

Aufbau und Funktionsweise des Internets in Onlinequellen im Hinblick auf Modellvorstellungen

Johannes Peschers,¹ Fatma Batur,² Torsten Brinda²

Abstract:

Mit zunehmender Nutzung des Internets sind Onlinequellen zu einem bei Schüler*innen beliebten Medium eigenständiger Recherchen zu Unterrichtsthemen geworden. Im Hinblick auf die didaktische Strukturierung von Informatikunterricht entsteht daraus die Notwendigkeit, sich auch analytisch mit solchem Material auseinanderzusetzen, denn darin enthaltene, möglicherweise eingeschränkte, Modellvorstellungen können die Vorstellungen von Schüler*innen zu fachlichen Inhalten beeinflussen. Dazu wurden von Schüler*innen zu erwartende Suchstrategien zugrunde gelegt und mithilfe der Suchmaschine GOOGLE Onlinequellen, welche Aufbau und Funktionsweise des Internets thematisieren, ermittelt, kriterienorientiert ausgewählt und mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring analysiert. Im Wesentlichen konnte dabei beobachtet werden, dass wichtige Fachkonzepte wie Routing, Adressierung, usw. zwar angeführt, aber stark vereinfacht und in Teilen unzureichend modelliert werden. Aus dem integrierten Modell des Bild- und Textverstehens ergibt sich, dass diese Darstellungen auch Einfluss auf die Vorstellungen von Schüler*innen haben können. Bestärkt wird dies durch zu beobachtende Parallelen zwischen aus der Forschung bekannten internen Konzepten und der Modellierung von Inhalten in Onlinequellen, etwa bei der Verwendung von Metaphern. Daraus lassen sich Konsequenzen für die Unterrichtspraxis ableiten. Der gewinnbringende Einsatz von Onlinequellen scheint dabei insgesamt möglich, sollte jedoch stets mit einer vorherigen Prüfung des Materials und einem Abgleich mit konkreten Unterrichtszielen verbunden werden.

Keywords: Qualitative Inhaltsanalyse; Onlinequellen; Internet; Modellvorstellungen

1 Einleitung

Die jährlichen JIM-Studien [FRR20] zeigen, dass die Nutzung des Internets zum persönlichen Alltag von Kindern und Jugendlichen gehört, weshalb nicht nur im Informatikunterricht, sondern im Zuge der aktuellen Digitalisierungsdebatte auch in anderen Fächern zunehmend eine Auseinandersetzung mit diesem erfolgt. Gerade die intensive Nutzung des Internets im persönlichen Bereich und die dabei auftretenden Phänomene legen die Vermutung nahe, dass sich bei Lernenden Vorstellungen zu dessen Aufbau und Funktionsweise ausprägen können, die nicht den wissenschaftlichen entsprechen. Da Jugendliche zur Stillung von Informationsbedürfnissen insbesondere auch Onlinequellen nutzen [FRR20,

¹ B.M.V.-Gymnasium Essen, Bardelebenstraße 9, 45147 Essen, Deutschland, peschers@bmv-essen.de

² Universität Duisburg-Essen, Schützenbahn 70, 45127 Essen, Deutschland, {fatma.batur,torsten.brinda}@uni-due.de

S. 25], ist davon auszugehen, dass ihre Vorstellungen zu Aufbau und Funktionsweise des Internets durch entsprechende Darstellungen in frei verfügbaren Onlinequellen zumindest mit beeinflusst werden können. Im vorliegenden Beitrag wird eine Analyse solcher Onlinequellen durchgeführt mit dem Ziel, induzierbare Vorstellungen zu identifizieren und die Nutzbarkeit solcher Quellen für den Informatikunterricht einzuschätzen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Begriffsklärung

