

WESTFÄLISCHE WILHELMS-UNIVERSITÄT MÜNSTER

Fachbereich Mathematik und Informatik

Arbeitsbereich Didaktik der Informatik

Masterarbeit

**Studie zu mentalen Modellen von Schülerinnen
und Schülern zum Internet in den
Jahrgangsstufen 5 und 7**

<i>Vorgelegt von</i>	Christian Spallek
<i>Studiengang</i>	Master of Education Mathematik, Informatik
<i>Matrikelnr.</i>	373497
<i>E-Mail</i>	c.spallek@wwu.de
<i>Adresse</i>	Waldeyerstr. 53 48149 Münster
<i>Betreuender Gutachter</i>	Prof. Dr. Marco Thomas
<i>Zweitgutachter</i>	Prof. Dr. Sergei Gorlatch
<i>Abgabetermin</i>	5. November 2015

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Internet und gesellschaftlicher Wandel	1
1.2. Das Internet in den GI-Bildungsstandards und Kernlehrplänen NRW für Gymnasien und Gesamtschulen	2
1.3. Motivation einer empirischen Studie	6
2. Mentale Modelle und die Kognitionspsychologie des Lernens	8
2.1. Einführung in die Theorie mentaler Modelle	8
2.2. Zur Begriffsgeschichte des mentalen Modells	9
2.3. Bildung und Entwicklung mentaler Modelle bei Lernern	11
2.4. Begriffliche Abgrenzung und das Modellsystem nach Norman	12
2.5. Mentale Modelle der Erde und Vosniadous Framework Theory	15
2.6. Konsequenzen für den Schulunterricht	18
2.7. Zusammenfassung zur Theorie mentaler Modelle	20
3. Forschungsstand zu mentalen Modellen des Internets	21
3.1. Frühe Forschung von Thatcher und Greyling	21
3.2. Entwicklungspsychologische Untersuchungen durch Yan	23
3.3. Modellbildung im Informatikunterricht nach Papastergiou	28
3.4. Jüngere Ergänzungen aus der qualitativen Forschung	29
4. Das Internet aus wissenschaftlicher Sicht	32
4.1. Herausforderungen bei der Konstruktion des Konzeptmodells	32
4.2. Überblick über die Geschichte des Internets	34
4.3. Aufbau und Funktionsweise des Internets	36
4.3.1. Technische Bestandteile eines Netzwerks	36
4.3.2. Das ISO/OSI-Referenzmodell	38
4.3.3. Internetprotokolle, Autonome Systeme und Routing	40
4.3.4. Internetdienste	43
4.4. Schlussfolgerungen für das Konzeptmodell	44
5. Konzeption und Durchführung der Untersuchung	46
5.1. Zielsetzung und forschungstheoretische Ausrichtung	46
5.2. Vorbereitung und Durchführung der Untersuchung an den Schulen	48

5.3. Forschungsmethodische Auswahl	52
5.4. Kategoriensystem mentaler Modelle des Internets	58
6. Untersuchungsergebnisse	62
6.1. Resultate aus den Fragebögen	62
6.2. Resultate aus den Zeichnungen	67
6.2.1. Ergebnisse der Kategorisierung	67
6.2.2. Vorstellung typischer Schülerzeichnungen	70
6.2.3. Statistische Betrachtungen der kategorisierten Zeichnungen	77
6.3. Resultate aus den Interviews	80
7. Fazit und Ausblick	87
Literatur	89
Anhang	94
A. Untersuchungsbögen	95
B. Ergänzende Auswertungstabellen	99
C. Zusammenfassung der Interviews	103
D. Transkripte	112

Abbildungsverzeichnis

1.1. Inhalts- und Prozessbereiche der GI-Informatikstandards	3
3.1. Hierarchie mentaler Modelle nach Thatcher & Greyling (1998)	22
3.2. Vier Komplexitätsstufen des technischen Internets nach Yan (2005)	24
3.3. Vier Komplexitätsstufen des technischen Internets nach Yan (2006)	25
3.4. Mentale Modelle des Internets nach Papastergiou (2005)	30
4.1. Höchststufige Mentalmodelle des Internets nach Thatcher & Greyling (1998), Papastergiou (2005) und Yan (2005)	33
4.2. Lage interkontinentaler Tiefseekabel	34
4.3. Darstellung des IP-Routing im Internet, 2015	34
4.4. Unterschiedliche Netzwerktopologien	38
4.5. Physikalisch-topologisches Konzeptmodell	45
6.1. Balkendiagramm: Selbsteinschätzung Internetkompetenz	66
6.2. Zeichnung der Kategorie 1c der Fünftklässlerin G4-L1-S14	70
6.3. Zeichnung der Kategorie 1c der Siebtklässlerin G1-L2-S04	70
6.4. Zeichnung der Kategorie 1b des Siebtklässlers G1-L2-S02	71
6.5. Zeichnung der Kategorie 1a des Siebtklässlers G1-L3-S22	72
6.6. Zeichnung der Kategorie 2a der Siebtklässlerin G1-L3-S10	73
6.7. Zeichnung der Kategorie 2c der Siebtklässlerin G1-L3-S09	73
6.8. Zeichnung der Kategorie 3c des Fünftklässlers G3-L2-S22	74
6.9. Zeichnung der Kategorie 3b des Siebtklässlers G2-L3-S01	74
6.10. Zeichnung der Kategorie 2 oder 3 des Siebtklässlers G3-L1-S30	75
6.11. Zeichnung der Kategorie 2 oder 3 der Siebtklässlerin G3-L1-S06	75
6.12. Zeichnung der Kategorie 4b des Siebtklässlers G1-L2-S10	76
6.13. Zeichnung der Kategorie 4a des Siebtklässlers G3-L1-S11	76
6.14. Zeichnung der Zusatzkategorie P des Siebtklässlers G2-L3-S13	77
6.15. Das Internet als säulengetragener Raum. Zeichnungen von G1-L1-S16, G1-L1-S17, G3-L2-S11 und G4-L2-S21.	81
6.16. Satelliten bilden die maßgebliche Infrastruktur des Internets. Zeichnungen von G1-L2-S12, G1-L3-S13, G1-L4-S29 und G2-L1-S20.	83
B.1. Kompetenzerwerb in der Jahrgangsstufe 5 nach Schulen	100
B.2. Kompetenzerwerb in der Jahrgangsstufe 7 nach Schulen	101
B.3. Modellstufen nach Schule und Jahrgangsstufe	102

Tabellenverzeichnis

5.1. Übersicht der untersuchten Lerngruppen	49
5.2. Gesamtübersicht des Kategoriensystems	61
6.1. Übersicht der teilnehmenden Schüler nach Jahrgangsstufe und Geschlecht	63
6.2. Angaben zur Nutzungshäufigkeit des Internets nach Jahrgangsstufe und Geschlecht	63
6.3. Selbsteinschätzung der Schüler zur eigenen Internetkompetenz	65
6.4. Selbsteinschätzung zur Internetkompetenz (akk.) nach Geschlecht	66
6.5. Ausgewertete Kategorien aller Schüler sowie getrennt nach Jahrgangsstufen 5 und 7, jeweils in Häufigkeit und prozentual	68
6.6. Übersicht der Einstufung der Zeichnungen in Dimensionen	69
6.7. Gesamtübersicht der kategoriellen Einordnung in Stufen und Dimensionen des Kategoriensystems	69
6.8. Ausgewertete Modellstufen nach Geschlecht	78
6.9. Die Modellstufe der Schüler im Vergleich zu ihrer Selbsteinschätzung hin- sichtlich ihrer Internetkompetenz	78
C.1. Übersicht der durchgeführten Interviews	103

1. Einleitung

1.1. Internet und gesellschaftlicher Wandel

Das Internet ist ein bedeutender Baustein der technologischen Moderne und gilt als ein Höhepunkt jener Entwicklung, die bisweilen in Anlehnung an die Industrielle Revolution des 19. Jahrhunderts als die *Digitale Revolution* bezeichnet wird (Tapscott 1996, S. 11). Während das technologische Paradigma des Industriezeitalters auf der Distribution von Energie beruhte, bestimmt die netzwerkbasierte Informationsverteilung das neue *Informationszeitalter* (Castells 2001, S. 423). Dieser Wandel besitzt neben einer technischen auch eine ausgeprägte soziale Komponente und treibt die Bildung einer globalen Netzgesellschaft voran (ebd., S. 426 f.). Mit dem Aufbau weltweiter Kommunikationsnetze hat sich der Modus des menschlichen Wissens- und Ideenaustauschs und damit auch die Art und Weise unseres Denkens und Lernens drastisch geändert (Hoyer 2014, S. 13). Das Internet als gesellschaftliches Phänomen wird daher in seiner Bedeutung nicht selten mit Erfindungen wie dem Buchdruck verglichen (ebd., S. 15).

Dabei ist das Internet eine verhältnismäßig junge Erfindung: viele der wesentlichen heute noch genutzten Protokolle wurden erst in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts erdacht; die Verbreitung und Kommerzialisierung des *World Wide Web* fand erst in den 90er Jahren statt. Heute stammt ein überproportional großer Anteil der *Netzbürger* aus den reichen Industrienationen Europas und Nordamerikas. Auch in den einzelnen Ländern korreliert die Internetnutzung signifikant mit dem sozioökonomischen Status des Nutzers (Chinn & Fairlie 2006) – die Welt ist „digital gespalten“, wie es Vielemeier (2007, S. 15) formuliert. Zudem manifestiert sich in Begriffen wie „Digital Natives“ und „Digital Immigrants“ die Vorstellung einer zusätzlichen Spaltung der Gesellschaft in eine junge, technisch versierte sowie eine ältere, mit dem Internet und seinen Anwendungen unvertraute Generation (Hoyer 2014, S. 15).

Diese Beobachtung steht im Einklang mit neueren Studien zum Internet-Nutzungsverhalten. Nach einer Umfrage der Statistikbehörde Eurostat aus dem Jahr 2014 verfügen in Deutschland nur etwa 38 Prozent aller Bürger über gute oder mittelmäßige Inter-

netkenntnisse¹; unter den 16- bis 29-Jährigen ist dieser Anteil mit 72 Prozent deutlich höher (Loeffler 2014). Im europäischen Vergleich bedeutet dies für Deutschland dennoch einen der letzten Plätze. Dieter Kempf, Präsident des BITKOM-Verbandes, formulierte in der Konsequenz die Notwendigkeit einer schulischen Lösung: „Das Internet gehört zum Alltag, entsprechend muss auch das Wissen über das Internet zur Allgemeinbildung gehören. Wir müssen bereits ab der Grundschule die Vermittlung von Medienkompetenz fächerübergreifend im Lehrplan verankern“ (Streim 2014). Wohlgermerkt bleibt Kempfs Forderung nach mehr Anwendungswissen noch hinter Standardkonzepten der *Informati-onstechnischen Grundbildung* (ITG) im Sinne des benutzerorientierten IU-Ansatzes zurück, die in der Praxis selten über reine Produktschulungen hinausgehen. Als Grundlage für einen obligatorischen Informatikunterricht der Unterstufe ist dieses Konzept daher nicht tragbar.

1.2. Das Internet in den GI-Bildungsstandards und Kernlehrplänen NRW für Gymnasien und Gesamtschulen

Unzweifelhaft ist das Internet im Alltag ein wichtiges Thema für Kinder, für Jugendliche und auch für Schulen. Der aktuellen KIM-Studie 2014 zur Medien-, Computer- und Internetnutzung von Kindern und Jugendlichen (Rathgeb u. a. 2015) ist zu entnehmen, dass ein Viertel der Zehn- bis Zwölfjährigen und die Hälfte der Zwölf- bis Dreizehnjährigen einen eigenen Computer besitzen. 63 Prozent aller Sechs- bis Dreizehnjährigen nutzen das Internet mindestens sporadisch, 40 Prozent von diesen sogar täglich. Die eigentlichen Anwendungen ändern sich derweil jährlich und durchaus rapide. Schon daher erscheint es nicht sinnvoll, *Kenntnis* oder *Wissen* des Internets als die Fähigkeit zu definieren, eine Abfolge von einzelnen Nutzungsszenarien zu absolvieren.

Aus diesem Grund empfiehlt die *Gesellschaft für Informatik e. V.* (GI) in ihren *Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I* eine Kompetenzorientierung des Informatikunterrichts (Puhlmann u. a. 2008). In den Standards erklärt die GI den Anspruch der Schüler² auf einen informatischen Kompetenzerwerb unter dem oben beschriebenen

¹Die Forscher erbaten eine Selbsteinschätzung der Teilnehmer bezüglich folgender rein nutzungsorientierter Fähigkeiten: Verwendung einer Suchmaschine, Versand einer E-Mail mit Anhang, Versand einer Nachricht in einem Chatroom, Internettelefonie, Peer-to-Peer-Filesharing, Einrichtung einer Website.

²Da das Geschlecht der beschriebenen Personen oder Personengruppen in weiten Teilen dieser Arbeit nicht relevant oder schlicht unbekannt ist oder aber dem Kontext eindeutig entnehmbar ist, dass Personen beiderlei Geschlechts einbezogen sind, soll aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung im Weiteren das generische Maskulinum verwendet werden. Soweit nicht explizit anderweitig erklärt, sind also unter

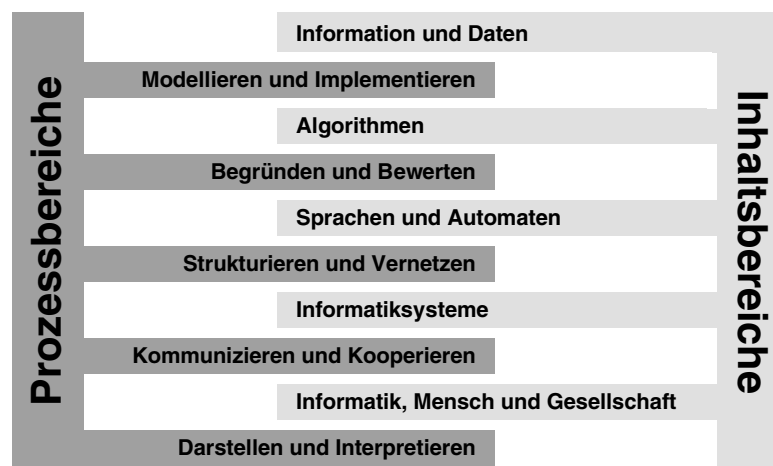


Abb. 1.1. – Inhalts- und Prozessbereiche der GI-Informatikstandards

„Aspekt der Chancengleichheit und der Vermeidung einer digitalen Spaltung der Gesellschaft“ (Puhlmann u. a. 2008, S. V), was die Notwendigkeit bedeute, „denjenigen, die zuhause nicht die Gelegenheit haben, Hardware, Software, Internet und digitale Medien zu nutzen, Lern- und Arbeitsgelegenheiten in der Schule [zu bieten]“ (ebd., S. 4).

Die GI betont den fundamentalen Einfluss des Mediums Internet auf das Alltagsleben: „Schon jetzt erlauben es mobil vernetzte Geräte, sich überall und rund um die Uhr zu informieren, zu kommunizieren und zu arbeiten“ (ebd., S. 8). Folglich müsse es das Ziel informatischer Bildung an den Schulen sein, Schüler auf ein Leben in der Informationsgesellschaft vorzubereiten; dabei dürfe jedoch „die schulische Auseinandersetzung mit dem Aufbau und der Funktionsweise von Informatiksystemen [...] nicht nur auf der Ebene der Benutzungsschnittstelle erfolgen“ (ebd., S. 11).

Die GI beschreibt je fünf miteinander verzahnte Prozess- und Inhaltsbereiche der Bildungsstandards Informatik, in denen die Schüler Kompetenzen entwickeln sollen (vgl. Abb. 1.1). Das *Informatiksystem Internet* ist hier vornehmlich dem vierten Inhaltsbereich zuzuordnen, wobei die Betrachtung von Information und Daten (Inhaltsbereich 1) im Kontext der Datenübertragung und Kommunikation sowie die gesellschaftlichen Implikationen einer vernetzten Welt (Inhaltsbereich 5) ebenfalls eine Rolle spielen.

Als Minimalkompetenzen³ des Inhaltsbereichs *Informatiksysteme* formuliert die GI

Schülern, Lehrern, Teilnehmern und so fort stets gemischtgeschlechtliche Gruppen zu verstehen.

³Es gilt zu beachten, dass die von der GI formulierten Bildungsstandards im Gegensatz zu den KMK-Standards *Mindeststandards* sind und Kompetenzen formulieren, die *alle* Schüler eines gewissen Jahrgangs erworben haben sollten (Puhlmann u. a. 2008, S. V).

unter anderem: Schüler

- benennen wesentliche Bestandteile von Informatiksystemen (Jgst. 5 bis 7);
- unterscheiden lokale von globalen Netzen (Jgst. 5 bis 7);
- arbeiten in Netzen (Jgst. 5 bis 7);
- arbeiten mit Internetdiensten (Jgst. 8 bis 10).

Im Inhaltsbereich *Informatik, Mensch und Gesellschaft* nennt die GI als Kompetenzen unter anderem: Schüler

- beschreiben ihren Umgang mit Informatiksystemen aus ihrer eigenen Lebenswelt (Jgst. 5 bis 7);
- wenden Kriterien an, um Seriosität und Authentizität von Informationen aus dem Internet zu beurteilen (Jgst. 8 bis 10);
- bewerten Situationen, in denen persönliche Daten weitergegeben werden (Jgst. 8 bis 10).

Eine Kompetenzvermittlung hinsichtlich der Prozessbereiche ist im Allgemeinen vom spezifischen Inhaltsbereich unabhängig möglich. Explizit sieht die GI im Prozessbereich Kommunizieren und Kooperieren jedoch zudem vor, dass Schüler unter anderem

- E-Mails und Chat zum Austausch von Informationen nutzen (Jgst. 5 bis 7);
- elektronische Plattformen (Schulserver, Internetplattform) zum Austausch und zur gemeinsamen Bearbeitung von Dokumenten verwenden.

Im Rahmen des inhaltlichen Kompetenzerwerbs analysieren und erstellen die Schüler nach dem Vorschlag der GI etwa vernetzte Hypertextdokumente (Puhlmann u. a. 2008, S. 27) und lernen, dass das Schulnetzwerk im Gegensatz zum globalen Internet geographisch lokal ist, mit diesem aber verbunden werden kann (ebd., S. 38). Die GI konstatiert:

„Zu den Voraussetzungen des Arbeitens mit dem Internet gehören grundlegende Kenntnisse über den Aufbau von Netzen und Netzwerken, die Aufgabenverteilung in Netzen, die Basis-Dienste im Internet wie WWW und E-Mail und der Aufbau von URLs und E-Mail-Adressen.“ (ebd., S. 40)

Für die Sekundarstufe I besteht derzeit (Stand: August 2015) in NRW noch kein Kernlehrplan (KLP) Informatik für Gymnasien und Gesamtschulen. Es liegt jedoch ein Entwurf mit Stand vom 26. Februar 2015 vor (MSW NRW 2015a). Auch in diesem wird

die Notwendigkeit des Erwerbs von „Fertigkeiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und damit zusammenhängende[n] soziale[n] Kompetenzen“ (MSW NRW 2015a, S. 7) betont.

Der KLP-Entwurf nimmt analog zu den Inhalts- und Prozessbereichen der Bildungsstandards eine Unterscheidung in Inhaltsfelder und Kompetenzbereiche vor. Zum Inhaltsfeld *Informatiksysteme* heißt es im Entwurf:

„Informatiksysteme sind weltweit miteinander vernetzt und in der Lebens- und Arbeitswelt allgegenwärtig. [...] Die kompetente Nutzung von Informatiksystemen setzt ein Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise ihrer Bestandteile voraus.“ (ebd., S. 13)

Spezifisch gibt der Entwurf den Erwerb folgender Kompetenzen im Inhaltsfeld *Informatiksysteme* vor: Schüler

- erläutern Unterschiede zwischen lokalen und globalen Netzen an Beispielen;
- nutzen unterschiedliche Dienste im Internet.

Auffallend ist der im Vergleich zu den GI-Bildungsstandards deutlich geringere Fokus auf Struktur und funktionalen Aufbau von Netzwerken allgemein und des Internets im Besonderen. Welchen didaktischen Sinn die reine Nutzung von Internetdiensten hat, bleibt zunächst dahingestellt (eine Diskussion dieser Frage findet sich in Kapitel 3). Dennoch formuliert der KLP-Entwurf in Inhaltsfeld 4, *Informatik, Mensch und Gesellschaft*, etwa die Kompetenz der Schülerinnen und Schüler, das Problem der fehlenden Anonymität in Netzwerken zu erläutern und daraus abgeleitete Konsequenzen für ihr eigenes Lebensumfeld zu ziehen sowie Situationen zu bewerten, in denen persönliche Daten gewonnen und weitergegeben werden (ebd., S. 26). Die Betonung liegt hier folglich eher auf den sozialen als auf den technischen Aspekten des Internets. Der KLP Informatik für die Sekundarstufe I an Realschulen gibt eine ähnliche Akzentuierung vor (MSW NRW 2015b).

Ein expliziter Bestandteil des Inhaltsfelds *Informatiksysteme* wird das „technische“ Internet erst in der Sekundarstufe II (MSW NRW 2013, S. 29 ff.): Schüler

- beschreiben und erläutern Netzwerk-Topologien, die Client-Server-Struktur und Protokolle sowie ein Schichtenmodell in Netzwerken;
- analysieren und erläutern Protokolle zur Kommunikation in einem Client-Server-Netzwerk (LK);
- entwickeln und erweitern Protokolle zur Kommunikation in einem Client-Server-Netzwerk (LK);

- nutzen bereitgestellte Informatiksysteme und das Internet reflektiert zur Erschließung, Aufbereitung und Präsentation fachlicher Inhalte.

Zusammenfassend lässt sich sowohl in den Bildungsstandards als auch in den Kernlehrplänen das Internet, sein Aufbau und seine Funktionsweise als ein wichtiger inhaltlicher Bestandteil ausmachen. In der Sekundarstufe I legen die Kernlehrpläne stärker als die Bildungsstandards einen Fokus auf die mit der Internetnutzung verknüpften sozialen Kompetenzen. In der Sekundarstufe II werden in größerem Umfang technische Kompetenzen verlangt.

1.3. Motivation einer empirischen Studie

Die Resultate der KIM-Studie 2014 untermauern die in den Kernlehrplänen und von der GI beschriebene immense gesellschaftliche Relevanz vernetzter Informationstechnologien. Insbesondere das Internet ist bereits für junge Kinder im Alter von etwa zehn Jahren, also beim Übergang von der Primar- in die Sekundarstufe, von großer Bedeutung. Dem gegenüber steht an vielen Schulen vor allem in der Sekundarstufe I ein nur minimales Lehrangebot; ein echter Informatikunterricht findet nur in den seltensten Fällen statt. Aus der Eigeninitiative der Schulen geborene Angebote wie Medienunterricht oder Technik-AGs versuchen diese Lücke teilweise zu füllen.

Die beschriebene Diskrepanz hat zur Folge, dass die Schüler Vorstellungen und Erklärungen bezüglich des Internets, seines Aufbaus und seiner Funktionsweise sowie seiner gesellschaftlichen Implikationen entwickeln, lange bevor sie – wenn überhaupt – mit wissenschaftlich und fachdidaktisch fundierten Inhalten konfrontiert werden (Yan 2009). Diese sogenannten *mentalen Modelle*, die die Kinder meist beiläufig durch Nutzung des Mediums und unter Einfluss von Eltern oder Freunden ausbilden, prägen langfristig ihre Einstellung zum Internet: Mentale Modelle gelten als robust (Dutke 1994, S. 15) und haben einen großen Einfluss auf Verständnis und Lernerfolg von Personen im Umgang mit den modellierten Systemen (Staggers & Norcio 1993, S. 593 ff.), wie etwa von Kindern bei der Behandlung informatischer Inhalte im Fachunterricht.

Es erscheint daher von großem Interesse für den schulischen Informatikunterricht, die Startvoraussetzungen zu erforschen, die die Schüler im Kontext des inhaltlichen Teilbereichs *Internet* mitbringen. Bislang existiert jedoch nur eine sehr kleine Anzahl empirischer Untersuchungen zu diesem Thema (vgl. Kapitel 3) und der Autor konnte keinerlei Studien dieser Art für Deutschland finden. Es muss also als weitestgehend

unbekannt gelten, welche mentalen Modelle des Internets deutsche Schüler im Umgang mit dem Medium entwickeln – und wie ein einsetzender Informatikunterricht diese Modelle beeinflusst.

Als erster Schritt zur Erkundung dieses Sachverhalts ist daher der Entwurf einer Studie mit hypothesengenerierendem Fokus zu sehen. Im Zentrum steht die folgende Leitfrage:

Wie stellen sich Kinder im Alter von zehn bis 14 Jahren Aufbau und Funktionsweise des Internets vor? Inwieweit sind diese Vorstellungen modellhaft und lassen sich systematisieren bzw. kategorisieren?

Eine Vielzahl möglicher Fragenschwerpunkte ist denkbar, etwa:

1. Welchen Einfluss hat das Alter der Kinder auf die Komplexität und Qualität ihrer mentalen Modelle des Internets?
2. Besteht hinsichtlich der Gestalt der mentalen Modelle ein Unterschied zwischen Jungen und Mädchen?
3. Hat ein informationstechnischer oder Medienunterricht am Anfang der Sekundarstufe I einen Einfluss auf die mentalen Modelle?

