



Vorstellungen zum Aufbau des Internets als Ausgangspunkt für eine konzeptuelle Rekonstruktion im Informatikunterricht

CLAUDIA HILDEBRANDT – NILS PANCRATZ

Zahlreiche Studien haben Vorstellungen bzw. mentale Modelle zum Aufbau und zur Funktionsweise des Internets untersucht und eingehend beschrieben. Tragfähige Vorstellungen sind kaum vorhanden. Dieser Artikel schlägt im Sinne des konstruktivistischen Ansatzes eine Möglichkeit zur Entwicklung eines grundlegenden informatischen Verständnisses vor. Dabei finden Forschungsergebnisse zur (Weiter-)Entwicklung von Schülervorstellungen Berücksichtigung, um zur Erhöhung der Lernwirksamkeit und Schülerorientierung im Informatikunterricht beizutragen.

1 Vorstellungen im Informatikunterricht – Begriffsklärung

Unsere heutige Gesellschaft wird in hohem Maße von Informations- und Kommunikationstechnologien bestimmt. Automatisierte Prozesse durchdringen das private, das schulische, berufliche und das gesellschaftliche Umfeld. Dementsprechend bringen Schüler/innen bestimmte Vorstellungen von Informationssystemen mit in den Informatikunterricht. Zur verantwortungsvollen Nutzung ist allerdings ein grundlegendes Verständnis ihres Aufbaus und ihrer Funktionsweise notwendig. Um dieses Grundverständnis erreichen zu können, müssen Vorstellungen – egal welcher Qualität – die Grundlage für einen schülerorientierten und lernwirksamen Unterricht darstellen. Je nach theoretischem Ansatz und der damit verbundenen Sichtweisen spricht man in der Fachliteratur von „Vorverständnis“, „Denkrahmen“, „Alltagstheorien“, „Alltagsvorstellungen“, „mental Modellen“ oder „Präkonzepten“. Entsprechen diese Vorstellungen und Ideen nicht den fachlichen Konzepten, so kann man von „Fehlvorstellungen“, „Fehlkonzepten“ oder – weniger negativ behaftet – von „spontanem Denken“ sprechen

(WILHELM, 2005). In diesem Artikel wird der Begriff Schülervorstellungen verwendet. Vorstellungen sind dabei entsprechend KATTMANN et al. „kognitive Konstrukte verschiedener Komplexitätsebenen, also Begriffe, Konzepte, Denkfiguren und Theorien“ (KATTMANN, DUIT, GROPPENIEßER & KOMOREK, 1997). Im Modell der Didaktischen Rekonstruktion nach DIETHELM, DÖRGE, STOFFERS & DÜNNEBIER (2011) werden diese Vorstellungen in einen direkten Bezug zu Phänomenen, die im Zusammenhang informatischer Kontexte auftreten, gesetzt und im Wechselspiel unter anderem mit einer fachlichen Klärung des jeweiligen Phänomens zur didaktischen Strukturierung des Unterrichts verwendet. Ein informatisches Phänomen ist dabei als Ereignis zu verstehen, „das durch automatisierte Informationsverarbeitung verursacht wird und im realen oder mentalen Handlungsumfeld der Schüler/innen stattfindet“ (DIETHELM & DÖRGE, 2011). Ein solches Ereignis im Zusammenhang mit der Nutzung von Onlinediensten (z. B. Facebook, Instagram oder WhatsApp) ist beispielsweise das „Aufpoppen“ einer Benachrichtigung, nachdem ein/e Freund/in am anderen Ende der Welt einen Beitrag in einem sozialen Netzwerk geteilt hat (vgl. Aufgabe in Abschnitt 3). Die Nutzung entsprechender sozialer Netzwerke

gehört zu den schwerpunktmäßigen Aktivitäten von Jugendlichen (MPFS, 2019) und liegt somit zweifelsohne im realen Handlungsumfeld der Schüler/innen. Um die bei dem geschilderten Ereignis ablaufenden Prozesse zu verstehen und die beteiligten Informatiksysteme mit all ihren Gefahren und Risiken medienkompetent nutzen zu können, müssen der Aufbau und die Funktionsweise des Internets grundlegend verstanden worden sein.

Im Folgenden soll somit zunächst kurz auf die besondere Bedeutung der Berücksichtigung und der Kenntnis von Schülervorstellungen eingegangen werden, bevor anschließend Möglichkeiten zur Rekonstruktion vorgestellt und die theoretischen Erkenntnisse beispielhaft auf einen Unterrichtsinhalt zum Aufbau und zur Funktionsweise des Internets übertragen werden.