Grundlage allen Lernens sind bereits vorhandene Vorstellungen von Lernenden zu den jeweiligen Inhalten. Auf diesem konstruktivistischen Prinzip basieren gängige Modelle zur Beschreibung von Lehr-Lernprozessen, wie das Modell der **didaktischen Rekonstruktion** [Ka07]. Nach Diethelm et al. [Di11] stellt die Auswahl geeigneter Phänomene einen wesentlichen Aufgabenbereich im Prozess der didaktischen Strukturierung dar, der sich auf alle anderen Aspekte des Modells auswirkt. Von besonderer Bedeutung ist ferner die **Erfassung von Schüler*innenvorstellungen**. In diesem Beitrag wird dazu folgende Arbeitsdefinition verwendet: *Schülervorstellungen sind subjektive, mentale Repräsentationen zur Erschließung von Realitätsbereichen* [Lu11]. Es können drei Arten von **mentalen Repräsentationen** unterschieden werden: Mentale Propositionen, mentale Bilder und mentale Modelle [NF18]. **Mentale Modelle** repräsentieren dabei das Realitätsverständnis der Lernenden und sind keine „reinen Kopien“ der Realität, sondern lediglich *kognitive Konstrukte*. Die Konstruktion mentaler Modelle ist dabei abhängig vom Vorwissen und den bestehenden Vorstellungen von Lernenden in Bezug auf den betreffenden Gegenstand. Mentale Modellierung korreliert somit auch mit den Grundannahmen konstruktivistischen Lernens [NF18]. Mentale Repräsentationen, oder auch **interne Repräsentationen** von Sachverhalten, die in Texten (deskriptiv) oder Bildern (depiktional) dargestellt sind, sind subjektive Konstruktionen. Diese Darstellungen werden als **externe Repräsentationen** bezeichnet [SB03].

2.2 Integriertes Modell des Bild- und Textverstehens

Basierend auf der Unterscheidung zwischen deskriptiven und depiktionalen Repräsentationen stellten Schnotz und Bannert [SB03] ein Modell vor, welches die Bildung interner auf Grundlage externer Repräsentationen beschreibt (s. Abbildung 1). Die Grundlage dieser Konstruktionsprozesse sind auf- und absteigende Teilprozesse zwischen den einzelnen Komponenten. Im Folgenden wird jeweils der absteigende Prozess näher erläutert.¹ Die Interaktion der Komponenten des **deskriptiven Zweigs** basiert auf der Verarbeitung von

¹ Für die dargelegten Untersuchungen sind die absteigenden Prozesse besonders relevant, da der Einfluss der externen Repräsentationen auf die internen betrachtet wird.

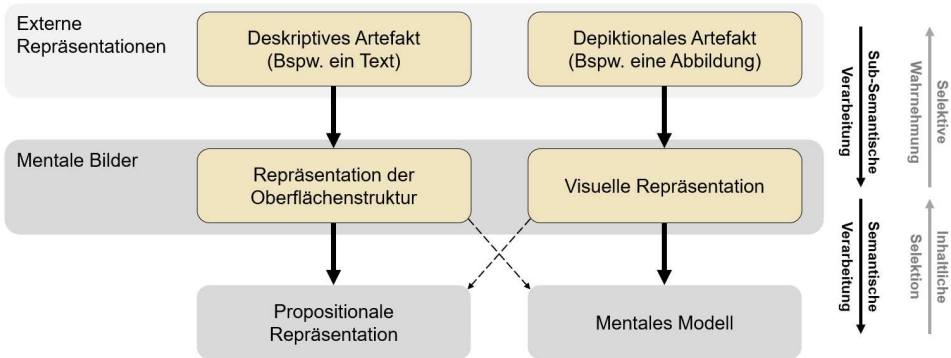


Abb. 1: Ausschnitt des *integrierten Modells des Bild- und Textverstehens* [SB03, S. 145] mit Bezug zu den Arten mentaler Repräsentationen [eigene Darstellung].

Symbolen. Beim Verarbeiten einer deskriptiven Repräsentation konstruiert das betrachtende Subjekt demnach zunächst im Prozess der *sub-semantischen Verarbeitung* eine interne Repräsentation der oberflächlichen Struktur des Vorliegenden (bspw. Wiedergabe des Wortlauts eines vorliegenden Textes). Dieser wird anschließend die Semantik entnommen, was zu strukturierten, propositionalen Repräsentationen bzw. mentalen Modellen führt. Die Interaktion zwischen den Komponenten des **depiktionalen Zweigs** basiert auf „Prozessen der Strukturabbildung“. Beim Wahrnehmen und Verstehen depiktionaler Artefakte generiert die*der Betrachter*in zunächst in sub-semantischen Prozessen, wie der Identifikation grafischer Entitäten oder visueller Organisationsprozessen, visuelle Repräsentationen des Gegenstands – *mentale Bilder*. Diese sind Grundlage semantischer Prozesse der Strukturabbildung von einem System visueller auf ein System propositionaler Repräsentationen bzw. auf mentale Modelle.

