

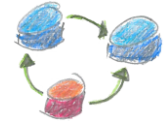
Ein Wissensmodell für die Bildung

Januar 2024

HAW Hamburg
CoKoMo – Prof. Dr.-Ing. A.Baumgart
Berliner Tor 21
20099 Hamburg

www.CoKoMo-IT.de

CoKoMo-Team@HAW-Hamburg.de



INHALT

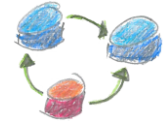
| | |
|---|----|
| <i>Unterwegs mit angezogener Handbremse im deutschen Bildungssystem</i> | 2 |
| Der Konservative Bildungsstaat | 3 |
| Der Innovationskraft von KMU fehlt die Bodenhaftung | 3 |
| Standardisierung als „Enabler“ | 4 |
| <i>Warum ein Standard für Wissen gebraucht wird</i> | 4 |
| Curricula, Lernobjekte, Suchmaschinen, Lernende – alle beziehen sich auf „Wissen“ | 5 |
| Anforderungen an ein Modell für Wissen – gestern, heute und morgen | 5 |
| <i>Wir stellen vor: CoKoMo</i> | 7 |
| Begriffe und Bedeutungszusammenhänge..... | 7 |
| Kompetenz: die Tiefendimension | 8 |
| Ist CoKoMo das richtige Wissensmodell? | 8 |
| <i>Fazit</i> | 8 |
| <i>Referenzen</i> | 9 |
| <i>Kontakt</i> | 10 |

Unser Projekt CoKoMo stellt für das BMBF-Vorhaben „Mein Bildungsraum“ ein Wissensmodell zur Verfügung. Es etabliert eine zentrale Schnittstelle zwischen Menschen und Computeranwendungen, mit dem Wissens-elemente und deren semantische Bezüge zueinander erfasst werden. Damit kann es Grundlage für heutige und zukünftige Anwendungen im EduTech-Bereich sein. Dieses Dokument beschreibt, warum wir CoKoMo als Schlüsseltechnologie in einer zukünftigen Bildungsökonomie sehen und was passieren muss, damit dieses Potential auch gehoben werden kann.

UNTERWEGS MIT ANGEZOGENER HANDBREMSE IM DEUTSCHEN BILDUNGSSYSTEM

Bildung in Deutschland orientiert sich stark an traditionellen Leitbildern – es macht Sinn, sich dies zum Einstieg klarzumachen. Im Vergleich zum sozialdemokratischen oder liberalen Bildungsstaat der skandinavischen bzw. anglo-amerikanischen Bildungssysteme setzt der konservative Bildungsstaat deutscher Ausprägung auf eine tradierte Ausdifferenzierung der Lehrangebote und auf bürokratische Regulierung statt marktwirtschaftlicher Einflussnahme. Die genannten Bildungssysteme stehen heute im Wettbewerb miteinander, um bei Produktion und Wertschöpfung in einer technologischen Welt die Nase vorn zu haben. Fachkräftemangel, fehlende Lehrer, abnehmende Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Grundfächern und besonders in MINT-Fächern zeigen, wie groß die Herausforderung heute für den Wirtschaftsstandort Deutschland ist.





DER KONSERVATIVE BILDUNGSSTAAT

Die Wahl einer solch problemorientierten Sichtweise im ersten Absatz hat folgendem Grund:

Der konservative deutsche Bildungsstaat ist denkbar schlecht aufgestellt, um innovative Dienstleistungen hervorzubringen.

Es gilt also nicht nur, ein konkretes, z.B. technisches Problem, zu lösen. Wir fragen hier nach einer grundlegenden Herangehensweise, die einen Wirtschaftszweig – die Bildungsproduktion – in die Lage versetzt, innovative, computergestützte Dienstleistungen zu entwickeln und zu vermarkten.