2 Bedeutung und (Weiter-)Entwicklung von Schülervorstellungen Im Informatikunterricht

Ein für die Schüler/innen wichtiger Teil ihres Lebens ist die tägliche Nutzung des Internets (MPFS, 2019). Allerdings ist den Schüler/innen der Aufbau und die Funktionsweise desselbigen in der Regel unzureichend bekannt (HENNECKE, 2015; DIETHELM & ZUMBRÄGEL, 2010).

„Um fähig zu sein, auf den Kenntnissen der Schüler/innen aufzubauen und ihre Konstrukte produktiv zu nutzen, müssen wir zuerst wissen, was sie wirklich meinen, wenn sie sagen, was sie sagen“ (LJUNSE, 1995). Hinzu kommt: „Gelernt wird immer auf der Grundlage des bereits Gelernten“ (KATTMANN, 2015).

Das bedeutet für den Informatikunterricht, dass Vorstellungen, die die Lernenden mit in den Unterricht bringen bzw. im Laufe der Zeit, ggf. auch bereits in der Schule, entwickelt haben, die Grundlage für den subjektiven Aufbau von Wissen sowie der inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen sein müssen. Dies ist eine Voraussetzung für Lehrende, um Schüler/innen beim Lernen sinnvoll zu begleiten. Somit sind Kenntnisse über Vorstellungen und der adäquate Umgang damit für Lehrkräfte ebenso wichtig wie Fachwissen und methodische Kompetenz. Nun stellt sich die Frage, wie mit den in den letzten Jahren erhobenen unterschiedlichsten Vorstellungen zum Aufbau und zur Funktionsweise des Internets (bspw. HENNECKE, 2015; DIETHELM & ZUMBRÄGEL, 2010; ZHANG, 2008) umgegangen werden kann. Das Redigieren von Schulbüchern, das Überdenken von Definitionen und Verringern von sprachlichen Doppeldeutigkeiten ist ein erster Schritt, reicht allerdings nicht aus (EGBERS & MAROHN, 2013). Beispielsweise sollten die Begriffe Internet und World Wide Web im Sprachgebrauch (auch der Lehrwerke) so sauber wie möglich getrennt werden (HENNECKE, 2015). Auch in der alltäglichen Kommunikation nutzen selbst Informatiker/innen und (Informatik-)Lehrer/innen alltagssprachliche Umschreibungen und reproduzieren somit die darin vorhandenen Vorstellungen (WILHELM & SCHECKER, 2018). Beispielsweise hört man immer wieder Formulierungen wie „das Internet ist kaputt“, „das Netz ist weg“, „Internetseite“, „die Häuser empfangen vom Server das Internet“ oder „ich bin nicht im Netz“. Es kann also (nur) ein erster Schritt sein, die Reproduktion entsprechender Vorstellungen auf Seiten der Lernenden zu umgehen, indem der eigene Sprachgebrauch hinterfragt wird.

In der Fachliteratur wird häufig zwischen zwei unterschiedlichen Lernwegen bzw. Strategien unterschieden, zwischen der Aufbaustrategie und der Konfrontationsstrategie. Wird der Versuch unternommen, bei den Schüler/innen einen Konflikt zu erzeugen, um diesen dann durch einen Konzeptwechsel (*Conceptual Change*) aufzulösen, hat dies einen diskontinuierlichen Lernweg entsprechend der Akkommodation zur Folge (WILHELM & SCHECKER, 2018; EGBERS & MAROHN, 2013). Dies würde bedeuten, dass die informatisch nicht korrekten Schülervorstellungen eliminiert und gegen die korrekten ausgetauscht werden, was nach psychologischer und fachdidaktischer Forschung nicht realistisch ist. Anhänger/innen der konstruktivistischen Erkenntnistheorie bedienen sich daher im Zusammenhang mit der *Conceptual Change Theorie* häufig dem Begriff der *Conceptual Reconstruction* (KATTMANN, 2005), der sich wohl am passendsten mit konzeptueller Rekonstruktion ins Deutsche übersetzen ließe.

