

Digital competence directory with semantic web technology

Linking digital proofs of competence with machine-readable competence definitions: A practical solution used in the Open Virtual Mobility project.

Johannes Konert¹, Ilona Buchem² and Jonathan Stoye³

Abstract: Competences that can be understood as dispositions for coping with complex requirements are difficult to define due to their indirect measurability and their dependence on action contexts. A definition needs to be explicit enough so that they can be recognized automatically, linked and examined for their similarity. A first step is modelling and availability in digital form by means of semantic structures. The article first presents different perspectives on the modelling of competences, then describes the application scenario of the EU Erasmus+ project Open Virtual Mobility (OpenVM) for flexible graph-based structures, in which proven competences are identified by means of digital proof of competence on the basis of the Open Badges standard. Issued Open badges refer to the competence specifications available in a digital competence directory. In the following, the focus is on the requirements for such a semantic directory, the selected technologies and the scope of the resulting prototype that will be used within the OpenVM project.

Keywords: Semantic Web, Competence, digital credentials, specification, relations, Open Badges, alignment, web technologies, competency directory.

¹ Beuth Hochschule für Technik, FB VI, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, jkonert@beuth-hochschule.de

² Beuth Hochschule für Technik, FB I, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, buchchem@beuth-hochschule.de

³ <http://jonathanstoye.de>, Walter-Franck-Zeile 3a, 12353 Berlin, info@jonathanstoye.de

Digitales Kompetenzverzeichnis mit Technologien des Semantic Web

Verknüpfung von digitalen Kompetenznachweisen mit maschinen-lesbaren Kompetenzdefinitionen. Eine Praxislösung im Open Virtual Mobility Projekt.

Johannes Konert⁴, Ilona Buchem⁵ und Jonathan Stoye⁶

Abstract: Kompetenzen, die als Dispositionen zur Bewältigung von komplexen Anforderungen verstanden werden können, sind aufgrund indirekter Messbarkeit und der Abhängigkeit von Handlungskontexten schwer so zu definieren, dass sie maschinell erkannt, verknüpft und auf ihre Ähnlichkeit untersucht werden können. Ein erster Schritt ist die Modellierung und Verfügbarkeit in digitaler Form mittels semantischer Strukturen. Der Beitrag stellt zunächst verschiedene Sichtweisen auf die Modellierung von Kompetenzen vor, um dann für flexible Graphen-basierte Strukturen das Anwendungsszenario des EU Erasmus+ Projektes Open Virtual Mobility (OpenVM) vorzustellen, in welchem nachgewiesene Kompetenzen mittels digitaler Kompetenznachweise auf der Basis des Standards Open Badges ausgewiesen werden. Open Badges verweisen auf die in einem digitalen Kompetenzverzeichnis abrufbaren Kompetenzspezifikationen. Der Fokus liegt im Folgenden auf den Anforderungen an ein solches semantisches Verzeichnis, den gewählten Technologien und dem Umfang des entstandenen Prototyps, der im Rahmen des Projektes OpenVM eingesetzt wird.

Keywords: Semantic Web, Kompetenzen, digitale Kompetenznachweise, Spezifikation, Relationen, Open Badges, Alignment, Webtechnologien, Kompetenzverzeichnis.

1 Einleitung

Spätestens seit der Unterzeichnung der Bologna-Verträge 1999 strebt auch das Hochschulsystem in Europa neben den Wirtschaftsunternehmen eine Orientierung hin zur besseren Sichtbarkeit, Messbarkeit und Zertifizierung der Kompetenzen eines jeden einzelnen Studierenden, Arbeitenden (oder Lernenden) an [BB13]. Demnach folgen mitunter zwei Herausforderungen: Zur angestrebten Messbarkeit der Kompetenzen und zur Vergleichbarkeit der Qualifikationen für den Arbeits- und Bildungsmarkt ist eine formale Definition und darüber hinaus auch ein Prozess zur Vergleichbarkeit von Kompetenzen erforderlich. Auf beides wird im Folgenden näher eingegangen.