Zuletzt besteht eine **Beziehung zwischen propositionalen Repräsentationen und mentalen Modellen**. Zum einen dienen erstere als Grundlage bei der Konstruktion neuer und Revision bestehender mentaler Modelle. Zum anderen können durch Inspektion mentaler Modelle neue Aspekte abgelesen und propositionale Repräsentationen gebildet werden. Dieses Modell kann bspw. bei der Evaluation von Lernmaterial verwendet werden, um der Informationsverarbeitung über verschiedene Kanäle gerecht zu werden. In dieser Arbeit wird es genutzt, um den möglichen Einfluss der in Onlinequellen zu beobachtenden externen Repräsentationen auf die Vorstellungen von Schüler*innen zu evaluieren.

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Forschungsstand und Forschungsfragen

In der Forschung der letzten Jahre finden sich eine Reihe von Arbeiten, die mentale Modelle und Vorstellungen zu Aufbau und Funktionsweise des Internets untersuchen: Thatcher und

Greyling [TG98] identifizierten Kategorien mentaler Modelle auf Grundlage der Analyse von Zeichnungen. Papastergiou [Pa05] erhob dazu zusätzlich Schüler*innenantworten zu offenen und geschlossenen Fragen. In der deutschsprachigen Forschung ist vor allem die Arbeit von Diethelm und Zumbärgel [DZ10] zu nennen, die Schülervorstellungen durch Analyse leitfadengestützter Interviews untersuchten.

Gemein ist genannten Arbeiten die grundlegende Herangehensweise: Aus von Probanden generierten, externen Repräsentationen wurden Rückschlüsse auf interne Repräsentationen ihrer Verfasser gezogen. Der Frage, welche Faktoren die Ausblidung letzterer konkret beeinflussen können, wird in der fachdidaktischen Forschung bis jetzt jedoch kaum nachgegangen. Einzig Hennecke [He15] analysierte Schulbüchern entnommene, depiktionale Repräsentationen von Aufbau und Funktionsweise des Internets. Auch unter Berücksichtigung zuvor genannter Forschung formulierte er auf dieser Grundlage eine Abfolge von für schulischen Informatikunterricht geeigneten Modellvarianten.

Schulbücher sind jedoch nicht die einzigen Quellen, in denen sich Schüler*innen zu fachbezogenen Themen informieren. Auch das Internet selbst ist eine beliebte Informationsquelle [FRR20, S. 25]. Daraus ergibt sich der Bedarf einer Analyse von Onlinequellen (bzw. entnommenen externen Repräsentationen), denn es besteht die begründete Vermutung, dass sich Zusammenhänge zwischen den in externen Repräsentationen genutzten Modellen und bekannten internen Konzepten von Schüler*innen zeigen. Mithilfe des „integrierten Modells des Bild- und Textverstehens“ lassen sich auf dieser Grundlage potentielle Auswirkungen auf interne Repräsentationen der Betrachter*innen von Onlinequellen evaluieren und damit Konsequenzen für deren unterrichtlichen Nutzen ziehen. Aus diesem Vorhaben ergeben sich drei Forschungsfragen:

1. *Welche Aspekte von Aufbau und Funktionsweise des Internets modellieren frei verfügbare Onlinequellen?*
2. *Welche Auswirkungen der Rezeption frei verfügbarer Onlinequellen zu Aufbau und Funktionsweise des Internets auf die Bildung neuer und die Revision bestehender interner Repräsentationen sind denkbar?*
3. *Welches didaktische Potenzial haben frei verfügbare Onlinequellen zu Aufbau und Funktionsweise des Internets?*

3.2 Planung und Durchführung der Untersuchung

Die Untersuchung des potentiellen Einflusses externer auf interne Repräsentationen deren Betrachter*innen ist ein in der informatikdidaktischen Forschung noch weitgehend unerschlossenes Feld. Dem trägt das für die Untersuchung gewählte *qualitative* Vorgehen mit *explorativem* Charakter Rechnung [DB16, S. 192]. Konkret erfolgt eine *qualitative Inhaltsanalyse* [Ma15] mit Fokus auf der Modellierung von Aufbau und Funktionsweise des Internets. Das Kategoriensystem wird zunächst deduktiv entwickelt und anschließend aus dem Material heraus induktiv erweitert.

