

Prä-Post-Vergleich des Erstellungsprozesses von Concept Maps im Physikpraktikum

Christina Lüders, Katharina Plücker, Heidrun Heinke

RWTH Aachen University

christina.lueders@rwth-aachen.de, plueckers@physik.rwth-aachen.de, heinke@physik.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Medizinstudierende der RWTH Aachen müssen im ersten Semester ihres Studiums physikalisches Wissen erwerben. Um den Studierenden die Relevanz dieses Wissens aufzuzeigen, werden durch ein adressatenspezifisches Praktikum die physikalischen Inhalte in einem medizinischen Kontext vermittelt [1]. Dies lässt eine zunehmende Vernetzung der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne bei den Studierenden im Verlauf der einzelnen Praktikumsversuche erwarten. Um dies zu untersuchen wurde im WS 2015/16 eine Prä-Post-Studie mit Concept Maps als Diagnoseinstrument durchgeführt [2]. Dabei erstellten die Studierenden ($N \approx 280$) digitale Concept Maps am Beginn und Ende eines Versuchs mit ausgewählten Begriffen der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne im Kontext dieses Versuchs, wobei ein neu entwickeltes Tool zur Erstellung und Auswertung der Concept Maps zum Einsatz kam. Das Tool zeichnete dabei auch die Erstellungsprozesse der Concept Maps auf, was Einblicke in typische Vorgehensweisen bei der Erstellung der Concept Maps ermöglicht. Nachfolgend wird gezeigt, dass nicht nur Merkmale der Endprodukte der Concept Maps im Prä-Post-Vergleich auf Veränderungen in der Vernetzung der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne schließen lassen, sondern auch die beobachteten Vorgehensweisen im Erstellungsprozess solcher Concept Maps.

1. Einleitung

In der Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte hat der Begriff des Kontextes in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dies belegen z.B. die aktuellen Kernlehrpläne des Landes NRW, in denen das Unterrichten im Kontext verbindlich vorgeschrieben wird (vgl. z.B. [3] und [4]). Der aus lerntheoretischer Sicht erwartete Nutzen einer kontextbezogenen Vermittlung von fachwissenschaftlichen Inhalten ist auch in der Hochschullehre bereits erkannt worden. Dies spiegelt sich z.B. in der Entwicklung adressatenspezifischer Physikpraktika wieder. Ein solches Praktikum wurde von Theyßen in Form eines adressatenspezifischen Physikpraktikums für Medizinstudierende entwickelt. Ein Charakteristikum dieses Praktikums ist es, dass physikalisches Wissen in durchgehenden medizinischen Kontexten vermittelt werden soll [1].

2. Ausgangssituation und Zielsetzung

Die Medizinstudierenden der RWTH Aachen führen im ersten Semester ihres Studiums ein Physikpraktikum durch, welches nach dem Vorbild des adressatenspezifischen Physikpraktikums von Theyßen entwickelt wurde [1]. Eine Umfrage unter den Praktikumssteilnehmern am Ende des Praktikums im WS 2013/14 ergab jedoch, dass der medizinische Bezug der physikalischen Inhalte nur noch ca. 50% der befragten Studierenden ($N=139$) deutlich wurde, obgleich dieser Anteil bei der Einführung des Praktikums ca. 10 Jahre zuvor deutlich höher war [2]. Aus diesem Anlass wurde im WS 2015/16 eine

fachdidaktische Studie durchgeführt, mit der unter anderem die Entwicklung des Verständnisses des medizinischen Bezugs der physikalischen Inhalte des Praktikums im Verlauf einzelner Praktikumsversuche untersucht wurde. Hierfür erstellten die Studierenden ($N \approx 280$) digitale Concept Maps am Beginn und Ende eines Versuchs mit Hilfe eines neu entwickelten Online-Tools. Dabei wurden ihnen ausgewählte Begriffe der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne im Kontext einzelner Versuche vorgegeben und die Studierenden mussten diese Begriffe durch beschriftete Pfeile verbinden.

Nachfolgend werden erste Ergebnisse der Analysen eines Teils der erstellten Concept Maps präsentiert, wobei insbesondere die Frage nach der Veränderung der Vernetzung zwischen der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne im Verlauf eines ausgewählten Praktikumsversuches untersucht wird. Hierzu wird ein Prä-Post-Vergleich der Concept Maps eines Versuches zur Ionenleitung von 118 Studierenden verwendet.