Diese Aussage stellt nicht die Innovationskraft heutiger kommerzieller Anbieter oder solcher des Non-Profit-Sektors mit Ihren Web-Portalen speziell im Nachhilfebereich infrage. Aus Sicht des Projekts CoKoMo soll öffentliche Bildung allerdings nicht ausschließlich auf Insellösungen mit inkompatiblen Formaten für Lernobjekten und Wissensmodellierungen basieren – wie heute. Gesucht ist vielmehr ein Gedeihraum, in dem viele kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) neue, dezentrale Dienstleistungen zu schulischer und universitärer Bildung anbieten können. Und der gleichzeitig den transparenten Zugang für open-source Inhalte oder Algorithmen ermöglicht. Dass dies im Moment nicht möglich ist, hat ökonomische und organisatorische Gründe.

Hier soll aus Sicht der Organisation des Bildungsmarktes die Frage geklärt werden: welche Maßnahmen helfen, die Handbremse in einem dezentralen, offenen EduTech-Markt zu lösen?

DER INNOVATIONSKRAFT VON KMU FEHLT DIE BODENHAFTUNG

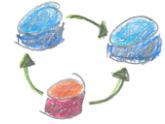
Anbieter im eLearning sind heute erfolgreich, wenn sie Komplettlösungen für ein spezielles Problem – z.B. Nachhilfe für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe 1 im Fach Mathematik (für Gymnasien im Bundesland Hamburg) - anbieten. Und diese Angebote sind oft von sehr hoher Qualität. Da Lerninhalte, Analyseverfahren, Lehrinterventionen, User-Experience und individuelle Lernstände aber in einer Insellösung gekapselt sind, ist ein Austausch mit dem staatlichen Bildungssystem und ihren Einrichtungen oft schwierig und funktioniert nur als „Einbahnstraße“ vom Anbieter hin zur Schule. Aus Sicht von CoKoMo braucht öffentliche Bildung aber eine offene Bildungslandschaft.

Dies gilt zwar in ähnlicher Weise für Schulbuchverlage – die im Moment einzigen signifikanten marktwirtschaftlichen Elemente in der staatlichen Bildungsproduktion. Allerdings werden IT-Dienstleistungen vermutlich einen deutlich größeren Einfluss haben.

Nehmen wir an, die ökonomischen Aspekte dieses Problems sind behebbar. Dann bleibt die Frage: wie kann ein Start-Up-Unternehmen am Markt erfolgreich sein, ohne Bildung komplett selbst neu zu erfinden?

Eine solche Herausforderung hat Deutschland in einem anderen Kontext eine nachhaltige Erfolgsgeschichte beschert: die Entstehung von vielen KMUs in der Industrialisierung auf der Grundlage von Normen. Für diesen Paradigmenwechsel entwickelte Deutschland im angehenden 20ten Jahrhundert ein Rahmenwerk von klar definierten Schnittstellen. Damit konnten Waren und Dienstleistungen wie Schrauben und Muttern (DIN EN ISO 225) oder Prozesse zum Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9000) reibungsfrei zwischen Personen und Unternehmen ausgetauscht werden. Ein Unternehmen, das Schrauben und Muttern herstellt, kann diese an viele Interessenten verkaufen. Unter der Position „Sechskantschraube mit Schaft DIN 931 A2, M 5 x 40“ verstehen dann Kunde und Lieferant exakt das gleiche.





Dem deutschen Bildungsmarkt fehlen aus Sicht von CoKoMo genau diese normierten Schnittstellen, um einen teilweise marktwirtschaftlich-ökonomisch organisierten EduTech-Bereich zu entwickeln.

STANDARDISIERUNG ALS „ENABLER“

In CoKoMo haben wir deshalb gleich zu Beginn des Projekts ein Value-Network erarbeitet: ein Netzwerk von Stakeholdern – existierende wie zukünftige – mit den zwischen ihnen ausgetauschten Mehrwerten. Dabei wird klar: ohne eine normative Schnittstelle für das, was wir „Wissen“ nennen, funktioniert ein offener Bildungsmarkt nicht gut.