Im Rahmen dieser Arbeit soll versucht werden, einen kleinen Beitrag zur Beantwortung dieser Fragen zu leisten. Aufgrund der weitgehenden Unbekanntheit des Untersuchungsobjekts erschien es dem Autor notwendig, im Rahmen einer empirischen Studie eine erste, partielle „Bestandsaufnahme“ der latent vorhandenen mentalen Modelle zum Internet durchzuführen. In einer explorativen Feldstudie wurden dazu im Juni 2015 an vier verschiedenen Gymnasien im Münsterland insgesamt 264 Schüler fünfter und siebter Klassen gebeten, Zeichnungen ihrer Vorstellungen des Internets anzufertigen. Zusätzlich wurden in 22 jeweils etwa 15-minütigen, leitfragengestützten Interviews paarweise insgesamt 44 Schüler hinsichtlich ihrer Internetvorstellungen befragt.

In Kapitel 2 wird zunächst der Begriff des *mental Models* aus der Kognitionspsychologie entwickelt und definiert. In Kapitel 3 wird anschließend eine Übersicht über die bisherige internationale empirische Forschung zu mentalen Modellen des Internets gegeben. In Kapitel 4 wird das Internet aus fachwissenschaftlicher Perspektive beschrieben und hieraus ein Konzeptmodell entwickelt, das als Maßstab zur Bewertung mentaler Modelle von Schülern dienen kann. Kapitel 5 beschäftigt sich mit Fragen der Forschungsmethodik, die der Studie zugrunde liegt und beschreibt Konzeption, Aufbau und Durchführung der Untersuchung. In Kapitel 6 werden zuletzt die Ergebnisse der Studie präsentiert.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen ersten Impuls zur Klärung der Frage zu geben, wie Kinder das weltweite, technische wie soziale Phänomen *Internet* begreifen.

2. Mentale Modelle und die Kognitionspsychologie des Lernens

2.1. Einführung in die Theorie mentaler Modelle

Die theoretische Fundierung einer empirischen Untersuchung zum Lernverständnis berührt den Fachbereich der Kognitionspsychologie, die sich als Wissenschaft mit der Frage beschäftigt, wie das *System Mensch* Informationen aufnimmt, speichert, manipuliert und zielgerichtet weiterverwendet (Dutke 1994, S. 10). Ein wesentliches kognitionspsychologisches Konstrukt zur Erklärung menschlicher Lernleistungen ist das *mentale Modell* (ebd., S. 1).

Das Lexikon der Psychologie beschreibt dieses als „eine Form der analogen Repräsentation von Wissen. Das Konzept beruht auf der Annahme, daß Menschen strukturelle und/oder dynamische Aspekte von komplexen Problembereichen (z. B. Aufbau und Funktion technischer Geräte, inferenzhaltige Textbeschreibungen) dadurch repräsentieren, daß sie modellhafte Vorstellungen aufbauen, welche die in Frage stehenden realweltlichen Sachverhalte und Abläufe [...] anschaulich machen und mental zu simulieren erlauben“ (Wenninger 2000).

Zusammenfassend lässt sich das mentale Modell also als eine partielle internale Repräsentation außenweltlicher Strukturen begreifen. Diese Definition weist mentale Modelle als einen speziellen Typus von Modellen aus, die als Werkzeuge des Verstehens unserer Umwelt dienen. Sie erlauben uns, reale Prozesse geistig nachzuspielen und aus den Resultaten Schlussfolgerungen zu ziehen. Die Möglichkeit zur „Betrachtung vor dem geistigen Auge“ bezeichnet Dutke (1994, S. 37) als „Simulationsfähigkeit“ mentaler Modelle. Nach der *Allgemeinen Modelltheorie* nach Stachowiak (1973, S. 131 ff.) sind allen Modellen (nicht nur den mentalen) einige grundlegende Eigenschaften gemein¹:

Das Abbildungsmerkmal Modelle bilden Originale ab, das heißt, sie ordnen gewissen

¹Vgl. auch Dutke 1994, S. 4 und ebd., S. 13 ff. für eine Diskussion über die Anwendbarkeit des Stachowiakschen Systems auf mentale Modelle.

Originalattributen Modellattribute zu. Beispielsweise werden bei einer Landkarte Straßen und Wegen entsprechende Linien und Streckenzüge zugeordnet.

Das Verkürzungsmerkmal Modelle bilden stets nur Teilmengen der Attribute des Originals ab unter Vernachlässigung anderer Attribute. Eine Landkarte mag Straßen und Siedlungen abbilden, aber auf die Repräsentation von Vegetation verzichten, wo sie nicht dem Zweck der Karte als Orientierungshilfe dient.

Das pragmatische Merkmal Hieraus ergibt sich: es existiert keine eindeutige Zuordnung zwischen einem Original und einem Modell. Modelle dienen bestimmten Personen zu bestimmten Zeitpunkten einem gewissen pragmatischen Zweck. Anders ausgedrückt: Modelle haben stets eine Funktion, und diese ist personenabhängig.

Mentale Modelle werden in der Kognitionspsychologie als hypothetische Konstrukte klassifiziert (Dutke 1994, S. 12); sie sind nicht unmittelbar beobachtbar oder operationalisierbar und ihre Analyse kann nur indirekt über beobachtbares Verhalten erfolgen. Viele Fragen sind daher bis heute unbeantwortet und Gegenstand aktueller Forschung: stehen beispielsweise die mentalen Modelle dauerhaft zum etwaigen Abruf bereit oder werden sie bei jeder Nutzung auf Basis des zugrunde liegenden Wissens erneut generiert (Vosniadou & Brewer 1992, S. 575 f.)?

Die Entwicklung der Grundlagen des Konzepts der mentalen Modelle reicht bereits über 70 Jahre zurück und wird heutzutage allgemein dem schottischen Philosophen und Psychologen Kenneth Craik zugeschrieben (Johnson-Laird 2004, S. 179, Hammond & Rogers 2007, S. 5, Thatcher & Greyling 1998, S. 300).

2.2. Zur Begriffsgeschichte des mentalen Modells

In seinem Buch *The Nature of Explanation* schrieb Craik 1943: „Wenn der Organismus ein 'Miniaturmodell' der externalen Realität und seiner eigenen Handlungsmöglichkeiten in seinem Kopf mit sich trägt, vermag er, verschiedene Alternativen auszuprobieren und zu schließen, welche von diesen die beste sei, um auf zukünftige Situationen zu reagieren, bevor diese eintreten, das Wissen von vergangenen Ereignissen zur Grundlage seines Handelns in Gegenwart und Zukunft zu machen, und in jeder Hinsicht umfassender, sicherer, kompetenter auf Notlagen zu reagieren, mit denen er konfrontiert wird.“² (Craik 1943, S. 61).

² „If the organism carries a 'small-scale model' of external reality and of its own possible actions within its head, it is able to try out various alternatives, conclude which is the best of them, react to future

Es wird deutlich, dass dem Craik'schen Konzept vor allem die prädiktive Aussagekraft des mentalen Modells wesentlich ist. Diese beruht auf einem dreischrittigen Verfahren, bestehend aus erstens der Übersetzung eines externalen Prozesses in ein internes Modell, zweitens einem Gedankenprozess, im Zuge dessen aus der Symbolik des Modells heraus neues Wissen generiert wird und drittens der Rückübersetzung der Resultate in korrespondierende externe Prozesse (Johnson-Laird 2004, S. 182). Der Prozess ermögliche es, die Folgen eigenen Handelns oder das Verhalten eines realen Systems einzuschätzen, ohne diese direkt in der Realität zu beobachten.

Damit dieser Prozess funktioniert, muss das mentale Modell einer Person mindestens starke Parallelen zum realweltlichen System aufweisen, über das Aussagen getroffen werden sollen. Die Struktur des Modells hingegen muss sich nach Craik's Ansicht nicht notwendig mit der Struktur des außenweltlichen Systems decken, solange das Modell im spezifischen Kontext eine brauchbare Simulation ermögliche – eine Auffassung, die den britischen Kognitionspsychologen Philip Johnson-Laird (ebd., S. 183) zu der Bemerkung veranlasst, Craik meide das Thema der Ikonizität mentaler Modelle (also die Frage, wieweit sich Modell und Referenzobjekt unmittelbar bildlich entsprächen).

Johnson-Laird betont, es sei heutzutage im Allgemeinen ein Verständnis üblich, wonach das mentale Modell die Struktur dessen, was es repräsentiert, spiegele (ebd., S. 181/183). Moser (2003, S. 185) widerspricht: Ein mentales Modell sei brauchbar, solange es eine Verhaltens-, Funktions- oder Strukturanalogie aufrechterhalte, über die sich realweltliche Probleme stellvertretend mental lösen ließen. Eine strukturelle Identität von Modell und Realität sei dann nicht erforderlich, solange eine andere Analogiebeziehung bestehe.

Aus den Ausführungen wird deutlich, dass ein mentales Modell nie den Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Schon in Craik's ursprünglichem Konzept ist die „partielle“ Repräsentation eine wesentliche Eigenschaft jedes mentalen Modells (Johnson-Laird 2004, S. 181).

Im Zuge der Weiterentwicklung des Craik'schen Konzepts zum modernen Modellbegriff haben sich die Arbeiten Johnson-Lairds als überaus einflussreich erwiesen: ihm wird unter anderem die Prägung des Ausdrucks *Mentales Modell* für das von Craik zwar untersuchte, aber nicht explizit benannte Konstrukt zugeschrieben (Thatcher & Greyling 1998, S. 300; Moser 2003, S. 184; Staggers & Norcio 1993, S. 587).

Für Johnson-Laird bildet das mentale Modell bereits die Grundlage der gesamten

situations before they arise, utilise the knowledge of past events in dealing with the present and future, and in every way to react in a much fuller, safer, and more competent manner to the emergencies which face it.“

menschlichen Ratio, wie er in seinem Werk *Mental Models* ausführt: „Das [für die Abhandlung zentrale] Konzept ist das *rekursiver* mentaler Prozesse, die Menschen ermöglichen, Diskurse zu verstehen, mentale Modelle des Realen und des Imaginären zu bilden und durch Manipulation dieser Modelle logisch zu denken“³ (Johnson-Laird 1995, S. xi). Das im weiteren Verlauf dieser Arbeit verwendete, moderne Begriffsverständnis mentaler Modelle beruht maßgeblich auf den Forschungsergebnissen von Johnson-Laird.

2.3. Bildung und Entwicklung mentaler Modelle bei Lernern

Heutzutage wird zumeist angenommen, dass mentale Modelle sich durch spezifisches, angeleitetes Training, durch Interaktion mit den entsprechenden Systemen oder auch durch die Beobachtung der Systemnutzung durch andere Personen entwickeln (Thatcher & Greyling 1998, S. 300; vgl. auch Norman 1983, S. 7). Inwieweit Menschen selbst Modelle generieren, wenn ihnen keine zur Verfügung gestellt werden, ist weiterhin nicht abschließend geklärt (Staggers & Norcio 1993, S. 594). Zumindest gibt es zahlreiche Hinweise darauf, dass es den Lernprozess fördern kann, wenn Lernern im Vorhinein leistungsstarke Modelle (sog. Konzeptmodelle, vgl. Abschnitt 2.4) zur Verfügung gestellt werden (ebd., S. 593).

Generieren Personen mentale Modelle eines Systems ohne Anleitung, so sei im Allgemeinen zu erwarten, dass diese Modelle unvollständig, inakkurat und instabil seien, argumentieren Thatcher & Greyling (1998, S. 300) (vgl. auch Hammond & Rogers 2007, S. 6 und diSessa 1983, S. 17 ff.). Johnson-Laird konstatiert, dass es der Nützlichkeit des Modells sogar schaden könne, wenn ihm zu viele Informationen hinzugefügt würden (Johnson-Laird 1995, S. 4).

Norman (1983) stellt zudem fest, dass mentale Modelle von Personen in aller Regel unwissenschaftlich sind (ebd., S. 8). In einer Studie untersuchte er dazu unter anderem Eigenheiten der Mensch-Maschine-Interaktion am Beispiel verschiedener Taschenrechnermodelle. Norman fand, dass die Probanden mentale Modelle zur Bedienung der verschiedenen Geräte entwickelt hatten, die ein „abergläubisch“⁴ anmutendes Verhalten produzierten und kommt zu dem harten Urteil, das Verständnis der meisten Leute allen Arten von Geräten gegenüber, mit denen sie interagierten, sei „überraschend dürftig, ungenau spezifiziert,

³ „The concept is that of *recursive* mental processes that enable human beings to understand discourse, to form mental models of the real and the imaginary, and to reason by manipulating such models.“

⁴ „Thus, a person’s mental model can include knowledge or beliefs that are thought to be of doubtful validity. Some of this is characterized as ‘superstitious’ – rules that ‘seem to work,’ even if they make no sense.“

voller Widersprüche, Lücken und kurioser Eigenarten“⁵ (Norman 1983, S. 8).

Interessanterweise wird durch all diese Mängel die Leistungsfähigkeit eines mentalen Modells nicht notwendigerweise eingeschränkt: Untersuchungen diverser Forscher legen nahe, dass es zum Verständnis eines Phänomens zwar notwendig ist, ein Arbeitsmodell des Phänomens im Kopf zu haben, welches aber mangelhaft sein kann, solange es den aktuellen Handlungs- und Interaktionskontext korrekt wiedergibt (Hammond & Rogers 2007, S. 5). Dies kann unter Umständen auch bedeuten, dass eine Person ein Phänomen mit mehreren verschiedenen Modellen erklärt, sollte dieses Phänomen zu komplex sein, um von einem einzelnen Modell hinreichend simuliert zu werden. Die Nutzung multipler Modelle ist dann abhängig von der Aufgabe und dem individuellen Kenntnisniveau (Staggers & Norcio 1993, S. 593). So erklären Laien etwa Elektrizität je nach Art der Fragestellung entweder durch Analogie zu fließendem Wasser oder zu sich in den Stromkabeln drängenden Männchen und wechseln dabei je nach Bedarf zwischen beiden Modellen, fanden D. Gentner & D. R. Gentner (1983).

Seien die mentalen Modelle andererseits allzu naive Vereinfachungen der Realität, warnen Staggers & Norcio (1993, S. 596), drohe eine kognitive Sperre („cognitive lock-up“): Anwender würden dann dazu neigen, neue, aber unpassende Informationen nicht mehr in ihr Modell zu integrieren, sondern gänzlich zu ignorieren und dadurch permanent an interpretativen Fehlschlüssen festhalten. In diesem Fall ist jeder Versuch weiteren Unterrichts vergebens, solange das fehlerhafte Modell fortbesteht⁶.

2.4. Begriffliche Abgrenzung und das Modellsystem nach Norman

Im Laufe der Zeit hat sich bei verschiedenen Autoren eine Vielzahl unterschiedlicher Begriffe etabliert, die alle mehr oder weniger synonym verwendet werden oder doch zumindest allesamt gewisse konzeptuelle Ähnlichkeiten aufweisen. Zu diesen gehören unter anderem: mentale Modelle, konzeptuelle Modelle, kognitive Modelle, mentale Diskursmodelle, Komponentenmodelle, Kausalmodelle (ebd., S. 587). Einige Forscher unterscheiden zwischen Nutzermodellen und Entwicklermodellen, andere nutzen für diese die Begriffe der mentalen und der Konzeptmodelle oder aber unterscheiden gar nicht zwischen den verschiedenen Begrifflichkeiten (ebd., S. 588). In einigen Arbeiten werden ganzheitliche Repräsentationen

⁵ „surprisingly meager, imprecisely specified, and full of inconsistencies, gaps and idiosyncratic quirks“

⁶ Ein klassisches Beispiel für eine fehlerhafte Integration neuen Wissens in ein naives mentales Modell stammt von Vosniadou & Brewer (1992) und wird in Abschnitt 2.5 erörtert.

komplexer Sachverhalte auch als Frames, Skripts oder Szenarien beschrieben (Moser 2003, S. 184).

Hervorzuheben ist die Differenzierung durch Norman (1983, S. 7 f.). Dieser unterscheidet zwischen folgenden vier Strukturen:

Das Zielsystem ist jenes realweltliche System, über das eine Person Wissen akkumuliert und strukturiert und welches mental modellhaft approximiert werden soll.

Das Konzeptmodell (des Zielsystems) ist ein von Lehrern, Designern, Wissenschaftlern oder Ingenieuren entwickeltes Modell mit dem Anspruch, eine akkurate, konsistente und vollständige Repräsentation des Zielsystems zu sein.

Das mentale Modell (des Nutzers) ist die aktuelle mentale Repräsentation des Zielsystems derjenigen Person, die das Zielsystem verstehen oder nutzen möchte. Der Anspruch des mentalen Modells ist Funktionalität, nicht Vollständigkeit. Es ist in ständiger Entwicklung begriffen.

Das wissenschaftliche Konzept des Mentalmodells ist ein Metamodell: es ist ein von Forschern entwickeltes Modell der mentalen Modelle einer Person.

Johnson-Laird kritisiert die Differenzierung unterschiedlicher Formen mentaler Modelle mit dem Argument, letztlich repräsentierten sie wahrscheinlich alle die gleiche zugrunde liegende Realität; die Unterscheidung sei mithin eine künstliche und das unterstellte kognitive Konstrukt sei ein und dasselbe (Staggers & Norcio 1993, S. 589). In der Tat lässt sich diskutieren, inwiefern etwa das Konzeptmodell etwas anderes ist als ein (elaboriertes) mentales Modell ausgewiesener Fachleute, zumal die behauptete Vollständigkeit des Konzeptmodells aufgrund der inhärenten Unvollständigkeit aller Modelle kaum realistisch sein dürfte. Norman verteidigt das Bestehen der Konzeptmodelle mit dem Argument, diese seien spezifisch für Verständnis und Lehre der Zielsysteme entwickelt worden und ihr Anspruch auf theoretische Fundierung sei ein gänzlich anderer als bei den hinsichtlich rein funktionaler Kriterien individuell entworfenen mentalen Modellen (Norman 1983, S. 12 f.). Zumindest legen Studien nahe, dass mentale Modelle von Experten nicht nur deutlich abstrakter, sondern auch erklärungsstärker sind als die von Laien generierten (Staggers & Norcio 1993, S. 592; vgl. auch diSessa 1983).

Trotz aller Kritik entspricht die Normansche Systematik der didaktischen Realität, „Expertenmodelle“ als korrektes Wissen in Enzyklopädien und Lehrmaterial auszuweisen und die Kenntnisse von Lernern gegen diese Modelle zu prüfen. Dies macht die Unterscheidung unbestreitbar nützlich, weswegen diese Arbeit zwecks sprachlicher Vereinheitlichung

dem Vorgehen von Norman (1983) folgt, Zielsysteme, Konzeptmodelle (bzw. konzeptuelle Modelle), mentale (Anwender-)Modelle und wissenschaftliche Konzepte mentaler Modelle entsprechend der obigen Definition zu unterscheiden. Eine darüber hinausgehende Kategorisierung soll nicht erfolgen. In Zusammenhängen, in denen diese Unterscheidung keine Rolle spielt, wird der Begriff „mentales Modell“ weiterhin als Pars pro toto für das übergeordnete kognitionspsychologische Konstrukt verwendet.

Neben begrifflicher Kritik wurden auch von verschiedenen Seiten Zweifel am gesamten theoretischen Konzept mentaler Modelle geäußert. Zenon Pylyshyn etwa argumentierte, der Verstand mache gar keinen Gebrauch von Bildern; diese entstünden als subjektiv erlebte Begleiterscheinungen des Denkprozesses, spielten bei diesem aber keine eigenständige Rolle. Stattdessen verarbeite das menschliche Gehirn, ähnlich einer textlesenden Maschine, ausschließlich sogenannte *propositionale Repräsentationen*, also syntaktisch strukturierte, mental repräsentierte sprachliche Ausdrücke (Johnson-Laird 2004, S. 185 f. Dutke 1994, S. 62 f.). Zwar ließ Craik in seiner Arbeit ähnliche Ideen anklingen (Johnson-Laird 2004, S. 184), sah darin jedoch keinen Widerspruch zur Existenz mentaler Modelle. Ob menschliches Denken allerdings tatsächlich entlang solch einfacher, additiver Prozesse geschehen kann, muss anhand der Resultate jüngerer Studien stark angezweifelt werden (Moser 2003, S. 181 ff. vgl. auch Sanford & Garrod 1998).

Johnson-Laird versucht dennoch, das propositionale Konzept mit der Idee mentaler Modelle zu versöhnen: propositionale genauso wie ikonische Repräsentationen seien komplexe, hochrangige Bestandteile eines mentalen Prozesses, der sich von einem mentalen Modell geleitet abspiele (Johnson-Laird 2004, S. 186). Dabei seien mentale Objekte zwar häufig, aber nicht notwendigerweise und nicht ausschließlich bildhaft, sondern bestünden auch aus propositionalen (sprachlichen) Vorstellungen. Wieweit auch bei Aufgaben nicht-bildhafter bzw. nicht-räumlicher Art auf bildhafte mentale Modelle zurückgegriffen wird, ist indes nicht ganz klar (Dutke 1994, S. 49 ff., S. 71 ff.). Obgleich das mentale Modell ein theoretisches Konstrukt sei und damit nie direkt empirisch nachweisbar, sei doch heutzutage die ganz überwiegende Mehrheit der Psychologen der Ansicht, dass mentale Modelle tatsächlich existieren, konstatieren Staggers & Norcio (1993, S. 590). Der Autor dieser Arbeit schließt sich dieser Überzeugung an.

2.5. Mentale Modelle der Erde und Vosniadous Framework Theory

Es muss für jeden Lehrer von Interesse sein, die Ursachen falscher Schülerantworten zu ergründen. Bisweilen ist es nicht bloß mangelndes Wissen, welches zu fehlerhaften Antworten führt, sondern die Verwendung irriger Modelle, aus denen heraus die Schüler ihr Wissen generieren. Moser (2003, S. 188) notiert hierzu: „Mentale Modelle sind dazu geeignet, jene Prozesse des Missverstehens aufzuklären, bei denen nicht fehlende Informationen oder unterschiedliche Begriffe die Ursache sind, sondern 'Missgriffe' auf konzeptueller Ebene, die zu falschen impliziten Annahmen und fehlerhaften Inferenzbildungen führen“. Solche unvollständigen oder inkorrekten mentalen Modelle können von enormer Beständigkeit sein, sofern sie (zumindest lokal) funktional und nützlich bleiben, bemerkt Dutke (1994, S. 76).

Übertragen auf den Schulunterricht würde dies bedeuten, dass Schüler die im Fachunterricht vermittelten wissenschaftlichen Erkenntnisse nur leidlich in ihre bereits vorhandenen, naiven Modelle einbetten, anstatt potentere, wissenschaftliche Modelle auszubilden – und folglich nachhaltig inkorrekte Antworten produzieren⁷ (Posner u. a. 1982, S. 212). Um der Entwicklung solcher Fehlermodelle entgegenzuwirken, sei es notwendig, ihre Entstehung zu verstehen, betonen Posner u. a. (S. 211 ebd., Hervorh. i. O.): „Die Fehlvorstellungen, oder, allgemeiner gesprochen, die „alternativen Rahmentheorien“, [...] zu identifizieren und einige der Gründe für ihre Beständigkeit zu verstehen, bleibt zurück hinter der Entwicklung einer verständlichen Auffassung, *wie* die aktuellen Ideen eines Schülers mit neuen, inkompatiblen Ideen interagieren.“⁸

Die Kognitionspsychologen Stella Vosniadou und William Brewer führten 1992 eine entsprechende Studie zu mentalen Modellen der Erde mit 60 Kindern durch – jeweils 20 Erst-, Dritt- und Fünftklässlern einer Schule in einer Kleinstadt in den USA (Vosniadou & Brewer 1992). Die Forscher stellten sich die Frage, welche Struktur das „naive“ Wissen der Schüler habe, ob es fragmentiert und ungeordnet sei oder konsistent und theorieartig, und wie sich die mentalen Modelle der Schüler im Lernprozess verändern würden. Hierzu

⁷Posner u. a. unterscheiden zwei Arten der Wissensaufnahme: die Assimilation und die Akkomodation. Ein Lerner assimiliert neues Wissen, wenn er es unter relativem Beibehalt der bisherigen Wissensstrukturen aufnimmt und einsortiert – selbst dann, wenn das neue Wissen sich nicht gänzlich in das alte Modellsystem einfügt. Akkomodation ist ein viel seltenerer Prozess, der die völlige Reorganisation der gesamten Wissensstruktur und aller mentalen Modelle bedeutet.

⁸But identifying misconceptions or, more broadly speaking, „alternative frameworks“ [...], and understanding some reasons for their persistence, falls short of developing a reasonable view of *how* a student's current ideas interact with new, incompatible ideas.“

konzipierten Vosniadou und Brewer einen Fragebogen mit 15 Fragen in Bezug auf die Form der Erde. Die Fragebögen dienten als Grundlage für 30- bis 45-minütige Leitfadenterviews mit den Schülern. Diese erhielten zudem die Möglichkeit, ihre Vorstellungen mit Zeichnungen zu verdeutlichen. Die Forscher vermuteten, dass das anfängliche Erdmodell wissenschaftlich unbeeinflusster Kinder eine flache Scheibe sei und der konzeptionelle Übergang zu einer Kugelerde für die Kinder mit Schwierigkeiten verbunden sein müsse.

