

### Wie verknüpfen Schüler/-innen Fachkonzepte in Lernaufgaben? Eine computergestützte Analyse von Schülerantworten aus der TEESAEC-Studie

Hahn-Laudenberg, Katrin; Weißeno, Georg; Eck, Valentin

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Hahn-Laudenberg, K., Weißeno, G., & Eck, V. (2010). Wie verknüpfen Schüler/-innen Fachkonzepte in Lernaufgaben? Eine computergestützte Analyse von Schülerantworten aus der TEESAEC-Studie. In I. Juchler (Hrsg.), *Kompetenzen in der politischen Bildung* (S. 159-168). Schwalbach: Wochenschau-Verlag. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-67846-6>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

#### Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Commercial-NoDerivatives). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

*Katrin Hahn-Laudenberg, Georg Weißeno, Valentin Eck*

## Wie verknüpfen Schüler/-innen Fachkonzepte in Lernaufgaben?

**Eine computergestützte Analyse von Schülerantworten aus der TEESAEC-Studie<sup>1</sup>**

### 1. Einleitung

Kompetenzorientierter Unterricht zielt nicht zuletzt auf die sichere Verwendung von Fachkonzepten durch Schüler/-innen ab. Die Definition und Messung verschiedener Kompetenzen ist in der politischen Bildung ein relativ neues Forschungsfeld. Bisher findet eine quantitative Erforschung von politischem Wissen bei Schüler/-innen vor allem in geschlossenen Testformaten statt. Anders als diese Erhebungen, die zum Ziel haben, Kompetenzen in Überprüfungssituationen zu messen, wurde im Rahmen der TEESAEC-Studie (Weißeno, Eck 2009) untersucht, inwiefern Schüler/-innen zentrale Fachkonzepte bei der Erarbeitung von Lernaufgaben anwenden. Ist eine solche Analyse offener Lernaufgaben bislang meist sehr aufwendig, eröffnet das Programm HIMATT von der Universität Freiburg die Möglichkeit einer quantitativen Auswertung natürlich-sprachlicher Texte. Dafür werden Häufigkeit und Nähe von Konzepten im Text ausgewertet. Die so transformierten Daten können hiernach als Begriffsnetz visualisiert und vergleichenden Analysen unterzogen werden. Unter politikdidaktischer Fragestellung wurden in dieser Studie elf Klassensätze ausgewertet. Dabei wurden Lernaufgaben analysiert, die Schüler/-innen im Rahmen der TEESAEC-Studie in einem WebQuest bearbeiteten. Die Klassennetze wurden mit unterschiedlichen Expertennetzen verglichen. Die geringe Fallzahl lässt nur begrenzt die Anwendung statistischer Verfahren zu. Dennoch geben die Analysen erste Hinweise darauf, dass Lernende bei der Bearbeitung von Lernaufgaben auf gemeinsame Fachkonzepte und Begriffe zurückgreifen.

### 2. Lernpsychologische Grundlagen

„Als relativ bedeutungslos wird in der Kognitionspsychologie die Frage danach angesehen, in welcher Form Wissen ‚in Wirklichkeit‘ gespeichert ist. [...] Es kommt vielmehr darauf an, arbeitsfähige Modelle zu entwerfen, mit denen Beobachtungen konsistent erklärt und Vorhersagen erfolgreich getätigt werden können.“ (Fischler, Peukert 2000, S. 8).

