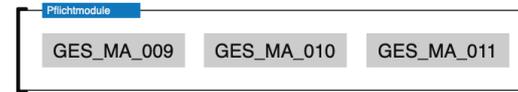
Jetzt sind Sie dran!

SemaLogic-Code

1 Pflichtmodule [GES_MA_009, GES_MA_010, GES_MA_011]

Auswerten

Visualisierung



Auswertung

⊗ Das neue Modul GES_MA_008 soll vorkommen.
Laut Aufgabenstellung soll das Modul GES_MA_008 hinzugefügt werden. Stellen Sie auch sicher, keine Tippfehler zu haben.

⊙ Die bestehenden Module GES_MA_009, GES_MA_010 und GES_MA_011 sollen weiterhin vorhanden sein.

⊙ Alle vier Module sollen Teil der Pflichtmodule sein.

⊙ Der Code sollte gut lesbar sein (z.B. sind Aufzählungen von ähnlichen Modulen numerisch sortiert).

Study regulation:

Master of Science Cognitive Systems (Prüfungsausschuss 2014/15)

Constraint specification:

Each module only occurs once.

maximum ECTS points (20)

Mockup student:

Erika Mustermann

Zahl der
Prüfungen, SWS,
Prüfungsformen,
Campus'

Auswahl
inhaltlicher
Präferenzen

Wahl von Pausen
und
Semestermengen

Completed modules	2025120252	2026120262
Individual Research Module (1)	Current Topics in Computational Linguistics 1 (1)	Project in Machine Learning (2)
Machine Learning and Data Analysis (2)	Advanced Problem Solving Techniques (2)	Project in Computational Linguistics (2)
Advanced Natural Language Processing (2)		Current Topics in Machine Learning 1 (1)
Foundations of Mathematics (2)		Foundations of Linguistics (2)

Digitalisierte Studienordnungen

>> Systemausgaben müssen immer korrekt sein

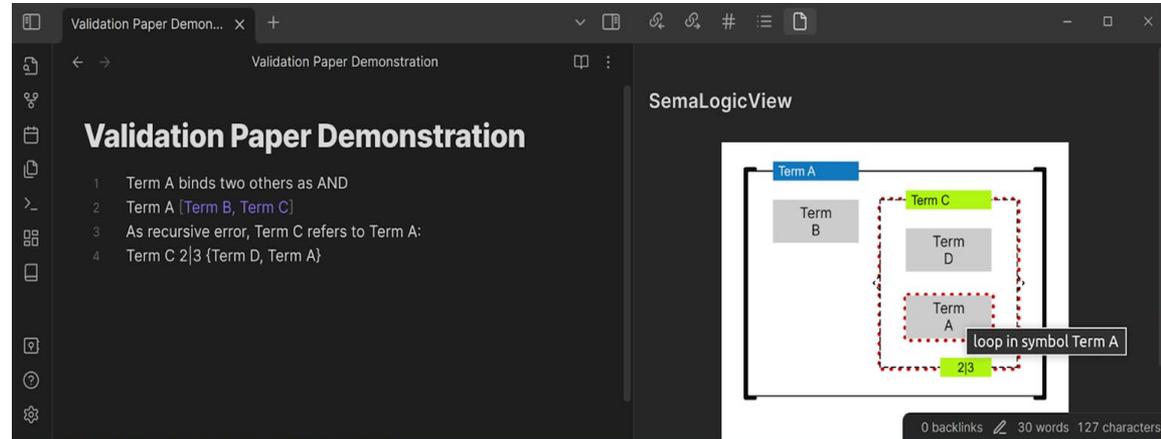
Problem: Word-Dokumente in Java-Code

Lösung: Spezifikationsprache, Parser (= Übersetzer), Validierung

- maschinenlesbar und maschineninterpretierbar
- leicht zu schreiben und zu lesen & verständlich für alle Zielgruppen
- vielfältig verwendbar
- vollständig, eindeutig und widerspruchsfrei