Die Fähigkeit der bewussten Abgrenzung von informatischen Vorstellungen und Alltagsvorstellungen erfordert eine Veränderung bzw. Weiterentwicklung der Schülervorstellungen im Rahmen eines kontinuierlichen Lernweges. Hierbei geht es um Konzeptentwicklung und Konzeptbewusstsein (WILHELM & SCHECKER, 2018). POSNER, STRIKE, HEWSON & GERTZOG (1982) haben Bedingungen formuliert und in Studien überprüft, die gelten müssen, damit es überhaupt zu einem Konzeptwechsel kommt:

1. „Unzufriedenheit“ mit dem vorhandenen Konzept,
2. „Verständlichkeit“ des neuen Konzepts (wenigstens bis zu einem gewissen Grad),
3. „Plausibilität“ des neuen Konzepts (intuitiv einleuchtend erscheinen),
4. „Fruchtbarkeit“ (Übertragbarkeit des neuen Konzepts auf neue Situationen und Phänomene und dort hilfreich sein).

Diese Bedingungen werden in dem im Folgenden exemplarisch dargestellten Unterrichtsverlauf zwar in der angegebenen Reihenfolge adressiert, die Autor/innen möchten an dieser Stelle aber betonen, dass eine Einhaltung dieser Reihenfolge zur Grundsteinlegung konzeptueller Rekonstruktionsprozesse ihrer Einschätzung nach nicht zwingend erforderlich ist.

3 Rekonstruktion bestehender Vorstellungen zum Aufbau des Internets: Ein Unterrichtsbeispiel für die Sekundarstufe I

Entsprechend den oben dargestellten Forschungsergebnissen wird ein Weg zur konzeptuellen Rekonstruktion dargestellt, um die Schülervorstellungen zum Aufbau und zur Funktionsweise des Internets weiterzuentwickeln.

Um den Schüler/inne/n ihre Vorstellungen zur Funktionsweise des Internets bewusst zu machen bzw. um überhaupt erst einmal ein Nachdenken über den Aufbau und die Funktionsweise zu bewirken, kann zu Beginn der Unterrichtseinheit mit dem Ziel der Aktivierung von aus dem Alltag vorhandenen Vorstellungen folgende Aufgabe gestellt werden:

„Auf welchem Weg gelangt dein WhatsApp-Status/dein Instagram-Post/dein Facebook-Eintrag, den du von zu Hause aus von deinem Smartphone „postest“, zum Computer deines Freundes/deiner Freundin in die USA?“

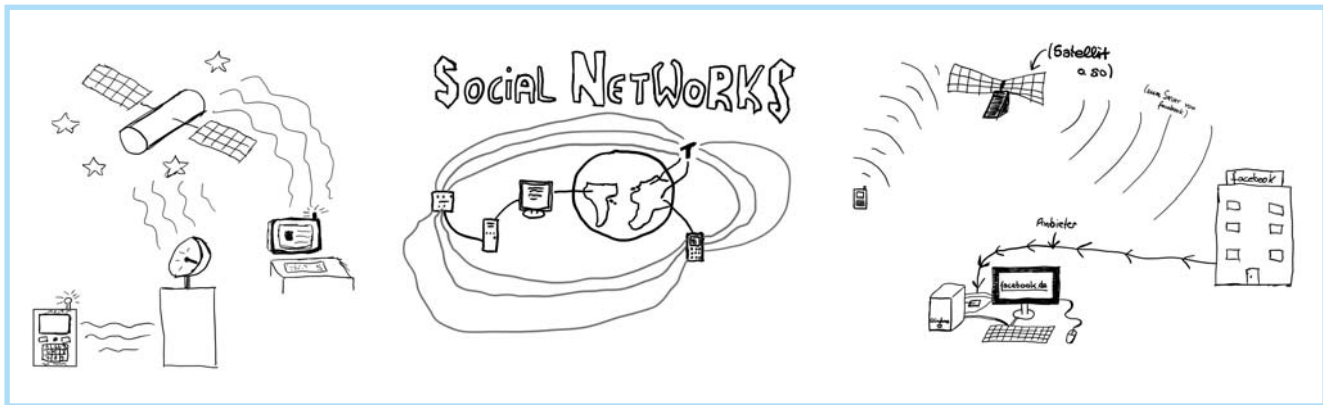


Abb. 1. Mögliche Bilder zur oben gestellten Aufgabe (Jahrgang 9, ohne Vorkenntnisse aus der Schule)

Erstelle ein Bild, mit dem du deine Überlegungen präsentieren kannst.“

Begriffe, die die Schüler/innen ohne Vorkenntnisse in diesem Zusammenhang neben Smartphone und Computer nennen, sind erfahrungsgemäß Internet, WWW, Server, Router, WLAN. Weniger bekannt sind DNS, Provider und deren Bedeutung.