Bei der Diagnose von Wissensstrukturen in der empirischen Lehr-Lern-Forschung bilden die lern- und kognitionspsychologischen Erkenntnisse eine theoretische wie empirische Grundlage. Bei der Formulierung tragfähiger Modelle über den Aufbau und die Funktion von Wissensstrukturen sind in der Kognitionspsychologie besonders die Schematheorie sowie die Theorie der mentalen Modelle zu nennen. Beide Theorien gehen davon aus, dass in Wissensstrukturen Konzepte durch Relationen netzartig miteinander verknüpft sind. Die Schematheorien nehmen an, dass diese Verknüpfungen relativ stabil sind und in vergleichbaren Situationen aktiviert werden, bis hin zu festgelegten Ereignisabläufen, so genannte Skripts (Schank, Abelson 1977). Gemäß der Theorie der mentalen Modelle bilden sich Verknüpfungen dagegen bei einer neuen Problemstellung spontan, um mögliche Lösungen zu simulieren und zu subjektiv schlüssigen Erklärungen zu gelangen (Seel 1997, S. 119 f.). Beide Ansätze werden in der neueren Literatur teilweise verknüpft. Dabei wird postuliert, dass mehrmals erfolgreich angewendete mentale Modelle sich zu einem Schema verfestigen, welches nur noch bei nicht modellkonformen Wahrnehmungen gegebenenfalls variiert wird (Ifenthaler 2008). Experten unterscheiden sich nach diesen Erklärungsansätzen nicht nur durch ein quantitativ größeres Wissen von Laien, sondern auch durch eine qualitativ elaboriertere Wissensstruktur. Hierzu gehört z.B. auch die Frage, ob zu einer Problemstellung bereits ein Lösungsschema besteht, welches nur noch abgerufen werden muss, oder durch ein mentales Modell eine Lösungsmöglichkeit gefunden werden muss (vgl. Ifenthaler 2006).

Die Prüfung kognitionspsychologischer Modellannahmen über Wissensstrukturen erfordert eine Externalisierung von Wissen. Dafür müssen implizite Wissensstrukturen externalisiert und in einen intersubjektiv verständlichen Code (z.B. Sprache) übersetzt werden. Vor allem die Methode des lauten Denkens und die Konstruktion von Concept Maps werden für die Diagnose von Wissensstrukturen eingesetzt. Obwohl davon auszugehen ist, dass Wissensstrukturen die Externalisierung des Wissens stark beeinflussen (Vgl. Pirnay-Dummer 2006, S. 23 f.), kann daraus nicht geschlossen werden, dass intersubjektive Symbolsysteme den internalen Wissens- und Gedankenstrukturen voll entsprechen. Externalisierungen lassen lediglich indirekte Schlüsse auf die zu Grunde liegenden Wissensstrukturen zu. Von Pirnay-Dummer wird besonders gegen eine Analyse mit von Probanden konstruierten Concept Maps einschränkend angeführt, dass durch die ungewohnte Methode der Artikulation Wissensstrukturen nicht so gut externalisiert werden können wie etwa durch natürliche Sprache. Er favorisiert daher eine natürlichsprachliche Erhebungsmethode, bei der die gewonnenen Daten in einem zweiten Schritt so überarbeitet werden, dass sie quantitativen Analysen zugänglich werden (Pirnay-Dummer 2006).

### 3. Methodische Aspekte des Programms HIMATT

HIMATT (*Highly integrated model assessment technology and tools*) ist eine Programmplattform, die verschiedene Analyseprogramme miteinander verbindet: Die Programmplattform wurde vorrangig als experimentelle Lernplattform mit automatisierten Feedbackstrukturen entwickelt. Darüber hinaus befinden sich Möglichkeiten der wissenschaftlichen Analyse von Begriffsnetzen in der Erweiterung.

In der durchgeführten Pilotstudie wurde in erster Linie auf das Programm T-Mitocar zurückgegriffen (Pirnay-Dummer, Ifenthaler, Johnson 2008). T-Mitocar übersetzt durch einen linguistischen Prozess Texte in Begriffsnetze und ermöglicht darauf aufbauende, zum Teil vergleichende Analysen. Anders als bei Concept-Maps sind die Relationen zwischen zwei Begriffen nicht inhaltlich bestimmt. Allerdings kann die Stärke der Relationen berechnet werden. Dieses erfolgt bei T-Mitocar über eine automatisierte Textanalyse. Damit ist es eine Weiterentwicklung des Programms Mitocar (*Model Inspection Trace of Concepts and Relations*), bei dem die Gewichtung von Begriffspaaren über Gruppenprozesse (Verifikation bzw. Konfrontation) erfolgte (Pirnay-Dummer 2006; Pirnay-Dummer, Spector 2008).