Erkennung von Regelverletzungen

- **Schleifen:**
rekursive Definitionen von Begriffen
- **Vollständigkeit:**
undefinierte Begriffe
- **Partitionierung:**
in unverbundene Teile gegliederte Regelsätze
- **Wertebereiche:**
instanzierte Variablen passen nicht zu definierten Wertgrenzen
- **widersprüchliche Bedingungen:**
Verknüpfung von AND und OR führt zu leerer Menge
- **leere Gruppen:**
dynamische Gruppen ohne enthaltene Elemente definiert



=> Prüfungen beim Schreiben der Ordnung (von der Heyde; Otunuya; Goebel u.a. 2022)

Logisches Schließen mit Answer Set Programming

automatisierte Beantwortung von Fragen wie:

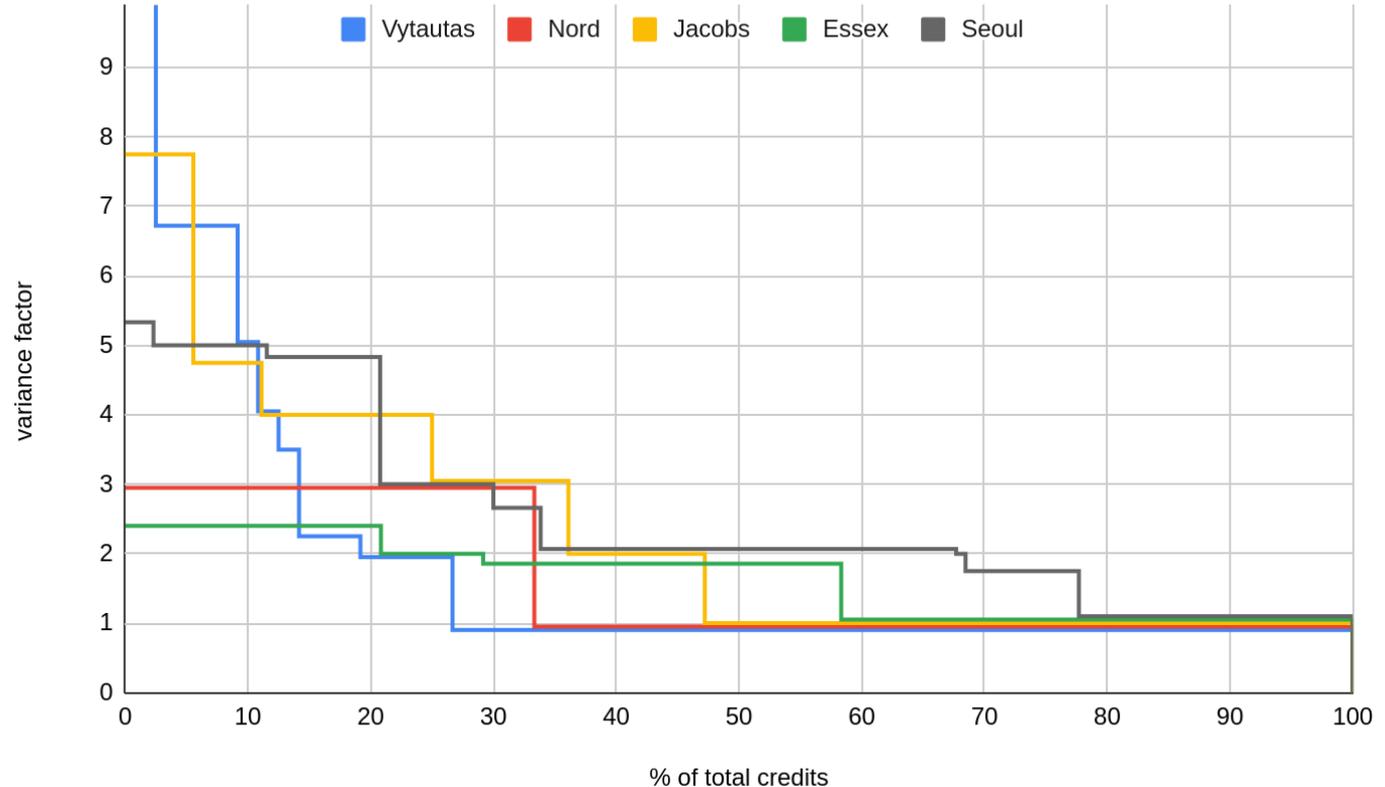
- Ist die Ordnung studierbar? **Sind die Studienanforderungen im gegebenen Zeitraum abbildbar?**
- Wäre im bisherigen Kursangebot die Ordnung studierbar? Wäre mit den bisherigen Bestehensquoten die Ordnung studierbar? Wo entstehen systematische Engpässe?
- **Welche Alternativen im Studienablauf** (d.h. welche Freiheitsgrade) haben Studierende, um die ECTS-Anforderungen zu erfüllen?
- Welche Konsequenzen hätte eine Reform im Verhältnis zu anderen universitären Angeboten?
- **An welchen Stellen bestehen kritische Inkonsistenzen mit der Rahmenprüfungsordnung?**
- Inwieweit sind die ermittelten Eigenschaften kompatibel mit der strategischen Ausrichtung/Planung der Universität/Fakultäten?
 - **Wieviele Freiheitsgrade haben die Studiengänge?**
 - **Wie robust sind die Ordnungen?**
 - Wie viele Lehrkräfte können für welchen Zeitraum ausfallen, ohne das Studienangebot zu gefährden? Wo sind Sabbaticals systematisch erschwert?
 - Welche Lehrkapazität ist für welche Studierendenzahlen nötig? Welche Verteilung der Lehrkapazität bringen die definierten Wahloptionen und Häufigkeiten von Modulen mit sich?