Es lässt sich aus eigener Unterrichtserfahrung und den Erkenntnissen aus der Literatur (DIETHELM, WILKEN & ZUMBRÄGEL, 2012; HENNECKE, 2015; ZHANG, 2008) feststellen, dass sich die meisten Schüler/innen der Existenz eines Netzwerkes nicht ausreichend bewusst sind. Exemplarische Beispielbilder unterschiedlicher Qualität zu der oben dargestellten Aufgabe sind Abbildung 1 zu entnehmen.

An die konkreten Schülervorstellungen zum Aufbau, der Funktionsweise des Internets sowie den genannten Begriffen kann nun angeknüpft werden, um die Vorstellungen zu rekonstruieren. Vorstellungen werden somit als „points of departure“ (DUIT, 2007) für Lernprozesse begriffen und so zum Ausgangspunkt des weiteren Unterrichtsgeschehens.

3.1 „Unzufriedenheit“ mit dem vorhandenen Konzept/Anknüpfen an ausbaufähige Vorstellungen

Der Mehrheit der Schüler/innen ohne tiefgreifende Vorkenntnisse wird schnell klar, dass sie zwar punktuell Begriffe nennen können, aber Zusammenhänge bezüglich des Aufbaus und der Funktionsweise der einzelnen Komponenten des Internets sind den wenigsten Schüler/innen bekannt.

Viele Präsentationen von Schüler/innen zum Ablauf des geschilderten Ereignisses (Abb. 1) lassen sich oftmals schon durch die Aufforderung, die dargestellte Modellvorstellung des Internets um weitere Sender und Empfänger, die gleichzeitig miteinander kommunizieren, zu kognitiven Konflikten und damit zu einer „Unzufriedenheit“ mit dem vorhandenen Konzept führen.

Dem Großteil der Schüler/innen-Zeichnungen liegt – der Aufgabenstellung geschuldet – ein Sender-Empfänger-Modell zugrunde, an dem als gemeinsame Basis angeknüpft werden kann. Pappaufsteller, die zentrale Komponenten des Internets repräsentieren, werden im Folgenden zu einer ersten Visualisierung der Situation genutzt. Eine Person mit einem Smartphone und eine Person mit einem PC werden auf verschiedenen Seiten eines Tisches platziert (angelehnt an das Internetspiel des IT2School-Materials oder des Internetspiels von BOROWSKI, 2013).

Auf der einen Seite hat man einen Sender, die Person, die mit dem Smartphone zu Hause sitzt und eine digitale Nachricht postet, auf der anderen Seite den Empfänger mit dem PC. Was passiert dazwischen? (Abb. 2, linkes Bild).

3.2 „Verständlichkeit“ und „Plausibilität“ des neuen Konzepts

Zunächst wird mit den Schüler/innen gemeinsam die Situation zu Hause betrachtet. Ihnen wird bewusst, dass zu Hause in der Regel mehrere digitale Geräte wie Smartphone, Tablet, Notebook oder Desktop-PC über einen sogenannten Heimnetzrouter (oftmals die Fritzbox) den Zugang zum Internet erhalten. Schüler/innen ist bei Nachfragen durchaus bewusst, dass es zu Hause so etwas wie einen Heimnetzrouter gibt. Die einzelnen Funktionalitäten können je nach Unterrichtsgang und -ziel ggf. an dieser Stelle oder später thematisiert werden. Der Heimnetzrouter fungiert als Router (vermittelt zwischen den Rechnern im Heimnetz und den Rechnern im Internet), DHCP-Server (vergibt die lokalen IP-Adressen an die Geräte im Heimnetz), Switch (zentraler Knotenpunkt für die Datenverbindungen im Heimnetz), WLAN-Accesspoint (stellt WLAN-Funktionalität zur Verfügung), ggf. noch Medienserver (ermöglicht den Zugriff auf Dateien im Heimnetz, z.B. über eine angeschlossene USB-Festplatte). Nach und nach werden die einzelnen Komponenten des Internets (Router, DNS, Webserver) besprochen und dem Pappmodell hinzugefügt (siehe IT2school-Material oder BOROWSKI, 2013). Wichtig ist nun, dass die vom Sender geposteten digitalen Inhalte auf dem Server von WhatsApp, Facebook oder Instagram gespeichert werden. Eine lokale Kopie bleibt auf dem Smartphone der sendenden Person gespeichert. Abgerufen werden kann diese Information dann von der Person aus Amerika, indem das informatisch sehr vereinfachte Modell des Aufbaus und der Funktionsweise des Internets von der anderen Seite des Modells wiederholt wird. Je nach Lerngruppe kann in einem nächsten Schritt die Verbindung der einzelnen Elemente des Internets untereinander thematisiert werden und beispielsweise auch um Funkmasten ergänzt werden, um den Ablauf bei mobiler Datennutzung hinzuzufügen. Bei einer Betrachtung der Schülervorstellungen zum Aufbau des Internets fällt auf, dass vielen nicht klar ist, dass in der Regel Datenleitungen zur Übermittlung der Daten über (weite) Strecken genutzt werden. Um „Verständlichkeit“ und „Plausibilität“ für diese Tatsache bei