Für eine Analyse in T-Mitocar ist ein Textumfang von mehr als 350 Worten notwendig. Bei der Erstellung eines Begriffsnetzes aus einem Text werden dabei zunächst die Substantive aus dem Text herausgefiltert, auf ihren Wortstamm reduziert und nach Häufigkeit aufgelistet. Der Umfang eines Textes spiegelt sich zwar in der Tendenz in der Größe des Netzes wieder, allerdings sind durch die Begrenzung der Begriffe auf ca. 30 keine absoluten Häufigkeitswerte bestimmbar, die zur Aufnahme eines Begriffes in ein Netz führen. Durch die Analyse der syntaktischen Nähe aller theoretisch möglichen Begriffspaare über alle Abschnitte des Textes berechnet T-Mitocar automatisiert das Gewicht der Verbindungen zwischen je zwei Begriffen. Stärkere Verbindungen werden in das Netz aufgenommen, auch hierbei sind keine absoluten Grenzwerte bestimmbar, da neben der Verbindungsstärke der Umfang des Textes und die Voreinstellungen des Programms Einfluss nehmen (nähere Erläuterungen bei Pirnay-Dummer, Ifenthaler, Johnson 2008).

Bei den Analysen in HIMATT werden bei einem Vergleich von Netzen verschiedene relationale, strukturelle und semantische Modellindizes automatisch generiert (Pirnay-Dummer, Ifenthaler, Spector 2009). Als graphische Maße werden Umfang (*Surface matching*), Komplexität (*Graphical matching*) und Dichte (*Gamma*) angegeben. Bei der Interpretation dieser Indizes ist es wichtig, die strukturellen Unterschiede zu „per Hand“ generierten Begriffsnetzen, wie z.B. Concept Maps, zu beachten. Da T-Mitocar keine absoluten, sondern bezogen auf den Text relative Häufigkeiten von Nennung und Nähe berücksichtigt, können die Anzahl von Begriffen und Propositionen anders als bei Concept Maps nur eingeschränkt als absolute Zahlen interpretiert werden. Bei einem kürzeren Text

werden Begriffe auch bei niedriger absoluter Nennung in das Netz übernommen und wegen der fehlenden Möglichkeit zur Differenzierung tendenziell stärker miteinander verknüpft. Für die Dichte des Netzes wird ein eigener Wert angegeben, der sich durch das Verhältnis von Relation und Begriffen unter Berücksichtigung der minimal möglichen Dichte berechnet. Ohne einen absoluten Richtwert zu nennen, sehen Pirnay-Dummer, Ifenthaler, Spector (2009, S. 8) einen mittleren Wert als optimal an, der Wissensverknüpfung und -differenzierung anzeigt. In Anbetracht der Logik des Programms gilt dies besonders für automatisch erstellte Begriffsnetze. Beim Vergleich zweier Netze wird bei den vorgestellten Indizes die anteilige Übereinstimmung im Verhältnis zur maximal möglichen angegeben.

Weitere Indizes beziehen sich direkt auf den Netzvergleich. Ein ergänzendes graphisches Vergleichsmaß (*Structural Matching*) vergleicht begriffsunabhängig die Gesamtstruktur der Netze (vgl. Pirnay-Dummer 2006). Zwei weitere Indizes geben die Anzahl übereinstimmender Begriffe bzw. Propositionen an. Bei diesen Indizes berechnet sich die Ähnlichkeit der Netze nach der Tversky-Ähnlichkeit (Tversky 1977). Bei dieser Berechnung können sowohl übereinstimmende als auch abweichende Anteile der jeweiligen Netze berücksichtigt werden (Pirnay-Dummer, Ifenthaler, Spector 2009). Ein Vergleich von Netzen ist zwischen verschiedenen Probanden sowie im Vergleich mit einem Expertennetz möglich, dabei können auch mit T-Mitocar generierte Netze mit direkt konstruierten und in Listenform in HIMATT vorliegenden Begriffsnetzen verglichen werden. Zum Zeitpunkt der Pilotstudie traten beim Vergleich von direkt konstruierten mit automatisch generierten Netzen noch Probleme bei der Identifikation gleicher Begriffe mit unterschiedlichen Wortendungen auf (z.B. Regierung und Regierungen). In diesen Fällen kommt es zu einer Unterschätzung der inhaltlichen Ähnlichkeit zweier Netze durch das Programm.