3. Concept Maps und deren Verwendung in der Studie

Concept Maps sind Netzwerke aus Begriffen und beschrifteten Pfeilen zur Darstellung von Wissensstrukturen [5]. In Prä-Post-Studien wurden Concept Maps verwendet, um Veränderungen in der Vernetzung der Begriffe sichtbar zu machen (vgl. z.B. [6] und [7]). Auch können durch Concept Maps Vernetzungen zwischen medizinischer und physikalischer Wissensdomäne sichtbar gemacht

werden [8]. In der vorliegenden Studie können durch die Verwendung von prä und post Concept Maps, die am Beginn und am Ende eines Praktikumsversuches erstellt werden, Veränderungen in der Vernetzung der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne bei den Praktikumsteilnehmern untersucht werden.

Die Studierenden erstellten mit Hilfe eines Online-Tools Concept Maps zu ausgewählten Versuchen¹, in diesem Fall einem Versuch zur Ionenleitung. Ihnen wurden 16 Begriffe aus dem Versuchskontext vorgegeben. Diese Begriffe stammen aus der medizinischen und/oder physikalischen Wissensdomäne. Für die Erstellung der Concept Map hatten die Studierenden 10 min. Zeit. Sie erhielten dabei die folgenden formalen Vorgaben:

- Begriffe sind durch beschriftete Pfeile zu verbinden, die den Zusammenhang der Begriffe darstellen.
- Jeder Pfeil muss beschriftet sein und ein Verb enthalten.
- Beziehungen sollen nur zwischen direkten Nachbarn bestehen.

In Abbildung 1 ist beispielhaft eine Concept Map aus fünf Begriffen und sechs Verbindungen der verschiedenen Wissensdomänen dargestellt. Die Nummern an den Verbindungen geben hier lediglich den Zeitpunkt der Erstellung der jeweiligen Verbindung an, der für eine spätere prozessorientierte Analyse der Erstellung der Concept Maps von Bedeutung ist.

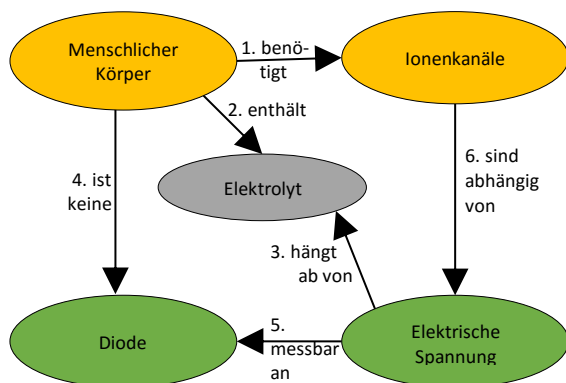


Abb. 1: Beispiel einer Concept Maps zu einem Versuch zur Ionenleitung. Verwendet wurden fünf Begriffe. Die gelben Begriffe sind der medizinischen Wissensdomäne zuzuordnen, die grünen Begriffe der physikalischen Wissensdomäne und der Begriff Elektrolyt kann sowohl der medizinischen als auch der physikalischen Wissensdomäne zugeordnet werden.

Zusätzlich zur Erstellung der Concept Maps bietet das entwickelte Tool auch Möglichkeiten zur Auswertung der erstellten Concept Maps. Dabei ist eine produktorientierte und eine prozessorientierte Analyse möglich. Für die produktorientierte Analyse können quantitative Merkmale der Concept Maps

erfasst und ggfs. zwischen verschiedenen Sammlungen von Concept Maps (z.B. in einem Prä-Post-Vergleich) miteinander verglichen werden. Diese quantitativen Merkmale sind die Anzahl der verwendeten Begriffe, die Anzahl der Verbindungen und die Komplexität, die als Quotient aus der Anzahl der Verbindungen und der Zahl der verwendeten Begriffe als Index für die Dichte einer Concept Map erfasst wird [9]. Das Tool bereitet diese Daten bereits in grafischer Form auf.