Nach der sehr bekannten Definition nach Weinert, bezieht sich eine Kompetenz auf die „(...) kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie

⁴ Beuth Hochschule für Technik, FB VI, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, jkonert@beuth-hochschule.de

⁵ Beuth Hochschule für Technik, FB I, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, buchem@beuth-hochschule.de

⁶ <http://jonathanstoye.de>, Walter-Franck-Zeile 3a, 12353 Berlin, info@jonathanstoye.de

die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften, damit die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll genutzt werden können.“ [We01, S.27]. Die Definition verweist auf den adäquaten Umgang mit bestimmten Problemen (als Aufgaben) und Situationen, in dem sich eine Kompetenz erst als solche manifestiert. Diese Kontextualisierung im Kompetenzbegriff sieht auch Meyer, der Kompetenzen definiert als „(...) nicht direkt messbare Potenziale, eine Leistung innerhalb eines komplexen Handlungsrahmens zu erbringen, die selbstorganisierend im Menschen vorliegen.“ [Me06, S.8], ebenso Klieme und Leutner. Dort sind Kompetenzen „(...) kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen“ [KL06, S.879]. Als Dispositionen werden Kompetenzen auch vom Erpenbeck und von Rosenstiel [ER07] verstanden und zwar „als Fähigkeiten zur Selbstorganisation des Handelns, als Selbstorganisationsdispositionen.“ *Kompetenzen können demnach als Dispositionen im Sinne von entwickelten inneren Voraussetzungen zur Bewältigung von komplexen Anforderungen* gesehen werden. Dabei liegt die Herausforderung darin, dass Kompetenzen nicht unmittelbar beobachtbar, messbar und erfassbar sind. . Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass Kompetenzen nur anhand der beobachtbaren Leistung in bestimmten Situationen ermittelt werden können und damit von Messverfahren selbst und der Aufgabenstellung konstituiert werden [ER07].

Basierend auf der Definition nach Weinert resultiert eine feinere Aufgliederung und Systematisierung der Kompetenzen in die Kategorien Fach-, Methoden-, -Sozial, und Persönliche Kompetenzen. Das kann in der Praxis zum Problem führen, wie eine Kompetenz einzuordnen ist, die in mehrere dieser Kategorien passt. Daher ist eine Strukturierung von Kompetenzen als vernetzte Struktur flexibler als tabellarische Kompetenzbeschreibungen und erlaubt es, unterschiedlichste Kompetenzdefinitionen systematisch miteinander zu verbinden. Diese Verbindungen können semantische Bedeutungen erhalten, bspw. *ist-identisch-mit*, *ist-Teil-von* oder *ist-Voraussetzung-für*. Ebenso ist es möglich, die gleiche Kompetenz mehrfach in unterschiedlichen Kompetenzrahmenwerken zu definieren und dann die Gleichheit mittels eines Verweises (Verbindung) untereinander zu kennzeichnen. Für eine globale Nutzung sind Querbezüge zwischen den Kompetenzrahmenwerken notwendig, um diese Inseln mittels Brücken zu verbinden, damit Qualifikationen über Grenzen hinweg für Menschen und Maschinen vergleichbar werden.

Im weiteren Verlauf wird die entwicklungsorientierte Sicht (als Dispositionen) auf Kompetenzen und ein strukturbasierter Ansatz (Graphen-basiert) verfolgt.

2 Stand der Technik

Die wesentliche Herausforderung beim maschinellen Vergleich von Kompetenzdefinitionen ist die Abhängigkeit vom verwendeten Vokabular. Das Problem nimmt zu, wenn Definitionen in andere Sprachen übersetzt werden. Teilweise kann die

Mehrdeutigkeit durch maschinelle Lernalgorithmen behoben werden, die die Ähnlichkeit auf der Grundlage statistischer Modelle und Sprachanalysen berechnen. Dennoch setzt die fehlende explizite semantische Verknüpfung der Präzision dieser Ansätze Grenzen. Seit es das World Wide Web gibt, hat die Menschheit daran gearbeitet, maschinenlesbare, verknüpfte Strukturen zu definieren, die für den Menschen noch handhabbar (und lesbar) sind. Dazu wurden Standards geschaffen, wie die Standard Generalized Markup Language (SGML), die eXtensible Markup Language (XML), Resource Description Framework (RDF), für die Webnutzung RDFa [W318a], Web Ontology Language (OWL) und JavaScript Object Notation Linked Data (JSON-LD) [W318b].