#### 4. Design der Studie

Die vorliegende Pilotstudie zur computergestützten Analyse von Schülerantworten zu Lernaufgaben greift bei der Analyse auf Daten des TEESAEC-Projektes der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe zurück. In die Studie wurden elf Klassen der 9. Jahrgangsstufe von Realschulen und der 10. Jahrgangsstufe von Gymnasien einbezogen, die in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz lagen.

TEESAEC (<http://www.politikwiss.ph-karlsruhe.de/teesaec/>) ist ein von der Europäischen Union gefördertes Projekt, in dem internetbasierte Unterrichtsmaterialien zur EU in Form eines WebQuests, d.h. einer (vor)strukturierten Form des computergestützten Selbstlernens, entwickelt und evaluiert werden. Am Beispiel der EU-Verordnung zur Festlegung von Obergrenzen für CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Neuwagen sollten im Rahmen dieses Webquests die EU mit ihren zentralen

Prozessen und Institutionen vermittelt werden. Über fünf Schulstunden arbeiteten die Schüler/-innen zu Fragen zu verschiedenen Aspekten des europäischen Entscheidungsprozesses.

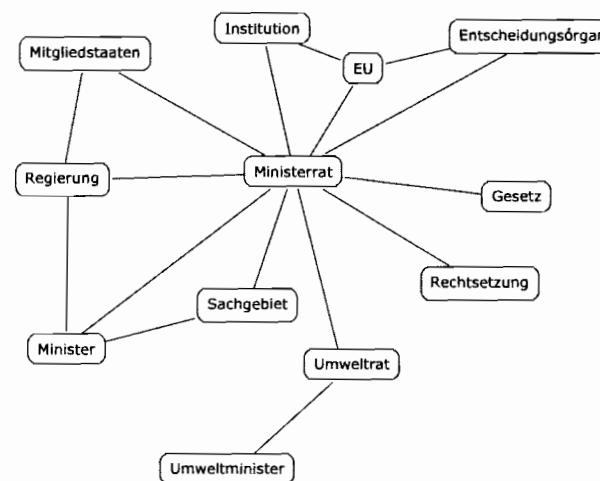
Zur selbstständigen Bearbeitung der Fragen konnten die Schüler/-innen auf Texte, Übersichten, Fotos und Grafiken sowie auf Links zu weiteren Informationen oder zu verschiedenen Medien, z.B. kleinen Videos zurückgreifen. Für die weiteren Analysen wurden Schreibfehler in den Daten korrigiert und Schreibweisen vereinheitlicht (z.B. Ministerrat, Rat, Rat der EU). Die Auswertung der Aufgaben wurde in Anbetracht des notwendigen Textumfangs auf Klassenebenen durchgeführt.

Grundlage dieser Pilotuntersuchung war die Leitfrage, ob bei der Bearbeitung von Lernaufgaben fachspezifische Konzepte (= Fachkonzepte und dazugehörige Begriffe) eingesetzt und mit anderen Fachkonzepten verknüpft werden? Die Pilotstudie untersuchte in diesem Rahmen zwei konkretere Fragen:

1. Ist es möglich, mit HIMATT inhaltlich sinnvolle, fachbezogene Begriffsnetze aus Antworten zu Lernaufgaben zu extrahieren?
2. Lassen sich Aussagen zur Verwendung konstituierender Begriffe von Fachkonzepten in den Schülerantworten machen?

Dem Experten-Novizen-Paradigma folgend ist davon auszugehen, dass Experten über Fachkonzepte und sie konstituierende Begriffe verfügen können. Daher wurden zur Untersuchung der Forschungsfragen als Referenz zu den Schülerantworten zu allen Aufgaben drei verschiedene Expertennetze von Politikwissenschaftlerinnen und

Abbildung 1: Referenznetz in Orientierung an der Musterlösung zur Frage 2.06: Was ist der Ministerrat und was der Umweltrat?