Um möglichst passendes Untersuchungsmaterial zu erheben, wurde das in Feil et al. [FGG13, 31ff.] eingehend untersuchte Rechercheverhalten von Kindern und Jugendlichen simuliert. Diese suchen bevorzugt Schlüsselbegriffe mithilfe von GOOGLE, wobei sie vor allem die zuerst angezeigten Treffer berücksichtigen. Die zur **Materialerhebung** verwendete Suchanfrage² resultiert direkt aus dem Gegenstand der Untersuchung: „Aufbau und Funktionsweise des Internets“. Um möglichst repräsentative Ergebnisse zu erhalten, wurden davon ausgehend elf weitere Suchstrings gebildet (bspw. durch Auslassungen und Permutation der Begriffe). Nach Abzug der Treffer, welche auf die GOOGLE Bild- oder Videosuche verweisen, brachte dies insgesamt 109 Ergebnisse hervor. Die Schnittmenge der Ergebnislisten umfasst 21 Webseiten, von denen vier nicht weiter untersucht werden, da sie entweder offensichtlich an Fachpublikum gerichtet oder kostenpflichtig sind.

Grundlage der folgenden Inhaltsanalyse ist ein durch *Kontextspezifikation* [DB16, S. 557] deduktiv gebildetes Kategoriensystem. Ausgehend von der ersten Forschungsfrage ergeben sich zwei Themenblöcke: „Aufbau“ des Internets und „Funktionsweise“ des Internets. Innerhalb dieser wurden auf Grundlage fachlicher Überlegungen (insbesondere der bspw. in Gumm und Sommer [GS13] näher beschriebenen Referenzmodelle) Hauptkategorien identifiziert. Zur Eingrenzung des umfassenden Inhaltsfelds auf für den schulischen Rahmen relevante Inhalte wurden ferner die Kerncurricula der Bundesländer herangezogen (bspw. [MSW14]). In der ersten Spezifikationsstufe ergaben sich dadurch fünf Hauptkategorien. Diese wurden anhand der in oben genannter Forschung identifizierten Kategorien interner Repräsentationen durch Subkategorien weiter verfeinert. Exemplarisch wird das Vorgehen am Beispiel der Subkategorie „Zentrales System“ durchgeführt:

Innerhalb des Themenblocks **Aufbau des Internets** ergibt sich bspw. durch curriculare Vorgabe die Hauptkategorie *Topologie* [MSW14, S. 31]. Hier beschreibt Papastergiou [Pa05, S. 351] die Vorstellung des Internets als „Huge Remote Computer“. Diese Beobachtung der Vorstellung des Internets als zentrales System wird unter anderem von Diethelm und Zumbrägel [DZ10, S. 40] bestätigt. Aus diesem Grund wurde die Subkategorie „Zentrales System“ ergänzt. Für einen vollständigen Einblick in das Analyseinstrument sei an dieser Stelle auf die vollständige Arbeit³ verwiesen.

Das **Vorgehen der Analyse** folgt dem in Mayring [Ma15, S. 85] beschriebenen. Zur Codierung wurde MAXQDA eingesetzt. Nach der Analyse von ca. 30 % des Materials wurde das Kategoriensystem einer Revision unterzogen und das Abstraktions- und Selektionsniveau angepasst. Dieses Vorgehen wurde mit wechselndem Material wiederholt, bis keine Anpassungen mehr entstanden. Induktiv ergaben sich so sieben weitere Kategorien, die in die finale Kategorisierung des gesamten Materials einbezogen wurden. Insgesamt resultierten daraus 514 kodierte Segmente in 16 deskriptiven und 29 depiktionalen Repräsentationen.

² Im Rahmen der Erhebung wurde die Suche soweit wie möglich entpersonalisiert: Regionseinstellung ‘Deutschland’, Spracheinstellung ‘Deutsch’. Berücksichtigung der ersten zehn Treffer.

³ Abrufbar unter <https://udue.de/masterarbeitpeschers>.