Dabei verstehen wir unter „Wissen“ eine möglichst eindeutige Erfassung eines Lernziels. Ein Beispiel:

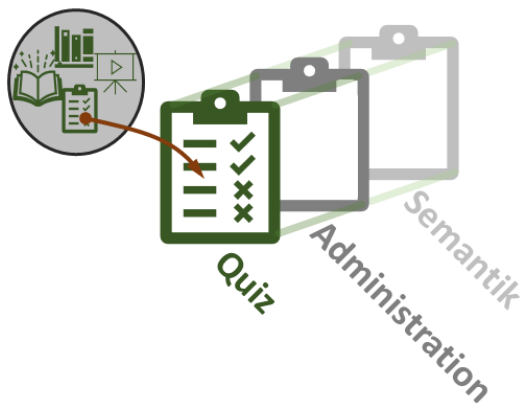


Bild 1: Metadata für Lernobjekte

In einem Katalog von Lernobjekten (Videos, Bücher, Tests, ...) gibt es ein Quiz zum Thema „Quadratische Gleichungen“. Damit das Lernobjekt außerhalb eines festen Kontextes gefunden und wiederverwendet werden kann, muss es mit maschinenlesbaren Metadaten auf einem administrativen Layer („wurde erstellt von“, „ist vom Typ Quiz“, „ist im Moodle XML format“, ...) und einem semantischen Layer („Das Quiz testet das Lernziel >ich kann quadratische Gleichungen mit reell-wertigen Koeffizienten mit der p-q-Formel lösen<“) verknüpft werden.

Für den administrativen Layer gibt es De-facto-Standards wie z.B. AMB, basierend auf LRMI und schema.org, oder Ansätze für De-jure-Standard wie im deutschen Normenausschuss NA 043-01-36 AA "Lerntechnologien" für die ISO-IEC 19788-1.

Was es noch nicht oder noch nicht passend gibt sind Metadatenstandards für die semantische Erfassung von Wissens-elementen. Das bietet CoKoMo.

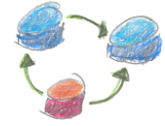
Traditionell wird Semantik über Begriffe transportiert. Also über „Quadratische Gleichungen“ im Beispiel oben. Diese informelle und unscharfe Adressierung von Wissen ist allerdings im Zusammenhang mit Computeranwendungen eher ineffizient.

WARUM EIN STANDARD FÜR WISSEN GEBRAUCHT WIRD

Die Suche nach einem Begriff – z.B. „Quadratische Gleichungen“ - liefert bei einer Suche im Internet die Inhalte, die durch eine Suchmaschine mit dem Begriff assoziiert werden. In der Informatik nennt man eine Darstellung von Begriffen und deren Beziehungen zueinander eine „Ontologie“, im obigen Beispiel in seiner einfachsten Form als lose Begriffssammlung.

Das Problem mit Begriffen beginnt bei der Unschärfe der Abgrenzung des Begriffs zu seinen Nachbarn. Ist mit „Quadratische Gleichung“ wirklich die Gleichung – als Gleichung, bei der die linke Seite ein Polynom 2-ten Grades mit reell-wertigen Koeffizienten und der rechten Seite von Null – gemeint? Oder ist ein bestimmtes Lösungsverfahren gemeint? Soll ein bestimmtes Lösungsverfahren nur genannt oder angewendet werden? Und wenn Begriffe – wie oben - allein für sich stehen, gibt es auch keinen Kontext, aus dem man die Antworten auf diese Fragen ableiten könnte.





In CoKoMo haben wir lange um die richtige Ontologie – oder das „Wissensmodell“ – gerungen. Unsere zentrale Erkenntnis ist diese: die Ausformulierung des Meta-Modells zur Ontologie für Bildung kann nur aus den Use-Cases der Stakeholder kommen. Es macht also keinen Sinn, die Informatik zu möglichen Ausformulierungen von Ontologien zu befragen und dann eine zu wählen.

Das Problem: die Stakeholder, vor allem die zukünftigen, kennen wir nicht.