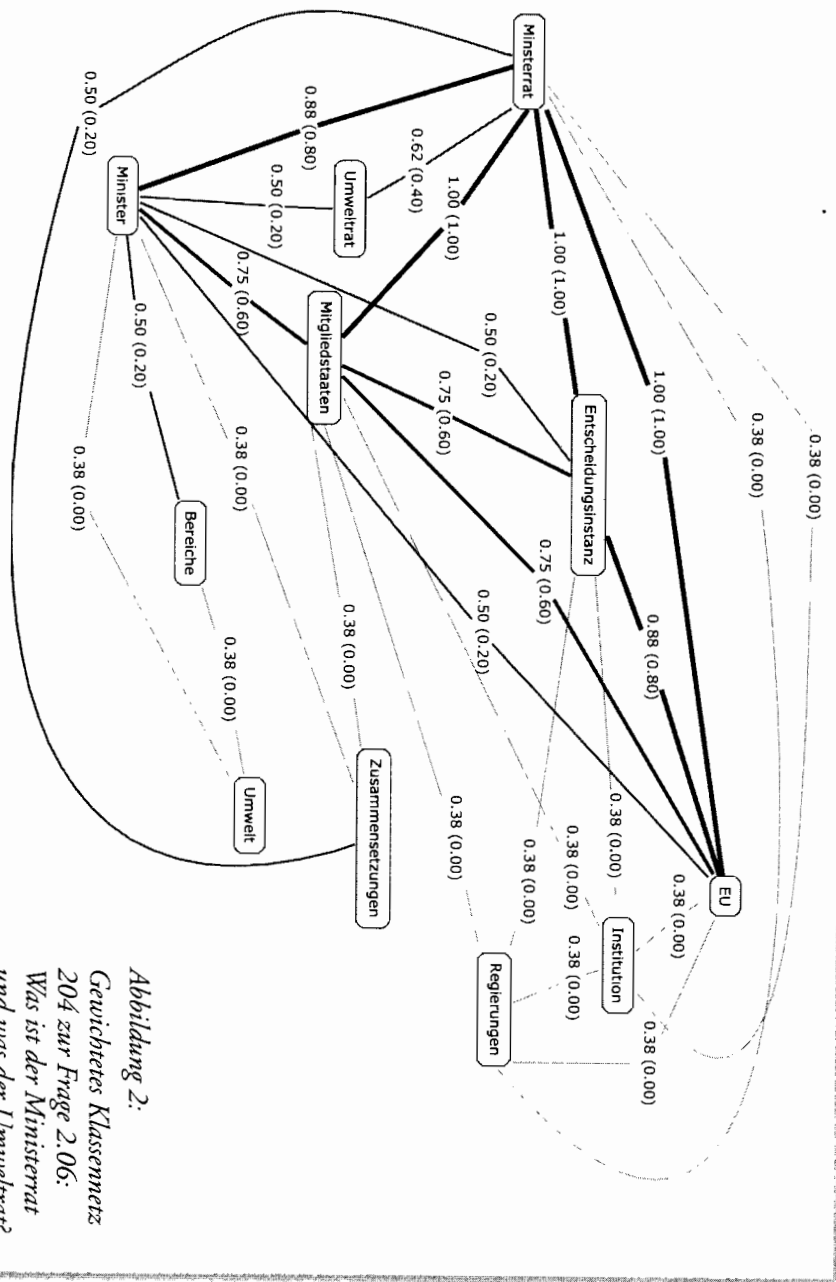


Abbildung 2:  
Gewichtetes Klassennetz  
204 zur Frage 2.06:  
Was ist der Ministerrat  
und was der Umweltschutz?

-wissenschaftlern von Hand konstruiert. Eines der Expertennetze orientierte sich dabei möglichst eng an der im Lehrerhandbuch entwickelten Musterlösung. Eine automatisierte Übertragung der Musterlösung in ein Begriffsnetz war aufgrund der jeweils zu kurzen Textlänge nicht möglich. Bei den Auswertungen muss die unterschiedliche Genese der Referenz- und Klassennetze berücksichtigt werden. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für ein Referenznetz zum Ministerrat.