4 Ergebnisse

4.1 Inhaltliche Schwerpunkte der Onlinequellen

Zur Beantwortung der **ersten Forschungsfrage** bietet sich ein holistischer Blick auf die Ergebnisse an. Zunächst kann festgestellt werden, dass Aspekte zur Funktionsweise des Internets geringfügig häufiger kodiert wurden (56 % aller Kodierungen) als Aspekte zu dessen Aufbau (44 %). Im Themenkomplex „Funktionsweise des Internets“ lag der Fokus der Modellierungen auf der *Übertragungsimplementierung* (50 % der kodierten Segmente innerhalb des Themenkomplexes) gefolgt von *höheren Diensten und Anwendungen* (33 %), während Aspekte der *physischen Datenübertragung* (17 %) nur seltener berücksichtigt wurden. Im Themenkomplex „Aufbau des Internets“ konnte vor allem die *Modellierung physischer Komponenten* (66 %) beobachtet werden, während die der *Topologie* (31 %) vergleichsweise wenig Raum einnahm. Ein konkreteres Bild der Modellierung einzelner Inhalte innerhalb der Hauptkategorien bietet ein Blick in die entsprechenden Subkategorien der gültigen Dokumente⁴. Im Folgenden werden exemplarisch⁵ die Ergebnisse der Kodierung für die Kategorie **Übertragungsimplementierung** detailliert dargestellt.

Innerhalb dieser Hauptkategorie wurden alle Subkategorien in vergleichsweise vielen der gültigen Dokumente kodiert (Paketierung: 67 %, Routing 73 %, Referenzmodelle und Routing: 73 %, Adressierung: 80 %). Die Tiefe der Modellierung ist dabei jedoch stark heterogen und reicht etwa von der einfachen Nennung („[...] festgelegt, dass die zu übertragenden Daten beim Absender in kleine Pakete zerlegt, dann übertragen und beim Empfänger wieder zusammengesetzt werden.“ [Wu18]) bis hin zu einer ausführlichen Modellierung des Paketierungsvorgangs inklusive des Aufbaus von IP-Paketen mit Header- und Nutzdaten („Ein Paket wird nämlich in einen Kopf- und einen Nutzdatenbereich aufgeteilt.“ [Gr16]). Mit Blick auf die Subkategorie *Protokolle und Referenzmodelle* ist festzuhalten, dass zwar in der Regel einzelne Protokolle (vor allem IP) angeführt, die Einbindung in Referenzmodelle jedoch nur selten und wenn, dann oberflächlich dargestellt wird. Vergleichbares lässt sich auch bei der *Adressierung* beobachten. Häufig wird zwar die Notwendigkeit eines eindeutigen Adresssystems aufgegriffen („Damit ein Datenpaket weiß, woher es kommt und wohin es gesendet werden muss, erhält jeder an der Kommunikation beteiligte Rechner eine eindeutige Adresse, die IP-Adresse.“ [Wu18]), wie dieses jedoch konkret gestaltet ist und wie sich die Adressen zusammensetzen, bleibt dabei in der Regel unklar.

Bei der Analyse wurden bei einigen Subkategorien auch **Metaphern** gefunden. Im Bereich der *Adressierung* fällt vor allem die Verwendung der Postmetapher für IP-Adressen auf: „Diese ist vergleichbar mit deiner postalischen Anschrift und ist Bestandteil eines jeden Datenpakets.“ [Gr16], oder auch die Metapher der Telefonnummer: „Diese Adressen funktionieren ähnlich wie Telefonnummern“ [ES18].

⁴ Dokumente, in denen mindestens ein Code der jeweiligen Hauptkategorie kodiert wurde.

⁵ Die komplette Analyse kann unter <https://udue.de/masterarbeitpeschers> nachgelesen werden.

4.2 Bezug zu internen Repräsentationen und Unterrichtspraxis

Ausgehend von den Analyseergebnissen können nun begründete Annahmen getroffen werden, inwiefern Auswirkungen auf die Bildung neuer und Revision bestehender interner Repräsentationen in Betrachter*innen von Onlinequellen denkbar sind. Da diese nicht unmittelbar befragt werden, sind zwar keine direkten Schlüsse möglich, das integrierte Modell des Bild- und Textverstehens bietet jedoch die Möglichkeit, fundierte Vermutungen aufzustellen. Für eine weitere Konkretisierung bietet sich auch der Blick auf die in Kapitel 3.1 vorgestellte, fachdidaktische Forschung an, welche die Kategorienbildung maßgeblich beeinflusst hat. Durch die Kodierungen wird damit bereits ein erster Bezug zwischen externen und internen Repräsentationen deutlich. Exemplarisch wird an dieser Stelle zunächst der Prozess des multimedialen Lernens anhand eines konkreten Fallbeispiels nachvollzogen. Der in Abb. 2