Um die oben beschriebene fehlerhafte Integration externen Wissens in die eigenen naiven, mentalen Modelle zu explorieren, teilten Vosniadou und Brewer ihre Fragen in zwei Kategorien ein: Faktenfragen und generative Fragen (Vosniadou & Brewer 1992, S. 542). Faktenfragen dienten der Überprüfung reinen Wissens, etwa: „Welche Form hat die Erde?“. Es steht zu erwarten, dass alle Kinder, die bereits mit „erwachsenem Wissen“ in Berührung gekommen sind, wissen, dass die korrekte Antwort auf diese Frage „rund“ lauten muss. Ein Beispiel einer generativen Frage hingegen ist: „Wenn du viele Tage auf einer geraden Linie läufst, wohin gelangst du dann?“. Diese Frage besitzt keine vorbereitete Antwort, eine solche muss also erst aus dem mentalen Modell des Kindes heraus erzeugt werden. Dadurch ist die Frage für den Forschungszweck aussagekräftiger. Unter Umständen lässt sich hier eine Diskrepanz zwischen korrekten Antworten auf Faktenfragen und inkorrekten Antworten auf generative Fragen entdecken. Dies ließe den Schluss zu, dass die Kinder das ihnen vermittelte Wissen zwar aufgenommen und behalten, aber nicht im Sinne des Lehrenden verinnerlicht haben.

In einer ersten Iteration der Datenauswertung kamen Vosniadou und Brewer zu dem Ergebnis, dass viele Kinder zwar über die Vorstellung einer flachen Erde hinaus waren, aber auch äußerst inkonsequenten Gebrauch vom mentalen Modell einer Kugelerde machten. Viele Antworten schienen unsinnig zu sein oder einander zu widersprechen. So antwortete gut ein Drittel der Kinder, man sehe die Erde, wenn man (den Himmel) aufblicke. Andere behaupteten, die Erde sei „innen flach, außen rund“ oder zeichneten Mond und Sterne in jenen Kreis hinein, den sie zuvor als Repräsentation der Erde gezeichnet hatten (ebd., S. 547). Es stellte sich folglich die Frage, ob die Kinder überhaupt Gebrauch von mentalen Modellen gemacht hatten oder einfach willkürlich auf die Fragen der Forscher geantwortet hatten. Vosniadou und Brewer stellten die These auf, die Kinder nutzten tatsächlich sehr konsequent mentale Modelle der Erde, die sich aber fundamental sowohl vom naiven Modell der flachen Erde als auch vom Konzeptmodell der runden Erde unterschieden.

In einer zweiten Auswertung erstellten die Forscher daher drei zusätzliche Modelle, die auf unterschiedlichem Abstraktionsgrad das Modell der flachen Erde mit der Information zu vereinbaren suchten, dass die Erde rund sei. Diese neuen Modelle taufte Vosniadou

und Brewer *synthetische Modelle*:

Dualerde Es existieren zwei verschiedene Erden: eine kugelförmige, astronomische Planetenerde am Himmel und eine flache „Bodenerde“, auf der die Menschen leben.

Hohlsphäre Die Menschen leben, einem Goldfischglas gleich, in einer hohlen, innen zur Hälfte flach ausgefüllten kugelförmigen Erde.

Abgeflachte Sphäre Die Erde hat die Form einer an zwei Seiten flach eingedrückten Kugel, auf denen die Menschen leben.

Eine Neuordnung der Schülerantworten zu einem der fünf mentalen Modelle (dem naiven Modell, den drei synthetischen Modellen und dem Konzeptmodell Kugel) ergab nun ein anderes Bild als die erste Auswertung: die Schüler antworteten auf die Fragen jeweils sehr konsistent innerhalb des ihnen zugewiesenen Modells. Über 80 Prozent der Kinder konnten eindeutig einem der fünf Modelle zugeordnet werden (Vosniadou & Brewer 1992, S. 572).

Zusammenfassend konstatierten Vosniadou und Brewer die Existenz einer Komplexitätshierarchie mentaler Modelle. An deren Anfang stehen die initialen Modelle: mentale Modelle, die vor Beginn der Einflussnahme Erwachsener (meist Eltern oder Lehrer) gebildet werden auf Basis alltäglicher Beobachtungen, etwa der unleugbaren Erkenntnis, dass der Boden flach ist. Initiale Modelle (wie allerdings mentale Modelle allgemein) werden eingeschränkt vom Vorstellungsvermögen der entsprechenden Person. Die Existenz eines Erdrandes ergibt sich für Kinder aus der schlichten Unmöglichkeit, sich eine unendlich ausgedehnte Erdebene vorzustellen.

Synthetische Modelle können nun aus dem Versuch heraus entstehen, initiale Modelle mit von Autoritäten (Erwachsenen) erhaltenen Modellen in Einklang zu bringen. Dies geschieht, wenn Schüler wissenschaftlichen Erklärungen ausgesetzt sind, ohne zugleich auch entsprechende einordnende Instruktionen zu erhalten (Vosniadou 2009, S. 124). Synthetische Modelle stellen damit eine Assimilation neuen Wissens in die vorhandene, stabile Wissensstruktur dar und sind daher recht resistent gegen Argumentationen mit Gegenbeispielen und der direkten Konfrontation mit Fehlvorstellungen.

Vosniadou zieht aus diesen Ergebnissen den Schluss, dass das gesamte Wissen einer Person zu einem größeren Wissensgebiet (wie in diesem Fall der Astronomie bzw. Geographie, aber auch der Mathematik, Physik oder Psychologie) in einem zusammenhängenden, übergeordneten System mentaler Modelle organisiert ist. Dieses System nennt Vosniadou ein *Framework*, weswegen ihr Forschungsansatz auch als *Framework Theory Approach*

bezeichnet wird. Als Konsequenz für Schulen sieht Vosniadou die Notwendigkeit, Curricula dahingehend anzupassen, dass sie mehr Wert auf den Verständniserwerb mittels weniger zentraler mentaler Modelle legen als auf die Anhäufung unstrukturierter Faktenwissens. Denn dieses Vorgehen laufe Gefahr, nur zunehmend Fehlvorstellungen und inadäquate (synthetische) mentale Modelle zu generieren (Vosniadou 2009, S. 126).

Es ist anzumerken, dass die Framework Theory nicht unwidersprochen geblieben ist. Der Erziehungswissenschaftler Andrea diSessa hat wiederholt emphatische Kritik an Vosniadous Theorie geübt in einer Debatte, die er als „Coherence vs. Pieces“-Kontroverse bezeichnet (diSessa 1983, 2009). In diSessas Augen ist das Postulat Vosniadous fehlerhaft, die mentalen Modelle zu einem übergeordneten Themenkomplex gruppierten sich zu einer kohärenten Systematik, die Vosniadou als *Frameworks* bezeichnet. Vielmehr, so diSessa, seien die Vorstellungen einer Person zu einem Wissensgebiet eine lose Kollektion von heterarchischen (d. h. keiner Rangfolge unterworfenen) Wissensfragmenten, sehr kleinen und spezifischen mentalen Modellen mit begrenzter Aussagekraft, die einander zudem durchaus widersprechen könnten. Diese „Splitter“ der Kognition bezeichnet diSessa als *phänomenologische Primitive*, kurz *P-Prims* (diSessa 1983, S. 16).

Modellverständnis und Forschungsmethodik der vorliegenden Arbeit orientieren sich maßgeblich am Framework Theory Approach nach Vosniadou.

2.6. Konsequenzen für den Schulunterricht

Es verbleibt die Frage, wie Erkenntnisse zu mentalen Modellen von Schülern zur konstruktiven Gestaltung des Schulunterrichts oder zur Konzeption des Curriculums genutzt werden können. Posner u. a. (1982, S. 232 ff.) haben eine Theorie des *Conceptual Change*, des konzeptuellen Wandels entwickelt, die ihren Hauptfokus auf die Konfrontation der Schüler mit ihren Fehlvorstellungen legt. Posner u. a. postulieren, dass ein solcher Wandel von einem irrigen zu einem korrekten, potenteren Mentalmodell möglich wird, wenn ein Schüler auf Anomalien innerhalb seines bisherigen Modells aufmerksam wird und folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Es besteht eine generelle Unzufriedenheit mit der Unzulänglichkeit des aktuellen Modells.
2. Das neue (ggf. vom Lehrer präsentierte) Modell ist verständlich (der Schüler kann es begreifen).

3. Das neue Modell ist initial plausibel: es sollte aussagestärker sein als das alte und keine offenbaren Widersprüche enthalten.
4. Das neue Modell erscheint fruchtbar, bietet also das Potential zur weiteren Arbeit bzw. Forschung und Erklärung zukünftiger Beobachtungen.

Ein Lehrer müsse dann, behaupten Posner u. a., ausgehend von den bekannten irrigen mentalen Modellen seiner Schüler Anomalien konstruieren, also Beispiele und Experimente, die die Integrität der mentalen Modelle der Schüler infrage stellen. Auf diese Weise entstehe ein kognitiver Konflikt: Unzufriedenheit des Lernenden mit seinen bisherigen Vorstellungen bilde die Keimzelle für einen konzeptuellen Wandel.

Dieser Ansatz hat sich über die vergangenen Jahre starker Kritik ausgesetzt gesehen (Vosniadou 2009, S. 120). Bereits der Begriff der „Fehlvorstellung“ stellt ein Problem dar, da er die Möglichkeit einer eindeutigen Kategorisierung mentaler Modelle in „richtige“ und „falsche“ Modelle suggeriert, die aber tatsächlich höchst zweifelhaft und mit moderneren, konstruktivistischen Lernansätzen schwer vereinbar ist. Aus diesem Grund unterscheidet etwa Vosniadou (ebd., S. 121) streng zwischen Präkonzepten und Fehlkonzepten und ordnet die meisten der letzteren den (von den Schülern selbst generierten) synthetischen Modellen zu – ein im Wesentlichen wertfreier Begriff. Weigend (2007, S. 15 ff.) bevorzugt für die Präkonzepte den Begriff der *intuitiven Modelle*.

Obleich viele Autoren darin übereinstimmen, dass es generell einfacher ist, Lernenden ein Konzeptmodell zur Verfügung zu stellen, anstatt sie selbst ein solches entwerfen zu lassen (Staggers & Norcio 1993, S. 602), warnt Vosniadou, es bestehe die Gefahr, dass ein solches vorgefertigtes Modell in Konflikt mit den intuitiven Modellen trete und gerade die synthetischen Modelle generieren könne, die etwa Posner u. a. als „Fehlkonzepte“ zu vermeiden suchte.

Nach dem konstruktivistischen Ansatz ist der konzeptuelle Wandel kein plötzliches Ereignis, sondern ein gradueller Prozess, in dem die Schüler den aktiven Part übernehmen (Vosniadou 2009, S. 123). Lehrer können hier Unterstützung leisten. Dabei bilden dann die von Posner u. a. beschriebenen Anomalien nur einen von mehreren Bausteinen des Schulunterrichts. Die Nutzung von Analogien, Modellen und kulturellen Artefakten, ein curricularer Fokus auf die Erforschung weniger Schlüsselkonzepte durch die Schüler und ein offener Diskurs über bestehende (ggf. naive) Vorstellungen sind nach Vosniadou (ebd., S. 126 ff.) Kernelemente eines Unterrichts, der die mentalen Modelle der Schüler berücksichtigt und weiterentwickelt.

2.7. Zusammenfassung zur Theorie mentaler Modelle

Für die weitere Arbeit sollen folgende Konzepte und Begriffe festgehalten werden: Das mentale Modell ist ein Konstrukt aus der Kognitionspsychologie, mit dessen Hilfe wir uns den Prozess des menschlichen Lernens erklären. Mentale Modelle sind geistige, interne Repräsentationen bestimmter Teilaspekte der außenweltlichen Realität. Sie stehen in Analogiebeziehung zu jenen Aspekten, die sie spiegeln: zumeist hinsichtlich ihrer Struktur, mindestens aber ihres Inhalts und/oder ihrer Prozesse. Sie sind häufig, aber nicht notwendigerweise bildhaft und können propositionale (sprachliche) und strukturelle Elemente aufweisen.

Wir unterscheiden zwischen dem außenweltlichen *Zielsystem*, dem von Experten geschaffenen *Konzeptmodell*, den von allen Menschen individuell konstruierten *mentalen Modellen* und den *Metamodellen*, die Wissenschaftler über mentale Modelle bilden. Mentale Modelle dienen als Basis zur Strukturierung und Akkumulation von Wissen bezüglich ihres jeweiligen Zielsystems. Sie sind meist unvollständig, unwissenschaftlich und instabil, ihre Anwendungsmöglichkeiten sind begrenzt. Dennoch können sie funktional sein, solange sie ihrem Anwender Orientierung im Umgang mit dem Zielsystem geben. Bleiben die Modelle allerdings zu naiv, können sie den Lernfortschritt behindern oder sogar aufhalten. In diesem Fall ist es notwendig, die Modelle umzuformen oder zu ersetzen.

Mentalmodelle, die Lernende anfänglich und (weitgehend) unangeleitet ausbilden, bezeichnen wir wertfrei als *initiale* oder *naive* Modelle. Komplexere Modelle, die Schüler durch Integration wissenschaftlicher Teilaspekte entwickeln, heißen *synthetische* Modelle.

Menschen können zu ein und demselben Phänomen mehrere mentale Modelle zugleich pflegen. Die Vermittlung von Konzeptmodellen kann ihren Lernfortschritt bisweilen fördern. Mentale Modelle steuern Handeln und Schlussfolgern von Menschen und haben Einfluss auf ihre Urteile und Entscheidungen. Gute Modelle helfen Personen im Umgang mit dem Zielsystem, Probleme zielstrebig zu lösen sowie effizient und akkurat zu handeln. Schlechte Modelle verlangsamen den Lernfortschritt und können Verwirrung und Ablehnung dem Zielsystem gegenüber auslösen.

Die obigen Ausführungen legen nahe, dass es das Bestreben eines Lehrenden sein muss, den Lernern funktionale, aber auch umfangreiche und aussagekräftige Modelle an die Hand zu geben, die das Verständnis der Lebensumwelt der Lernenden fördern und ein solides Fundament für den weiteren Wissenserwerb stellen.

3. Übersicht zum Forschungsstand über mentale Modelle des Internets

3.1. Frühe Forschung von Thatcher und Greyling

Eine der frühesten Untersuchungen zu mentalen Modellen des Internets führten Andrew Thatcher und Mike Greyling bereits im Jahr 1998 durch, also zu einer Zeit, als in Deutschland nur etwas über zehn Prozent der Bevölkerung privat oder beruflich über Internetzugang verfügten (Eimeren u. a. 1998). Ausgehend von der Einschätzung, dass die rapide steigende Nutzungsdauer sowie die Anzahl der Internetnutzer eine Untersuchung der vorherrschenden Vorstellungen zu Gestalt und Funktionsweise des Internets erforderlich mache, konzipierten die Forscher eine Erwachsenenstudie an der Witwatersrand-Universität in Südafrika. Fragebögen zur freiwilligen und anonymen Teilnahme wurden Studenten und Mitarbeitern der Universität zur Verfügung gestellt mit der Bitte um eine Zeichnung des Internets sowie die Angabe einiger Informationen zu Art und Umfang der Internetnutzung (Thatcher & Greyling 1998, S. 301).

Die Ergebnisse von 51 auswertbaren Bögen wurden hinsichtlich der in den Zeichnungen vermittelten technischen Struktur des Internets analysiert und kategorisiert. Hierbei entstanden sechs distinkte, im Komplexitätsgrad ansteigende Kategorien (Abb. 3.1, vgl. Thatcher & Greyling 1998, S. 302 f.):

1. Benutzeroberflächen und Nutzerfunktionalität,
2. zentrale Datenbank,
3. Nutzer-Welt-Konnektivität,
4. einfache Konnektivität,
5. einfache Modularität sowie
6. Modularität und Netzwerke.

Thatcher und Greyling fanden Anzeichen dafür, dass die mentalen Modelle der Probanden einer hierarchischen Komplexitätsstruktur unterliegen und diese signifikant abhängig

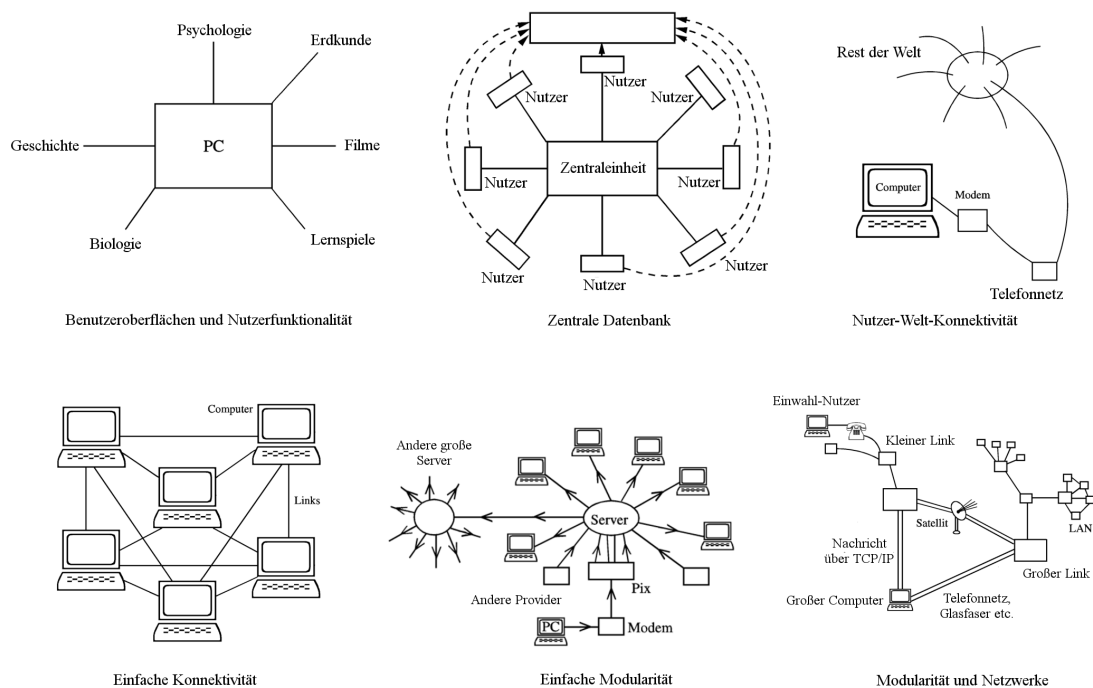


Abb. 3.1. – Hierarchie mentaler Modelle nach Thatcher & Greyling (1998)

von der bisherigen Anwendererfahrung ist, wobei regelmäßige Internetnutzer unter den Teilnehmern tendenziell komplexere Modelle ausgebildet hätten. Die Forscher bemerkten jedoch einschränkend, dass auch ein hoher Anteil der „naiven“ Modelle 1 bis 4 von regelmäßigen Anwendern produziert worden sei und insbesondere eine „utilitaristische“, das heißt auf Benutzeroberflächen fokussierte, Perspektive des Internets bei diesen prävalent sei. Dies lege nahe, dass Internetnutzung eher ein notwendiges als ein hinreichendes Kriterium für ein Verständnis der Struktur des Internets sei (Thatcher & Greyling 1998, S. 304).

Es ist allerdings zweierlei zu beachten: zunächst ist die Studie von Thatcher und Greyling zu einer Zeit entstanden, als das Internet außerhalb der Anwendung für wissenschaftliche und berufliche Zwecke wenig verbreitet war und daher die reine Anwendung mutmaßlich schon einen signifikanten Wissensvorsprung gegenüber Nichtnutzern darstellen konnte.

Zweitens waren die Teilnehmer der Studie Erwachsene mit vermutlich überwiegend akademischem Hintergrund. Hierfür spricht zumindest die Auslage der Fragebögen in der Nähe der Universitätsbibliothek; die Autoren vermerken, alle Teilnehmer stünden in irgendeiner Weise mit der Universität in Verbindung (ebd., S. 301). Es liegt nahe

anzunehmen, dass der Bildungsgrad der Probanden die Ergebnisse signifikant beeinflusst. Gerade in der Kognitionspsychologie spielt zudem das Alter der Untersuchungsteilnehmer eine entscheidende Rolle. So weist der Psychologe Zheng Yan auf die dramatische kognitive Entwicklung hin, die Kinder während der ersten siebzehn Lebensjahre durchlaufen (Yan 2005, S. 386). Es ist folglich davon auszugehen, dass erwachsene Probanden deutlich andere Modelle benutzen als Kinder und Jugendliche.

3.2. Entwicklungspsychologische Untersuchungen durch Yan

Yan (ebd.) untersuchte insgesamt 111 Personen, davon 83 Kinder im Alter von fünf bis zwölf Jahren, hinsichtlich ihrer mentalen Modelle des Internets mit besonderem Fokus auf altersbedingte Unterschiede im Kindesalter; 28 Erwachsene bildeten eine Kontrollgruppe. Dabei differenzierte er zusätzlich zwischen zwei verschiedenen Dimensionen des Internets: auf der einen Seite identifizierte er eine technische Komplexität des Internets als eines Systems von Hardware und Software, Computern, Servern, Routern und Netzwerken. Auf der anderen Seite betrachtete er die soziale Komplexität eines Internets der weltweiten Verbindungen zwischen miteinander agierenden, kommunizierenden Menschen.

Zusätzlich zu einem Zehn-Item-Fragebogen reichten alle Teilnehmer in Yans Studie Konzeptzeichnungen des „technischen Internets“ und des „sozialen Internets“ ein, die von Yan hinsichtlich ihres Komplexitätsgrades in ein hierarchisches, vierstufiges Kategoriensystem eingeordnet wurden (ebd., S. 390), beginnend bei minimalem Verständnis über partielles, fortgeschrittenes bis hin zu einem wissenschaftlichen Verständnis des Internets. Yan gibt Beispiele für Schülerzeichnungen in jeder der vier Kategorien (Abb. 3.2, 3.3).

Es lassen sich Ähnlichkeiten zum Kategoriensystem nach Thatcher & Greyling (1998) erkennen: die unterste Stufe beider Systeme bilden nutzerzentrierte Modelle mit ihrem Fokus auf Anwendungen und Benutzerschnittstellen. Die oberste Stufe bilden voll-modulare Internetmodelle. Die zweite Stufe nach Yan, die einfache Direktverknüpfung von Computern, lässt sich mit den Kategorien 3 und 4 nach Thatcher & Greyling assoziieren, während die dritte Stufe nach Yan zentralstukturierte Modelle fasst und im Modell von Thatcher & Greyling der Kategorie 2 entspricht.

Yan ermittelte einen großen Einfluss des Alters auf den Komplexitätsgrad der mentalen Modelle der Schüler. Im Alter von neun bis zwölf Jahren begannen Kinder zunehmend ein Verständnis sowohl der technischen als auch der sozialen Dimension des Internets zu entwickeln (Yan 2005, S. 394). Die Resultate sind mit früheren Studien zum Verständnis des Internets nach einjähriger Nutzungsdauer (Luckin u. a. 2001) sowie Konzepten über

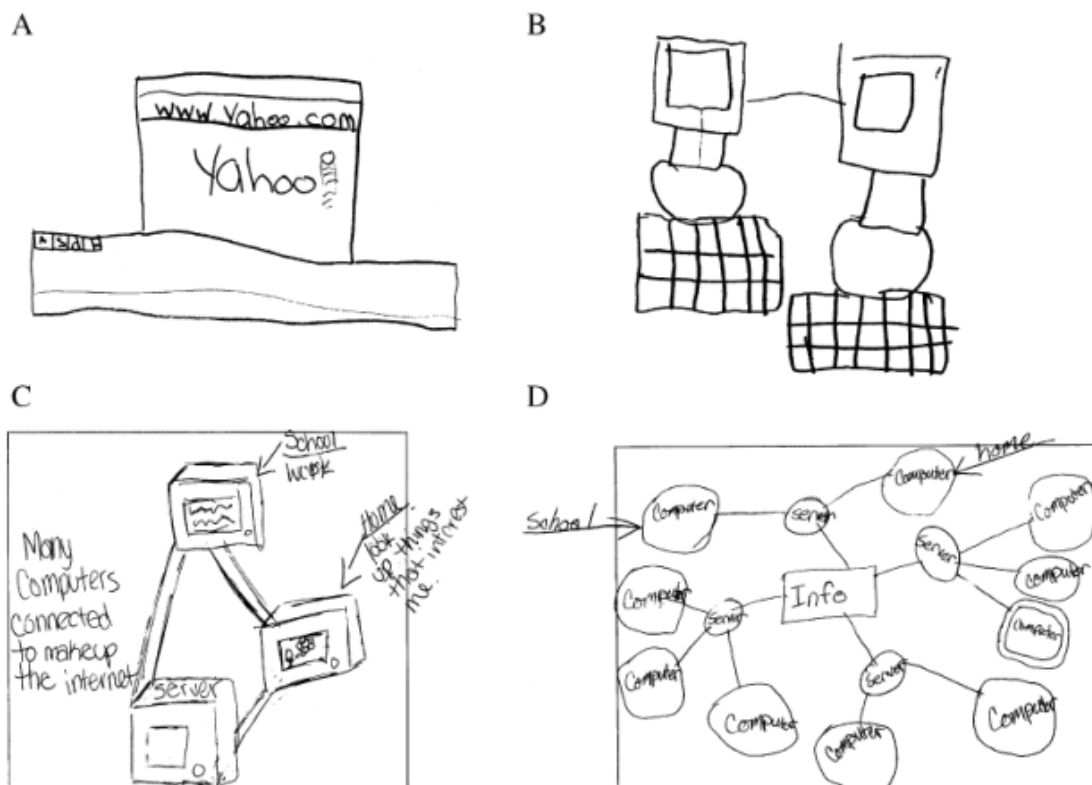


Abb. 3.2. – Beispiele für die vier Komplexitätsstufen des technischen Internets nach Yan (2005). Schülerzeichnungen zeigen ein minimales (A), partielles (B), fortgeschrittenes (C) und wissenschaftliches (D) Verständnis des Internets.

die Funktionsweise von Computern konsistent (Denham 1993). Während Denham in seiner Studienreihe neben einem Alters- auch einen Erfahrungseffekt auf die kindliche Modellkomplexität feststellt (ebd., S. 354 ff.), kommt Yan zu dem Ergebnis, die direkte Onlineerfahrung von Schülern habe nur einen untergeordneten Einfluss auf die Gestalt der untersuchten mentalen Modelle des Internets (Yan 2005, S. 394).