### 5. Ergebnisse der Netzvergleiche

In Abbildung 2 ist ein von T-Mitocar generiertes Netz abgebildet, das auf Schülerantworten zu einer Aufgabe basiert, die auf Klassenebene zusammengefasst wurden.

In dem abgebildeten Begriffsnetz ist die relative Stärke der einzelnen Verbindungen angezeigt, welche zwischen 1 (Begriffspaar(e) mit der minimalen Entfernung) und 0 (Begriffspaar(e) mit der maximalen Entfernung) liegt. Die Zahl vor der Klammer bezieht sich auf das relative Gewicht im abgebildeten Netz, die Zahl in der Klammer auf das relative Gewicht der Verbindung unter Berücksichtigung aller möglichen Relationen (Pirnay-Dummer, Ifenthaler 2008, S. 3 f.). Eine rötliche Färbung (in der Abbildung durch eine dickere Verbindungslinie gekennzeichnet) weist auf eine stärkere Verbindung hin. (Pirnay-Dummer, Ifenthaler 2008, S. 3f). Die weiteren Analysen der Begriffsnetze basieren jedoch auf den ungewichteten Verbindungen. Tabelle 1 zeigt als Beispiel die Modellindizes des in Abbildung 2 gezeigten Klassennetzes im Vergleich mit dem Referenznetz der Abbildung 1.

Tabelle 1: Modellindizes zum Vergleich des Netzes der Klasse 204 mit dem Referenznetz der Musterlösung zur Frage 2.06

Index	Werte der Begriffsnetze		Vergleichswerte	
	Referenz (1110206)	Klasse (2040206)	Combined	Similarity
Surface Matching	16	27		0,593 <sup>a</sup>
Graphical Matching	6	7		0,857 <sup>a</sup>
Structural Matching	12	11		0,4 <sup>a</sup>
Gamma	0,3125	0,115226		0,369 <sup>a</sup>
Concept Matching	6	5	6 concepts match	0,522 <sup>b</sup>
Propositional Matching	10	21	6 propositions match	0,28 <sup>b</sup>
Balanced Semantic Matching				0,537 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Ähnlichkeit berechnet durch anteilige Übereinstimmung zweier Netze im Verhältnis zur maximal möglichen. <sup>b</sup> Ähnlichkeit berechnet sich nach Tversky-Ähnlichkeit.

Das Klassennetz zum Ministerrat umfasst 27 Verbindungen und elf Begriffe, davon sechs in Übereinstimmung mit dem Referenznetz und fünf weitere, die das Referenznetz nicht nennt. Sechs Begriffe aus dem Referenznetz kommen im Klassennetz nicht vor (*Concept Matching*). Ebenfalls sechs Propositionen hat das Klassennetz mit dem Referenznetz gemeinsam (*Propositional Matching*). Der kürzeste Weg zwischen den am weitesten entfernten Begriffen (*Graphical Matching*) umfasst beim Klassennetz sieben Begriffe. Das Programm kann zum Zeitpunkt der Untersuchung den Begriff „Regierung“ aus dem als Liste hochgeladenen Referenznetz nicht mit dem Begriff „Regierungen“ im Klassennetz identifizieren. Im Klassennetz, das aus dem Text der Antworten generiert wurde, wird der Plural abgebildet, da dies die in der Klasse meist verwendete Wortendung bei dem Begriff widerspiegelt. Durch die Nichtidentifizierung unterschätzen die Angaben zum *Concept Matching* und *Propositional Matching* die tatsächliche Übereinstimmung der beiden Netze.