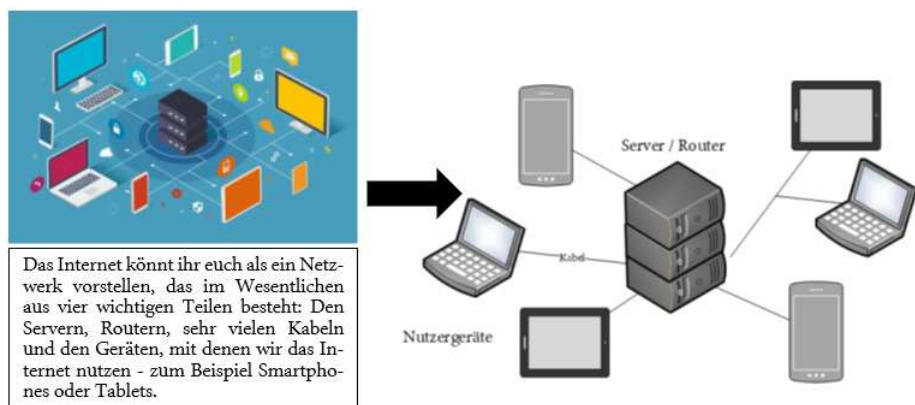


Abb. 2: Auszug aus [Ho18] mit grafischer Darstellung einer potentiellen internen Repräsentation

dargestellte Auszug aus Hoffmann [Ho18] umfasst eine deskriptive und eine depiktionale Komponente. Diese stehen auf der untersten Ebene des deskriptiven bzw. depiktionalen Zweiges des Modells. Im Prozess der sub-semantischen Verarbeitung werden aus Abbildung und Text nun Repräsentationen der Oberflächenstruktur gebildet. Dabei ist denkbar, dass unwesentliche Aspekte (bspw. die Ringe um die zentrale Komponente) vernachlässigt werden. Interessant ist vor allem der Prozess der semantischen Verarbeitung, in dem interne Repräsentationen konstruiert werden. Hier ist insbesondere die Wechselwirkung zwischen deskriptivem und depiktionalen Zweig zu beachten. Denkbar ist, dass die Komponenten der Abbildung in Bezug zu den im Text aufgeführten Komponenten des Internets gesetzt werden. Setzt man voraus, dass ein*e Betrachter*in über kein spezielles Vorwissen verfügt, jedoch mit alltäglichen, digitalen Technologien vertraut ist, kann angenommen werden, dass die Verbindungslinien zwischen den übrigen Komponenten als Kabel interpretiert und auch die Clientgeräte als Smartphones, Tablets etc. identifiziert werden. Via Ausschlussverfahren könnte die zentrale Komponente nun als Router oder Server identifiziert werden. Die verschiedenen Internetdienste symbolisierenden Elemente werden im Text nicht aufgegriffen, könnten also verworfen werden. Am Ende des Prozesses steht eine interne Repräsentation

in Form eines reduzierten mentalen Modells, welches das Internet als zentrales System modelliert (s. Abb. 2). Auf diese Weise lassen sich also begründete Annahmen in Bezug auf interne Repräsentationen treffen, die sich aus der Betrachtung des Materials ergeben könnten. Die wichtigsten Überlegungen dazu werden im Folgenden kurz dargelegt.