Die zwei „fundamentalen Eigenschaften“ des Internets, die technische und die soziale Komplexität, baute Yan in zwei Folgestudien weiter aus (Yan 2006, Yan 2009). Auf der technischen Seite nahm er eine stärkere Differenzierung zwischen maschinellen Komponenten (Monitor, Tastatur, etc.) auf der einen und Strukturkomponenten (etwa dem „Netzwerk“ Internet) auf der anderen Seite vor. Auf der sozialen Seite unterschied er zwischen Kommunikations- und Virtualitätsaspekten (Yan 2006, S. 418) und spezifizierte in der Konsequenz die Schwierigkeiten, die sich hieraus für Kinder und Jugendliche ergä-

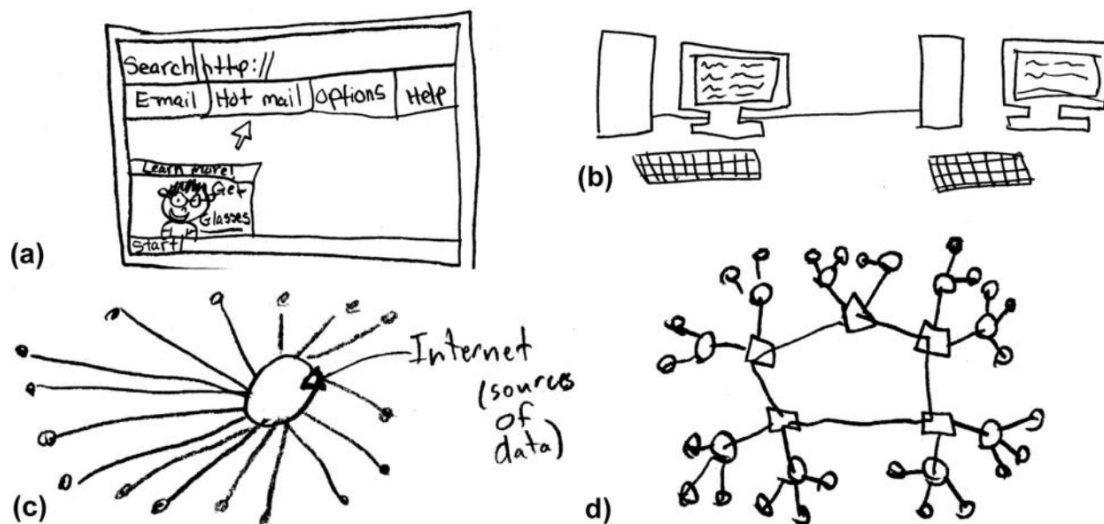


Abb. 3.3. – Beispiele des gleichen Kategoriensystems in einer Folgestudie (Yan 2006).

ben, die versuchten, eine Vorstellung vom Internet zu entwickeln. Diese resultierten aus folgenden Faktoren (Yan 2006, S. 419):

- Das Internet sei zunächst ein verhältnismäßig neues Medium,
- es sei im Wesentlichen virtuell (und damit unsichtbar für den normalen Anwender),
- es sei außerdem höchst „konnektiv“ in dem Sinne, dass man während der Nutzung des Internets der Gefahr ausgesetzt sei, dass Fremde ohne eigenes Wissen oder Zustimmung in das eigene virtuelle Leben eindringen,
- es sei zuletzt auch extrem offen und mithin nahezu völlig unkontrolliert mit allen positiven und negativen Auswirkungen, die sich daraus ergäben.

Gleichzeitig stellt Yan für Kinder die Notwendigkeit heraus, über beide Dimensionen des Internets umfänglich informiert zu sein, um das Internet auf positive Weise nutzen zu können und gleichzeitig vor den negativen Einflüssen geschützt zu sein (ebd., S. 419).

Mit ähnlicher Methodik wie in der ursprünglichen Studie untersuchte Yan neben dem Alter und der Nutzungsdauer weitere potentiell wesentliche Einflussfaktoren auf die mentalen Modelle von Kindern zum Internet wie das Geschlecht, die Häufigkeit und Dauer der Nutzung und die Teilnahme an „informellem Internetunterricht“ (ebd., S. 419 f.). Gemeint ist damit explizit kein grundständiger Informatikunterricht, sondern schulisch wie außerschulisch angebotene Kurse und Lernangebote zu Nutzung, Umgang und Gefahren des Internets, die also keine theoretische oder konzeptionelle Fundierung besitzen.

Weiterhin wurde die Anzahl der Altersgruppen erhöht und erneut eine erwachsene Kontrollgruppe in die Studien mit einbezogen (Yan 2009), um einen theoretischen Anschluss an frühere Erwachsenenstudien zu gewinnen (etwa Thatcher & Greyling 1998). Die Strichproben wurden jeweils erhöht auf 322 Teilnehmer (Yan 2006, S. 421) bzw. 786 Teilnehmer (Yan 2009, S. 107).

Wie in den Ursprungsstudien erfolgte eine getrennte Kodierung der technischen und sozialen Komplexität der mentalen Modelle und die Einordnung in ein hierarchisches, vierstufiges Kategoriensystem: von minimalem über partielles und fortgeschrittenes hin zu einem wissenschaftlichen Verständnis (Yan 2006, S. 421; Yan 2009, S. 109). Zur Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Variablen auf die Modellkomplexität wurde eine Pfadanalyse durchgeführt.

Die Resultate legen nahe, dass der Einfluss von Nutzungsdauer und -häufigkeit des Internets, aber auch die Teilnahme an „informellen Internetkursen“ keinen signifikanten Einfluss auf das technische Verständnis der Kinder vom Internet hat. Der Einfluss dieser Faktoren auf das soziale Verständnis der Schüler wurde als gering, aber signifikant bzw. nicht signifikant eingestuft (Yan 2006, S. 425 f. Yan 2009, S. 111). Das Geschlecht der Kinder sei nicht von Bedeutung. Hingegen ergibt sich in Übereinstimmung mit früheren Ergebnissen ein hoher Effekt des Alters der Kinder sowohl auf die Komplexität sowohl der technischen als auch der sozialen Mentalmodelle.

Yan bezeichnet das Alter als den einflussreichsten unter allen untersuchten Faktoren (Yan 2006, S. 426), konstatiert aber auch, man müsse davon ausgehen, dass diese Entwicklung eine interne Quelle¹ habe: das Verständnis der Kinder habe sich also nicht primär durch äußere Einflüsse wie fachspezifischen Schulunterricht, Eltern-Kind-Gespräche oder die zunehmende Nutzung des Internets so rasch fortentwickelt, sondern durch die rapide kognitive und soziale Entwicklung von Kindern im Alter von neun bis siebzehn Jahren, die eine Ausbildung komplexerer mentaler Modelle befördere (Yan 2009, S. 113).

Ab einem Alter von etwa siebzehn Jahren nehme die Geschwindigkeit der geistigen Entwicklung stark ab, womit sich auch der Fund erklären lasse, dass die Kontrollgruppe der Erwachsenen im Alter von durchschnittlich 24 Jahren keine wesentlich fortgeschrittenen mentalen Modelle entwickelt habe. Yan spricht von einem „Deckeneffekt“ in der kognitiven Entwicklung junger Erwachsener (ebd., S. 113) und bemerkt im Übrigen,

¹Yan unterscheidet zwischen internalen und externalen Quellen für Entwicklung der gedanklichen Konzepte eines Kindes. Internale Quellen seien etwa die Fähigkeit zu mathematisch-logischem Denken oder die Fähigkeit, gedanklich unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Externale Quellen seien etwa kulturelles Wissen oder ein durch persönliche Erfahrung oder Fremdvermittlung erworbener Wissensfundus (Yan 2009, S. 106).

ein wissenschaftlicher Level der mentalen Modelle sei in beiden Gruppen selten (Yan 2006, S. 426). Eine Mehrheit der Neun- bis Zehnjährigen (63 Prozent) habe noch ein minimales Verständnis des Internets, eine Mehrheit der Elf- bis Zwölfjährigen (43 Prozent) ein partielles Verständnis und eine Mehrheit der Erwachsenen (54 Prozent) immerhin ein fortgeschrittenes Verständnis (Yan 2009, S. 104).

Als weiteres interessantes Ergebnis der Studien kann ausgemacht werden, dass eine unidirektionale Beziehung zwischen dem Verständnis der technischen und der sozialen Dimension des Internets zu bestehen scheint. Zwar begünstige ein hochentwickeltes mentales Modell der technischen Dimension des Internets hochsignifikant das Verständnis der sozialen Dimension, doch ein umgekehrter Effekt sei nicht vorhanden (Yan 2006, S. 425).

Yan zieht die Schlussfolgerung, dass eine Förderung und Ausbildung komplexerer mentaler Modelle des Internets (sowohl in seiner technischen als auch in seiner sozialen Dimension) nur in einem Schulunterricht gelingen könne, der auch ein wissenschaftlich fundiertes technisches Verständnis vermittele (ebd., S. 427). Denn das Internet sei, obwohl ein System von gewaltiger Komplexität, dem Beobachter größtenteils verborgen und stets nur teilweise und oberflächlich über Schnittstellen zugänglich, wenn es sich etwa eine bestehende Computeroberfläche „stehle“ (beim Zugriff auf das WWW durch einen PC-Browser). Als höchst komplexes, virtuelles Artefakt sei es folglich nur schwerlich geeignet, von Kindern durch bloße Anwendung selbstständig erschlossen zu werden (Yan 2009, S. 105).

Dieses Ergebnis spielt auch in die hierzulande in regelmäßigen Abständen geführte Diskussion um die Rechtfertigung eines Pflichtfachs Informatik ein (siehe z. B. Kannenberg 2014). Es lässt sich letztlich auf die etwa vom Erziehungswissenschaftler Stefan Aufenanger gestellte Frage reduzieren, ob Kinder bei der Entwicklung ihrer Medienkompetenz der Unterweisung bedürften oder ob sie allein durch das Aufwachsen in einer Mediengesellschaft genügend Wissen durch den bloßen Umgang mit der Technologie erwürben (Aufenanger 2000). Nach dieser Interpretation ließen sich die Resultate Yans als Votum für einen fundierten Fachunterricht verstehen: auch bloße Internetschulungen und Sicherheitsworkshops zu sozialen Aspekten des Internets (durch Polizisten, Sozialarbeiter oder in AG-Form in der Schule), notiert Yan, könnten den Ansprüchen an eine umfassende Bildung der Schüler nicht genügen, die das Ziel habe, ein komplexes, vielschichtiges Verständnis des Internets bei den Kindern zu erzeugen (Yan 2006, S. 425).

3.3. Modellbildung im Informatikunterricht nach Papastergiou

Forschungsergebnisse von Marina Papastergiou (2005) lassen eine ähnliche Interpretation zu. Papastergiou untersuchte die Vorstellungen von 340 zwölf- bis sechzehnjährigen Schülern an elf griechischen Schulen hinsichtlich ihres Verständnisses des Internets anhand von vier Leitfragen: was sei erstens das Internet als (technische) Entität, wie verhalte es sich zweitens mit der dezentralen Informationsverteilung und fehlenden Zentralkontrolle im Internet, was sei drittens das World Wide Web und welche Beziehung bestehe zwischen WWW und Internet, und viertens welche Struktur besitze das Internet (ebd., S. 344).

Bemerkenswert ist Papastergiou's Studie hinsichtlich ihrer spezifischen Zielsetzung auf eine Verbesserung schulischen Informatikunterrichts. Aktuelle Curricula zielten derzeit sowohl auf die Ausbildung eines breiten konzeptuellen Verständnisses des Internets bei Schülern als auch auf die Bildung von Fertigkeiten zur kompetenten Nutzung dieser Technologie. Diese beiden Ziele, notiert Papastergiou, seien miteinander verknüpft. Es sei davon auszugehen, dass ein breites Konzeptverständnis auch das Verständnis der aktuell uns umgebenden technologischen Realität fördere und es stelle sich folglich die Frage, wie Informatiklehrer ihren Schülern helfen könnten, ein hochentwickeltes mentales Modell des Internets auszubilden (ebd., S. 342). Die Vermutung findet sich durch die Forschung Yans bestätigt (Yan 2006, S. 425).

Im Gegensatz zu den Schülern in Yans Studie, die keine informatische Ausbildung abseits sporadischer, „informeller“ Kurse genossen hatten, wählte Papastergiou Acht- und Neuntklässler mit dem Schulfach Informatik; die untersuchten Fragen zielten auf Konzepte, die die Schüler im Rahmen des Informatikcurriculums entwickelt haben sollten (Papastergiou 2005, S. 344). Untersuchungsgegenstand der Studie waren folglich die Mentalmodelle der Schüler unter Einfluss eines schulischen Informatikunterrichts. Die Schüler wurden gebeten, eine Zeichnung anzufertigen und einen Fragebogen auszufüllen.

Die Zeichnungen wurden in ein achtstufiges, hierarchisches Kategoriensystem einsortiert (ebd., S. 351 ff.). Die Kategoriestufen sind wie folgt erklärt (vgl. Abb. 3.4):

1. nichtdigitale Entitäten,
2. Dienste und Anwendungen,
3. der Benutzercomputer,
4. eine Verbindung zwischen zwei Computern,
5. ein großer Zentralcomputer,
6. mehrere über einen zentralen Knoten verbundene Computer,

7. ein Computernetzwerk und
8. ein Netzwerk von Computernetzwerken.

Es sind erneut Parallelen zwischen den Kategoriensystemen von Thatcher & Greyling (1998) und Yan (2005) sowie Papastergiou (2005) festzustellen. Die Stufen 1 bis 3 entsprechen grob den untersten Kategorien von Thatcher & Greyling und Yan sowie Stufe 8 der höchsten Kategorie der beiden anderen Systeme. Die Stufen 4 und 7 repräsentieren Modelle von Direktverknüpfungen, denen die Kategorien B (Yan) und 4 (Thatcher & Greyling) entsprechen, während die Stufen 5 und 6 mit den Zentralcomputer-Modellen (Kategorien C bzw. 2) korrespondieren.

Die Antworten des Fragebogens wurden vierstufig kategorisiert: naiv, fehlerhaft, unvollständig, wissenschaftlich (ebd., S. 346).

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass die Mehrheit der Schüler (65 Prozent) trotz des Informatikunterrichts das Internet vor allem aus einer nutzerzentrierten Perspektive betrachtet und versteht (ebd., S. 347) und dabei überwiegend simplifizierte oder falsche Konzepte hinsichtlich der Informationsverteilung und Kontrollstrukturen im Internet besitzt (ebd., S. 349). Vier Fünftel aller Schüler sehen keinen Unterschied zwischen dem Internet und dem Web (ebd., S. 349) und zwei Drittel identifizieren die Struktur des Internets schlicht mit der Struktur und Vielzahl von Webseiten (ebd., S. 351).

Insgesamt, konstatiert Papastergiou, seien die mentalen Modelle der Schüler zum Internet sehr schlicht und überwiegend auf die Nutzeroberflächen ihres meistverbreiteten Dienstes, des Internets, fokussiert. In der Konsequenz lasse sich feststellen, dass es den Schülern schwerfalle, sich grundsätzliche Charakteristiken des Internets vorzustellen, etwa die zugrunde liegende physikalische Struktur des Internets oder überhaupt die Notwendigkeit der Existenz einer solchen (ebd., S. 356). In dieser Hinsicht vermittelt Papastergiou's Studie ein ähnliches Bild wie Thatcher & Greyling (1998).

3.4. Jüngere Ergänzungen aus der qualitativen Forschung

Andere Studien kommen zu ähnlichen Resultaten. Necmi Esgi und Vildan Cevik untersuchten in der Türkei die Internetvorstellungen von 65 Fünft-, Sechst- und Siebtklässlern anhand von Bildern, die diese im Schulunterricht malen sollten. Über die Hälfte der Bilder zeigten den „Google“-Schriftzug. Viele Schüler bildeten Computer ab, 43 der Bilder zeigten den jeweiligen Zeichner selbst (Esgi & Cevik 2010, S. 225), was eine nutzerzentrierte und soziale, bisweilen persönliche Sicht auf das Internet nahelegt.

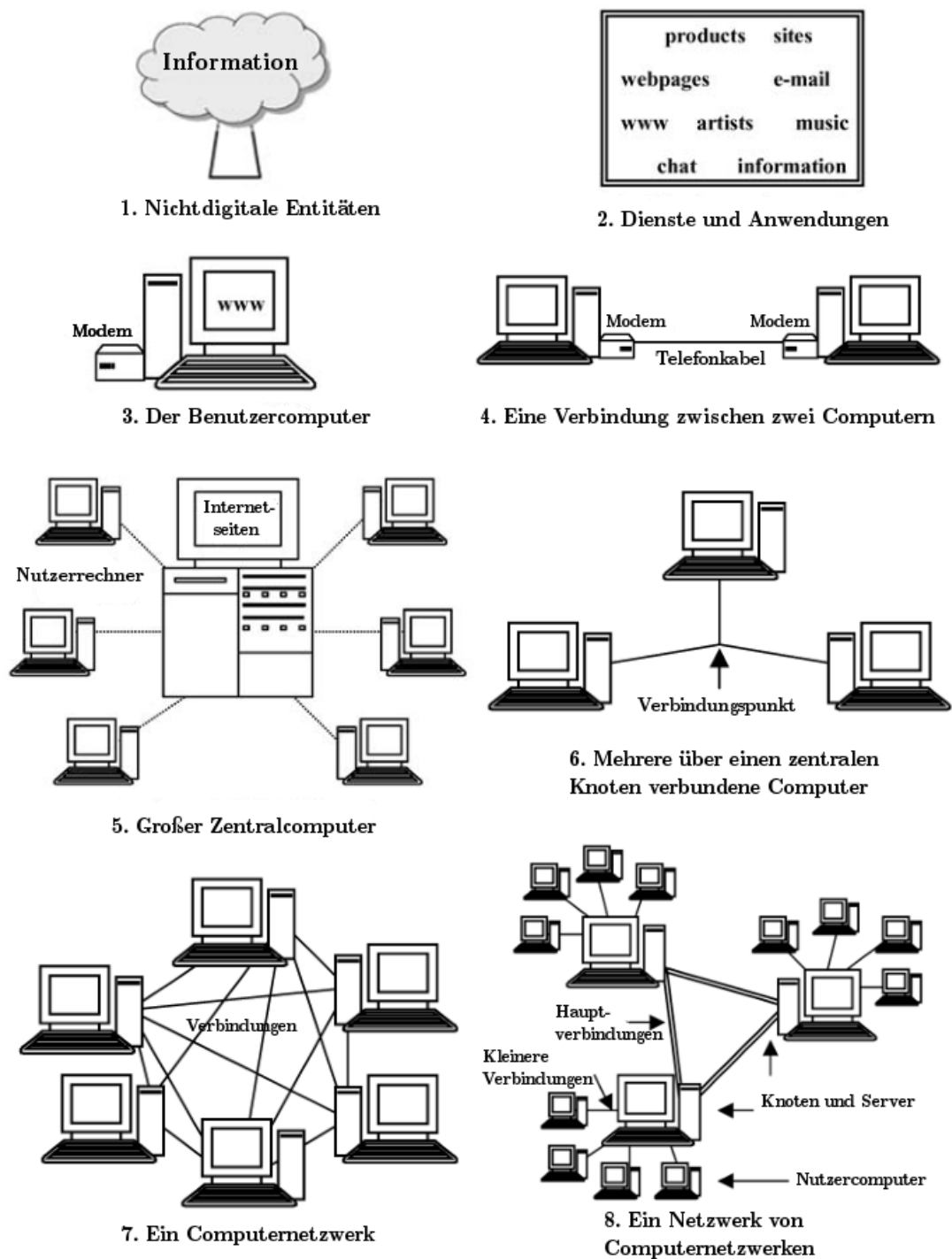


Abb. 3.4. – Kategoriestufen mentaler Modelle des Internets nach Papastergiou (2005)

Michael Hammond und Philip Rogers führten 2000 bis 2003 eine klein angelegte qualitative Langzeitstudie zu mentalen Modellen des Computers bei neun Schülern in Großbritannien durch. Die Autoren stellten fest, dass das Verständnis der Schüler für das Internet im Allgemeinen beschränkt sei durch jenes Wissen, das sie sich durch Nutzung entsprechender Technologien aus eigener Erfahrung angeeignet hätten. Bemerkenswerterweise habe sich über den langen Untersuchungszeitraum das Bild ergeben, dass zwar mit der Zeit die Erfahrung und somit auch das Wissen der Schüler zum Internet angewachsen sei, die mentalen Modelle der Schüler sich jedoch kaum entwickelt hätten (Hammond & Rogers 2007, S. 10). Eine Ausbildung komplexerer Konzepte, die wissenschaftliche Erklärungen zur Funktionsweise des Computers und des Internets zuließen, bildeten sich offenbar nicht ohne Anleitung heraus (ebd., S. 13). Hammond und Rogers verweisen hier auch explizit auf die von Papastergiou geäußerte Sorge, Kinder könnten bei mangelnder Unterweisung Fehlvorstellungen des Internets ausbilden, die sie im Alltag später behinderten (ebd., S. 5) und sehen folglich Verantwortung bei Schulen und Lehrern, eine solche Fehlentwicklung zu vermeiden (ebd., S. 13).

Auch Papastergiou sieht ausgehend von ihrer Studie Implikationen für den schulischen Informatikunterricht. Ein solcher solle die Schüler bei ihrer Entwicklung von initialen hin zu elaborierten mentalen Modellen unterstützen, die einen kritischen und gedankenvollen Zugang auch zu abstrakteren Konzepten des Internets ermöglichen (Papastergiou 2005, S. 358). Sowohl Papastergiou (ebd., S. 358) als auch Hammond & Rogers (2007, S. 6) argumentieren dabei von einem konstruktiven Ansatz aus: Schüler müssten angeleitet werden, naive und Fehlvorstellungen eigenständig zu restrukturieren, um komplexere und wissenschaftlich fundierte mentale Modelle auszubilden.

4. Das Internet aus wissenschaftlicher Sicht

4.1. Herausforderungen bei der Konstruktion des Konzeptmodells

Eine konzise Definition des Internets fällt nicht leicht. Allgemein wird es als ein globales, offenes Netzwerk von Teilnetzen bezeichnet, die untereinander durch Router oder Gateways verbunden sind und den TCP/IP-Protokollstapel verwenden (Gumm & Sommer 2006, S. 598, Stein 2008, S. 349). Dieser Tatsache trägt der Begriff *Internet*, kurz für *inter-network*, Rechnung. Einzelne Netzwerke bestehen aus Computern im weitesten Sinn, von privaten Smartphones und Tablets bis hin zu großen industriellen Rechenanlagen. Die physischen Verbindungen werden über Kupfer- oder Glasfaserkabel sowie Funksignale zwischen Funktürmen oder Satelliten hergestellt.

Eine mögliche Definition gab am 24. Oktober 1995 die US-Bundesbehörde FNC, das Federal Network Council (Leiner u. a. 2015; vgl. auch Abschnitt 4.3.3). Beim Internet handle es sich um

ein globales Informationssystem, das (i) logisch miteinander verbunden ist durch einen weltweit eindeutigen Adressraum basierend auf dem Internet Protocol IP oder späteren Erweiterungen/Nachfolgern; (ii) in der Lage ist, Datenübertragung mit der Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) Protokollfamilie, deren Erweiterungen/Nachfolgern und/oder anderen IP-kompatiblen Protokollen zu unterstützen; sowie (iii) höherstufige Dienste, für öffentliche und private Nutzung, basierend auf der hier beschriebenen Kommunikations- und verwandten Infrastruktur anbietet, nutzt oder zugänglich macht.