Freiheitsgrade

Vergleich von fünf internationalen Studiengängen im Bereich Biologie.

Bestimmung der Zahl der Alternativen pro Anteil der ECTS Punkte

(von der Heyde; Goebel 2021)



Zusammenfassung

- KI-basiertes System zur Arbeit zu und mit Studienordnungen
 - basierend auf einem symbolischen Ansatz (Logik, nicht Machine Learning)
 - Aber Verbindung von natürlicher Sprache und symbolischem Regelwerk für Menschen und Maschinen verständliche Studienordnungen
 - Unterstützungsanwendungen zu
 - Unterstützung bei der Gestaltung von Studienordnungen
 - Qualitätsmanagement & Akkreditierung
 - Unterstützung bei individueller Studienverlaufsplanung (Studierende, Beratende)
- Konsistenz von Studienangeboten und Studienplänen mit Studienordnungen
- Optimierung zu StPO-bezogenen Prozesse
- Verbesserung der Studierbarkeit

Kontakt

Kontakt

Dr. Stefan Lindow

Universität Potsdam
Institut für Informatik und Computational
Science
Komplexe Multimediale
Anwendungsarchitekturen
stefan.lindow@uni-potsdam.de



Dr. Markus von der Heyde

SemaLogic UG
markus.von.der.heyde@semalogic.de
vdH-IT
info@vdh-it.de

Quellen

- von der Heyde, Markus; Goebel, Matthias: **Die Sprache «SemaLogic» als semantische Repräsentation.** INFORMATIK 2020. Gesellschaft für Informatik, 2021. DOI: [10.18420/inf2020_48](https://doi.org/10.18420/inf2020_48).
- von der Heyde, Markus; Goebel, Matthias: **Structural comparison of curriculum design - Modelling international study programs using a logical language and its graphical representation.** In: INTED2021 Proceedings. IATED, S. 2947–2958, 2021. DOI: [10.21125/inted.2021.0631](https://doi.org/10.21125/inted.2021.0631).
- von der Heyde, Markus. **Ergebnisse der Umfrage zur Digitalisierung der Hochschulen.** 2022. DOI: [10.5281/zenodo.6948103](https://doi.org/10.5281/zenodo.6948103)
- von der Heyde, Markus; Otunuya, Henry Chuks; Goebel, Matthias; u. a.: **Automatic and Interactive Validation of Study Regulations in Higher Educations Accreditation Processes.** In: EPiC Series in Computing, Bd. 95. EasyChair, S. 320—331, 2023. DOI: [10.29007/wc93](https://doi.org/10.29007/wc93).
- von der Heyde, Markus; Hartmann, Andreas: **Strukturierte digitale Transformation von Lernen und Lehren.** In: Informatik Spektrum Bd. 46, S. 131–137, 2023. DOI: [10.1007/s00287-023-01542-y](https://doi.org/10.1007/s00287-023-01542-y).