CURRICULA, LERNOBJEKTE, SUCHMASCHINEN, LERNENDE – ALLE BEZIEHEN SICH AUF „WISSEN“

Um die Stakeholder im Bildungssystem besser zu verstehen, haben wir kleinteilig alle Menschen und Funktionen aufgenommen, die uns für die Bildungsproduktion wichtig erscheinen. Angefangen haben wir mit Lehrkräften und Schülern, Eltern, Entwicklern von Lernobjekten und Curricula-„Designern“. Und wir haben klassische Lern-Management-Systeme heruntergebrochen in Anbieter für einen Katalog mit Lernobjekten, Lerntests, Learning-Analytics, Qualitäts-Management usw. Hinzu kommen Funktionen, die im klassischen Bildungsumfeld nicht explizit ausgewiesen werden – wie z.B. den Lehrkonzept-Entwickler – oder die es noch gar nicht gibt – wie Entscheidungssysteme für die Wahl von pädagogischen Interventionen.

Beispiele von Algorithmen, die von „unseren“ Stakeholdern geliefert werden sollen, sind:



ein Analyse-Modul, das aus Eingaben von Lernenden – z.B. Test-Ergebnissen oder Aussagen – einen Status dieser Person modelliert,



ein Entscheidungs-Modul für pädagogische Interventionen, das individuelle und situativ-motivierte Entscheidungen über die nächste Lehrintervention trifft,



ein „Erfahrungs“-Modul von formalisierten Interventionsoptionen, die aus didaktischer Sicht als sinnvoll erachtet werden; hier könnte auch KI ihren ersten Einsatz haben und



ein Katalog-Modul mit Lernobjekten (Texte, Videos, Tests, Projekt-Aufgaben, ...).

Nach unserer Vorstellung beziehen sich alle diese und weitere Stakeholder auf fachliches Wissen als elementaren Produktionsfaktor. Dabei verwenden wir den Begriff des Lernziels als detaillierteste Ausformulierung eines Wissenselements. Drei Beispiele dazu:

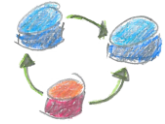
- Ein Curriculum definiert einen Ausschnitt des Weltwissens als Aggregation von Lernzielen für einen (zertifizierbaren) Abschluss.
- Eine Lehrintervention zielt auf das möglichst effiziente Erreichen eines Lernziels ab.
- Ein Lernobjekt vermittelt Wissens Elemente zu einem bestimmten Lernziel.

Je eindeutiger fachliches Wissen und seine Elemente adressiert werden können, desto besser können Stakeholder – Menschen wie Computer – sich in einem gemeinsam vereinbarten Wissensraum orientieren und in der Bildungsproduktion davon profitieren.

ANFORDERUNGEN AN EIN MODELL FÜR WISSEN – GESTERN, HEUTE UND MORGEN

Unsere erste und wichtigste Aufgabe in CoKoMo war es, ein bestimmtes Meta-Modell für die Erfassung von Wissen festzulegen, um es in der Web-Applikation zu implementieren. Dieses Meta-Modell legt fest, aus welchen Kategorien von Elementen das Wissen unseres Modells aufgebaut wird





und welche Regeln für die Erstellung gelten. Dabei haben wir uns aus pragmatischen Gründen ganz auf konzeptionalisiertes / abstraktes Wissen konzentriert.

Die Anforderungen der vielen Stakeholder, die wir aus unserem Value Network entnehmen können, sind zum Teil sehr unterschiedlich. Wir haben deshalb einen Vertreter ausgewählt, der in besonderer Weise die Anforderungen auch zukünftiger Dienste repräsentiert: Das „Intelligent Tutoring System“ (ITS). Es steht für einen Algorithmus-basierten Agenten, der individuell eine Schülerin oder einen Studenten beim Lernen unterstützt. Ein ITS ist damit der „digital Twin“ einer menschlichen Lehrkraft. Mit dem ITS als Referenz können wir in besonderer Weise deutlich machen, wie Menschen und Maschinen das Modell in vergleichbarer Weise nutzen können.