Während manche Kompetenzrahmen noch in primär menschenlesbaren Formaten als Tabelle im herunterladbaren PDFs vorliegen, können Formate des Semantic Web genutzt werden, um die Metadaten (Attribute) einer Kompetenz und ihre Querverweise auszudrücken. Die jüngste Entwicklung hin zu verknüpften Daten (LD) in einer verteilten Struktur (unter Verwendung der Formate RDFa oder JSON-LD) basiert auf eindeutigen Ressourcenbezeichnern (IRI). IRIs ermöglichen einen eindeutigen Bezug zu einem Konzept oder einer Instanz, die in einem anderen Kontext (Domäne) definiert ist, z.B. durch die Verwendung von standardisierten LD-Verweisen wie *isSimilarTo* [He18]. Das Format RDFa ist für eine Erweiterung von HTML mit semantischen Daten vorgesehen, während JSON-LD das geeignete Format für den Austausch semantischer Daten zwischen (Computer-)Systemen ist. Dieses Format ist derzeit zu bevorzugen, zumal die weiter unten in Abschnitt 3 noch erläuterten Open Badges seit Version 1.1 [OG17] auf JSON-LD-Unterstützung setzen. Dennoch können RDFa und JSON-LD ineinander umgewandelt werden.

Neben dem Format ist zur Darstellung der semantischen Bedeutung von Kompetenzen und deren Referenzen auch das verwendete Vokabular relevant. Das Vokabular ist der Satz von Substantivbegriffen für Knoten und Beziehungsbegriffen für Kanten, die verwendet werden, um die Kompetenzdefinitionen und deren Struktur in einem Graphen auszudrücken. Im Projekt InLOC ELM 2.0 [Eu13], wurde ein Schema modelliert, womit mittels semantischer Metadaten Kompetenzen und dazu passende (messbare) Lernergebnisse verknüpft werden. Mit Integrating Learning Outcomes and Competences (InLOC) hat das Projektteam einen europäischen Standard veröffentlicht, der in der Lage ist, alle bestehenden Kompetenzframeworks in semantischer und maschinenlesbarer Form auszudrücken. Leider fehlt eine Implementierung von InLOC in der Praxis komplett. Die europäische Klassifizierung für Fähigkeiten/Kompetenzen, Qualifikationen und Berufe, d. h. European Skills Competencies and Occupations Frameworks (ESCO)⁷ knüpft an die Erfahrungen aus InLOC an. ESCO umfasst die Definition eines Vokabulars, um Kompetenzen, Fähigkeiten, Berufe und deren Beziehung zueinander auszudrücken. Passend dazu sind für Tausende von bestehenden Berufen (- Stellenbeschreibungen) in verschiedenen Sektoren die arbeitsplatzspezifischen und fächerübergreifenden Kompetenzen abrufbar. Wie InLOC ermöglicht ESCO den Ausdruck semantischer Beziehungen zwischen Kompetenzen innerhalb von ESCO, aber auch den Bezug von

⁷ <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1326&langId=de> Letzter Aufruf 28.05.2019