Zusätzlich zu dieser Analyse der fertigen Produkte der Erstellung der Concept Maps wird in tabellarischer Form auch die zeitliche Abfolge dargestellt, in der die einzelnen Verbindungen durch die Studierenden erstellt wurden. Da vermutet werden kann, dass die Studierenden bei der Erstellung einer Concept Map verschiedene Vorgehensweisen verfolgen, eröffnet dies Einblicke in den Erstellungsprozess der einzelnen Concept Maps. Eine prozessorientierte Analyse der Concept Maps wird somit möglich.

4. Methoden der Auswertung

Mit den oben benannten quantitativen Merkmalen der Concept Maps ist es nun möglich, im Rahmen einer Prä-Post-Erhebung von Concept Maps auf eine eventuelle Veränderung der Vernetzung zwischen der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne durch eine Intervention in Form der Teilnahme an einem vollständigen Praktikumsversuch zu schließen.

Zunächst werden die Verbindungen der Concept Maps auf ihre formale Korrektheit und ihren inhaltlichen Gehalt, d.h. ihre inhaltliche Korrektheit, untersucht. Die Verbindungen, die formal falsch sind, werden für die Auswertung der Daten nicht weiter betrachtet.

Die für die Concept Maps vorgegebenen Begriffe werden in medizinische Begriffe (gelb), physikalische Begriffe (grün) und Begriffe, die gleichermaßen in der Medizin und Physik verwendet werden (grau), kategorisiert (siehe Abb. 1 und 2). Von den 16 vorgegebenen Begriffen lassen sich acht Begriffe der physikalischen Kategorie, sechs Begriffe der medizinischen Kategorie sowie zwei Begriffe der medizinischen sowie physikalischen Kategorie zuordnen.

Wie in Abbildung 2 gezeigt, sind durch Verbinden der Begriffe unterschiedlicher Wissensdomänen verschiedene Verbindungstypen möglich. Eine Verbindung des Typs „Med ↔ Phy“ kann beispielsweise erstellt werden, indem ein medizinischer Begriff mit einem physikalischen Begriff verbunden wird. Dabei wird nicht beachtet, in welcher Reihenfolge die Begriffe miteinander

¹ Das Erstellen einer Concept Map wurde von den Studierenden vorab in einer Hausaufgabe geübt.

verbunden wurden. Somit kann für jede Verbindung bestimmt werden²,

- ob sie den formalen Vorgaben entspricht,
- ob es sich um eine Inter- oder Intradomänenverbindung handelt,
- welcher Wissensdomäne bzw. welchen Wissensdomänen sie angehört und
- ob die Aussage der Verbindung inhaltlich richtig ist.

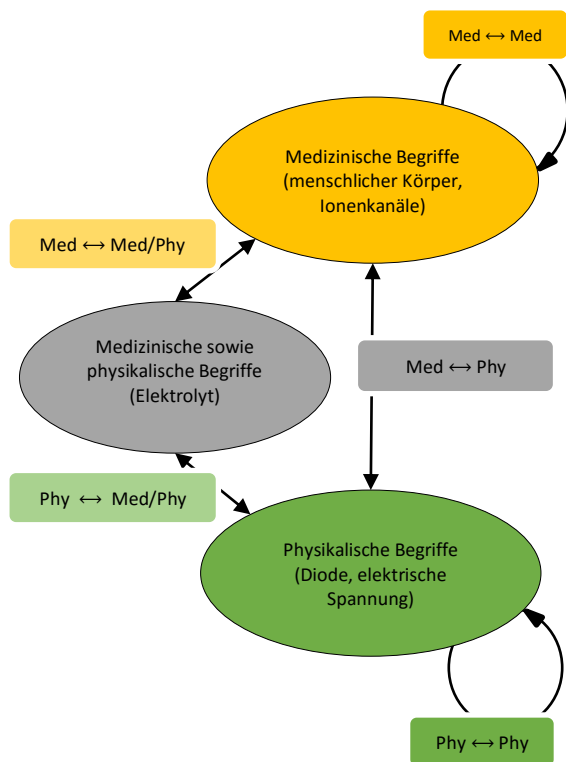


Abb. 2: Mögliche Verbindungen zwischen medizinischen, physikalischen oder gleichermaßen medizinischen und physikalischen Begriffen.