Im Bereich der Topologie ist insbesondere bei den deskriptiven Repräsentationen zu beobachten, dass ein vergleichsweise komplexes Netz autonomer Systeme modelliert wird und damit die Bildung interner Repräsentationen auf hohem Niveau gefordert wird. In einigen Quellen finden sich auch reduzierte Ansätze wie Punkt-zu-Punkt-Topologien oder Systeme mit einer zentralen Komponente, welche die von Papastergiou [Pa05] und Diethelm und Zumbrägel [DZ10] beobachteten, internen Konzepte des Internets fördern könnten. Diese Möglichkeit wird auch mit Blick auf die Modellierung der physischen Komponenten des Internets in den untersuchten Onlinequellen deutlich. Hier wird häufig nicht explizit auf die Existenz mehrerer Servergeräte eingegangen, was die Vorstellung eines zentralen Systems unterstützen könnte [He15, S. 158]. Im Inhaltsbereich der Funktionsweise des Internets konnten Diethelm und Zumbrägel [DZ10] beobachten, dass einem Großteil der Schüler*innen die Notwendigkeit eines eindeutigen Adresssystems bewusst, der Paketierungsaspekt dabei jedoch weniger und die Notwendigkeit der Signalmodulierung lediglich in Einzelfällen präsent ist. Dieses Bild findet sich auch bei der Betrachtung der Analyseergebnisse. Daraus kann zwar noch nicht auf einen kausalen Zusammenhang geschlossen werden, dennoch bestärken diese Parallelen die Annahme, dass der Konsum von Onlinequellen auch mentale Modellbildung beeinflussen könnte. Ein weiteres Indiz dafür ist die Verwendung von Metaphern in Onlinequellen (bspw. der Briefpost oder der Straße bzw. Autobahn), die auch Diethelm und Zumbrägel [DZ10] beobachten konnten. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Modellierung vieler Inhalte, insbesondere des Adressierungs- aber auch des Paketierungsaspekts sowie des Routings, vergleichsweise oberflächlich bleibt. So wird in [Wu18] bspw. auf die Notwendigkeit eindeutiger Adressierungen eingegangen, die zugrundeliegenden Mechanismen jedoch reduziert. Dies legt die Vermutung nahe, dass auch auf dieser Grundlage gebildete, interne Repräsentationen wenig Tiefgang haben könnten. Im Hinblick auf die **zweite Forschungsfrage** lässt sich damit zusammenfassend festhalten, dass viele der untersuchten externen Repräsentationen Modellierungsaspekte beinhalten, die sich auch in den bereits in der fachdidaktischen Forschung identifizierten, internen Repräsentationen finden. Dies führt zu einer Bestärkung der Annahme, dass Schüler*innen – zumindest teilweise – Informationen aus frei verfügbaren Onlinequellen heranziehen und sich diese auf ihre internen Repräsentationen auswirken.

Daraus ergeben sich auch Konsequenzen im Hinblick auf das didaktische Potenzial der untersuchten Onlinequellen und damit auf die **dritte Forschungsfrage**. Durch die in weiten Teilen oberflächliche Modellierung von Aufbau und Funktionsweise des Internets ergibt sich zunächst, dass Onlinequellen als Material zur Erarbeitung konkreter Inhalte eher ungeeignet erscheinen. Da die Modellierung in weiten Teilen jedoch relativ breit aufgestellt ist, ist durchaus denkbar, das Material beispielsweise als Mittel zur Nachbereitung zu nutzen oder einen Einstieg in die Thematik über Onlinequellen zu realisieren, der viele relevante Aspekte aufgreift, die dann im weiteren Verlauf eingehender betrachtet werden. Auch die Nutzung einzelner Text- und / oder Bildabschnitte bei der Erarbeitung konkreter Inhalte

ist denkbar, sofern diese darin eingehend modelliert werden. Insgesamt ist zu beachten, das Material in jedem Einzelfall hinsichtlich seiner Eignung zu überprüfen. Dabei sind die Zielgruppe und ihr Vorwissen ebenso zu berücksichtigen wie die Auswirkungen, die das Lernen mit dem Material auf die Bildung neuer bzw. die Revision bestehender, interner Repräsentationen haben könnte.

5 Fazit und Ausblick

Die Untersuchung hat Bezüge zwischen internen Repräsentationen von Aufbau und Funktionsweise des Internets und der Modellierung dieser Inhalte in Onlinequellen aufgezeigt. Das Potenzial der Untersuchung der Einflüsse solcher externen Repräsentationen auf ihre Betrachter*innen scheint – auch mit Blick auf andere Inhaltsbereiche – durchaus vielversprechend. Um diese in Zukunft noch präziser evaluieren zu können, ist weitere Forschung im Bereich der mentalen Modelle und Vorstellungen notwendig. Mit Blick auf diese Untersuchung ergeben sich weitere Schritte, wie die empirische Validierung der Ergebnisse (bspw. durch die Befragung von Schüler*innen). Das Inhaltsfeld des Aufbaus und der Funktionsweise des Internets konnte hier freilich nur in Ausschnitten untersucht werden. Um konkretere Eindrücke zu gewinnen ist denkbar, das Abstraktionsniveau etwaiger Folgeuntersuchungen weiter zu senken und einzelne Themenfelder (bspw. Routing oder Adressierung) präziser in den Blick zu nehmen. Auch eine Ausweitung der Untersuchung auf weitere Darstellungsformen (bspw. Lernvideos) ist denkbar.