Ähnlichkeiten zu anderen Kompetenzrahmen als ESCO [Eu14]. Da dies ein wesentlicher Aspekt ist, um eine dezentrale, vernetzte Struktur von Kompetenzrahmendefinitionen zu ermöglichen, die sich gegenseitig referenzieren, wird im Folgenden der ESCO Datensatz und Vokabular benutzt. Es bleibt die Frage offen, ob Schemata und Vokabular von InLOC und ESCO von gleicher Flexibilität sind und sich leicht ineinander überführen lassen würden. Für eine detaillierte Übersicht verwandter Arbeiten und existierende technische Teillösungen wird aus Platzgründen auf die Publikationen zum Output 3 des OpenVM Projektes verwiesen [Ko19], welches sich mit dem Kompetenzverzeichnis befasst. Im Wesentlichen existieren drei näher betrachtete Teillösungen. Das Competency and Skill System (CASS⁸) ist eine Open Source Lösung, welche die Modellierung, Verknüpfung und das Suchen von Kompetenzdefinitionen auch über mehrere Kompetenzrahmenwerke (engl. Competency Frameworks) hinweg unterstützt. CASS unterstützt zusätzlich das Speichern von Kompetenznachweisen, um Kompetenzprofile von Lernenden abzuspeichern und abrufbar zu machen. Aufgrund der vielversprechenden Funktionen von CASS wurde für das Projekt OpenVM eine prototypische Erweiterung des CASS Frameworks angestrebt. Die Implementierung von CASS erwies sich jedoch als so schwer verständlich und instabil, dass dieses Vorhaben aufgegeben wurde. Die zweite mögliche Teillösung als Basistechnologie ist die verfügbare Benutzeroberfläche von ESCO⁹ selbst, welche jedoch nicht als Open Source Code zur Verfügung steht und daher nicht genutzt werden kann. Zuletzt wurde noch die allgemeine Graphendatenbank-basierte Benutzeroberfläche des Open Source Neo4j-Browsers¹⁰ näher untersucht, welche allgemeine Abfragen in der Abfragesprache CYPHER erlaubt und graphisch anzeigen kann. Aufgrund der einfachen Gestaltung der Benutzeroberfläche und des Umfangs an Quellcode dahinter erschien die Implementierung als Basis für die komplexeren Daten eines Kompetenzverzeichnisses jedoch nicht passend.

3 Anwendungsszenario Open Virtual Mobility

Im Erasmus+ Projekt Open Virtual Mobility (OpenVM) ist das Hauptziel die Förderung der notwendigen Kompetenzen zur Nutzung von Virtueller Mobilität sowie die Verbreitung und ein steigendes Angebot von Virtueller Mobilität an Hochschulen in Europa. Im Rahmen des Projektes wurden unter Einbezug von Experten zu akademischen Austauschprogrammen ein eigenes OpenVM Kompetenzrahmenwerk entwickelt, welches acht relevante Kompetenzfelder enthält [FR18]. Die Kompetenzfelder mit ihren Teil-Kompetenzen (insgesamt 33) wurden im digitalen Kompetenzverzeichnis eingetragen und sind als semantische Daten im JSON-LD Format abrufbar, wie weiter unten detailliert erläutert wird. Die semantischen Daten sollen von Open Badges referenziert werden, welche als digitale Kompetenznachweise an Nutzende der Lernplattform des Projektes¹¹ vergeben werden, wenn diese entsprechende kompetenzorientierte E-Assessments