Das *Zielsystem Internet* nach Normans Nomenklatur (s. Abschnitt 2.4) ist somit weniger ein physisches Objekt als eher die Bezeichnung für jene Struktur, die eine Vielzahl verschiedener Software- und Hardware-Komponenten miteinander bilden. Das Internet ist nicht als Ganzes sinnlich erfassbar und schwer visuell abzubilden, was die Konstruktion eines geeigneten Konzeptmodells erschwert. Während sich der Planet Erde als Zielsystem

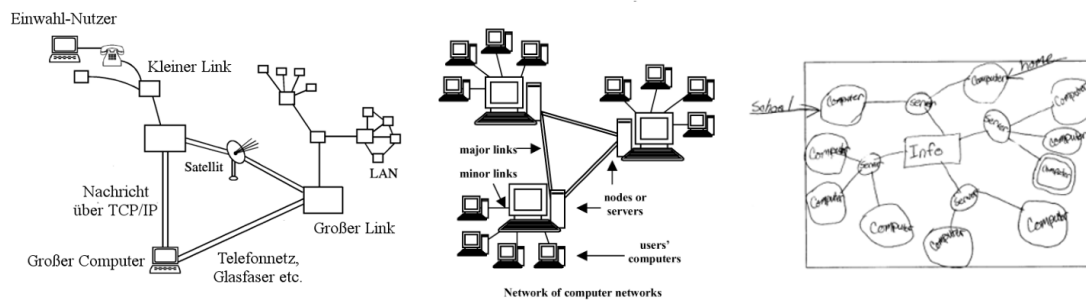


Abb. 4.1. – Jeweils höchststufige Modelle der Kategoriensysteme nach (v. l.) Thatcher & Greyling (1998), Papastergiou (2005) und Yan (2005) (vgl. Kapitel 3; die rechte Darstellung ist eine Schülerzeichnung aus Yans Studie, die das höchste Niveau seines Kategoriensystem repräsentieren soll).

in Vosniadous Untersuchung mentaler Modelle (Abschnitt 2.5) seit Beginn des Raumfahrtzeitalters als Ganzes betrachten lässt und die Ableitung einer geometrischen Kugel als Konzeptmodell sich nahezu aufdrängt, ist ein ähnliches Vorgehen hinsichtlich des Internets nicht erfolgversprechend.

Sicherlich sollte ein Konzeptmodell den Netzcharakter des Internets adäquat abbilden. Da sich diese Struktur des „Netzes von Netzen“ besser visuell als verbal veranschaulichen lässt, werden in der vorliegenden Arbeit aus praktischen Erwägungen bildliche Repräsentationen der mentalen Modelle genutzt¹. Als Referenz hierzu können die Abbildungen der jeweils höchststufigen Modelle der Kategoriensysteme nach Thatcher & Greyling (1998), Papastergiou (2005) und Yan (2005) dienen (Abb. 4.1).

Wie zu sehen, ist all diesen Modellen die Eigenschaft gemein, ein Netzwerk von Netzen mit abstrakten Strukturkomponenten exemplarisch abzubilden. Die Darstellungen variieren in Details, wobei das Modell nach Thatcher & Greyling den höchsten Komplexitätsgrad aufweist. Auch gänzlich andere Darstellungen sind denkbar. Abbildung 4.2 zeigt die geographische Lage aller Tiefseekabel im Jahr 2011, über welche die interkontinentale Datenkommunikation läuft. Eine solche Darstellung vernachlässigt den strukturellen Aufbau des Internets zugunsten einer Interpretation des Internets als physisch manifesten Kabelnetzes.

Ein anderer Ansatz ist in Abbildung 4.3 dargestellt. Knoten der abgebildeten Netzstruktur entsprechen IP-Adressen im Internet im Jahr 2015. Die Verknüpfungen entsprechen Routen zwischen IP-Adressen basierend auf BGP-Routingtabellen. Die Länge der Linien

¹In Abschnitt 2.4 wurde diskutiert, dass ein Konzeptmodell häufig, aber nicht zwangsläufig bildlich ist.

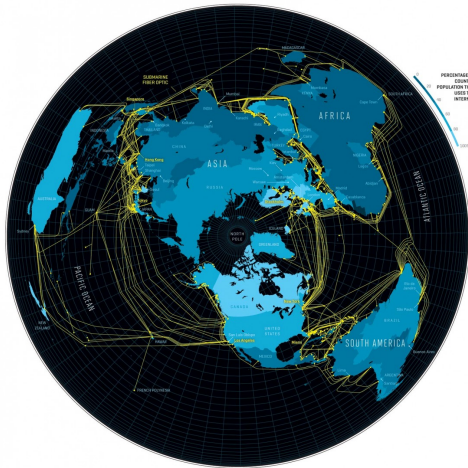


Abb. 4.2. – Lage der interkontinentalen Tiefseekabel. Design: Nicolas Rapp, Fortune Magazine, 2011.

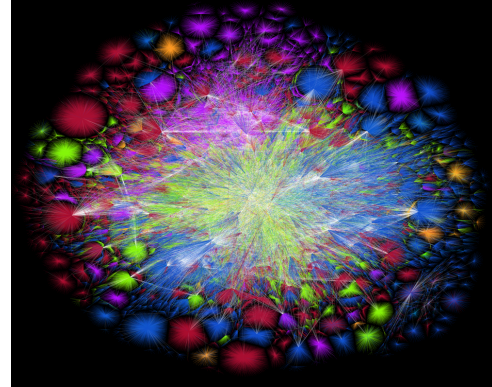


Abb. 4.3. – Darstellung der IP-Routen des Internets im Jahr 2015. Daten via opte.org

entspricht der Verzögerung zwischen den Knotenpunkten, die Farben korrespondieren mit Adressbereichen. Bei dieser Betrachtung spielen geographische Aspekte sowie Hardwarekomponenten des Internets keine Rolle mehr; der Fokus liegt allein auf der *logischen* Netzstruktur jener Adressen, zwischen denen Datenpakete ausgetauscht werden.

Es wird offenbar, dass das *eine* richtige Konzeptmodell nicht existiert. Im Folgenden soll eine knappe Abhandlung der wesentlichen fachinformatischen Aspekte des Internets eine Grundlage liefern, die Wahl eines tragfähigen Konzeptmodells zu rechtfertigen, anhand dessen sich mentale Modelle des Internets einordnen, vergleichen und kategorisieren lassen.

4.2. Überblick über die Geschichte des Internets

Die Ursprünge des Internets liegen im ARPANET (Advanced Research Projects Agency-Net), einem ab 1969 vom US-Verteidigungsministerium unter Mitarbeit von Wissenschaftlern des MIT entwickelten militärischen Netzwerk. Ursprüngliche Zielsetzung war es, durch gemeinsame Nutzung eine bessere Auslastung der Rechenkapazitäten der beteiligten Universitäten und Forschungsinstitute zu erreichen: zu Beginn waren dies das Stanford Research Institute, die University of Utah, die University of California in Los Angeles und die University of California in Santa Barbara (Leiner u. a. 2015).

Mit Beginn der 1970er Jahre wurden die Computer von immer mehr Universitäten und Forschungseinrichtungen an das ARPANET angeschlossen. In den gleichen Zeitraum fiel

die Entwicklung der E-Mail (zunächst im ARPANET), zusammen mit dem WWW wohl bis heute eine der bedeutendsten Anwendungen für das Internet. Als Schlüsselement für das rapide Wachstum des Netzwerks stellte sich der freie und offene Zugriff auf alle grundlegenden Dokumente heraus, der der akademischen Tradition offener Publikationen entsprang, den die beteiligten wissenschaftlichen Institute des ARPANET pflegten. Da der normale Zyklus wissenschaftlicher Publikation für das junge Netz jedoch zu formal und zu langsam erschien, entwickelte der Informatiker Steve Crocker 1969 das RFC (*Request for Comments*), ein System zum schnellen und informellen Austausch von organisatorischen und technischen Dokumenten. Zahlreiche heutige Internetstandards sind ursprünglich im RFC veröffentlicht und zur Diskussion gestellt worden (Leiner u. a. 2015).

In den folgenden Jahren wurde die Entwicklung von Anwendungen sowie von Protokollen vorangetrieben, die ein offeneres Netzwerkdesign ermöglichen sollten, etwa das von Vint Cerf und Bob Kahn 1973/74 entworfene und in den Folgejahren erweiterte TCP-Protokoll, aus dem sich die heute für das Internet grundlegende TCP/IP-Familie entwickeln sollte. IPv4 und TCP wurden 1981 spezifiziert. Nachdem das ARPANET aus Sicherheitsgründen in einen privaten und einen öffentlichen Teil gespalten worden war (Gumm & Sommer 2006, S. 595), wurde der öffentliche Teil auf die neu entwickelte Internet-Protokollfamilie umgestellt; im Folgenden setzte sich auch der Name *Internet* für dieses Netzwerk durch.

In den 1990er Jahren begann die Kommerzialisierung des stetig wachsenden Internets. Großen Anteil daran hatte die Entwicklung des *World Wide Webs*, eines Systems zum Abruf und Austausch elektronischer Hypertext-Dokumente, deren Grundlage die 1992 erstmals spezifizierte *Hypertext Markup Language* (HTML) ist. Als Erfinder des WWW gilt Tim Berners-Lee, der als Mitarbeiter des CERN das System 1989 vorschlug und in den folgenden Jahren ausbaute. Mit der Entwicklung des ersten graphischen Webbrowsers MOSAIC des späteren Netscape-Gründers Marc Andreessen wurde das Internet auch für Privatanwender leicht zugänglich – es gelang der weltweite Durchbruch des Internets mit seiner „Killerapplikation“, dem World Wide Web (ebd., S. 629). Das zur gleichen Zeit gegründete World Wide Web Consortium (W3C) koordiniert bis heute die Standardisierung der Techniken des WWW (ebd., S. 630).

In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat das Internet einige Rückschläge und zahlreiche neue Entwicklungen erlebt. Zu den negativen Ereignissen gehört sicherlich das für viele Kleinanleger desaströse Platzen der Dotcom-Blase am Aktienmarkt im Jahr 2000, das auf den Dotcom-Boom am Ende der 1990er Jahre folgte. Eine andere gravierende Entwicklung ist das sogenannte Web 2.0, ein Schlagwort, das die starke Zunahme interaktiver und nutzergenerierter Inhalte des Internets, vorwiegend des WWW, beschreibt. Zu diesen

gehören auch die sozialen Netzwerke, die Mitte der 2000er Jahre drastisch an Bedeutung gewannen. Seit seiner Gründung im Jahr 1969 als Zusammenschluss von vier Instituten hat das Internet ein exponentielles Wachstum erlebt; heutzutage sind ca. eine Milliarde Hostcomputer im Internet registriert (Gumm & Sommer 2006, S. 596). Cloud Computing, das Internet der Dinge und Augmented Reality gelten aktuell als Trends für die zukünftige Entwicklung des globalen Netzes (Anderson & Rainie 2014).

4.3. Aufbau und Funktionsweise des Internets

4.3.1. Technische Bestandteile eines Netzwerks

Eine Netzstruktur besteht im Allgemeinen aus vier Elementen (Riggert 2012, S. 15 f.):

Rechner bzw. Knoten sind die Bestandteile eines Netzwerks, die miteinander verbunden werden sollen;

Infrastrukturkomponenten leisten den Anschluss und die Kopplung der Rechner. Zu ihren Aufgaben gehört unter anderem die Regeneration und Übertragung von Datensignalen, die Bereitstellung von Informationen über Netzwerkrouuten sowie die Klassifikation und gegebenenfalls die Beschränkung von Datenverkehr;

die Verkabelung bzw. physikalische Verbindung der einzelnen Komponenten des Netzwerks dient der Übertragung von Daten zwischen einzelnen Knoten und Infrastrukturkomponenten. Zur Anbindung von Geräten an das Netzwerk eignen sich unterschiedliche Medien: Kupferkabel übertragen elektrische Impulse zwischen den Stationen, Glasfaserkabel hingegen optische Signale. Neben den kabelgebundenen Methoden existieren auch drahtlose Varianten (meist eine Kommunikation via Funksignalen);

Protokolle beschreiben die Regeln für den Nachrichtenaustausch; das schließt die Definition der Nachrichtentypen und Austauschprinzipien zwischen den Kommunikationsteilnehmern sowie die Festlegung der Übertragungseinheiten (der PDUs, siehe Abschnitt 4.3.2) ein.

Zusätzlich bedarf es zur Netzwerkkommunikation in jedem angeschlossenen Gerät einer installierten Netzwerkkarte, die für Empfang und Versand aller Nachrichten zuständig ist und die Schnittstelle zwischen dem Gerät und dem Netzwerk bildet, sowie eines Netzwerkbetriebssystems.

Im Vergleich zur isolierten Arbeitsstation bietet ein Netzwerk dem Anwender einige Vorteile (Riggert 2012, S. 15 f.). Es ermöglicht eine dezentrale Verwaltung und den ortsunabhängigen Zugriff auf Daten (Datenverbund), eine bessere Auslastung der Rechenkapazitäten aller Maschinen des Netzwerks (Lastenverbund), eine erweiterte Funktionalität durch geteilten Datenzugriff (Funktionsverbund), die Möglichkeit einer parallelen Verteilung großer Rechenlasten auf mehrere Systeme (Leistungsverbund) sowie eine Absicherung gegen den Ausfall einiger Komponenten des Netzwerks, sofern dies durch die Nutzung anderer Komponenten kompensiert werden kann (Verfügbarkeitsverbund).

Netzwerke lassen sich entsprechend verschiedener Kriterien typisieren (ebd., S. 17 ff.). Dazu gehören:

- die (geographische) Reichweite des Netzwerks. Üblich ist eine Unterscheidung zwischen *Local Area Networks* (LAN), die einen Haushalt, einen Campus oder ein Firmengelände abdecken, *Metropolitan Area Networks* (MAN), die eine Region, etwa eine Stadt oder einen Bezirk abdecken sowie *Wide Area Networks* (WAN), die geographisch sehr große Gebiete abdecken können und in der Regel von speziellen Internetdienstleistern (*Internet Service Provider*, ISP) administriert werden. *Intranets*, die ggf. aus einigen wenigen, räumlich getrennten Teilnetzen bestehen und durch Standleitungen oder *virtuelle, private Netzwerke* (VPN) verbunden werden, spielen eine Sonderrolle.
- die administrative Verantwortung, d. h. der Modus der Ressourcenbetreuung. In einem *Peer-to-Peer*-Netzwerk sind alle Rechner gleichberechtigt, können Dienste anbieten sowie in Anspruch nehmen und jeder Nutzer verwaltet seine eigenen Betriebsmittel selbst. Ein dezidiert Administrator existiert nicht. In einem *Client/Server*-System ist die Netzwerkverwaltung hingegen zentralisiert und administrativ überwacht. Einige ausgezeichnete Rechner, die *Server*, bieten Dienste an, die alle anderen angeschlossenen Systeme, die *Clients*, in Anspruch nehmen können.
- die Topologie des Netzes, also sein Aufbau (vgl. Abb. 4.4). Beispiele für Topologien sind der Bus (jeder Rechner ist mit einem zentralen Kabel verbunden) und der Stern (jeder Rechner ist mit genau einem Zentralrechner verbunden). Es kann unterschieden werden zwischen der physikalischen Topologie eines Netzes, die beschreibt, wie die Teilnehmerrechner etwa mit Kabeln miteinander verknüpft sind, und der logischen Topologie des Netzes, die beschreibt, welchen Pfad die Daten zwischen Quelle und Ziel nehmen. Diese können ggf. voneinander abweichen. Sind etwa mehrere Rechner physikalisch sternförmig über einen Hub verknüpft, so ist die logische Topologie des

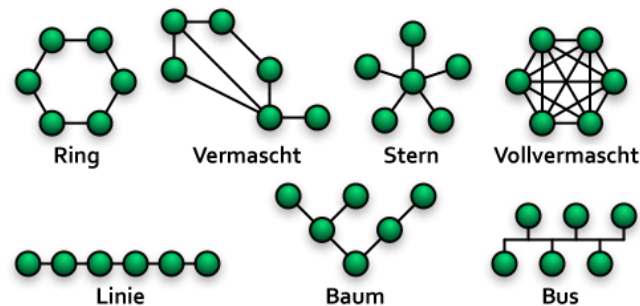


Abb. 4.4. – Unterschiedliche Netzwerktopologien. Vgl. auch Stein 2008, S. 39 f.

Netzes ein Bus (denn im Gegensatz zu einem Switch leitet ein Hub eingehende Daten stets via Broadcast an alle Teilnehmerrechner weiter).

- die Technologie des Netzwerks. Hierbei spielen Elemente wie Kabeltyp, Adressen, Entfernungseinschränkungen und Kontrollinformationen eine Rolle.

Ein sehr robustes (da redundantes) Breitband-Glasfasernetz mit extrem hohen Datenübertragungsraten verbindet die größten Netzwerkzentren, etwa die Zentralrechner der ISPs, miteinander. Dieses Netz wird *Internet Backbone* genannt (vgl. Stein 2008, S. 134). Zentrale Internet-Knoten, an denen mehrere ISPs, teilweise mehrere hundert, ihre Netze zusammenschließen und dadurch den Datenverkehr zwischen den *Autonomen Systemen* (vgl. Abschnitt 4.3.3) ermöglichen, werden auch als *Internet Exchange Points* (IXP) oder spezifisch für kommerzielle Anbieter als *Commercial Internet eXchange* (CIX) bezeichnet. Der nach Datendurchsatz größte solche Knoten ist der DE-CIX in Frankfurt am Main (DE-CIX 2015).

Insbesondere die geographische und die topologische Charakterisierung von Netzwerken werden für die Gestaltung des späteren Konzeptmodells des Internets eine große Rolle spielen.

4.3.2. Das ISO/OSI-Referenzmodell

Das sogenannte *Open Systems Interconnection* (OSI) Modell, auch ISO/OSI-Modell seit seiner Annahme und Publikation als Standard der *International Organization for Standardization* (ISO) im Jahr 1984, ist das wesentliche Referenzmodell zur Beschreibung und Standardisierung der Kommunikationsfunktionen eines Telekommunikations- oder Computernetzwerks (vgl. Riggert 2012, S. 26, Stein 2008, S. 22).

Die dem Modell zugrunde liegende Idee ist es, den Kommunikationsablauf zwischen zwei Teilnehmern eines Netzes in sieben hierarchisch angeordnete Funktionsstufen zu gliedern, wobei jede Stufe bestimmte Teilaufgaben der Kommunikation übernimmt. Vertikal kommunizieren die Schichten des OSI-Modells über *Dienste*. Jede Stufe bietet der über ihr liegenden Schicht einen gewissen Umfang an Diensten an und nutzt zugleich Dienste, die von der ihr untergeordneten Schicht zur Verfügung gestellt werden.

Das OSI-Modell spezifiziert nicht, wie die einzelnen Schichten zu implementieren sind. Auch ist es nicht erforderlich, dass eine Schicht die Implementierung derjenigen Dienste unterer Schichten kennt, die sie nutzt. Die horizontale Kommunikation, also diejenige zwischen gleichen Schichten, findet mittels auf dieser Ebene spezifizierter *Protokolle* statt (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Die sieben Schichten des OSI-Modells lauten wie folgt:

7. Anwendung (Application). Diese Schicht stellt Anwendungen (etwa einem Browser) Dienste zur Verfügung. Die Anwendungen selbst sind nicht Teil des OSI-Modells.
6. Darstellung (Presentation). Die Schicht vereinbart die verwendeten Datenformate und -kodierungen, etwa durch Umwandlung zwischen Little Endian und Big Endian. Auch Datenkompression und Verschlüsselung liegen auf dieser Schicht.
5. Sitzung (Session). Die Schicht sorgt für die Synchronisation, den Auf- und Abbau der Kommunikationsbeziehungen und den Dialogablauf zwischen zwei Kommunikationsteilnehmern.
4. Transport (Transport). Diese Schicht stellt sicher, dass die Datenpakete vollständig, fehlerfrei und in der richtigen Reihenfolge vom Sender zum Empfänger gelangen. Sie bildet auch Netzwerkadressen auf logische Namen ab.
3. Netzwerk (Network). Diese Schicht leistet die Weiterleitung von Datenpaketen vom Quell- zum Zielrechner via Routing-Verfahren (vgl. Abschnitt 4.3.3). Sie ermöglicht also das *Internetworking*, die Vernetzung von Netzwerken.
2. Sicherung (Data Link). Auf dieser Schicht geschieht die Gruppierung des übertragenen Bitstroms in logische Einheiten. Gegebenenfalls findet eine Fehlerkorrektur durch die Prüfsumme statt.
1. Bitübertragung/Physische Schicht (Physical). Die Schicht definiert die physikalischen und technischen Eigenschaften der Übertragungsmedien.

Die Ebenen sieben bis fünf werden auch als Anwendungsschichten, die Ebenen vier bis eins als Transportschichten bezeichnet.

Im OSI-Referenzmodell wird die ganz wesentliche Grundidee des gesamten Informationstransports offenbar: die Zerlegung von Daten in kleine Pakete, die *Protocol Data Units* (PDU). Je nach Schicht im OSI-Modell werden diese auch bezeichnet als *Bits* (Bitübertragungsschicht), *Frames* (Sicherungsschicht), *Pakete* (Netzwerkschicht) oder *Segmente* (Transportschicht). Während die Daten beim Sender von der Anwendungsschicht nach unten gereicht werden, fügt jede weitere Schicht eigene Steuerdaten hinzu, sodass der Overhead anwächst. Nach Ankunft beim Empfänger wandern die Daten die Hierarchie wieder nach oben und werden dort schrittweise und in umgekehrter Reihenfolge von ihren Steuerdaten befreit, sodass die Anwendungsschicht des Empfängers den darauf aufbauenden Anwendungsprogrammen letztlich nur mehr den ursprünglichen Datensatz übergibt.

4.3.3. Internetprotokolle, Autonome Systeme und Routing

Für die Entwicklung eines Konzeptmodells des Internets ist es von Bedeutung, wie der Transport der einzelnen Datenpakete geschieht. Hierfür spielen die im Internet verwendeten Protokolle eine Rolle – ein Protokoll ist ein System von Vereinbarungen und Regeln, wie Computer bzw. Prozesse Daten untereinander austauschen – sowie das Routing genannte Wegfindungsverfahren, welches den Lauf der Daten durch das Internet administriert.

Die Grundlage für die Kommunikation im Internet bildet der TCP/IP-Protokollstapel. Die Entwicklung dieser Protokollfamilie datiert vor der Formulierung des OSI-Referenzmodells und implementiert nicht alle seine Schichten, sondern fasst die Anwendungsschichten sieben bis fünf sowie die zwei untersten Transportschichten zwei und eins zu jeweils einer Ebene zusammen, sodass das TCP/IP-Modell insgesamt vier Ebenen besitzt². Diese Schichten sind folglich:

4. Anwendung, bspw. mit den Protokollen FTP, SMTP und Telnet;
3. Transport, mit den Protokollen TCP und UDP;
2. Internet, u. a. mit den Protokollen IPv4 bzw. IPv6;
1. Netzwerk, u. a. mit dem Protokoll ARP.

Es soll im Rahmen dieser Arbeit genügen, einen kurzen Überblick über die zwei wesentlichen und namengebenden Protokolle TCP und IP zu geben.

²Eine frühe Kritik am OSI-Modell war mithin auch die große Anzahl an Schichten, die die Beschreibung der Netzwerkkommunikation unnötig verkomplizierte (Stein 2008, S. 35).

Das *Transmission Control Protocol* (TCP) hat die Aufgabe, die zuverlässige Datenübermittlung zwischen Sender und Empfänger zu garantieren (Riggert 2012, S. 151 ff.). Hierzu werden die Nutzdaten in Segmente eingeteilt und diese jeweils mit einem Header versehen, der unter anderem Quell- und Ziel-Portnummer enthält. Der Verbindungsaufbau geschieht dann nach dem Drei-Wege-Handschlag.

Beim Empfänger werden die Segmente wieder zusammengesetzt. Da der Empfänger während der Kommunikation stetig Bestätigungen eingegangener Segmente verschickt, kann der Absender bei Verlust einzelner Segmente einen erneuten Versand initiieren. Dadurch ist TCP relativ zuverlässig. Zudem ist es ein bidirektionales (sog. *vollduplex*) Protokoll; ein Rechner kann darüber also gleichzeitig Daten versenden und empfangen. TCP sorgt für die Datenflusssteuerung, Datensicherheit und Kompensation bei Datenverlust. Die Aufgabe der Wegfindung durch das Internet überlässt es den Protokollen der Internetschicht, insbesondere IP.

Das *Internet Protocol* (IP) hat seine Hauptfunktion darin, Daten in Form von IP-Paketen (eigentlich: IP-Datagrammen) vom Sender zum Empfänger zu leiten (vgl. ebd., S. 114). IP ist ein verbindungsloses Protokoll, es wird also kein gegenseitiger Kommunikationszustand zwischen Sender und Empfänger etabliert, und es ist unsicher, d. h. es besteht keine Garantie auf Auslieferung eines gesendeten IP-Pakets.