Bei allen o.g. Bewertungen handelt es sich um produktorientierte Analysen der erstellten Concept Maps. Sie werden durch die prozessorientierte Analyse der Erstellung der Concept Maps ergänzt, die durch die spezielle Fähigkeit des Tools zur Registrierung des zeitlichen Verlaufs der Eingaben bei der Erstellung der Concept Maps ermöglicht wird. Es kann vermutet werden, dass die Studierenden bei der Erstellung der Concept Maps und damit auch bei der sichtbar werdenden Integration beider Wissensdomänen unterschiedliche Vorgehensweisen verfolgen. Eine eventuelle Veränderung dieser Vorgehensweise im Prä-Post-Vergleich kann auf eine Veränderung in der Vernetzung zwischen der physikalischen und medizinischen Wissensdomäne



Abb. 3: Darstellung der zeitlichen Abfolge der Erstellung von Verbindungen unterschiedlichen Verbindungstyps für die in Abb. 1 dargestellte Concept Map. Hierbei werden zunächst medizinische Verbindungen und im weiteren Verlauf physikalische Verbindungen erstellt.

hindeuten. Ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf der Eingaben bei der Erstellung einer Concept Map ist in Abbildung 3 zu sehen.

In dieser Abbildung ist der Erstellungsprozess der in Abbildung 1 gezeigten Concept Map zu sehen. Für jede Verbindung kann der jeweilige Verbindungstyp bestimmt werden. So zeigt sich, dass in diesem Beispiel zunächst medizinische Verbindungen und danach erst physikalische Verbindungen erstellt wurden. Diese Concept Map ließe sich demnach als eine Prozessfolge „Medizin → Physik“ kategorisieren.

Wie bereits angedeutet, lassen sich typische Abfolgen im Erstellungsprozess in Prozessfolgen klassifizieren. Dabei gibt es zum einen eindeutige Prozessfolgen, bei denen die Erstellung der Verbindungen stark auf eine der beiden Wissensdomänen fokussiert ist. Zum anderen treten auch Prozessfolgen auf, die sich in zwei unterschiedliche Teile separieren lassen. Weitere Prozessfolgen werden einer komplexeren Mischkategorie zugeordnet, in welcher es zu mehrfachen Wechseln der Wissensdomäne kommt.

Eindeutige Prozessfolgen, in denen sich die Studierenden auf eine Wissensdomäne konzentrieren, sind:

- Medizin: Es werden überwiegend Verbindungen zwischen medizinischen Begriffen erstellt.
- Physik: Es werden überwiegend Verbindungen zwischen physikalischen Begriffen erstellt.

Prozessfolgen mit einem einfachen Wechsel zwischen den Wissensdomänen sind:

- Medizin → Physik: Zunächst werden überwiegend Verbindungen zwischen

² Alle Kategorisierungen der Verbindungen wurden durch Interratings überprüft.

medizinischen Begriffen, im Anschluss überwiegend solche zwischen physikalischen Begriffen erstellt.

- Physik → Medizin: Zunächst werden überwiegend Verbindungen zwischen physikalischen Begriffen, im Anschluss überwiegend solche zwischen medizinischen Begriffen

5. Vorstellung der Ergebnisse

Der ausgewählte Datensatz von prä und post Concept Maps der 118 Studierenden lässt sich nun anhand der vorgestellten Methoden zur Auswertung untersuchen, um eine Aussage über die eventuelle Veränderung der Vernetzung zwischen der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne im Verlauf eines Praktikumsversuchs treffen zu können. Verwendet werden hierbei nur die formal richtigen Verbindungen der Concept Maps. Dies sind 97% aller durch die Studierenden erstellten Verbindungen.

Die Versuche, in denen die vorgestellte Studie durchgeführt wurde, wurden von den Studierenden in unterschiedlicher Reihenfolge durchlaufen. Für den folgenden Prä-Post-Vergleich der Concept Maps wurde zunächst festgestellt, ob es schon alleine durch die unterschiedliche Reihenfolge der Versuchsdurchführungen zu signifikanten Unterschieden in den Concept Maps kommt. Grund hierfür könnte ein Lerneffekt sein, da die Studierenden zum Zeitpunkt des jeweiligen Versuches eine unterschiedliche Anzahl von Concept Maps erstellt haben. Jedoch sind für die Anzahl der erstellten Verbindungen und die Anzahl der verwendeten Begriffe keine signifikanten Unterschiede festzustellen (vgl. [10]). Somit werden die Daten aller Studierenden im Folgenden zusammengefasst.