⁸ <https://github.com/cassproject/CASS> , letzter Aufruf 08.05.2019

⁹ <https://ec.europa.eu/esco/portal/skill> , letzter Aufruf 08.05.2019

¹⁰ <https://github.com/neo4j/neo4j-browser> , letzter Aufruf 08.05.2019

¹¹ <https://hub.openvirtualmobility.eu> , letzter Aufruf 08.05.2019

(quantitative Assessments in Form von Online-Tests und qualitative Assessments auf der Basis von E-Portfolios) erfolgreich absolvieren [Ca18]. Die Kompetenzen der acht Felder werden jeweils auf drei Niveaustufen als Progression der Kompetenzentwicklung beschrieben (Level 1 Grundlagen, Level 2 Aufbauend und Level 3 Fortgeschritten) [PA+18]. Für jede Niveaustufe gibt es einen Online-Kurs. Alle drei Niveaustufen eines Kompetenzfeldes zusammen ergeben einen miniMOOC (Massive Open Online Kursen (MOOCs)). Wird einer der 24 (8 × 3) verfügbaren Online-Kurse erfolgreich abgeschlossen, erhält die oder der Lernende einen digitalen Kompetenznachweis auf der Basis von Open Badges¹² [BC18]. Dabei bezieht sich jeder digitale Kompetenznachweis auf das jeweilige Kompetenzfeld (z. B. Medienkompetenz) und die jeweilige Niveaustufe (z. B. Grundlagen). Die Open Badge Spezifikation ermöglicht eine fälschungssichere und verifizierbare Vergabe von digitalen Kompetenznachweisen an Lernende, welche beispielsweise mittels E-Mail-Adresse identifiziert werden. Die Metadaten zu einem Open Badge werden direkt in die Bilddatei eingebettet und verweisen unter anderem in einem Feld auf die zertifizierten Kompetenzen, die auch eine URL enthalten können [OG17]. Diese URL wird auf die maschinenlesbaren Daten des Kompetenzverzeichnisses verweisen.

4 Anforderungsdefinition und Implementierung

Unter den neun Projektpartnerorganisationen im Projekt OpenVM wurde eine Befragung (12.03.-12.04.2018) zu den Anforderungen durchgeführt. Details sind den Projektveröffentlichungen zu entnehmen [Ko19]. Folgende Kern-Anforderungen wurden definiert:

1. Auflistung aller Kompetenzen des OpenVM Frameworks
2. Suche anhand von Stichworten
3. Eindeutige URLs für einzelne Kompetenzen
4. Mehrsprachen-Unterstützung (Benutzerschnittstelle)
5. Direkter Zugriff mittels ID (auf Kompetenzen)
6. Beschreibungen (pro Kompetenz)
7. Referenzierung von Kompetenzen untereinander (Ähnlichkeit, Einschluss, ...)
8. Suche anhand vorhandener Übersetzung (Sprache)
9. Geringe Latenz bei Antworten auf Anfragen (<200ms)
10. Verschlüsselte Kommunikation mittels HTTPS
11. REST-Level 2 konforme HTTP-API
12. JSON-LD Format für Ein-/ Ausgabe
13. Mehrsprachen-Unterstützung (für Kompetenzdefinitionen)

Die Implementierung umfasst drei lose gekoppelte Komponenten, die alle in eigenständigen Containern mittels Docker Runtime¹³ laufen. Die erste Komponente ist eine Neo4j Graphendatenbank, welche die Kompetenzeinträge mit ihren Attributen als

¹² Übersicht über die verfügbaren Open Badges <https://bestr.it/organization/show/99> , letzter Aufruf 08.05.2019

¹³ <https://www.docker.com/> , letzter Aufruf 08.05.2019

Knoten enthält sowie die Referenzen zwischen diesen als gerichtete Kanten mit Typisierungen. Als Vokabular für Knotentypen und Referenztypen wurden das Schema von ESCO verwendet und soweit möglich in den Daten referenziert. Die zweite Komponente ist ein Node.js-basiertes Backend mit einer REST-API (Level 2), welche die Kompetenzeinträge mittels eindeutiger URLs im JSON-LD zur Verfügung stellt (siehe Listing 1 als Beispiel für einen Eintrag). Die dritte Komponente ist eine mit dem React.js Framework¹⁴ erstellte web-basierte Benutzerschnittstelle (Abbildung 1).