Kern des IP ist die IP-Adressierung. Dabei besitzt jedes mit dem Internet verbundene Gerät eine prinzipiell weltweit eindeutige sogenannte IP-Adresse. Bei Internet Protocol Version 4, kurz IPv4, ist dies eine 32-Bit-Binärzahl, was die Adressierung von maximal $2^{32} = 4\,294\,967\,296$ verschiedenen Geräten ermöglicht. Üblicherweise werden die Adressen in vier Gruppen zu acht Bit eingeteilt, sodass der gesamte IP-Adressraum von 0.0.0.0 bis 255.255.255.255 läuft.

Wegen des in den Anfangsjahren von IP noch nicht absehbaren rasant steigenden Bedarfs an IP-Adressen in den letzten zwei Jahrzehnten ist der IPv4-Adresspool mittlerweile nahezu erschöpft. Eine Notlösung ist das *Network Address Translation* (NAT) Verfahren. Ein entsprechend konfigurierter NAT-Router setzt eine „öffentliche“ IP-Adresse in einem abgeschirmten lokalen Netz in mehrere private Adressen um. Die Technik kommt derzeit in den meisten Heimroutern zum Einsatz, ist aber schon deshalb nicht ideal, weil sie das Prinzip der eindeutigen IP-Adressen unterwandert. Eine echte Lösung verspricht die derzeit laufende Umstellung auf die neue Version IPv6, die eine Adressierung von 2^{128} , also etwa 340 Sextillionen Geräten ermöglichen wird.

Ein zu versendendes TCP-Segment wird von IP zunächst mit einem Header versehen, der unter anderem Quell- und Ziel-IP-Adresse beinhaltet. Jede IP-Adresse ist zweigeteilt

in eine *Netzkennung* (*Netz-Präfix*) und eine *Stationskennung* (*Hostadresse*). Während die Netzkennung ein ganzes Subnetz identifiziert und zentral zugewiesen wird (für .de-Adressen ist etwa die DENIC eG zuständig), beschreibt die Hostadresse einen spezifischen Rechner innerhalb dieses Subnetzes. Ebenfalls möglich ist eine Unterteilung in weitere Subnetze.

Ein großes Cluster von IP-Adressen mit gleichem Präfix, das von einer einzigen Entität zentral administriert wird, heißt ein *Autonomes System*. Typische Beispiele sind die Adresspools, die von den ISPs verwaltet werden. Ein wesentlicher Teil des Internets wird durch den Zusammenschluss dieser autonomen Systeme gebildet.

Wird nun ein IP-Paket vom Quellrechner verschickt, gelangt es zunächst zu einem vermittelnden Gerät: einem *Router* oder einem *Gateway*³. Dieses prüft mittels der Netzkennung, ob die Ziel-IP-Adresse Teil eines direkt angeschlossenen Netzes ist. Ist dies der Fall, wird das Paket zugestellt. Anderenfalls wird es an einen anderen, dem Zielnetzwerk näheren Router (oder notfalls an einen sog. Defaultrouter) weitergeleitet. Auf diese Weise wird das IP-Paket über mehrere Stationen weitergereicht und durchläuft unter Umständen mehrere Autonome Systeme, bis es letztlich im Erfolgsfall zu einem Router gelangt, der an das gleiche physikalische Netz angeschlossen ist wie der Zielrechner. Die Zustellung übernimmt der Router mittels der Host-Adresse des Zielrechners. Zusammengehörige IP-Pakete eines Senders können so durchaus auf unterschiedlichen Routen den Empfänger erreichen.

Die Wegewahl selbst ist ein komplexes Problem. Die Weiterleitung (*forwarding*) der Pakete wird von den Routern auf Basis vorliegender Routing-Tabellen verwirklicht, die zuvor von speziellen Routing-Algorithmen erstellt wurden. Es lässt sich eine grobe Unterscheidung zwischen *Interior* und *Exterior Gateway Protokollen* (IGP bzw. EGP) treffen. IGPs werden innerhalb Autonomer Systeme genutzt, während EGPs für das Routing zwischen Autonomen Systemen verantwortlich sind. Das einzige noch heute relevante EGP ist das *Border Gateway Protocol* (BGP). Für eine eingehendere Behandlung der Routing-Verfahren sei auf Stein (2008, S. 106 ff., S. 372 ff.) verwiesen.

³Im Gegensatz zu Routern sind Gateways in der Lage, Rechnernetze zu verbinden, die auf Basis unterschiedlicher Netzwerkprotokolle laufen. Aufgrund der quasi konkurrenzlosen Verbreitung der IP-Konfiguration ist dies heutzutage jedoch kaum noch notwendig, sodass fast überall Router die Rolle von Gateways übernommen haben.

4.3.4. Internetdienste

Der große Nutzen des Internets für den Anwender ergibt sich erst aus den Diensten, die das Internet auf oberster Ebene, nach dem OSI-Modell also der Anwendungsebene zur Verfügung stellt. Es gilt zu unterscheiden zwischen dem Dienst selbst, dem vom Dienst genutzten Protokoll und dem Programm, welches den Dienst nutzt, um eine Funktionalität zur Verfügung zu stellen.

Für eine umfangreiche Darstellung der bedeutenderen Internetdienste sei auf Stein (2008, S. 421 ff.) verwiesen. Zu den wichtigsten dieser Dienste gehören die folgenden:

World Wide Web Als heutzutage vielleicht wichtigster Dienst trug das WWW maßgeblich zum Aufstieg des Internets bei, weswegen die beiden Begriffe vielfach (fälschlicherweise) synonym benutzt werden. Das WWW ist ein *verteiltes Hypermediasystem* (Gumm & Sommer 2006, S. 628), d. h. ein Informationssystem, dessen Bestandteile auf Rechnern überall auf der Welt verstreut sind, basierend auf durch *Hyperlinks* netzartig miteinander verknüpfte sogenannte Hypertexte. Basis dieser Dokumente ist die *Hypertext Markup Language* (HTML). Das WWW basiert überwiegend auf dem *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Zu seiner Nutzung wird ein WWW-Client, ein sogenannter *Browser*, benötigt.

Electronic Mail Die E-Mail bildet das Prinzip der Briefpost auf den elektronischen Datenverkehr ab. Verschickt der Absender eine Nachricht, läuft diese zunächst zu dem Mail-Server, der sein Postfach verwaltet. Von dort aus wird die Nachricht weitergeleitet zu dem Mail-Server, der das Postfach des Empfängers administriert. Der Versand von E-Mails vom Sender zum Mail-Server sowie zwischen den Mail-Servern basiert i. d. R. auf dem *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), für den Abruf der Nachricht kommen üblicherweise das *Post Office Protocol, Version 3* (POP3) oder das *Internet Message Access Protocol* (IMAP) zum Einsatz. Zur Nutzung wird ein E-Mail-Client verwendet.

File Transfer Protocol FTP dient als Netzwerkprotokoll der Übertragung von Dateien von einem oder auf einen Server, basiert also auf einer Server/Client-Architektur. Obgleich dem Namen nach ein Protokoll, wird der Begriff auch für den Dienst verwendet, der dem Nutzer Funktionalitäten der Übertragung verfügbar macht. Ein zur Nutzung des Dienstes notwendiges Terminal-Programm wird als FTP-Client oder verkürzend meist ebenfalls als FTP bezeichnet.

4.4. Schlussfolgerungen für das Konzeptmodell

Eine wesentliche Erkenntnis der obigen Ausführungen ist die Typisierung von Netzwerken entlang vier verschiedener Kriterien: der geographischen, administrativen, topologischen und technologischen Struktur des Netzes (vgl. Abschnitt 4.3.1). Diese Kriterien lassen sich in den drei anfangs vorgestellten Modellen wiederfinden.

Abbildung 4.2 (S. 34) zeigt eine geographische (hier: eine globale) Darstellung des Internets in Form der verlegten Tiefseekabel. Eine Erweiterung auf die Landnetze (zumindest das Internet Backbone) liegt nahe. Zudem lassen sich Strukturelemente, etwa die bestimmten Autonomen Systemen zugehörigen administrativen Bezirke und die Lage der IXPs darstellen.

Abbildung 4.3 (S. 34) verdeutlicht die topologische Struktur eines Netzes mit Fokus auf deren logischen Aufbau (vgl. hierzu auch Stein 2008, S. 134) bezüglich des Routings der versendeten IP-Pakete. Die Kolorierung verdeutlicht gewisse, den IP-Adressen zugehörige Subnetze. Eine Ergänzung verwendeter Protokolle oder eine Repräsentation des TCP/IP-Protokollstapels ist denkbar (vgl. Abschnitte 4.3.2, 4.3.3).

Die Modelle nach Thatcher & Greyling, Papastergiou und Yan (Abbildungen 4.1, S. 33) legen ihren Fokus ebenfalls auf die topologische Struktur des Netzes, jedoch spezifisch auf den technologisch-physikalischen Aspekt. Sie bilden Netzwerkknoten, Infrastrukturkomponenten und Verkabelung idealisiert ab und vernachlässigen Software-Komponenten des Internets (Protokolle, Funktionen der Netzwerkbetriebssysteme und Ähnliches).

Hieraus lassen sich drei verschiedene mögliche Konzeptmodelle des Internets ableiten:

1. das *geographisch-administrative Modell* bildet die Position von Kabeln und Funkstationen (des Backbone) sowie die geographische Lage von Netzwerkknoten, Infrastrukturkomponenten und IXPs lokal oder global ab;
2. das *physikalisch-topologische Modell* bildet Knoten (Rechner), Infrastrukturkomponenten und Verkabelung strukturell (idealisiert, nicht geographisch) ab und modelliert Server/Client-Netzwerke, Peer-to-Peer-Netze, NATs und Intranets sowie VPNs;
3. das *logisch-topologische Modell* bildet die logische Netzstruktur von IP-Adressknoten sowie Autonome Systeme, Netzwerk- und Hostadressen, Subnetze, Routing und allgemein den Datentransfer ab; es ist damit abstrakter als die anderen zwei Modelle.

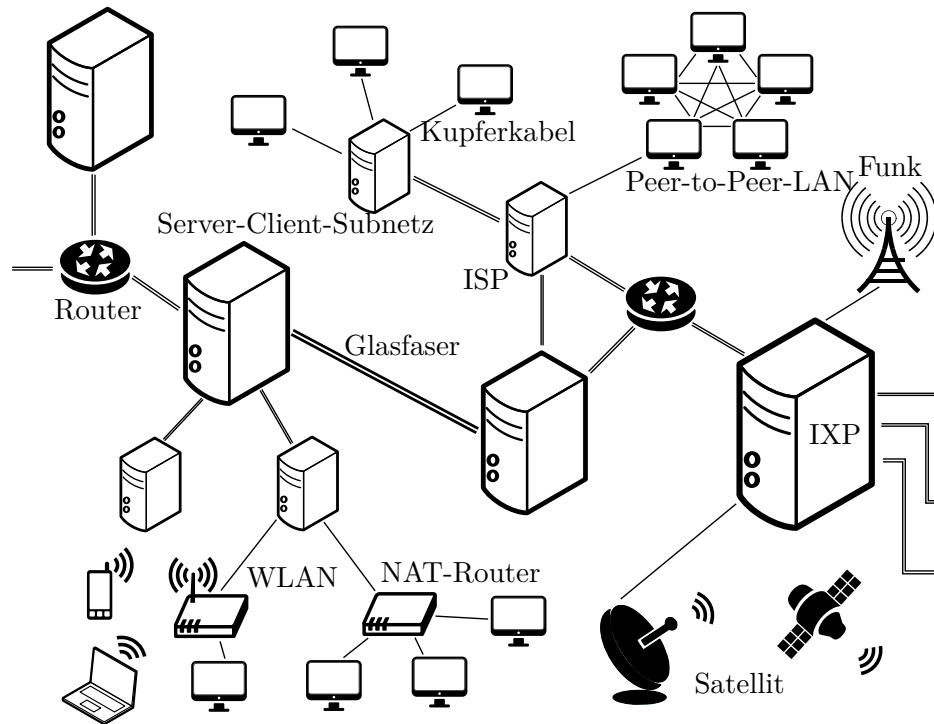


Abb. 4.5. – Physikalisch-topologisches Konzeptmodell

Die eingangs dargestellten Abbildungen 4.2 und 4.3 lassen sich als Repräsentationen des geographisch-administrativen bzw. des logisch-topologischen Konzeptmodells auffassen. Eine mögliche Darstellung des physikalisch-topologischen Konzeptmodells findet sich in Abbildung 4.5.

Je nach Fragestellung und Untersuchungsfokus ist nach Einschätzung des Autors jedes dieser drei Konzeptmodelle als richtig und keines als exklusiv maßgeblich zu betrachten. Ein umfassendes Verständnis des Zielsystems Internet erfordert die Berücksichtigung aller drei Komponenten. Eine solche Nutzung multipler Modelle ist nach den beschriebenen Theorien mentaler Modelle im Kontext sehr komplexer Zielsysteme durchaus möglich und notwendig (vgl. Abschnitt 2.3).

In den Vorarbeiten von Thatcher & Greyling (1998), Papastergiou (2005) und Yan (2005, 2006, 2009) lag der Fokus auf dem Verständnis der strukturellen Eigenschaften des Internets, für die sich eine Orientierung am physikalisch-topologischen Modell empfiehlt. Allerdings ist unbekannt, inwieweit dieses Modell auch für Informatikschüler das verständlichste oder meistgenutzte Modell ist. Dies bietet sich als eigenständige Fragestellung der vorliegenden Studie an. In der vorliegenden Arbeit sollen daher alle drei Konzeptmodelle Berücksichtigung finden.

5. Konzeption und Durchführung der Untersuchung

5.1. Zielsetzung und forschungstheoretische Ausrichtung

Trotz der gesellschaftlichen und curricularen Bedeutung des Internets (vgl. Abschnitte 1.1 und 1.2) ist der Forschungsstand zu diesem Thema insbesondere in Deutschland noch sehr dünn. Die Darstellung in Kapitel 3 ist in dieser Hinsicht nach Ansicht des Autors als eine, wenn nicht erschöpfende, so doch recht umfassende Übersicht über die aktuelle empirische Datenlage anzusehen. Zwar lassen etwa die Resultate von Yan (2005, 2006, 2009) aus den USA einige vorsichtige Vermutungen hinsichtlich der potenziellen Funde in Deutschland zu, die bei der Hypothesenbildung Beachtung finden sollen. Dennoch rechtfertigt die derzeitige Informationslage nach Ansicht des Autors keine hypothesenprüfende Untersuchung.

Wenn aufgrund mangelnder Kenntnis des Untersuchungsobjekts ein explanatives Vorgehen nicht möglich ist, bietet sich der Einsatz hypothesenerkundender, explorativer Untersuchungen an, die die *induktive Funktion* empirischer Forschung erfüllen: sie generieren aus der konkreten Fallbetrachtung heraus Wissen, das die Formulierung neuer oder verbesserter Hypothesen ermöglicht (Bortz & Döring 2006, S. 30 f.). Explorative Studien sind methodisch offener; übliche Ansätze sind etwa Befragungen, Feldbeobachtungen oder (qualitative) Inhaltsanalysen (ebd., S. 50 f.). Zur Generierung neuer Ideen und Hypothesen ist es häufig zweckmäßig, die gefundenen Daten durch Zusammenfassung ähnlicher Fälle zu typisieren und durch Konstruktion geeigneter Kategoriensysteme zu strukturieren (ebd., S. 51).

Die Dichotomie zwischen hypothesenerkundender und hypothesenprüfender Forschung ist in der Praxis indes weniger strikt als in der Theorie (ebd., S. 31, S. 357) und auch in der vorliegenden Arbeit soll trotz ihrer prinzipiell explorativen Ausrichtung versucht werden, an einige Theorien auf der Basis existenter Forschungsergebnisse anzuknüpfen (vgl. Abschnitt 5.2). Generell ist festzuhalten, dass eine explorative Studie nie völlig theoriefrei durchgeführt werden kann, da bereits die Auswahl der Untersuchungsobjekte

und der gemessenen Variablen von gewissen Annahmen und Theorien geleitet wird. Das theoretische Verständnis ist lediglich noch nicht weit genug ausgebildet, um a priori die Formulierung statistischer Hypothesen zu gestatten, die einer Signifikanzprüfung unterzogen werden können (Bortz & Döring 2006, S. 356).

Davon unberührt bleibt die Anwendung von Verfahren der deskriptiven Statistik selbstverständlich auch in explorativen Untersuchungen ein legitimes Vorgehen. Ein im Rahmen dieser Studie ermittelter, statistisch signifikanter Zusammenhang darf dann aber nur als Anreiz verstanden werden, in einer explanativen Anschlussuntersuchung die statistische Bedeutsamkeit des Fundes inferenzstatistisch zu belegen (Grunenberg & Kuckartz 2013, vgl.). Keinesfalls gewinnt die Studie allein durch die statistische Analyse hypothesenprüfenden Charakter. Dies bedingt schon die bei der Exploration prinzipiell mangelnde Kontrolle möglicher Moderatorvariablen.

Mithin erübrigen sich Erwägungen zur Repräsentativität der gefundenen Resultate. Während die natürliche Untersuchungssituation ein gewisses Maß an externer Validität garantiert, kann die interne Validität nur unter Vorbehalt etwaiger, nicht berücksichtigter Moderatorvariablen angenommen werden. Eine statistisch fundierte Verallgemeinerung der Ergebnisse auf die Population aller Schüler des Münsterlandes, Nordrhein-Westfalens oder gar Deutschlands kann somit aus methodischen Erwägungen heraus nicht vorgenommen werden.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist also die (theoriegeleitete) Exploration der mentalen Modelle des Internets, die Schüler zu Beginn der Sekundarstufe I haben. Als eine besondere Herausforderung für das Untersuchungsdesign stellt sich dar, dass ein mentales Modell keine direkt numerisch erfassbare Größe ist, sondern ein latentes Merkmal bzw. *Konstrukt* (Bortz & Döring 2006, S. 3; vgl. auch Kapitel 2). Dies macht eine Operationalisierung des Begriffs durch Auswahl geeigneter, messbarer Indikatorvariablen notwendig¹. In dieser Arbeit sollen die mentalen Modelle hinsichtlich gewisser, bildlich repräsentierter Strukturmerkmale kategorisiert werden. Der Aufbau des Kategoriensystems wird in Abschnitt 5.4 diskutiert.

Zuvor soll diese Arbeit noch im Spektrum des qualitativen und des quantitativen Paradigmas eingeordnet werden. Das ist notwendig, da sich diese beiden theoretischen Ansätze zur empirischen Forschung „nicht nur in der Art des verarbeiteten Datenmaterials, sondern auch hinsichtlich Forschungsmethoden, Gegenstand und Wissenschaftsverständnis“ elementar unterscheiden, bemerken Bortz & Döring (ebd., S. 296). Quantitative Forschung zeichnet sich häufig (aber nicht notwendigerweise) durch ein größeres Maß an

¹Die Problematik der Übersetzung latenter Merkmale in messbare Variablen wird auch als *Überbrückungsproblem* bezeichnet (Bortz & Döring 2006, S. 60; genauer bei Uhlendorff & Prengel 2013).

Standardisierung, die Operation mit (numerischen) Messwerten, größere Stichproben und engere methodische Regularien aus, wohingegen die qualitative Forschung einen stärkeren Fokus auf offene und flexible Methoden, nichtnumerische Symbolisierungen, ein stärker individualisiertes Vorgehen und geringere Standardisierung legt.

Obgleich naheliegend, werden qualitative Methoden nicht zwangsläufig zu explorativen und quantitative Methoden nicht notwendig zu explanativen Zwecken eingesetzt. Der qualitativ-quantitative Bipol beschreibt keinen Untersuchungstyp, sondern eine wissenschaftstheoretische Grundhaltung². In der Forschungspraxis hält auch hier die strikte Trennung nicht stand; eine Kombination beider Paradigmen ist üblich und häufig sinnvoll (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 16/296 ff. Hussey u. a. 2013, S. 20 ff.).

Im Rahmen dieser Arbeit werden zunächst vorwiegend qualitative Daten in Form von Zeichnungen und Interviews erhoben (zur Methodik s. Abschnitt 5.2). Die Daten sollen jedoch anschließend nicht rein qualitativ-interpretativ ausgewertet werden, sondern mithilfe eines Kategoriensystems im Rahmen eines Rating-Prozesses in quantitative Daten transformiert werden, um sie auf Ordinalskalenniveau der statistischen Auswertung zugänglich zu machen. Diese Entscheidung wurde getroffen, da der Fokus der Arbeit mit der Gestalt der mentalen Modelle des Internets auf einer einzelnen, eng umrissenen Fragestellung liegt. Nach Bortz & Döring (2006, S. 151, 298, 369) erfüllt dieser Ansatz somit wesentliche Merkmale quantitativer Forschung. Entsprechend folgt die Auswertung vorwiegend dem Konzept der explorativen quantitativen Inhaltsanalyse, nutzt also Methoden der deskriptiven Statistik zur Darstellung und Aufbereitung der Daten.

5.2. Vorbereitung und Durchführung der Untersuchung an den Schulen

Die Untersuchung fand im Zeitraum vom 10. bis 22. Juni 2015 (also am Ende des Schuljahres 2014/2015) an vier verschiedenen Gymnasien im Münsterland in Nordrhein-Westfalen statt, die nachfolgend alphanumerisch kodiert werden: das Emsland-Gymnasium in Rheine (G1), das Wilhelm-Hittorf-Gymnasium in Münster (G2), das Städtische Gymnasium Ochtrup (G3) und das Städtische Gymnasium Borghorst (G4). An jeder dieser Schulen wurde die Untersuchung mit zwei bis vier Lerngruppen, bestehend aus Schülern entweder der

²Eine eingehendere Behandlung der Bedeutung qualitativer und quantitativer empirischer Forschung würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Zur Bedeutung des qualitativen Ansatzes vgl. Oswald (2013). Methodische Grundlagen qualitativer und quantitativer Forschung vermitteln Bortz & Döring (2006) und Hussey u. a. (2013). Eine vergleichende Übersicht geben Uhlendorff & Prengel (2013).

Lerngruppe	Jgst.	Anz. SuS	Datum
G1-L1	5	31	10.06.2015
G1-L2	7	20	10.06.2015
G1-L3	7	23	10.06.2015
G1-L4	5	30	10.06.2015
G2-L1	7	19	16.06.2015
G2-L2	5	20	18.06.2015
G2-L3	7	15	19.06.2015
G3-L1	7	28	15.06.2015
G3-L2	5	29	15.06.2015
G4-L1	5	24	22.06.2015
G4-L2	7	25	22.06.2015

Tab. 5.1. – Übersicht der untersuchten Lerngruppen

fünften oder der siebten Jahrgangsstufe, durchgeführt. Eine Übersicht der Lerngruppen findet sich in Tabelle 5.1.

Im Sinne einer explorativen Untersuchung wurden bewusst Schulen mit sehr unterschiedlichem Informatikprofil am Anfang der Sekundarstufe I (Stufen 5 bis 7) gewählt. An Schule G1 findet in der Jahrgangsstufe 5 verpflichtend vierzehntägig eine Doppelstunde IT-Unterricht statt, die in erster Linie der Einführung in das schulische Rechnersystem dient sowie grundlegende Anwendungskennntnisse in Office-Produkten und auch mit dem Internet als Recherchewerkzeug vermittelt. Anschließend wird erst wieder ab der achten Jahrgangsstufe ein informatischer Unterricht erteilt.

An Schule G2 wird in den Jahrgangsstufen 5 (ganzjährig) und 7 (halbjährig) das Fach *Medientechnische Grundbildung* (MTG) unterrichtet. Der MTG-Unterricht der Stufe 5 sieht in Anlehnung an die GI-Standards eine erste Sensibilisierung für die Themen Urheberrecht, Informationsnutzung und Schutz persönlicher Daten vor. In Stufe 7 wird das Internet als eigenständiges Thema bemerkenswert ausführlich behandelt: Inhalte sind u. a. die Strukturierung und Funktionsweise des Internets als „Netz von Netzwerken“, Netzkommunikation, Adressierung, Clients, Server, Router, der Nachrichtenaustausch per E-Mail, Datenschutz und Datensicherheit.

An Schule G3 wird verpflichtend eine Wochenstunde Informatikunterricht in der Stufe 5 sowie zwei Wochenstunden in der Stufe 7 erteilt. In Stufe 5 werden ähnlich wie in Schule G1 überwiegend Anwendungsgrundlagen (u. a. mit Browser, Suchmaschine und E-Mail) vermittelt. In Stufe 7 stehen dann auch die Konzepte *Hypertext* und *Vernetzte Daten*

sowie Nachrichten (E-Mail, Chats und Foren) auf dem Programm. An Schule G4 wird (abgesehen von einer freiwilligen Robotik-AG in Stufe 5) bis zur achten Jahrgangsstufe kein Unterricht mit informatischen Inhalten erteilt.

Insgesamt haben auf diese Weise 264 Schüler an der Studie teilgenommen, davon 134 Fünftklässler und 130 Siebtklässler. Zwecks Anonymisierung sind alle Teilnehmerbögen mit einer innerhalb ihrer Lerngruppe eindeutigen Kennnummer zwischen S01 und S35 versehen worden. Ein Abgabebogen könnte somit etwa die Kennzeichnung G4-L1-S13 tragen und somit Schüler Nr. 13 der Lerngruppe L1 des Städtischen Gymnasiums Borghorst ausweisen.