5.1. Produktorientierte Ergebnisse

Für eine produktorientierte Analyse werden zunächst die quantitativen Aspekte im Prä-Post-Vergleich der Concept Maps betrachtet werden, ohne die inhaltlichen Aspekte zu berücksichtigen.

Gemäß Tabelle 1 lässt sich feststellen, dass in den post Concept Maps im Durchschnitt mehr Verbindungen benutzt wurden als in den prä Concept Maps. Sowohl die Anzahl der Verbindungen als auch die Anzahl der verwendeten Begriffe steigt mit einem mittleren Effekt an. Somit verbalisierten die Medizinstudierenden nach dem Versuch erkennbar mehr Vernetzungen in dem für den Versuch relevanten Wissensgebiet.

	Prä		Post		r
	μ	σ	μ	σ	
Begriffe	11	4	14	4	0,36**
Verbindungen	11	3	14	3	0,45**

Tab. 1: Prä-Post-Vergleich der Zahl der verwendeten Begriffe und Verbindungen pro Studierenden. Angegeben werden jeweils der Mittelwert μ und die Standardabweichung σ sowie die errechnete Effektstärke r und das durch den Wilcoxon-Test³ angegebene Signifikanzniveau (** steht für ein Signifikanzniveau <1%).

Um auch eine Aussage über einen eventuellen Wissenszuwachs treffen zu können, werden die vorgestellten quantitativen Merkmale für inhaltlich richtige und inhaltlich falsche Verbindungen untersucht. Eine gesonderte Betrachtung der Zahl der verwendeten Begriffe ist nicht notwendig, da sich eine Kategorisierung nach inhaltlich richtig und inhaltlich falsch nur auf eine Verbindung beziehen kann.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird untersucht, inwieweit sich die quantitativen Veränderungen auf die physikalische bzw. medizinische Wissensdomäne verteilen und inwieweit die Wissensdomänen miteinander vernetzt werden.

	Prä		Post		r
	μ	σ	μ	σ	
Inhaltlich richtige Verbindungen	9	4	11	4	0,24**
Inhaltlich falsche Verbindungen	1,9	1,6	2,9	2,1	0,26**

Tab. 2: Prä-Post-Vergleich der Zahl der verwendeten Verbindungen pro Studierenden, aufgeteilt in inhaltlich richtige und inhaltlich falsche Verbindungen. Angegeben werden jeweils der Mittelwert μ und die Standardabweichung σ sowie die errechnete Effektstärke r und das durch den Wilcoxon-Test angegebene Signifikanzniveau (** steht für ein Signifikanzniveau <1%).

In Abbildung 4 ist dargestellt, wie sich die durchschnittliche Anzahl der verwendeten Verbindungen verschiedener Verbindungstypen, aufgeschlüsselt nach inhaltlich falschen und inhaltlich richtigen Verbindungen, im Prä-Post-Vergleich verändert. Für den Verbindungstyp „Med ↔ Med“ kommt es zu einer Verringerung der Zahl der inhaltlich richtigen Verbindungen mit geringem bis mittlerem Effekt, während die Zahl der inhaltlich falschen Verbindungen konstant bleibt. Da es insgesamt zu einer Verringerung der Zahl der verwendeten Verbindungen dieses Typs kommt,

³ Die für den Wilcoxon-Test erforderlichen Voraussetzungen sind jeweils überprüft worden.