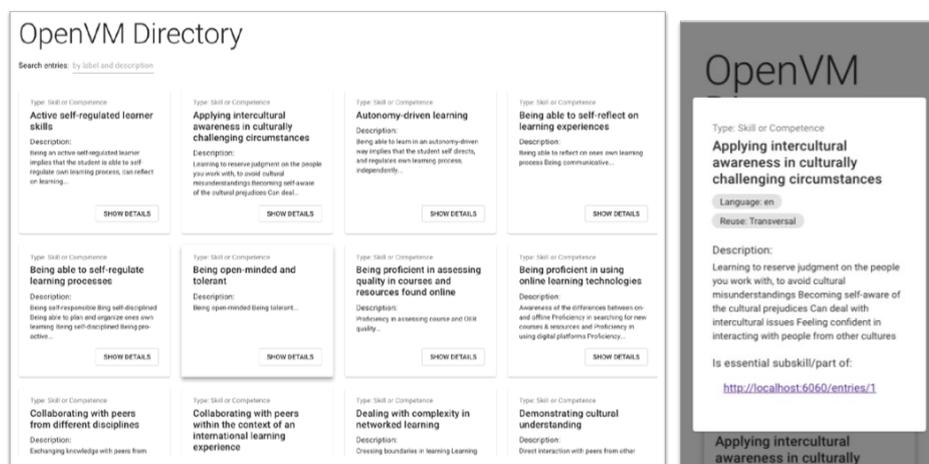


Abbildung 1: links: Benutzerschnittstelle (web-basiert) zur Suche und Einzelansicht von Kompetenzeinträgen, rechts: mobile Einzelansicht eines Eintrages

```
{
  "http://www.w3.org/2004/02/skos/core#prefLabel": [{
    "@language": "en",
    "@value": "Gaining cultural knowledge" }],
  "http://data.europa.eu/esco/model#skillReuseLevel": [{
    "@value": "1 Transversal" }],

  "http://www.w3.org/2004/02/skos/core#altLabel": [],
  "http://purl.org/dc/terms/description": [{
    "@language": "en",
    "@value": "Gaining knowledge about the culture they visit. Getting
to know other cultural - based perspectives of education" }],
  "@id": "http://cd.openvirtualmobility.eu/entries/2",
  "http://cd.openvirtualmobility.eu/context/isEssentialPartOf": [{
    "@value": "http://cd.openvirtualmobility.eu/entries/1" }],
  "http://cd.openvirtualmobility.eu/context/isOptionalPartOf": [],
  "http://cd.openvirtualmobility.eu/context/isSameAs": [],
  "http://cd.openvirtualmobility.eu/context/isSimilarTo": [],
  "http://cd.openvirtualmobility.eu/context/needsAsPrerequisite": [],
  "http://data.europa.eu/esco/model#skillType": [{
```

¹⁴ <https://reactjs.org/>, letzter Aufruf 08.05.2019

```
"@value": "Skill or Competence"  
}}}
```

Listing 1: Abruf der Kompetenz mit ID 2 als ausführlicher JSON-LD Datensatz, im Beispiel über die URL <http://cd.openvirtualmobility.eu/entires/2?format=extended>

5 Fazit und Ausblick

Eine wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung neuer Kompetenzspezifikationen ist, neben der Validität und Reliabilität der Definition selbst, deren Verfügbarkeit und Nutzbarkeit in digitalen Umgebungen. Zu oft existieren die Definitionen (nur) als PDF-Dokument oder Tabelle, was eine Verknüpfung von Kompetenzdefinitionen untereinander über Kompetenzrahmenwerke hinweg schwer möglich macht und maschinelle Nutzung erschwert. Hierzu wurde im Beitrag die Nutzung semantischer Kompetenzdefinitionen erläutert, welche exemplarisch anhand des Kompetenzframeworks im Projekt OpenVM angewendet werden. Mittels einer HTTP-basierten REST-Schnittstelle sind die Kompetenzdefinitionen inklusive Querverweisen (Referenzen) untereinander in maschinenlesbarer Form als JSON-LD Daten abrufbar. Die eindeutigen URLs erlauben eine Referenzierung von digitalen Kompetenznachweisen, was im Rahmen des Open Virtual Mobility Projektes auf der Basis des Open Badges Standards genutzt wird. So können digitale Kompetenznachweise auch maschinell verarbeitet werden und dahinterstehende Kompetenzen verglichen werden.