Aus Gründen der Verteilung der Bögen in den Klassenräumen ist die Nummerierung nicht durchlaufend, sondern orientiert sich grob an der zum Zeitpunkt der Erhebung bestehenden Sitzordnung der Schüler. Es ist somit etwa denkbar, dass in einer Lerngruppe die Bögen S1 bis S12 sowie S20 bis S35 ausgeteilt wurden. Nicht ausgeteilte Bögen finden in der Auswertung selbstverständlich keine Berücksichtigung; ausgeteilte, jedoch vom Schüler nicht (vollständig) ausgefüllte Bögen hingegen werden miteinbezogen.

Die Schüler waren im Vorhinein über die Durchführung einer Studie informiert. Informationen über den exakten Inhalt der Untersuchung wurden jedoch nicht gegeben. Hierdurch wurde versucht, eine Beeinflussung der Schüler vorab zu vermeiden. Sofern von den Schulen nicht intern anderweitig gehandhabt, wurde eine Einverständniserklärung zur Information für die Eltern bzw. Erziehungsberechtigten zur Verfügung gestellt. Die etwas niedrigere Anzahl an Teilnehmern der Lerngruppen G2-L1, G2-L2 und G2-L3 ist auf etwaig fehlende Einverständniserklärungen zurückzuführen.

Die Studie wurde während des Schulbetriebs in den Schulräumen jeweils zu Beginn einer regulären Schulstunde durchgeführt, also in einer für die Schüler natürlichen Umgebung. Die eigentliche Untersuchung bestand aus drei Phasen: zunächst erhielten die Schüler vom Autor eine einführende Erklärung; darin wurden sie gebeten, ihren persönlichen Bezug zum Internet zu reflektieren, und auf die Schwierigkeit aufmerksam gemacht, zu beschreiben, was das Internet ist, wie es aufgebaut ist und wie es funktioniert (mit der Formulierung wurde hierbei ein enger Bezug zur Aufgabenstellung hergestellt, die in Abschnitt 5.3 eingehender diskutiert wird). In dieser Einführung wurden die Schüler ebenfalls explizit darauf aufmerksam gemacht, dass ihre Teilnahme an der Studie freiwillig ist, die Daten anonym erhoben werden, ihre Abgaben keiner Benotung oder leistungsrelevanten Bewertung unterliegen und in keinem eng definierbaren Sinne „richtig“ oder „falsch“ sind. Es war beabsichtigt, auf diese Weise den Eindruck einer Testsituation zu verhindern, da anzunehmen war, dass empfundener Leistungsdruck sowohl die Teilnahmebereitschaft verringert als auch die Gefahr sozial erwünschter Antworten erhöhen könnte.

Anschließend wurden in der Klasse Arbeitsbögen ausgeteilt, auf deren Vorderseite die Schüler die Gelegenheit erhielten, ihre Vorstellung von Funktionsweise und Aufbau des Internets zu zeichnen sowie ein oder zwei kurze Sätze zur Beschreibung ihrer Zeichnung anzufügen (s. Anhang A). Die Rückseite jedes Blattes enthielt einige knappe Fragen zum persönlichen und schulischen Bezug des Schülers zum Internet mit Auswahlantworten sowie die Bitte um Angabe der demographischen Daten Geschlecht und Alter. Die Schüler erhielten eine zusätzliche, mündliche Einweisung hinsichtlich der Bearbeitung des Bogens und die Möglichkeit, Nachfragen zu stellen.

Den Schülern wurde mündlich eine Bearbeitungszeit von etwa 15 Minuten eingeräumt, wobei eine strenge Überprüfung an dieser Stelle nicht erfolgte. Die tatsächliche Bearbeitungszeit richtete sich in entsprechendem Rahmen nach den Bedürfnissen der Schüler, sodass niemand seine Arbeit aus zeitlichen Gründen abbrechen musste. Die Teilnehmer wurden weiterhin zu Beginn (und bei Bedarf wiederholt während) der Bearbeitung angewiesen, still und für sich zu arbeiten und sich ausschließlich auf den eigenen Zeichenbogen zu konzentrieren. Eine strenge Kontrolle der Einhaltung dieser Maßgaben war, der natürlichen Untersuchungssituation geschuldet, nicht immer möglich. Während der gesamten Bearbeitungszeit war der Versuchsleiter zur Beantwortung von Rückfragen zugegen.

Fragen hinsichtlich der inhaltlichen Gestaltung³ wurden jedoch nicht mit zusätzlichen Erläuterungen, sondern lediglich unter Rückgriff auf die schriftlich formulierte Aufgabenstellung und mit dem Hinweis beantwortet, der Schüler möge seine persönliche Vorstellung des Internets zeichnen. Dieses Verfahren wurde im Vorhinein festgelegt und sollte das Risiko von Versuchsleiterartefakten⁴ minimieren. Die Anzahl an Nachfragen war verhältnismäßig gering (≤ 3 pro Lerngruppe), weswegen an dieser Stelle nach Ansicht des Autors davon ausgegangen werden darf, dass die Schüler die ihnen gestellte Aufgabe ganz überwiegend verstanden.

Nach Abschluss dieser Arbeitsphase wurden die Zeichenblätter eingesammelt. Den Schülern wurde nun mitgeteilt, dass zu Zwecken einer tieferen, über Möglichkeiten der Zeichnungen hinausgehenden Betrachtung ihrer Vorstellungen des Internets die Möglichkeit für vier bis sechs Schüler bestehe, paarweise an einem etwa 15-minütigen Interview teilzunehmen. Wiederum wurde die Freiwilligkeit der Teilnahme betont und die Auswahl der Schülerpaare jeweils zufällig unter den sich meldenden Schülern getroffen.

³Beispiele für solche Fragen waren: „Was genau sollen wir denn zeichnen?“ und „Sollen wir zeichnen, wie das Internet auf dem Computer aussieht?“

⁴Zu Auslösern und praktischen Konsequenzen von Versuchsleiterartefakten siehe auch Bortz & Döring (2006, S. 82 ff.).

Die Interviews wurden vom Autor entlang eines standardisierten Leitfadens geführt (vgl. Anhang A; eine Diskussion der Fragen erfolgt in Abschnitt 5.3). Für die Interviews standen jeweils leere Klassenräume zur Verfügung, mit Ausnahme von Gruppe G2-L3, für die ein ruhiger Seitenflur benutzt wurde. Auf diese Weise sollten Störungen und Ablenkungen während des Interviews vermieden werden. In Gruppe G3-L2 erfolgte die Durchführung aus organisatorischen Gründen in umgekehrter Reihenfolge, also beginnend mit den Interviews und anschließender Produktion der Zeichnungen. Bei allen anderen Interviews wurde den Schülern vor Beginn ihre eigene Zeichnung zur Betrachtung und Bezugnahme wieder vorgelegt.

Insgesamt wurden 22 Interviews mit einer Dauer zwischen 10:12 Minuten und 16:54 Minuten geführt. Die Durchschnittsdauer pro Interview betrug 12:21 Minuten. Eine Übersicht über die Interviews findet sich in Anhang C. Die Interviews wurden elektronisch aufgezeichnet. Die Erziehungsberechtigten wurden hierüber im Vorhinein informiert und erteilten ihr Einverständnis; zudem wurden alle befragten Schüler jeweils direkt vor Beginn der Interviews über die Verwendung der Tonaufzeichnungen aufgeklärt und erhielten die Möglichkeit, Widerspruch einzulegen oder das Interview abubrechen. Alle Schüler erklärten sich mit der Tonaufzeichnung einverstanden.

5.3. Forschungsmethodische Auswahl

Zum Zweck der explorativen Untersuchung mentaler Modelle des Internets bei Schülern zu Beginn der Sekundarstufe I wurde die Entscheidung getroffen, zwei methodisch unterschiedliche Verfahren zu kombinieren: die Produktion von Zeichnungen zur späteren Kategorisierung und deskriptiv-statistischen Auswertung sowie die direkte Befragung in Form von kurzen Leitfaden-Interviews. Hiermit ist die Hoffnung verbunden, zwei verschiedene Perspektiven auf die mentalen Modelle zu gewinnen: Während die Zeichnungen eine breite, überblicksartige Betrachtung vielfältiger Modelle ermöglichen sollen, können die Interviews der punktuellen Detailansicht einzelner Modelle dienen.

Beide Methoden sind im Rahmen der Erforschung mentaler Modelle allgemein sowie des Internets im Speziellen etabliert (s. Kapitel 3) und haben sich als aussagekräftig erwiesen. Insbesondere die duale Methodik mit Zeichnungen und Fragen von Yan (2005, 2006, 2009) und Papastergiou (2005) sowie die Leitfaden-Interviews von Vosniadou & Brewer (1992) sind hier hervorzuheben und hatten großen Einfluss auf die methodische Gestaltung der vorliegenden Untersuchung.

Die Zeichnungen dienen der reduzierten, ikonischen Darstellung der Internetvorstellungen. Die Zeichenmethode folgt der kognitionspsychologischen Annahme, dass Ikonizität ein wesentliches Merkmal der meisten mentalen Modelle ist (s. Kapitel 2) und es Schülern leichter fällt, die strukturellen Eigenschaften ihrer Vorstellungen des Internets bildlich zu artikulieren, als sie schriftlich darzulegen. Darüber hinaus verlangt die explorative Herangehensweise ein offenes Vorgehen und es wird angenommen, dass unter diesen die Erstellung von Zeichnungen für die Schüler eine eher motivierende Tätigkeit ist. Die alternative Produktion von Fließtextantworten auf einem offenen Fragebogen wurde auch unter diesem Gesichtspunkt verworfen. Eine knappe textuelle Ergänzung zu ihrer Zeichnung wurde den Schülern allerdings ermöglicht. Die ergänzenden Texte sollen keiner separaten Inhaltsanalyse unterworfen werden, sondern in uneindeutigen Fällen die Kategorisierung der Zeichnungen unterstützen.

Die konkrete Aufforderung auf dem Zeichenbogen lautete:

Bitte malt oder zeichnet: Meine Vorstellung, wie das Internet aufgebaut ist und wie es arbeitet.

Die Formulierung wurde gewählt, um den Schülern zu verdeutlichen, dass die (funktionale) Struktur und der Aufbau des gesamten Internets, nicht das Aussehen einer Benutzerschnittstelle oder die persönliche (oder soziale) Bedeutung des Internets von Interesse sind. Daher wurden Formulierungen der Art „Aussehen des Internets“ und „was das Internet *ist*“ vermieden. Zugleich wurde bewusst darauf verzichtet, die Bedeutung der Begriffe „Aufbau“ und „Arbeitsweise“ näher zu spezifizieren – etwa die „Netzstruktur“ des Internets zu erwähnen – um eine Beeinflussung der Schüler durch Vorstellungen des Versuchsleiters auszuschließen.

Auf der Rückseite des Zeichenbogens konnten die Schüler Alter und Geschlecht angeben sowie drei kurze Fragen zu Nutzungsverhalten und Wissensstand beantworten.

1. Zu Hause benutze ich das Internet

- ☐ nie
- ☐ ein paar Mal pro Monat
- ☐ mehrmals in der Woche
- ☐ täglich

2. In der Schule habe ich [Mehrfachantworten möglich]

- ☐ gelernt, was das Internet ist und wie es arbeitet

- ☐ gelernt, wie ich das Internet benutzen kann
- ☐ gelernt, worauf ich im Internet aufpassen muss
- ☐ das Internet im Unterricht benutzt
- ☐ noch nie mit dem Internet gearbeitet

3. Insgesamt halte ich mein Wissen über das Internet für

- ☐ sehr gut
- ☐ gut
- ☐ mittelmäßig
- ☐ nicht sehr gut
- ☐ schlecht

Die zweite Frage ist von Bedeutung, da die Schüler aufgrund der sehr unterschiedlichen Lehrkonzepte im Fach Informatik in der Sekundarstufe I je nach Schule unterschiedliche Vorprägungen erfahren haben. In der Auswertung werden die fünf Antwortmöglichkeiten wie folgt kodiert: Systemische Kompetenz, Anwendungskompetenz, Gefahrenkompetenz, Anwendungserfahrung, Keinerlei Kontakt.

Während die Zeichnungen dem Zweck dienen sollen, einen Einblick in die Breite der möglichen mentalen Modelle zu liefern, wurde der Interview-Leitfaden mit dem Ziel entworfen, eine tiefere Betrachtung der Schülervorstellungen zu ermöglichen. Auf diese Weise ist einerseits eine induktive Verfeinerung des entworfenen Kategoriensystems denkbar, andererseits ergeben sich unter Umständen unerwartete Einsichten in die mentalen Modelle der Schüler, die aus den Zeichnungen nicht ersichtlich sind und Impulse für spätere Forschungsarbeiten liefern können.

Die Entscheidung für Paar-Interviews wurde zum einen auf Basis ökonomischer Erwägungen getroffen, um die Anzahl der Teilnehmer im Rahmen der Möglichkeiten eines einzelnen Interviewers etwas zu erhöhen. Wesentlich war aber auch der Wunsch, dem Interview das konfrontative Element eines Vier-Augen-Interviews zu nehmen und so eine lockere Interview-Atmosphäre zu schaffen, die einen ungezwungenen Austausch ermöglicht. Im Idealfall regen sich die interviewten Schüler gegenseitig zu Antworten an, sodass die Rolle des Interviewers sich weitgehend auf die Eingabe der Fragen beschränken kann. Nachteilig bei noch größeren Gruppen ist die Gefahr von unbeteiligten „Schweigern“ und der Verlust von Einzelmeinungen gegenüber einer Gruppenmeinung, weswegen in dieser Untersuchung die Anzahl der Teilnehmer auf je zwei beschränkt wurde (Bortz & Döring 2006, S. 242 f; vgl. auch Friebertshäuser & Langer 2013 für die Rolle von Interviews

im Forschungsdesign und Bortz & Döring 2006, S. 319, für die Merkmale von Gruppen- gegenüber Einzelinterviews).

Die Interviews wurde entlang eines engen Leitfadens geführt, um ein gewisses Maß an Standardisierung und damit Durchführungsobjektivität zu erreichen. Dies wurde insbesondere für notwendig erachtet, um die Gefahr unwillkürlicher Suggestivfragen zu minimieren, die das Antwortverhalten der Schüler in Richtung des Mentalmodells des Interviewers beeinflussen könnten (vgl. ebd., S. 245 f.). Nachfragen wurden, wenn möglich, unspezifisch gestellt (etwa „Könntest du das genauer erklären?“ oder „Was genau meinst du damit?“).

Die Auswertung der Leitfaden-Interviews orientiert sich am Entwurf von Schmidt (2013) entlang des auch für die Zeichnungen genutzten, in Abschnitt 5.4 entwickelten Kategorienschemas. Aufgrund des Datenvolumens kann eine Transkription der Interviews nur auszugsweise stattfinden. Eine tabellarische Zusammenfassung aller Interviews ist in Anhang C zu finden; die Teiltranskripte befinden sich in Anhang D. Die Transkriptionsmethodik folgt den Regeln nach Langer (2013) für Zwecke der sozialwissenschaftlichen Forschung.

Folgend werden die Interviewfragen vorgestellt und hinsichtlich des intendierten Erkenntnisgewinns für die Studie diskutiert. Der Leitfaden lässt sich grob in die folgenden Abschnitte gliedern: (i) Einstieg; (ii) Zusammenfassung; (iii) Außenansicht des Internets; (iv) Lage des Internets; (v) Innenansicht des Internets und (vi) Ausstieg. Die Gestaltung der Fragen geschah in Anlehnung an die generativen Fragen nach Vosniadou & Brewer (1992) (vgl. Abschnitt 2.5). Fragen in eckigen Klammern sind fakultativ und können situationsbedingt gestellt werden, um die Antworten der Schüler zu vertiefen oder in eine andere Richtung zu lenken. Doppelte Schrägstriche bedeuten eine Pause, die den Schülern Zeit zur Antwort lässt.

(1a) Ihr habt ja vorhin ein Bild des Internets gezeichnet. Benutzt ihr das Internet selbst manchmal? // (1b) Wie häufig benutzt ihr denn das Internet ungefähr und was macht ihr dann damit? // (1c) Wenn ich vorher noch nie im Internet war: was brauche ich denn, um das Internet nutzen zu können [zum Beispiel welche Geräte]?

Diese „Eisbrecherfragen“ dienen dem Gesprächseinstieg. Da zu erwarten ist, dass die meisten Schüler privat das Internet nutzen, können sie hier zur Thematik einen persönlichen Bezug aufbauen. Zudem geben die Fragen einen kleinen Einblick in das Nutzungsverhalten der Schüler, das für spätere Fragen unter Umständen relevant ist. Die Fragen (1b) und (1c) lassen ggf. Rückschlüsse zu, ob die Schüler das Internet mit dem Web assoziieren oder auch andere Internetdienste (er)kennen. Eine filigrane Unterscheidung von Web und

Internet darüber hinaus ist allerdings nicht Ziel dieser Untersuchung und wird im Weiteren vernachlässigt.

(2a) Würdet ihr einmal kurz beschreiben, was ihr auf euren Bildern gezeichnet habt und was ihr euch dabei überlegt habt? // (2b) Wie würdet ihr zusammenfassend den folgenden Satz vervollständigen: „Das Internet ist...“

Diese Frage schlägt einen Bogen von der Zeichenphase in die Interviewphase der Untersuchung und gibt den Schülern die Möglichkeit, ihre Produkte zu resümieren. Die Zeichnungen liegen hierbei vor, sodass die Schüler direkt darauf verweisen können. Die Zusammenfassung in (2b) erfolgt bewusst hier und nicht am Ende des Interviews, da die Schüler ihr ikonisches Mentalmodell verbalisieren sollen und dabei nicht beeinflusst werden sollen von Fragen, die im weiteren Interviewverlauf vom Untersuchungsleiter aufgebracht werden.

(3a) Stellt euch einmal vor, ihr könntet aus weiter Entfernung von oben auf das Internet hinabblicken. Was denkt ihr, würdet ihr dann sehen? // [(3b) Woraus besteht das Internet denn dann und was gehört da eurer Meinung nach alles dazu?] oder [(3c) Gehören denn dann auch (Menschen/andere Computer/Handys) zum Internet dazu?]

Diese Frage zielt auf das „äußere Aussehen“ des Internets. Da unbekannt ist, ob die Schüler sich das Internet als physisch real oder nur virtuell existent vorstellen, wird nicht konkretisiert, ob die Frage wörtlich oder metaphorisch zu verstehen ist. (3a) dient als Ergänzungsfrage zu (2b), falls die Schüler in den Zeichnungen bereits ein „Überschaumodell“ entwickelt haben. Falls die Darstellung der Zeichnungen eine andere ist (z. B. stärker an den Anwendungen/Interfaces von Webanwendungen orientiert), soll die Frage den Blick der Schüler stärker auf die *Struktur* des Internets lenken (z. B. das Internet als „Netz“ oder „Block“). (3b) und (3c) sind fakultativ und für den Fall vorgesehen, dass die Schüler nicht unmittelbar wie in (3a) erbeten beschreiben, was sie *sehen* oder diese Antworten knapp oder unklar waren. Besonders von Interesse ist, ob die Schüler Menschen als Nutzer des maschinellen Konstrukts *Internet* begreifen oder aber als integralen Bestandteil des Internet selbst.

(4) Was glaubt ihr: wie groß ist das Internet eigentlich? // [Was heißt...?]

Die Frage nach der räumlichen Dimension des Internets schließt an Frage (3) an. Was „groß“ dabei bedeuten soll, ist bewusst der Interpretation der Schüler überlassen. Erwartete Antwortschemata sind etwa „weltumspannend“, „überall/allgegenwärtig“, „enthält viel/alles Wissen“ o. ä. Bei einsilbigen Antworten ist eine Nachfrage möglich.

(5a) Habt ihr das Internet schon einmal benutzt, um zu Hause oder für die Schule Informationen zu suchen? // [Wie habt ihr das gemacht?] [(5b) Diese Information/Seite, die ihr gefunden habt: wo hat die der Computer herbekommen? [Wo war die vorher?] // Und was passierte, als ihr

sie aufgerufen habt?] [(5c) Viele Leute nutzen das Internet, um Informationen zu suchen. Sie würden dann etwa eine Frage in einem Suchprogramm eingeben und dann Internetseiten finden, auf denen die Antwort steht. Könntet ihr euch vorstellen, wie das vielleicht funktioniert?]

Diese Frage fokussiert den räumlichen-funktionalen Aspekt des Internets. (5a) dient nur als Einleitungsfrage. Sollte sich hier (wider Erwarten) ergeben, dass die Schüler nur geringe Erfahrung mit der Informationsrecherche haben, wird als nächstes Frage (5c) gestellt. Falls die Schüler Erfahrung mit der Informationssuche haben (wovon auszugehen ist), wird nur Frage (5b) gestellt und (5c) ausgelassen. Mit der Frage gilt es zu ergründen, wo Schülern zufolge Informationen im Internet „lagern“ – etwa auf privaten Rechnern, auf Servern oder in einem zentralen „Internet-System“, oder vielleicht lokal in ihrem Computer. Außerdem soll die Frage darüber Aufschluss geben, wie die Schüler sich die Verbindung zwischen sich und dem Internet vorstellen. Vergleiche auch Frage 7.

(6) *Wo ist das Internet eigentlich? // Hat das Internet einen Ort – oder mehrere?*

Die Frage schließt an Frage (5) an. Nun wird nicht mehr nach der Position einer bestimmten Information im Internet gefragt, sondern nach dem Ort selbst, an dem sich das Internet befindet. Antworten könnten sein, dass das Internet im PC steckt, dass es einen Zentralserver gibt, in dem das Internet sich befindet oder auch, dass es dezentral ist (auf die eine oder andere Weise) und daher keinen Ort besitzt – oder vielleicht an jedem Ort ist, wenn die Möglichkeit einer Verbindung mit dem Internet als das „Vorhandensein“ von Internet interpretiert wird.

(7a) Sagen wir, ihr wollt eine Nachricht schreiben, etwa eine E-Mail, an einen Freund/eine Freundin. Habt ihr das schon einmal gemacht? (7b) Stellt euch vor, ihr wäret eine Art Briefträger des Internets, der diese Nachricht überbringt. Ihr würdet also zusammen mit der Nachricht von innen durch das Internet gehen. [Könnt ihr euch das vorstellen?] Was denkt ihr, wie würde euer Weg durch das Innere des Internets aussehen? // Welchen Weg würdet ihr durch das Internet gehen, bis euer Freund/eure Freundin die Nachricht erhält?

Im Kontrast zu Frage (3) zielt diese Frage auf die „Innenansicht“ des Internets. Wiederum ist (7a) nur eine Einleitungsfrage, die den persönlichen Bezug der Schüler zum Thema knüpfen soll. E-Mails sind nur eine Form der Nachrichtenübermittlung im Internet, die die Schüler ggf. in Frage (1) erwähnt haben. Anderenfalls haben sie u. U. Erfahrung mit Nachrichtenversand über Webanwendungen (wie Facebook), Nachrichten-Apps (wie WhatsApp) oder Chats. Anwendung und Protokoll sollen für diese Frage keine Rolle spielen. Falls (7a) negativ beantwortet wird und der Eindruck besteht, dass die Schüler keinerlei Erfahrung mit dem Austausch von Nachrichten haben, kann (7b) ausgelassen oder ausführlicher erläutert werden. Studien wie die KIM-Studie 2014 legen allerdings nahe, dass die meisten Schüler nicht nur versiert sind im Nachrichtenaustausch, sondern

auch mit der „Briefträger“-Metapher keine größeren Probleme haben (etwa Weigend 2007).

- (8) Eine letzte Frage noch: Gibt es denn Dinge, die am Internet schlecht oder gefährlich sind oder auf die ihr aufpassen müsst?

Diese Frage dient dem Ausstieg aus dem Interview; sie ist deswegen konkreter formuliert und nimmt keinen Bezug auf die latenten mentalen Modelle. Stattdessen können die Schüler hier eigenes Wissen artikulieren, sodass die Befragung auf für Schüler vertrautem Terrain endet. Zudem zielt die Frage stärker als alle anderen auf die soziale Komponente des Internets und erlaubt den Schülern abschließend, das Internet als soziales Konstrukt zu reflektieren.

5.4. Kategoriensystem mentaler Modelle des Internets

Um die qualitativen Daten einer quantitativen Analyse zugänglich zu machen, ist eine Operationalisierung der mentalen Modelle des Internets notwendig. Hierzu wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Kategoriensystem entworfen. Die Entwicklung des Systems erfolgte deduktiv in Anlehnung an vorhandene, erprobte Kategoriensysteme zur Untersuchung mentaler Modelle (Kapitel 3) unter Einbeziehung fachwissenschaftlicher Erwägungen zu Konzeptmodellen des Internets (Abschnitt 4.4). Inwieweit die vorhandenen Kategoriensysteme auf den neuen Forschungskontext deutscher Schüler der Sekundarstufe I passen, bleibt abzuwarten. Gegebenenfalls ist eine induktive Anpassung der Kategorien auf Basis der empirischen Resultate notwendig. Ein solches Vorgehen ist in explorativen Untersuchungen zulässig und sogar üblich (Bortz & Döring 2006, S. 151).