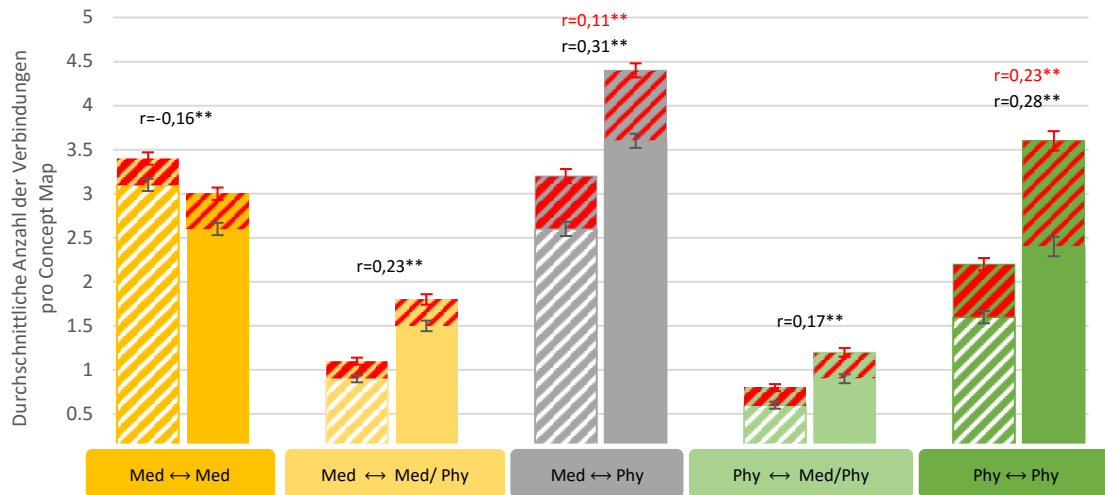


Abb. 4: Durchschnittliche Anzahl der Verbindungen verschiedener Verbindungstypen pro Concept Map mit jeweiliger Standardmessunsicherheit des Mittelwertes⁴ (inhaltlich richtig (schwarz) und inhaltlich falsch (rot)). Daten für die prä Concept Map sind schraffiert dargestellt, die Daten der post Concept Maps sind einfarbig dargestellt. Rot markierte Säulenteile markieren inhaltlich falsche Verbindungen, die anderen Säulenteile sind inhaltlich richtigen Verbindungen zuzuordnen. Angegeben ist bei einem signifikanten Unterschied außerdem die Effektstärke für die inhaltlich richtigen (schwarz) und inhaltlich falschen (rot) Verbindungen mit dem nach dem Wilcoxon Test errechneten Signifikanzniveau (** steht für ein Signifikanzniveau <1%).

steigt der Anteil der falschen Verbindungen des Typs „Med ↔ Med“ in den post Concept Maps. Für die Verbindungstypen „Med ↔ Med/Phy“ sowie „Phy ↔ Med/Phy“ kommt es nur zu einer Steigerung der Anzahl inhaltlich richtiger Verbindungen mit einem kleinen bis mittleren Effekt. Die Anzahl der inhaltlich falschen Verbindungen bleibt hier nahezu gleich. Somit beruht die Zunahme der Zahl der Verbindungen auf der Zunahme der inhaltlich richtigen Verbindungen und es wurde in der post Concept Map mehr richtig formuliert als in der prä Concept Map.

Für die Verbindungstypen „Med ↔ Phy“ sowie „Phy ↔ Phy“ kommt es jeweils zu einer signifikanten Steigerung der Anzahl inhaltlich richtiger, aber auch inhaltlich falscher Verbindungen. Dies deutet auf größere Lernschwierigkeiten in der physikalischen Wissensdomäne im Praktikumsversuch hin.

Zusammenfassend lässt sich für die produktorientierte Analyse der Concept Maps sagen, dass es sowohl bei der Anzahl der Verbindungen als auch bei der Anzahl der verwendeten Begriffe zu einer Steigerung kommt. Betrachtet man die Ergebnisse differenziert für einzelne Verbindungstypen kommt es zu einer Verringerung der Anzahl der Verbindungen des Typs „Med ↔ Med“. Die weiteren Verbindungstypen wurden in der post Concept Map häufiger benutzt als in der prä Concept Map. Den größten Effekt beobachtet man für die Verbindungstypen „Med ↔ Phy“ und „Phy ↔ Phy“. Betrachtet man dieses Ergebnis fokussiert auf die inhaltlich richtigen Kanten, so ist dieser Zuwachs in erster Linie auf die Verbindungstypen „Med ↔

Med/Phy“, „Med ↔ Phy“ und „Phy ↔ Med/Phy“ zurückzuführen. Durch eine Schwerpunktverlagerung kommt es dazu, dass der Verbindungstyp „Med ↔ Med“ weniger oft in den post Concept Maps vorhanden ist. Somit hat der Versuch nach den Ergebnissen der produktorientierten Analyse nicht das reine physikalische Wissen der Medizinstudierenden erhöht, sondern wie auch von Theyßen gefordert, zu einer Vernetzung der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne geführt [1].