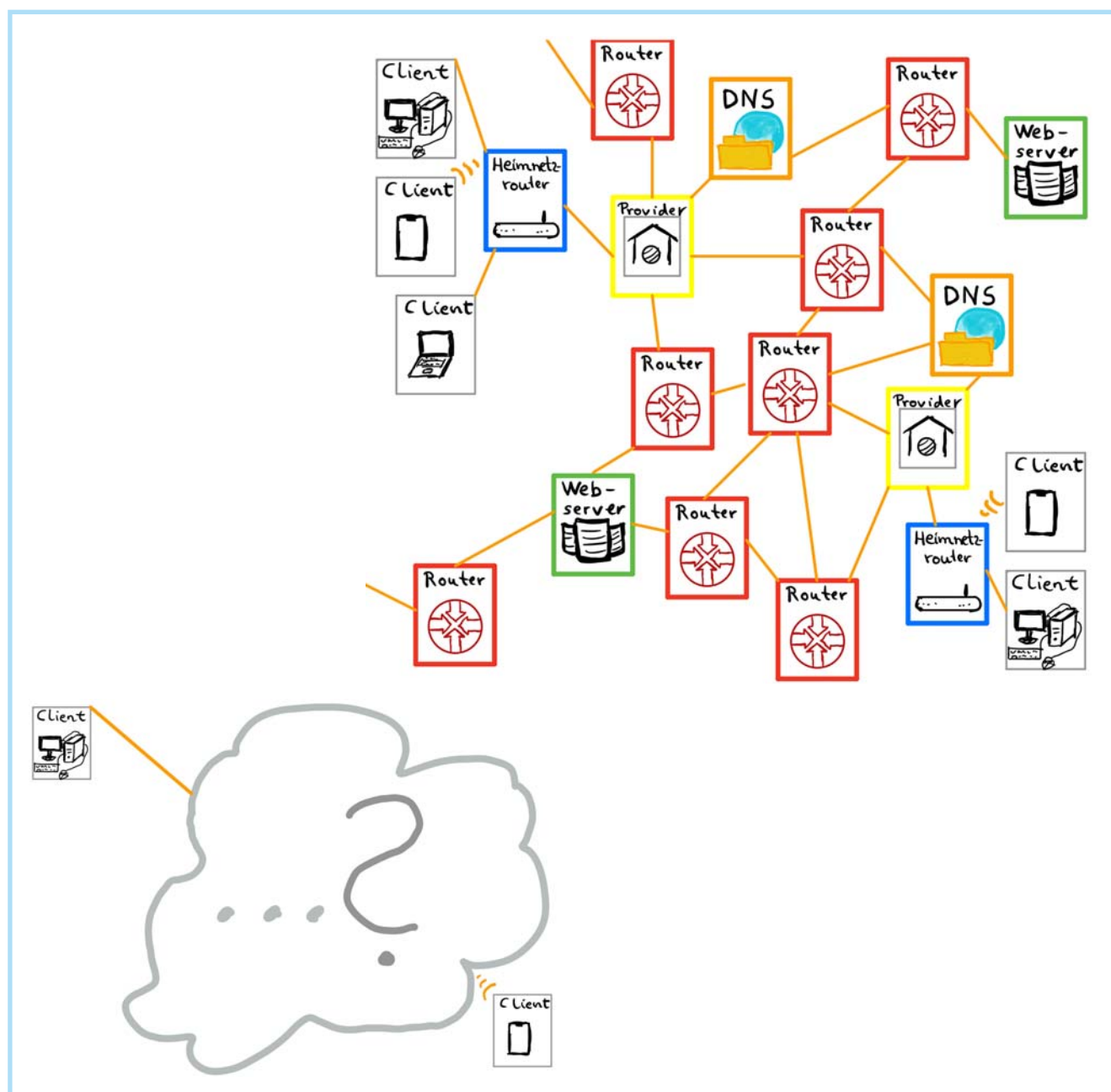


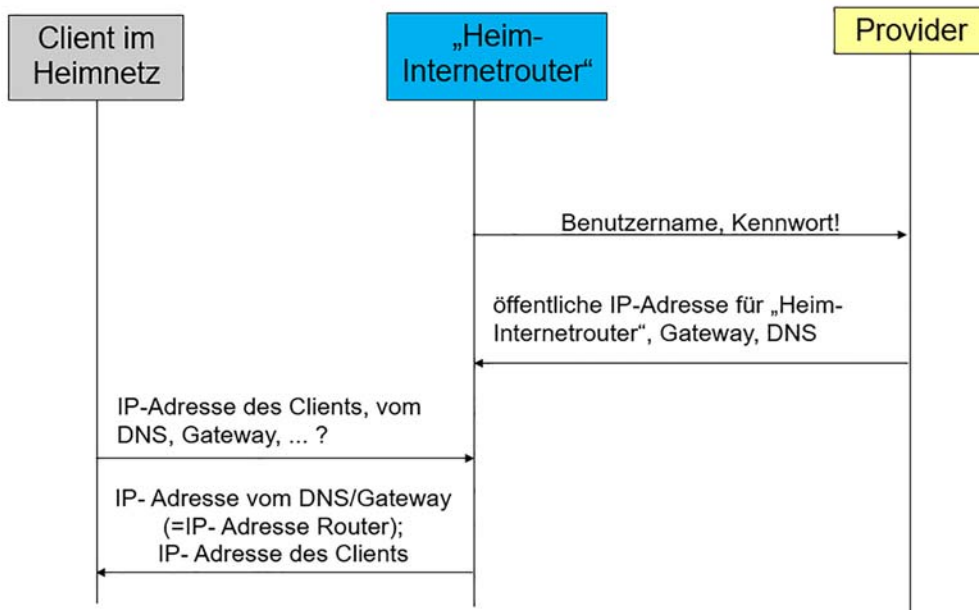
Abb. 2. Pappmodelle zum Aufbau des Internets

den Schüler/innen dafür aufzubauen, eignen sich beispielsweise das SRF Kids - Kindervideos für Kinder (2013) zum Thema „Wie funktioniert das Internet?“ sowie die Submarine-Cable-Map (TELEGEOGRAPHY, 2020). Diese Webseite gibt einen interaktiven Überblick über die Seekabel, ihre Länge, Start- und Endpunkte sowie über die Besitzer. In diesem Zusammenhang kann auch thematisiert werden, wem die Seekabel gehören und was das für Auswirkungen auf die Datensicherheit und den Datenschutz haben kann. Weiterführende Informationen zu diesem Thema sind ebenfalls der Arte-Dokumentation zum Thema „Seekabel - Der unsichtbare Krieg“ (ARTE, 2018) zu entnehmen.

Um die neu aufgebauten Schülervorstellungen zu festigen, bietet sich zum Beispiel das Rollenspiel der Universität Olden-

burg an, das von BOROWSKI, DEHÉ, HÜHNLEIN & DIETHELM (2011) ausführlich beschrieben wird. Alle Kinder bekommen eine Karte und sollen die zentralen Rollen des Routers, Clients, Webservers, DNSs und Providers übernehmen. Ein Protokollheft stellt den geordneten Ablauf sicher (überarbeitete Version des Internetspiels ist unter Modul B2: Internet - Die Internetversther zu finden (IT2School)). Um das Wissen und die neuen Konzepte zu festigen, bietet sich darüber hinaus ein Wechsel der Repräsentationsebene im Rahmen der Sicherungsphase an: Schüler/innen sollen zwei Sequenzdiagramme ausfüllen, eines zur Anmeldung beim Provider und zur Adressvergabe im Heimnetzwerk und eines zum Abruf einer digitalen Nachricht (Abb. 3). Unklarheiten kommen zum Vorschein und können geklärt werden.