Von den hergeleiteten Anforderungen wurden bisher R4 (Mehrsprachenunterstützung Benutzerschnittstelle), R8 (Suche anhand verfügbarer Sprachübersetzung) und R10 (Verschlüsselte Kommunikation mittels HTTPS) noch nicht umgesetzt. Zudem ist es das Ziel des Projektkonsortiums, auch Referenzen aus dem OpenVM Kompetenzrahmenwerk heraus zu den vorhandenen ESCO-Kompetenzdefinitionen zu definieren. Ein Vorgehensmodell für reliable und valide Referenzierung wird gerade entwickelt und soll anschließend angewendet werden. Bis 2020 entsteht so neben den MOOCs ein mehrsprachiges Kompetenzverzeichnis zur Nutzung im Semantic Web, wobei die Verknüpfung mit Open Badges nur eines der vielen Nutzungsszenarien ist.

Dieser Beitrag basiert auf der gemeinsamen Arbeit und Forschung von Partnerorganisationen im Rahmen des Erasmus+-Projekts Open Virtual Mobility, Cooperation for Innovation and the Exchange of Good Practices, Strategic Partnerships for Higher Education, (teilweise) finanziert durch die Europäischen Union, Projektnummer 2017-1-DE01-KA203-003494.

Literaturverzeichnis

- [BB13] Baumann, C.; Benzing, T.: Output-Orientierung und Kompetenzformulierung im Bologna-Prozess. Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 2013.
- [BC18] Buchem, I. & Carlino, C.: Conceptual and Visual Design of Open Credentials to Recognise Virtual Mobility Skills. Open Virtual Mobility Erasmus+ (2017-2020). <https://www.openvirtualmobility.eu/topics/outputs>, Stand: 08.05.2019
- [CA18] Casanova G.: O4-A1.3: e-assessment concept. Open Virtual Mobility Erasmus+. <https://www.openvirtualmobility.eu/topics/outputs>, Stand: 08.05.2019
- [Eu13] European Committee for Standardization: InLOC - Part 1: Information Model for Learning Outcomes and Competences (CWA 16655-1), 2013
- [Eu14] European Commission: ESCO - European Classification of Skills/Competences, Qualifications and Occupations, 2014. <http://doi.org/10.2767/76494>, Stand: 08.05.2019
- [FR18] Firsova, O., Rajagopal, K.: Open VM Competence Framework. Open Virtual Mobility Erasmus+. <https://www.openvirtualmobility.eu/topics/outputs>, Stand: 08.05.2019
- [He18] Hepp, M.: isSimilarTo - schema.org. <https://schema.org/isSimilarTo>, Stand: 01.03.2018
- [KL06] Klieme, E.; Leutner, D.: Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. Zeitschrift für Pädagogik, 52, 876–903, 2006
- [Ko19] Konert, J.: O3-A1.2/A1.3 Competency Directory requirements and functional prototype (zur Veröffentlichung angenommen). Open Virtual Mobility Erasmus+ (2017-2020). Berlin, Germany, 2019 <https://www.openvirtualmobility.eu/topics/outputs>, Stand: 08.05.2019
- [Me06] Meyer, M. P.: Management von Ingenieurkompetenzen im Spannungsfeld beruflicher Arbeitsteilung. Doktorarbeit, TU Berlin, 2006. ISBN 9783816771272
- [OG17] Otto, N., & Gylling, M.: Open Badges V2.0. <http://www.imsglobal.org/Badges/OBv2p0/index.html>, abgerufen am 19.03.2017
- [PA+18] Poce A., Agrusti F., Re M., Amenduni F.: Guidelines for designing Open VM MOOC. Open Virtual Mobility Erasmus+ (2017- 2020). Rome, Italy. <https://www.openvirtualmobility.eu/topics/outputs>, Stand: 08.05.2019
- [W318a] W3C RDF Web Apps Working Group: RDFa. <http://rdfa.info/>, Stand: 02.03.2018
- [W318b] W3C JSON-LD Working Group: JSON-LD - JSON for Linking Data. <https://json-ld.org/>, Stand: 02.03.2018
- [We01] Weinert Franz E., Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit, in: Weinert Franz E. (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen, Beltz, Weinheim, 2001, S. 17-31