5.2. Prozessorientierte Ergebnisse

Zusätzlich zu den produktorientierten Analysen werden auch der Prozess der Erstellung der Concept Maps untersucht werden um eventuelle Veränderungen in der Vernetzung von medizinischer und physikalischer Wissensdomäne festzustellen. Wie bereits erläutert, können verschiedene Erstellungsprozesse definiert werden. Diese sind:

- Medizin
- Physik
- Medizin → Physik
- Physik → Medizin

Alle weiteren Vorgehensweisen bei der Erstellung von Concept Maps werden einer komplexeren Mischkategorie zugeordnet. Für diesen Analyseschritt werden nur Concept Maps mit mindestens sechs Verbindungen ausgewertet. Somit sind noch 225 Concept Maps der 236 Concept Maps für eine Auswertung von Bedeutung.

⁴ Die Standardmessunsicherheit des Mittelwertes ist definiert durch $u = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

In Tabelle 3 ist getrennt nach dem Zeitpunkt der Erstellung dargestellt, wie viele Concept Maps sich einer Prozessfolge zuordnen lassen. Von diesen Concept Maps lassen sich 19,1% einer eindeutigen Prozessfolge zuordnen, wobei dies 21,5% der prä Concept Maps und 18,5% der post Concept Maps betrifft. Dies zeigt, dass die meisten Studierenden keine dieser eindeutigen Prozessfolgen verfolgen und sich somit nicht auf eine Wissensdomäne fokussieren.

	prä	post
Medizin	8	0
Physik	1	5
Medizin → Physik	13	13
Physik → Medizin	1	2
Mischkategorie	84	98

Tab. 3: Zuordnung der prä und post Concept Maps zu den jeweiligen Prozessfolgekategorien ($N_{\text{prä}} = 107$, $N_{\text{post}} = 118$).

Für die Untersuchung der Veränderung der Vernetzung zwischen der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne muss der Wechsel zwischen den Kategorien von Prozessfolgen im Prä-Post-Vergleich herangezogen werden. Diese sind in Tabelle 4 gezeigt. Hierzu werden nur diejenigen Studierenden betrachtet, die in der prä und post Concept Map mindestens sechs Verbindungen erstellt haben. Dies betrifft 107 der ursprünglich 118 Studierenden.

Prä \ Post	Post					Mischkategorie
	Medizin	Physik	Medizin → Physik	Physik → Medizin	Mischkategorie	
Medizin	-	-	1	-	7	
Physik	-	-	-	-	1	
Medizin → Physik	-	-	2	-	11	
Physik → Medizin	-	-	-	-	1	
Misch- kategorie	-	5	8	-	71	

Tab. 4: Übersicht über beobachtete Kombinationen der Prozessfolgekategorien bei der Erstellung der prä (fett gedruckt) und post Concept Map ($N = 107$).

Zunächst ist festzuhalten, dass sich die Vorgehensweise im Prä-Post-Vergleich im Rahmen dieser groben Kategorisierung bei zwei Drittel der Studierenden nicht ändert. Bei dem verbleibenden

Drittel verändert sich die Vorgehensweise im Prä-Post-Vergleich. Den größten Aufwuchs erfährt die Mischkategorie (siehe auch Tab. 3). Dabei kommen die dorthin wechselnden Studierenden aus allen Prozessfolgekategorien, vorrangig aber aus der Medizin und der Medizin → Physik. Die in den prä Concept Maps noch (dünn) besetzte Prozessfolgekategorie Medizin ist in den Erstellungsprozessen der post Concept Maps nicht mehr aufzufinden. Alle diese Aussagen deuten auf eine stärkere Vernetzung zwischen der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne am Ende des Praktikumsversuchs hin. Es werden andererseits auch einige wenige Probanden identifiziert, die in den prä Concept Maps der Mischkategorie zugeordnet wurden, in der post Concept Map aber den Prozessfolgekategorien Physik ($N = 5$) und Medizin → Physik ($N = 8$) zugewiesen werden. Insbesondere der zweite Fall könnte auf eine strukturiertere Bearbeitung der Concept Map hindeuten, was aber durch Einzelfallstudien zu bestätigen ist. Ähnliches gilt für eine genauere Erklärung des Wechselverhaltens in die vorab nur mit einem Fall besetzte Prozessfolgekategorie Physik.