Sequenzdiagramm – Anmeldung beim Provider u. Adressvergabe im Heimnetzwerk



Sequenzdiagramm – Abruf einer digitalen Nachricht

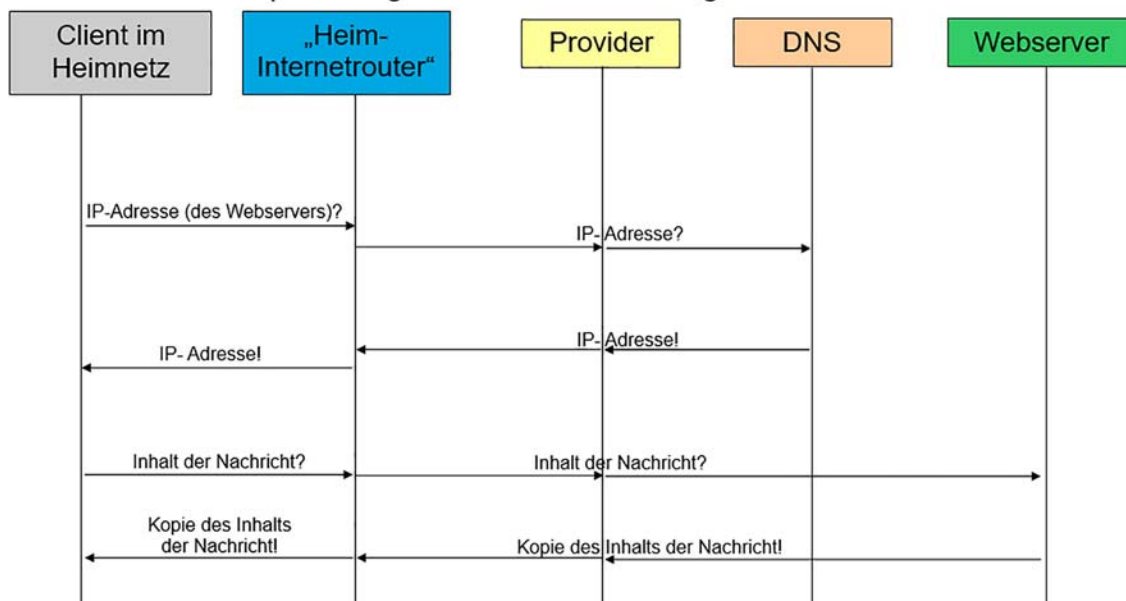


Abb. 3. Sequenzdiagramm zur Anmeldung beim Provider und Adressvergabe im Heimnetzwerk sowie Sequenzdiagramm zum Abruf einer digitalen Nachricht

3.3 Fruchtbarkeit (Übertragbarkeit des neuen Konzepts auf neue Situationen und Phänomene)

Die Erarbeitung des Aufbaus des Netzwerks der eigenen Schule (Abb. 4) kann einen weiteren, ergänzenden Lernanlass darstellen. Den Schüler/inne/n soll deutlich werden, dass das neu erlernte Konzept auch auf die technische Ausstattung der Schule übertragen werden kann und so zum Verständnis möglicher Fehlerquellen beiträgt, wenn in der Schule in bestimmten Bereichen kein Internetzugang vorhanden ist.

3.4 Reflexion

Abschließend sollte ein Rückblick auf die ursprünglichen Bilder der Schüler/innen erfolgen. Diese sollten reflektiert und ggf. überarbeitet werden. Möglich ist außerdem, gemeinsam ein neues, großes, erklärendes Plakat zum Aufhängen in der Schule zu erstellen. Auch kann der gesamte Prozess mit den Schüler/inne/n beleuchtet werden und die Bedeutung einer grundlegend richtigen Vorstellung über den Aufbau und die Funktionsweise für eine verantwort-