Die immanente Herausforderung des Agenten ist es, eine zweckmäßige, fachliche Lehrintervention auf der Grundlage von Wahrnehmungen zu einem lernenden Menschen zu formulieren.

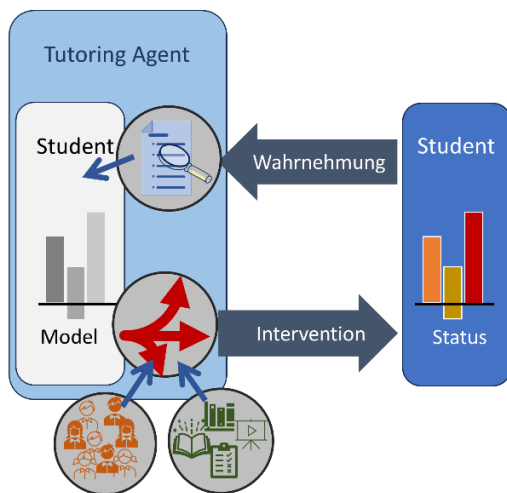


Bild 2: Funktionen eines Tutoring Agents.

Dafür sind „Analyse“- und „Entscheidungs“-Funktionen erforderlich. Entscheidungen im Sinne der zweckmäßigen Verfolgung eines Ziels (Lehrintention) benötigen Handlungsoptionen, also „Erfahrungen“. Und schließlich muss daraus eine konkrete Lernintervention erfolgen, die der Agent z.B. aus einem Fundus von Lernobjekten abrufen.

Wir fragen also nach möglichen Formalisierungen von pädagogischen Handlungen. Und die haben wir gefunden bei Kognitionswissenschaftlern und Didaktikern aus den USA der 1980er Jahre. Es fällt auf, dass die Protagonisten dieser Modelle oft Physiker oder Ingenieure waren, die diesen Formalisierungen eine gemeinsame Prägung geben.

Den Anfang macht jedoch der Psychologe Benjamin Bloom mit seiner Lernzieltaxonomie, die in vielen Zusammenhängen adaptiert wurde – bis hin zum Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse. Die weiteren Strukturelemente zur Wissensdarstellung haben wir Arbeiten insbesondere der Wissenschaftler Frederick Reif, Andrea diSessa und Alexander Romiszowski entliehen.

Auf Basis ihrer Arbeiten entstand unser grobes Konzept für die Funktionen eines Tutoring Agents, allerdings nur als Mittel zum Zweck. Denn der eigentliche Zweck ist das Design eines zweckmäßigen Wissensmodells. Dabei ist wichtig festzuhalten, dass die Funktionen des Agenten sich immer auf dasselbe Wissensmodell beziehen müssen, um wie skizziert zu funktionieren. Mit dem gemeinsamen Wissensmodell geht ein weiterer wichtiger Aspekt zum Datenschutz einher: Der Agent kann in diesem Setting autark im Datenraum z.B. einer Schülerin agieren – die Funktionen des Agenten kommen ohne einen Austausch von persönlichen Daten mit externen Systemen aus. Wir gehen davon aus, dass die Datensparsamkeit, die unser Wissensmodell ermöglicht, ein entscheidender Wettbewerbsvorteil im deutschen Bildungssystem sein wird.

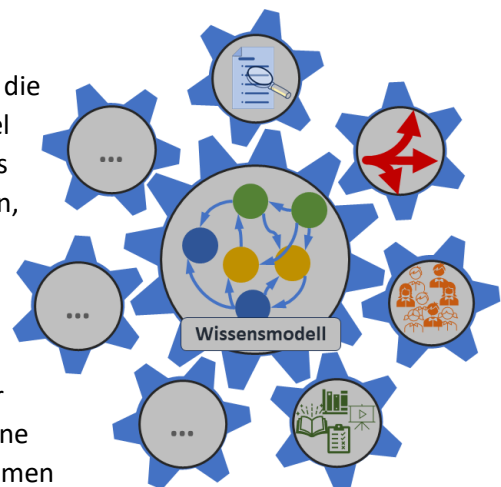
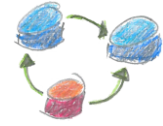