Insgesamt wurden 297 Netzpaare miteinander verglichen. Klassenlösungen aus neun Aufgaben oder Aufgabengruppen wurden von elf verschiedenen Klassen mit den jeweils drei Referenznetzen verglichen. Für einige Netze wurden mehrere inhaltlich verknüpfte Aufgaben zusammengefasst, Aufgaben wurden aber auch einzeln ausgewertet. Ebenfalls wurden die von den drei verschiedenen Experten für die neun Aufgaben entworfenen Referenznetze jeweils bezogen auf die Aufgaben miteinander verglichen. Die durch den Pilotcharakter der Studie bedingte kleine Fallzahl sowie die nicht zufällige Auswahl der Klassen lassen keine Verallgemeinerung der Aussagen zu. Die Ergebnisse können nur eine erste Orientierung in diesem Forschungsbereich geben. Die Verteilungen der Parameter entsprechen abgesehen von Werten für *Gamma* und *Balanced Semantic Matching* nicht den Anforderungen der Normalverteilung. Zusätzlich zu Mittelwerten, Standardabweichung und hierauf beruhenden Berechnungen werden daher der Median und Ergebnisse nichtparametrischer Tests angegeben.

Die Klassennetze umfassen im Mittel 14,25 Begriffe ( $SD = 4,21$ ,  $Mdn = 14,00$ ) und 27,67 Relationen ( $SD = 8,241$ ,  $Mdn = 29$ ). Die Komplexität (*Graphical Matching*) beträgt durchschnittlich 5,95 ( $SD = 1,519$ ,  $Mdn = 6$ ). Die Referenznetze unterscheiden sich besonders in den strukturellen Werten von den Klassennetzen. Erstere weisen signifikant höhere Werte bei der Komplexität ( $M_{\text{Referenznetze}} = 8,04$ , T-Test korrigiert um nicht gleiche Varianzen  $t_{\text{korr}} = 3,715$ ,  $p = .001$ , Mann-Whitney-Test  $U = 2179,00$ ,  $p = .00$ ), und eine niedrigere Dichte auf (der Gamma-Wert sinkt bei stärkerer Verknüpfungsfreude) auf ( $M_{\text{Klassennetze}} = 0,211$ ,  $M_{\text{Referenznetze}} = 0,317$ ,  $t = 5,475$ ,  $p = .00$ ,  $U = 1552,00$ ,  $p = .00$ ) auf. Auch die Zahl der Begriffe liegt bei den Referenznetzen mit durchschnittlich 17,63 Begriffen schwach signifikant über der der Klassen ( $t_{\text{korr}} = 2,00$ ,  $p = .056$ ,  $U = 3092,50$ ,  $p = .048$ ). Diese Unterschiede könnten zum einen durch die andere Erstellungsmethode bedingt sein, zum an-

deren entsprechen stärker differenzierte, etwas komplexere Wissensstrukturen bei Experten den Erwartungen der Expertiseforschung.

Im Vergleich der Übereinstimmungen (*Similarity*) von Referenznetzen mit Referenznetzen und Klassennetzen mit Referenznetzen zeigen sich lediglich bei zwei strukturellen Maßen signifikante Unterschiede: Sind sich die Referenznetze hinsichtlich ihrer Dichte signifikant ähnlicher ( $t_{\text{korr}} = 4,834$ ,  $p = .00$ ,  $U = 2389,50$ ,  $p = .001$ ) als die Klassennetze den jeweiligen Referenznetzen, ergibt sich für die Komplexität (*Graphical Matching*) ein umgekehrtes Bild: hier zeigen die Referenznetze zu den jeweiligen Klassennetzen eine größere Ähnlichkeit als zu den anderen Referenznetzen einer Aufgabe ( $t = -2,091$ ,  $p = .037$ ,  $U = 2903,00$ ,  $p = .017$ ). Keine signifikanten Unterschiede zeigen sich dagegen in den inhaltlichen Ähnlichkeits-/Übereinstimmungsmaßen. Die Maße im Vergleich zwischen Klassen- und Referenznetzen liegen im Mittelwert bei 0,354 ( $SD = 0,13$ ,  $Mdn = 0,33$ ) für die *Concept Matching Similarity* (CMS) sowie bei 0,129 ( $SD = 0,093$ ,  $Mdn = 0,11$ ) für die *Propositional Matching Similarity* (PMS). Zur Veranschaulichung der inhaltlichen Ähnlichkeitsmaße dient ein fiktives Beispiel, das sich an den jeweiligen Mittelwerten orientiert: Ein solches Klassennetz von 14 Begriffen und 29 Relationen hätte mit einem Referenznetz von 15 Begriffen und 25 Relationen 5 Begriffe (CMS = 0.345) und 3 Propositionen (PMS = 0.11) gemeinsam.