Insgesamt lässt sich für die prozessorientierte Betrachtung sagen, dass es möglich ist Vorgehensweisen für den Erstellungsprozess der Concept Maps zu kategorisieren. Diese Vorgehensweisen verändern sich im Prä-Post-Vergleich ausgewählter Concept Maps. Dass die meisten Studierenden, deren Prozessfolgekategorie bei der Erstellung der Concept Maps sich ändert, in die Mischkategorie wechseln, wird als Indiz für eine stärkere Vernetzung der physikalischen und medizinischen Wissensdomäne interpretiert. Solche Zuschreibungen müssen aber durch genauere Einzelfallstudien bestätigt werden.

6. Fazit und Ausblick

Am Beginn und am Ende eines Praktikumsversuchs in einem adressatenspezifischen Physikpraktikum für Medizinstudierende wurden Concept Maps erstellt. Sowohl die quantitativen Merkmale dieser Concept Maps als auch Veränderungen der Vorgehensweise im Erstellungsprozess der Concept Maps zeigen für den ausgewählten Datensatz eine stärkere Vernetzung zwischen der physikalischen und medizinischen Wissensdomäne am Ende des betrachteten Praktikumsversuchs. Somit vermittelt der Versuch nicht nur physikalisches Wissen, sondern verbindet dieses Wissen auch mit medizinischen Inhalten.

Eine vertiefende Auswertung ist sowohl für die produktorientierte als auch für die prozessorientierte Analyse möglich.

Aufbauend auf den produktorientierten Ergebnissen kann eine weitergehende inhaltliche Analyse der Verbindungen vorgenommen werden. Untersucht man den Gehalt der inhaltlich falschen

Verbindungen, könnten z.B. mögliche physikalische Fehlvorstellungen aufgedeckt werden, die entweder schon vor dem Versuch bestehen, diesen ggfs. überdauern oder sich auch während des Versuchs entwickeln.

Aufbauend auf der prozessorientierten Analyse ist es möglich, die umfangreich besetzte Mischkategorie der Prozessfolgen bei der Erstellung der Concept Maps weiter zu unterteilen und so einen tieferen Einblick in Aspekte des Erstellungsprozesses zu bekommen, die auf eine Vernetzung zwischen der medizinischen und physikalischen Wissensdomäne hindeuten.

Gegenstand der Studie war neben dem Versuch zur Ionenleitung ein weiterer Versuch. Die Ergebnisse können durch die Auswertung der prä und post Concept Maps dieses weiteren Versuches ergänzt werden, wodurch eine Einschätzung der Versuchsspezifika der beobachteten Effekte möglich wird.

7. Literatur

- [1] Theyßen, H. (2000): Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin: Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Berlin: Logos Verlag
- [2] Plückers, K.; Heinke, H. (2015): Einsatz neuer Medien im Physikpraktikum für Medizinstudierende – Einstiegsvideos zur Förderung des situationalen Interesses. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beitrag zur DPG Frühjahrstagung, URL: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/638/731> (Stand: 5/2017)
- [3] Kernlehrplan des Faches Physik in der Sekundarstufe 1 in NRW: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_physik.pdf (Stand: 5/2017)
- [4] Kernlehrplan des Faches Physik in der Sekundarstufe 2 in NRW: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/KLP_GOSt_Physik.pdf (Stand: 5/2017)
- [5] Stracke, I. (2004). Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Empirische Untersuchungen am Beispiel des Chemischen Gleichgewichts. Münster: Waxmann Verlag
- [6] Hucke, L. (1999): Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums. Berlin: Logos-Verlag
- [7] Wallace, J.; Mintzes, J. (1990). The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. In: Journal of Research in Science Teaching, 27(10), 1033-1052
- [8] Plomer, M. (2011): Physik physiologisch passend praktiziert. Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie. Berlin: Logos-Verlag
- [9] Bonato, M. (1990): Wissensstrukturierung mittels Struktur-lege-Techniken. Eine graphentheoretische Analyse von Wissensnetzen. Frankfurt a.M.: Peter Lang Verlag
- [10] Lüders, C. (2016): Prä-Post-Vergleich des Erstellungsprozesses von Concept Maps zum Versuch „Elektrische Leitung – Ionenleitung“. Bachelorarbeit am I. Physikalischen Institut IA der RWTH Aachen University, unveröffentlicht