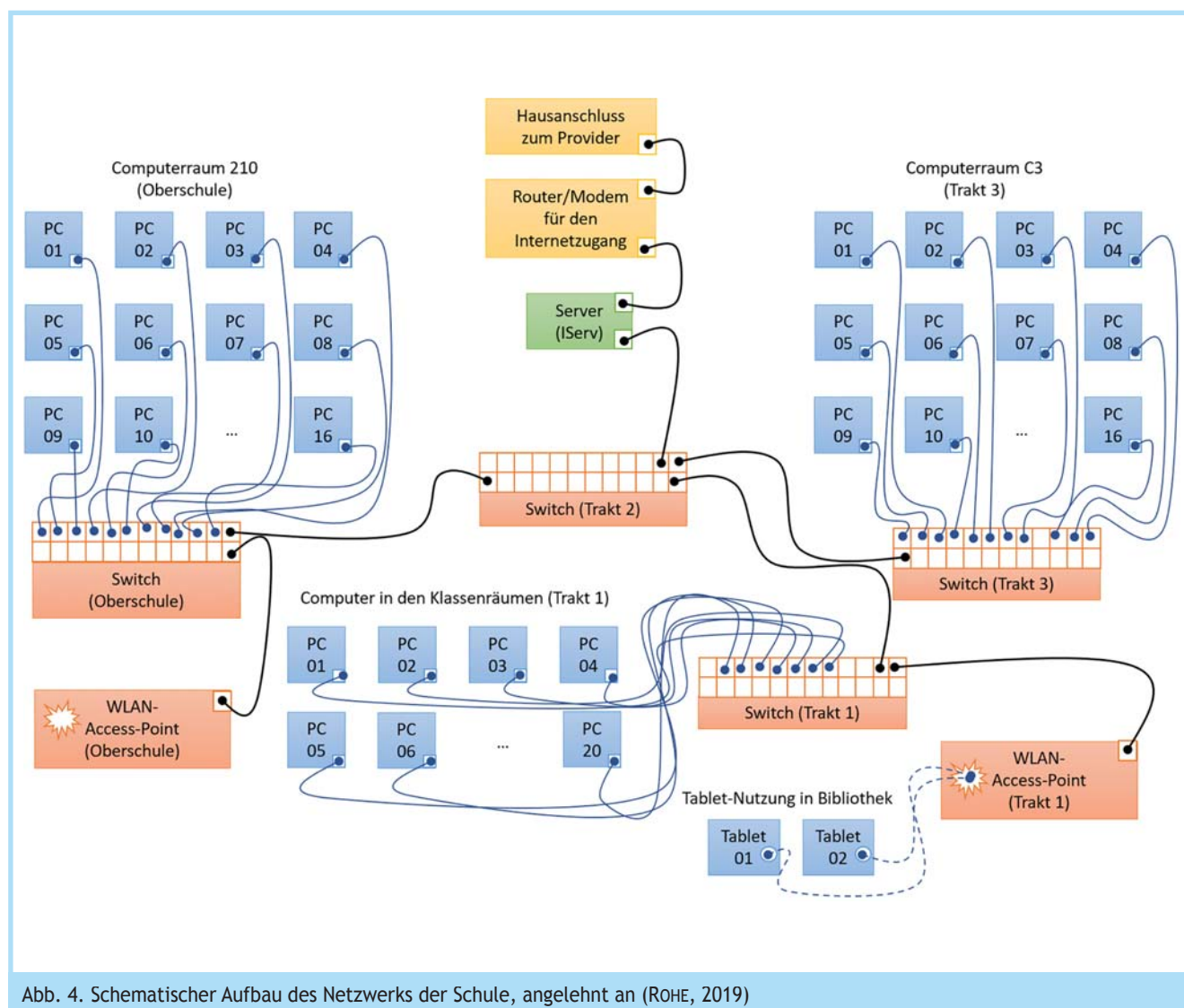


Abb. 4. Schematischer Aufbau des Netzwerks der Schule, angelehnt an (ROHE, 2019)

liche Teilhabe an der Gesellschaft diskutiert werden. Als Anschluss Themen bieten sich Datensicherheit und Datenschutz an. Auch das Grundprinzip der Digitalisierbarkeit, also der Repräsentation von Daten in binär codierten elektrischen Signalen, die letztendlich die technische Grundlage der Kommunikation in Netzwerken wie dem Internet darstellt, ist als Folgethema denkbar.

4 Ausblick

Bereits im Bereich der Primarstufe ist die Rekonstruktion erster Schülervorstellungen zum Aufbau und zur Funktionsweise des Internets möglich (BOROWSKI et al., 2011). Im Sinne des Spiralcurriculums kann darauf im Laufe der Schulzeit wieder zurückgegriffen und eine fortlaufende Weiterentwicklung vorgenommen werden. Zur weiterführenden Simulation von Kommunikationsvorgängen in Rechnernetzen kann beispielsweise Filius (<https://www.lernsoftware-filius.de/>) genutzt werden. Diese frei zugängliche Lernsoftware wurde zur Unterstützung des Unterrichts zum

Internet entwickelt. Mit Filius wird entdeckendes Lernen ermöglicht. Zielgruppe sind Lernende in der Sekundarstufe allgemeinbildender Schulen.



Das Literaturverzeichnis befindet sich in der Online-Ergänzung.

Dr. CLAUDIA HILDEBRANDT, claudia.hildebrandt@uol.de, ist als Ausbilderin für das Fach Informatik am Studienseminar Leer (Gymnasium), als Lehrerin für Mathematik, Sport und Informatik am Neuen Gymnasium Oldenburg sowie in der Lehrkräftefortbildung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg tätig.

NILS PANCRATZ, nils.pancratz@uol.de, ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Didaktik der Informatik an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. ■