## 6. Ergebnis und Ausblick

Die Pilotstudie kann zeigen, dass es möglich ist, politisches Lernen via Konzepte und Begriffe empirischer politikdidaktischer Forschung in Teilen zugänglich zu machen. Durch die Funktion T-Mitocar in HIMATT werden inhaltlich sinnvolle Begriffsnetze aus Texten extrahiert. Der Vergleich mit Referenznetzen zeigt dabei, dass Klassen bei der Beantwortung von Lernaufgaben fachspezifische Konzepte verwenden. Dass die inhaltliche Übereinstimmung zwischen den Expertennetzen nicht höher ausfällt als zwischen Expertennetzen und Klassennetzen verdeutlicht erneut, von welcher zentraler Bedeutung bei automatisierten Referenzabgleichen eine sorgfältige Entwicklung des Referenznetzes ist. Die Netze zeigen hinsichtlich der fachspezifischen Konzepte sowohl zwischen Aufgaben als auch zwischen Klassen eine hohe Varianz auf, die allerdings angesichts der kleinen Fallzahl nicht näher analysiert werden konnte. Den empirischen Hinweisen, dass Schüler/-innen in ihren individuellen Lernprozessen auf gemeinsame Fachkonzepte und Begriffe zurückgreifen, sollte nachgegangen werden. Für die Analyse auch individueller Schülerantworten zu politikspezifischen Lernaufgaben bietet HIMATT Potential.

## Anmerkung

- 1 Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt tragen allein die Verfasser/-innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

## Literatur

- Fischler, H./Peuckert, J. 2000: Concept Mapping in Forschungszusammenhängen. In: H. Fischler/J. Peuckert (Eds.): Concept mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie. Berlin, S. 1-21.
- Ifenthaler, D. 2006: Diagnose lernabhängiger Veränderung mentaler Modelle. Entwicklung der SMD-Technologie als methodologisches Verfahren zur relationalen, strukturellen und semantischen Analyse individueller Modellkonstruktionen. Freiburg.
- Ifenthaler, D. 2008: Relational, structural, and semantic analysis of graphical representations and concept maps. Educational Technology Research and Development. doi: 10.1007/s11423-008-9087-4.
- Pirnay-Dummer, P. 2006: Expertise und Modellbildung: MITOCAR. Freiburg.
- Pirnay-Dummer, P./Ifenthaler, D./Johnson, T. E. 2008: Reading with the guide of automated graphical representations. How model based text visualizations facilitate learning in reading comprehension tasks. Paper presented at the AREA 2008, New York.
- Pirnay-Dummer, P./Spector, J. M. 2008: Language, association, and model re-representation. How features of language and human association can be utilized for automated knowledge assessment. Paper presented at the AREA 2008, New York.
- Pirnay-Dummer, P./Ifenthaler, D./Spector, J. M. 2009: Highly integrated model assessment technology and tools. Educational Technology Research and Development. doi: 10.1007/s11423-009-9119-8.
- Schank, R. C./Abelson, R. 1977: Scripts, plans, goals, and understanding. Hillsdale, NJ.
- Seel, N. 1997: Pädagogische Diagnose mentaler Modelle. In: H. Grubert/A. Renkl (Eds.): Wege zum Können. Determinanten des Kompetenzerwerbs. Bern, S. 116-137.
- TEESAEC 2009: Homepage des TEESAEC-Projektes: Teacher Empowerment to Educate Students to Become Active European Citizens. Abgerufen unter: <http://www.politikwiss.ph-karlsruhe.de/teesaec/>.
- Tversky, A. 1977: Features of Similarity. Psychological Review, 84(4), S. 327-352.
- Weißeno, G./Eck, V. (Eds.) 2009: Teaching European Citizens. A Quasi-experimental Study in Six Countries. Münster.