Bild 3: Das normative Wissensmodell als Integrationsknoten für EduTech-Anwendungen





WIR STELLEN VOR: CoKoMo

Das Ergebnis dieser Entwicklung ist ein Meta-Modell für konzeptualisiertes Wissen. Die Web-Anwendung „CoKoMo“ dazu stellen wir frei unter

- <https://cokomo.code4you.com>

zur Verfügung. Auf den Seiten

- <https://CoKoMo-IT.de>

sind die Schnittstellen zu unserem Datenmodell für Menschen (das GUI) und für Maschinen (API) dokumentiert. Mit der Anmeldung stellen wir auch ein Demo-Modell für Mathematik-Wissen aus dem Curriculum der Sekundarstufe 1 bereit.

In unserem Modell unterscheiden wir dabei zwei Ausprägungen von Wissen:

- einer Strukturierung von Wissen nach Begriffen mit ihren Bedeutungszusammenhängen und
- einer Erfassung der Lerntiefe, die wir Kompetenz nennen.

BEGRIFFE UND BEDEUTUNGSZUSAMMENHÄNGE

Als Beispiel für ein Wissensmodell zeigen wir hier das Lösungsschema „Statik starrer Körper“ aus der Technischen Mechanik für das erste Semester im Studiengang Maschinenbau:

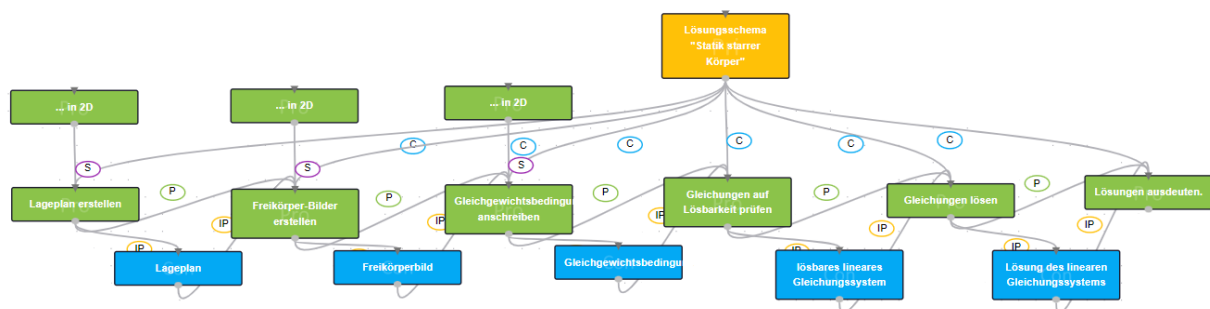
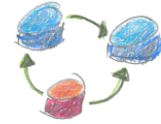


Bild 4: Das Wissensmodell für einen Ausschnitt des Moduls „Technische Mechanik 1“.

Im Bild erkennt man Karten in unterschiedlichen Farben. Diese stehen für Begriffe in unterschiedlichen Kategorien. So steht z.B. die blaue Karte „Freikörperbild“ für die Konzeptualisierung eines Freikörperbildes. Eine grüne Karte, z.B. „Gleichgewichtsbedingungen anschreiben“ steht für einen Prozess, beim dem aus einem Freikörperbild die (Gleichungen der) „Gleichgewichtsbedingung“ des Systems gewonnen werden. Und die gelbe Karte steht für das Prinzip des „Lösungsschemas ‚Statik starrer Körper““. Die drei Kategorien für Wissenselemente unseres Modells sind also „Concept“ (Konzeptualisierung), „Prozess“ und „Prinzip“.