Literatur

- [DB16] Döring, N.; Bortz, J.: *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2016.
- [Di11] Diethelm, I.; Dörge, C.; Mesaroş, A.-M.; Dünnebier, M.: *Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht*. In (Thomas, M., Hrsg.): *Informatik für Bildung und Beruf*. Köllen Druck + Verlag GmbH, Bonn, 2011.
- [DZ10] Diethelm, I.; Zumbrägel, S.: *Wie funktioniert eigentlich das Internet? - Empirische Untersuchung von Schülervorstellungen*. In (Diethelm, I.; Dörge; Christina, H.; Claudia; Schulte, C., Hrsg.): *Didaktik der Informatik - Möglichkeiten empirischer Forschungsmethoden und Perspektiven der Fachdidaktik*. Köllen Druck + Verlag GmbH, Bonn, S. 33–44, 2010.
- [ES18] *Nein zu Netzsperrern und digitaler Abschottung: Aufbau und Funktion von Netzsperrern*, 2018, URL: <https://www.economiesuisse.ch/de/dossier-politik/aufbau-und-funktion-von-netzsperrern>, Stand: 08. 07. 2021.
- [FGG13] Feil, C.; Gieger, C.; Grobbin, A.: *Informationsverhalten von Kindern im Internet - eine empirische Studie zur Nutzung von Suchmaschinen*. Deutsches Jugendinstitut, München, 2013.

- [FRR20] Feierabend, S.; Rathgeb, T.; Reutter, T.: JIM-Studie 2019: Jugend, Information, Medien: Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, Stuttgart, 2020.
- [Gr16] Graubner, L.: Wie funktioniert das Internet: Das Internet - Teil 4, 2016, URL: <https://www.webschmoeker.de/grundlagen/wie-funktioniert-das-internet>, Stand: 08. 07. 2021.
- [GS13] Gumm, H.-P.; Sommer, M.: Einführung in die Informatik. Oldenbourg Verlag, München, 2013.
- [He15] Hennecke, M.: Modellvorstellungen zum Aufbau des Internets. In (Gallenbacher, J., Hrsg.): Informatik allgemeinbildend begreifen. Gesellschaft für Informatik e.V, Bonn, S. 155–164, 2015.
- [Ho18] Hoffmann, S.: Wie funktioniert das Internet? Kurz erklärt, 2018, URL: <https://www.geo.de/geolino/wissen/20066-bstr-wie-funktioniert-das-internet>, Stand: 08. 07. 2021.
- [Ka07] Kattmann, U.: Didaktische Rekonstruktion - eine praktische Theorie. In (Krüger, D.; Vogt, H., Hrsg.): Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 93–104, 2007.
- [Lu11] Lutter, A.: Integration im Bürgerbewusstsein von SchülerInnen. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2011.
- [Ma15] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 12., überarbeitete Auflage. Beltz, Weinheim/Basel, 2015.
- [MSW14] Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Hrsg.: Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium, Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen: Informatik. Qualitäts- und UnterstützungsAgentur – Landesinstitut für Schule NRW, Düsseldorf, 2014.
- [NF18] Nitz, S.; Fechner, S.: Mentale Modelle. In (Krüger, D.; Parchmann, I.; Schecker, H., Hrsg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, S. 69–86, 2018.
- [Pa05] Papastergiou, M.: Students' Mental Models of the Internet and Their Didactical Exploitation in Informatics Education. Education and Information Technologies 10/4, S. 341–360, 2005.
- [SB03] Schnotz, W.; Bannert, M.: Construction and interference in learning from multiple representation. Learning and Instruction 13/2, S. 141–156, 2003.
- [TG98] Thatcher, A.; Greyling, M.: Mental models of the Internet. International Journal of Industrial Ergonomics 22/4-5, S. 299–305, 1998.
- [Wu18] Wueste, M.: So funktioniert das Internet: Das Wichtigste einfach erklärt, 2018, URL: https://praxistipps.chip.de/so-funktioniert-das-internet-das-wichtigste-einfach-erklart_103193, Stand: 08. 07. 2021.