Die Instanzen dieser drei Typen von Wissens-elementen sind über Bedeutungszusammenhänge miteinander verknüpft. So ist das „Freikörperbild“ das Ergebnis („Product of“) des Prozesses „Freikörperbild erstellen“. Auch für diese Bedeutungszusammenhänge haben wir zulässige Kategorien festgelegt.





In den Details zu einem Begriff werden jeweils der Typ des Elements und seine Verbindungen zu seinen Nachbarelementen angezeigt. Unter dem Menüpunkt „Kompetenzbasis“ finden sich dann eine Beschreibung des Wissenslements und weitere Informationen – wie zum Beispiel eine Sammlung alternativer Begriffe zu einem Element. Für den Prozess „Freikörperbild erstellen“ steht so als alternativer Begriff „Freischneiden“. Sucht man nun in seinem Modell nach dem Wissenslement „Freischneiden“, so landet man bei dem Element mit dem offiziellen Namen „Freikörperbild erstellen“.

KOMPETENZ: DIE TIEFENDIMENSION

Jedes der Wissenslemente ist in CoKoMo nach der Bloomschen Taxonomie mit seinen Lernzielsätzen untersetzt. Das bedeutet: zu jedem Element gibt es auf jeder der sechs Kompetenzstufe eine Reihe von Lernzielsätzen. Beispiel: „Ich kann erläutern, warum die Gleichungen zum statischen Gleichgewicht eines Systems auf Lösbarkeit überprüft werden sollen.“ Nach Bloom gehört diese Aussage in die zweite Kategorie „Verstehen“ der Bloomschen Lernzieltaxonomie.

IST CoKoMo DAS RICHTIGE WISSENSMODELL?

Mit der qualitativen Unterteilung eines Wissensgebiets in Begriffe (Elemente) mit Ihren jeweiligen Bedeutungszusammenhängen projizieren wir dessen Semantik in ein Graphenmodell. Die Kompetenz-Dimension ermöglicht es weiter, zu jedem Element die Kompetenz strukturiert zu erfassen.

Dieses Vorgehen kombiniert etablierte und erprobte Formalisierungen von Wissen, wie sie von Lernpsychologen, Kognitionswissenschaftlern und Didaktikern beschrieben wurden. Sie ist bei weitem nicht die einzige mögliche Formalisierung von Wissen – auch das soll gesagt sein. So wie es verschiedene Möglichkeiten für das Design von Schrauben gibt, gibt es auch verschiedene Möglichkeiten zum Design von Meta-Modellen für Wissen. Der ökonomische und organisatorische Wert liegt bei beiden im normativen Character des Modells: Ziel ist es, ein einheitliches Verständnis zwischen beteiligten Menschen und Organisationen eines Marktes herzustellen. So können Produktionsfaktoren reibungsfrei und effizient zwischen Marktteilnehmern ausgetauscht werden.

FAZIT

Traditionell wird deutsche Bildung im Vergleich zu anderen – vor allem nordischen – Staaten als Selbstbedienungsmarkt verstanden. Übergeordnete Behörden legen einen Lehrplan fest, Lehrkräfte stellen dessen Inhalte vor und Schüler bedienen sich am Angebot – oder nicht. An Hochschulen sieht es ähnlich aus. Aber dieses Modell „konservativer Bildungsstaat“ kann allem Anschein nach den Anforderungen nicht mehr genügen. Und was jetzt?

Eine neue, effizientere Ausprägung des Bildungsmarktes wird mehr Dienstleistungen für Schüler und Studierende bieten müssen, z.B. Coaching, individuelle Tutorien und passende Unterstützung bei selbständigem Lernen. Damit dieser Paradigmenwechsel für Lehrkräfte und Lernende gelingt, braucht es auch innovative IT-Lösungen, die mit marktwirtschaftlich-ökonomischen Ansätzen die neue Bildungsproduktion unterstützen.

Details

Gleichungen auf Lösbarkeit prüfen

Unbekannte und Gleichungen abzählen; ggf. zusätzlich erforderliche Gleichungen, z. B. für Reibungs- oder Federkräfte, für Stoffverhalten (z. B. Hookesches Gesetz) usw. Nicht interessierende Variable eliminieren...

ZUR KOMPETENZBASIS >>

Procedure

← Lösungsschema "Statisch starrer Körper" Principle

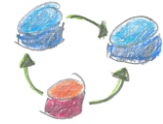
← Gleichgewichtsbedingung Concept

→ Gleichungen lösen Procedure

→ Lösbares lineares Gleichungssystem Concept

Bild 5: Details zum Element „Gleichungen auf Lösbarkeit prüfen“.





Wir sehen CoKoMo dabei als Enabler für neue Technologien in einem verteilten und offenen, zukünftigen EduTech-Markt. Als normative Schnittstelle für Menschen und Lehrkräften bietet unser Wissensmodell die Grundlage für einen Interessenaustausch zwischen individuellen Personen, öffentlichen Institutionen und marktwirtschaftlich-ökonomisch agierenden Unternehmen – einem Markt, in dem konsum- oder investitionsorientierte Sichtweisen auf Bildung und Erziehung allein zu kurz greifen.

Unsere Schlussfolgerungen:

- Der anstehende Paradigmenwechsel in der Bildungsproduktion braucht – ähnlich wie bei der industriellen Revolution – normative Schnittstellen zwischen Stakeholdern als „Enabler“ für einen Markteintritt von KMUs. Damit soll die staatlich-bürokratische Bildungsproduktion dosiert für Dienstleistungen von Unternehmen geöffnet werden.
- CoKoMo kann ein mögliches Instrument des institutionalisierten Regulierungssystems sein. In der anstehenden Ökonomisierungs- oder Privatisierungsdiskussion kann es dabei helfen, die gewünschten Akteure mit ihren Investitionen und Innovationen in den Bildungsmarkt zu bringen.
- Die Entscheidungen über die richtige Ausprägung dieser Regulierungssysteme ist in letzter Konsequenz eine politische und keine technische.

REFERENZEN

Bücher zum Thema:

Graßl, H. (2019). *Ökonomisierung der Bildungsproduktion: Zu einer Theorie des konservativen Bildungsstaats*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
<https://doi.org/10.5771/9783845291239>

Legler, B. (2017). *Analyse der deutschen Bildungswirtschaft im Zeichen der Digitalisierung – Wirtschaftliche Bedeutung, Potentiale und Handlungsbedarf* [Studie]. WifOR GmbH.
<https://www.wifor.com/uploads/2020/05/Hofmann-et-al.-2018-Analyse-der-deutschen-Bildungswirtschaft-im-Zeiche.pdf>

Nassehi, A. (2021). *Unbehagen: Theorie der überforderten Gesellschaft*. C.H. Beck.

Padgham, L., & Winikoff, M. (2004). *Developing intelligent agent systems: a practical guide*. John Wiley.

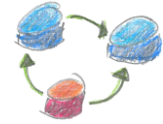
Paquette, G. (2010). *Visual Knowledge Modeling for Semantic Web Technologies: Models and Ontologies*. IGI Global. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-839-5>

Reif, F. (2008). *Applying cognitive science to education: thinking and learning in scientific and other complex domains*. MIT Press.

Links zu CoKoMo

- <https://cokomo.code4you.com>
- <https://CoKoMo-IT.de>





Diese Arbeit wurde freundlicherweise gefördert vom BMBF / EU, NextGenerationEU; grants:
„Gestaltung der Nationalen Bildungsplattform“.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Funded by the
European Union

NextGenerationEU

Grant No: 16INB2010

KONTAKT



Andreas Baumgart

... ist seit 2014 Professor für Mechanik und Angewandte Mathematik an der Fakultät Technik und Informatik der HAW Hamburg. Er beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Bildungsressourcen in offenen Lern-Management-Systemen (Moodle) und hat in seinem früheren Leben Industriestandards mitgeschrieben. Er ist Lead-Auditor für den DIN ISO 9000 Standard.