Nach Bortz & Döring (ebd., S. 140 ff.) muss ein Kategoriensystem drei wesentliche Kriterien erfüllen:

Genauigkeitskriterium Die Kategorien müssen exakt definiert sein. Erforderlich ist also die Erklärung präzise definierter, operationaler Indikatoren, über deren Vorhandensein oder Fehlen sich die Zugehörigkeit eines Untersuchungsobjekts zu einer Kategorie sicher entscheiden lässt.

Exklusivitätskriterium Die Kategorien müssen sich gegenseitig ausschließen.

Exhaustivitätskriterium Die Kategorien müssen das Merkmal erschöpfend beschreiben. Jedes Objekt muss einer Kategorie zugeordnet werden können. Eine Ausweichkategorie „Sonstige“ sollte, wenn überhaupt, nur wenige Objekte fassen.

Das Kategoriensystem wurde hierzu in vier hierarchische Stufen strukturiert, beginnend bei initialen, naiven Vorstellungen des Internets bis hin zur Klasse elaborierter, den Konzeptmodellen naher mentaler Modelle als höchststufiger Repräsentation des Zielsystems Internet. Zwei Zwischenstufen bilden mentale Modelle mittlerer Komplexität ab, die gewisse Teilaspekte der Konzeptmodelle implementieren. Diese Strukturierung erfolgte in Anlehnung an Vosniadou & Brewer (1992), die für die Zwischenstufen den Begriff der synthetischen Modelle prägten (Abschnitt 2.5). Das Kategoriensystem ist somit ordinal⁵ skaliert: es ist möglich, die Kategorien zu ordnen; lineare Transformationen (wie etwa die Berechnung eines Mittelwerts) sind jedoch unzulässig bzw. sinnlos (Bortz & Döring 2006, S. 67). Zur Referenz sei noch einmal verwiesen auf die Kategoriensysteme von Thatcher & Greyling (Abb. 3.1, S. 22), Yan (Abb. 3.2 und 3.3, S. 24) und Papastergiou (Abb. 3.4, S. 30).

Die einzelnen Stufen sind wie folgt definiert:

1. *Nutzer-Welt-Interaktion.* Der Schüler hat eine naive, nutzerzentrierte Sicht auf das Internet und identifiziert das Internet mit den für ihn sichtbaren Hardware- und Software-Schnittstellen (zum Beispiel Computergehäuse und Monitore, graphische Benutzeroberflächen von Web-Anwendungen). Es ist kein oder nur ein diffuses Verständnis für die Netzartigkeit des Internets vorhanden. Im Fokus steht der individuelle, das Internet nutzende Schüler. Das Internet wird als monolithische, weitgehend intransparente Entität angesehen. Diese Stufe korrespondiert mit den Kategorien 1 und 3 nach Thatcher & Greyling, A nach Yan und 1 bis 3 nach Papastergiou.
2. *Einfache Direktkonnektivität.* Der Schüler hat eine Vorstellung für die Existenz zahlreicher Internetnutzer bzw. internetfähiger Geräte. Der Schüler begreift das Internet als ein (weitgehend) vollständiges Netz, das jedes Gerät und jeden Teilnehmer über eine direkte Route mit jedem anderen Gerät und Teilnehmer verknüpft. Das Netz selbst wird als weitgehend strukturlos angesehen. Diese Stufe korrespondiert mit Kategorie 4 nach Thatcher & Greyling, B nach Yan sowie 5 und 7 nach Papastergiou.
3. *Einfache Zentralkonnektivität.* Der Schüler hat eine Vorstellung für die Existenz zahlreicher Internetnutzer bzw. internetfähiger Geräte. Der Schüler begreift das Internet als ein im Wesentlichen zentral administriertes Netz und beschreibt deutlich

⁵Unter Einschränkungen. Über die Rangfolge der synthetischen Modelle (Stufen 2 und 3) lässt sich diskutieren. Die Auswahl erfolgte hier unter der Voraussetzung, dass die Annahme einer einfachen Hierarchiestruktur des Internets kognitiv aufwendiger ist als die Annahme gar keiner Hierarchie.

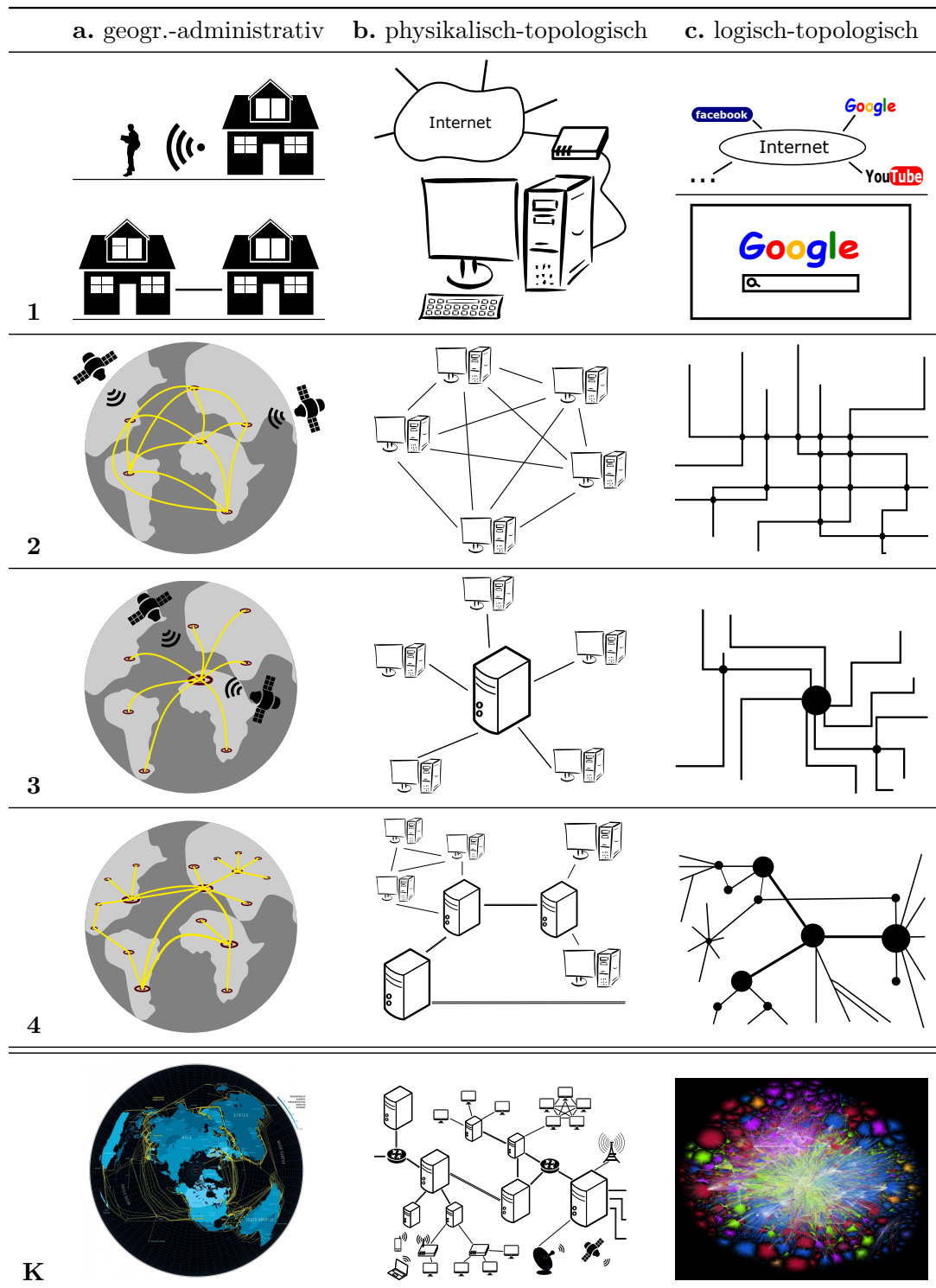
die Existenz einer Zentrale oder eines Mittelpunkts des Internets. Sofern weitere Netzknoten existieren, sind diese nach Ansicht des Schülers hierarchisch eindeutig einem singulären Zentralknoten untergeordnet. Diese Stufe korrespondiert mit Kategorie 2 nach Thatcher & Greyling, C nach Yan sowie 4 und 6 nach Papastergiou.

4. *Multimodulare Netzwerke.* Der Schüler hat ein wissenschaftlich hochentwickeltes, in Teilen dem Konzeptmodell entsprechendes Verständnis des Internets (eine exakte Reproduktion eines Konzeptmodells ist nicht erforderlich). Der Schüler begreift das Internet als ein multimodulares Netz aus zahlreichen verschiedenartigen Bestandteilen und Teilnetzen. Der Schüler hat ein Verständnis dafür, dass das Internet in Teilnetzen hierarchisch strukturiert sein kann, jedoch keine übergeordnete Hierarchie besitzt. Diese Stufe korrespondiert mit den Kategorien 5 und 6 nach Thatcher & Greyling, D nach Yan und 8 nach Papastergiou.

Zusätzlich werden innerhalb jeder Stufe die drei verschiedenen, in Abschnitt 4.4 entwickelten Dimensionen unterschieden:

- a. *Geographisch-administratives Modell.* Der Schüler unternimmt eine räumliche Einordnung des Internets als System, das sich etwa in bestimmten Ländern oder Regionen der Welt befindet.
- b. *Physikalisch-topologisches Modell.* Der Schüler repräsentiert das Internet durch dessen angenommene physikalische Gestalt, etwa durch miteinander verbundene Computer oder Serveranlagen.
- c. *Logisch-topologisches Modell.* Der Schüler stellt das Internet abstrakt durch seine logische Struktur dar, zum Beispiel als dezentrales Netz oder sternförmigen Graphen mit zentralem Knoten.

Es ist nicht davon auszugehen, dass diese Dimensionen trennscharf sind. Eine Zuordnung einer Zeichnung zu zwei Dimensionen ist daher möglich. Hingegen wird erwartet, dass die zuvor genannten Stufen dem Exklusivitätskriterium genügen, die Bilder also überwiegend eindeutig zuordenbar sind. Als Zugeständnis an die explorative Natur der Untersuchung wird unter Schwächung der Exhaustivität des Systems die Einordnung von Zeichnungen in „keine Kategorie“ gestattet. Dies soll eine anschließende Einschätzung der Anwendbarkeit des Systems ermöglichen. Eine Übersicht des Kategoriensystems findet sich in Tabelle 5.2.



Tab. 5.2. – Übersicht der vier Stufen und drei Dimensionen des Kategoriensystems. Darunter zum Vergleich: die drei Konzeptmodelle nach Kapitel 4.

6. Untersuchungsergebnisse

6.1. Resultate aus den Fragebögen

Insgesamt haben an der Studie 134 Schüler der Jahrgangsstufe 5 teilgenommen, von denen etwa drei Viertel elf Jahre alt waren. Ein Fünftel der Schüler war zehn, zwei Schüler waren zwölf Jahre alt und fünf Schüler machten keine Angabe bezüglich ihres Alters. Unter den 130 teilnehmenden Schülern der Jahrgangsstufe 7 waren über vier Fünftel 13 Jahre alt, und zehn bzw. fünf Prozent hatten ein Alter von zwölf respektive 14 Jahren. Aufgrund der (wie erwartet) sehr hohen Homogenität der Alters wird im Folgenden auf eine über die Jahrgangsstufe hinausgehende Altersdifferenzierung verzichtet.

Weiterhin waren 119 Schüler (45 Prozent der Teilnehmer) weiblichen Geschlechts (Stufe 5: 57 Schülerinnen; Stufe 7: 62 Schülerinnen) und 143 Schüler (54 Prozent) männlichen Geschlechts (Stufe 5: 75 Schüler; Stufe 7: 68 Schüler). Zwei Schüler der Stufe 5 machten keine Angaben zu ihrem Geschlecht. Für die Zwecke der nachfolgenden Betrachtungen ist das Verhältnis von Mädchen zu Jungen folglich als relativ ausgeglichen zu werten.

Insgesamt wurden 104 Schüler der Schule G1 befragt, 54 Schüler von Schule G2, 57 Schüler von Schule G3 sowie 49 Schüler von Schule G4. Eine Übersicht nach Geschlecht und Jahrgangsstufe findet sich in Tabelle 6.1.

In der Jahrgangsstufe 5 gaben jeweils knapp 40 Prozent der Schüler an, das Internet mehrmals wöchentlich respektive täglich zu benutzen. Immerhin gut 20 Prozent der Schüler nutzen das Internet nur ein paar Mal im Monat und gerade einmal zwei Schüler gaben an, das Internet im Wesentlichen nie zu benutzen. In der Jahrgangsstufe 7 sind diese Werte deutlich verschieden: über vier Fünftel der Siebtklässler gaben an, das Internet auf täglicher Basis zu verwenden. 19 Prozent der Schüler der Jahrgangsstufe 7 nutzen das Internet demzufolge mindestens wöchentlich und nur ein einziger Schüler gab an, das Internet seltener, nämlich auf monatlicher Basis, zu verwenden.

In der Jahrgangsstufe 5 spielt das Geschlecht noch eine maßgebliche Rolle für das Nutzungsverhalten. 92 Prozent der Jungen, aber nur 57 Prozent der Mädchen in diesem Alter benutzen das Internet mindestens wöchentlich. Dieser Unterschied ist statistisch

Schule	Geschlecht	Jgst. 5	Jgst. 7	Ges.
G1	weiblich	29	24	53
	männlich	32	19	51
	gesamt	61	43	104
G2	weiblich	7	12	19
	männlich	13	22	35
	gesamt	20	34	54
G3	weiblich	13	11	24
	männlich	15	17	32
	gesamt	28	28	56
G4	weiblich	8	15	23
	männlich	15	10	25
	gesamt	23	25	48

Tab. 6.1. – Übersicht der teilnehmenden Schüler nach Jahrgangsstufe und Geschlecht. Fehlende zu 264: keine Angabe.

hochsignifikant ($\chi^2(3, N = 130) = 25,576, p < 0,001$). In Jahrgangsstufe 7 hingegen hat sich dieser Unterschied weitgehend aufgelöst; 79 Prozent der Mädchen und 82 Prozent der Jungen benutzen das Internet nun täglich. Woher dieser Unterschied stammt, lässt sich anhand des erhobenen Datenmaterials nicht klären. Ergebnisse der KIM-Studie 2014 legen nahe, dass einerseits zwischen dem Alter von zehn und 13 Jahren bei Kindern beiderlei Geschlechts die Nutzung sozialer Internetangebote (Chats, IM, Social Media) drastisch ansteigt und andererseits Jungen früher und in höherem Maße als Mädchen „nicht-soziale“ Funktionen des Internets nutzen (etwa Online-Videospiele spielen). Möglicherweise findet

Nutzungshäuf. Antwort	Jahrgang		Geschlecht		Gesamt	
	5	7	männl.	weibl.	Häuf.	in %
„nie“	2	0	1	1	2	0,8
„monatl.“	28	1	5	24	29	11,1
„wöchentl.“	52	24	43	33	76	29,1
„täglich“	48	105	93	60	153	59,1
Σ	130	130	142	118	260	100,0

Tab. 6.2. – Angaben zur Nutzungshäufigkeit des Internets nach Jahrgangsstufe und Geschlecht. Fehlende zu 264: keine Angabe.

sich hierin eine Erklärung für die beschriebene Diskrepanz.

Ein leichtes Altersgefälle findet sich auch hinsichtlich der Antworten, die Schüler auf die Frage nach den ihnen in der Schule vermittelten Lerninhalten gegeben haben (s. Abschnitt 5.3; eine Übersicht der Antwortzahlen findet sich im Anhang in den Tabellen B.1 und B.2). Jeweils zwischen drei und vier Fünfteln aller Fünftklässler gaben an, im Schulunterricht Anwendungskompetenzen (66 Prozent) oder Gefahrenkompetenzen (61 Prozent) entwickelt bzw. Anwendungserfahrung gesammelt zu haben (72 Prozent). Immerhin ein Zehntel aller Fünftklässler erklärte, durch den Schulunterricht ein systemisches Verständnis des Internets entwickelt zu haben und nur vier Schüler (3 Prozent) gaben an, in der Schule bisher keinerlei Anwendungskontakt mit dem Internet gehabt zu haben.

Im Vergleich gab in der Jahrgangsstufe 7 sogar nur ein einziger Schüler an, bislang in der Schule nicht mit dem Internet in Kontakt gekommen zu sein. Unter den Siebtklässlern ist hingegen insbesondere die Anzahl der Angaben zur erlangten Gefahrenkompetenz (91 Prozent) und zur systemischen Kompetenz (30 Prozent) deutlich höher. Dass der Anteil der Schüler, denen nach eigener Einschätzung in der Schule Wissen über die Gefahren des Internets vermittelt wurde, deutlich höher ist als der Anteil der Schüler, die meinten, in der Schule eine gewisse Anwendungserfahrung gesammelt zu haben (72 Prozent), ist bemerkenswert. Sofern diese Angaben korrekt sind, könnten sie auf eine Diskrepanz zwischen theoretischer Behandlung und Nutzungspraxis des Internets hindeuten. Wohlgedacht reflektieren die Antworten auf diese Frage allerdings die subjektive Einschätzung der schulischen Inhalte durch die Schüler, keine curricularen Tatsachen. Positiv festzuhalten ist in jedem Fall, dass sich über alle vier untersuchten Schulen hinweg neun von zehn befragten Schülern durch den Schulunterricht gut über Gefahren und Probleme des Internets aufgeklärt fühlen.

Sehr deutliche Unterschiede treten im Vergleich der verschiedenen Gymnasien zutage. Während an den Schulen G1 und G4, in denen in Stufe 7 kein Informatikunterricht angeboten wird, 0 Prozent bzw. 12 Prozent der Siebtklässler angaben, im Unterricht Gestalt und Arbeitsweise des Internets kennengelernt zu haben, sind es an Schule G3 immerhin 25 Prozent. An Schule G2, in der als einzigem untersuchten Gymnasium das Internet umfänglich als eigenständiges Thema des Informatikunterrichts der Jahrgangsstufe 7 behandelt wird, gaben über 85 Prozent der Siebtklässler an, im Unterricht ein systemisches Verständnis des Internets entwickelt zu haben.

Von den vier möglichen positiven Antworten zur Kompetenzentwicklung im Umgang mit dem Internet (Antworten 1 bis 4) kreuzten die Siebtklässler der Schule G2 im Durchschnitt 3,2 Antworten an, gefolgt von ihren Altersgenossen in Schule G3 (2,9 Antworten) und weit

Jgst.	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	Σ	\bar{x}	σ_x
5	18	2	55	3	46	1	3	0	2	130	2,3	0,81
7	7	1	43	9	56	3	8	1	1	129	2,6	0,75
Ges.	25	3	98	12	102	4	11	1	3	259	2,5	0,79

Tab. 6.3. – Selbsteinschätzung der Schüler zur eigenen Internetkompetenz

führend vor Schülern der Jahrgangsstufe 7 an den Schulen G1 (1,9 Antworten) und G4 (2,3 Antworten). Diese Unterschiede machen sich erst am Ende der siebten Jahrgangsstufe bemerkbar. Die durchschnittliche Zahl positiver Antworten von Fünftklässlern auf diese Frage liegt bei 2,0 (G1), 2,3 (G2), 2,2 (G3) bzw. 2,0 (G4), also sehr nahe beieinander. Größere Unterschiede in der Einschätzung der Schüler hinsichtlich ihrer schulischen Kompetenzentwicklung auf diesem Gebiet manifestieren sich also offenbar erst in Folge eines fortgeschrittenen Informatikunterrichts der siebten Jahrgangsstufe.

Die letzte Frage des Bogens verlangte von den Schülern eine zusammenfassende Einschätzung ihrer eigenen Internetkompetenz. Während die Antwortoptionen ursprünglich als fünfstufige Likert-Skala (sehr gut – gut – mittelmäßig – nicht sehr gut – schlecht) entworfen worden waren, zeigte sich bei der Auswertung, dass gut ein Zehntel der Schüler ihre Kreuze exakt zwischen zwei Antwortkästen gesetzt hatten, um sich selbst als zwischen zwei Stufen stehend einzuordnen. In der Annahme, dass die Schüler die Antworten folglich als annähernd äquidistant interpretierten und um die Zwischenantworten für die Auswertung zu erhalten, wurden alle Antworten auf einer diskreten Intervallskala zwischen 1 (sehr gut) und 5 (schlecht) mit Schrittweite 0,5 kodiert. Zu Darstellungszwecken und für Signifikanzanalysen werden nicht-ganze Werte durch Abrundung kumuliert, um statistische Verzerrungen zu vermeiden. Eine Übersicht findet sich in Tabelle 6.3 sowie Abbildung 6.1.

Auffallend ist, dass die Siebtklässler ihre Internetkompetenz insgesamt niedriger einschätzen als Fünftklässler. Dieses Resultat scheint signifikant (MWW-Test, $p < 0,05$; allerdings sind die Stichproben nicht randomisiert). Eine Erklärung hierfür ist auf Basis der Datengrundlage nicht möglich. Als positive Beobachtung ist festzuhalten, dass nur eine sehr kleine Minderheit aller befragten Schüler ihre Internetkenntnisse für völlig unzulänglich hält.

Generell kann zudem festgestellt werden, dass Jungen unabhängig vom Alter ihre Internetkompetenz signifikant besser einschätzen als Mädchen ($\chi^2(4, N = 259) = 11,6$, $p < 0,05$; s. auch Tabelle 6.4). Dies ist bemerkenswert, lässt es doch auf ein geringeres Ver-

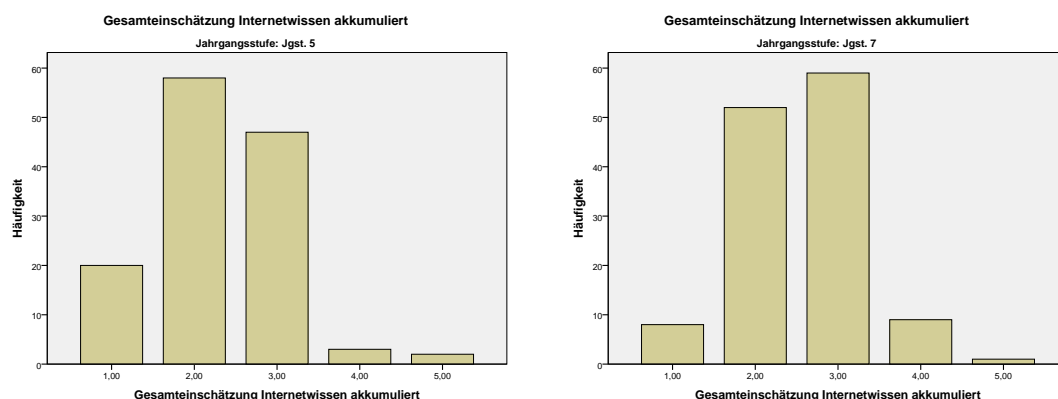


Abb. 6.1. – Kumulierte Antworten: Selbsteinschätzung zur Internetkompetenz in den Jgst. 5 und 7. Fehlende zu 264: keine Angabe.

Einschätzung (akk.)	weiblich	männlich
1	6	22
2	46	64
3	55	51
4	8	4
5	2	1

Tab. 6.4. – Selbsteinschätzung zur Internetkompetenz (akk.) nach Geschlecht

trauen der Mädchen in ihre eigene informatisch-technische Kompetenz schließen. Inwiefern diese Selbsteinschätzung der Schülerinnen gerechtfertigt ist, soll anhand vergleichender Betrachtungen der Zeichnungen von Jungen und Mädchen in Abschnitt 6.2 erkundet werden.

Im Gegensatz zum Geschlecht spielt die Schule keine bedeutende Rolle bei der Selbsteinschätzung der Schüler – weder insgesamt noch getrennt nach Jahrgangsstufen. Dies erscheint überraschend vor dem Hintergrund, dass die Schüler in Einklang mit dem jeweiligen schulinternen Curriculum sehr unterschiedliche Angaben zum eigenen Kompetenzerwerb machten und insbesondere ein sehr großer Anteil der G2-Schüler am Ende der siebten Jahrgangsstufe angab, durch den Schulunterricht ein gewisses systemisches Verständnis des Internets entwickelt zu haben. Der empfundene Lernerfolg schlägt jedoch offenbar nicht auf die zusammenfassende Bewertung durch. Möglicherweise beruht diese Beurteilung auf der Empfindung, durch den Schulunterricht zwar ein partiell detailliertes Wissen der Funktionsweise, jedoch kein übergeordnetes Verständnis der Gesamtstruktur

des Internets gewonnen zu haben.

Einige Indizien für diese Interpretation lassen sich bei der Betrachtung der Modellzeichnungen der Schüler finden.

6.2. Resultate aus den Zeichnungen

6.2.1. Ergebnisse der Kategorisierung

Die Auswertung und Zuordnung der Zeichnungen zu den einzelnen Stufen und Dimensionen erfolgte simultan und voneinander unabhängig durch den Autor und eine weitere, an der Studie unbeteiligte Raterin im Anschluss an eine Einweisung und gemeinsame Diskussion des dargestellten Kategoriensystems. Dieses Verfahren sollte ein akzeptables Maß an Auswertungsobjektivität garantieren. Jeweils nach Auswertung von einem bzw. von zwei Dritteln aller Zeichnungen geschah eine Aussprache über Unstimmigkeiten der Bewertung. Im Anschluss an diese Diskussion erfolgte eine weitere Bewertung der Zeichnungen. Maßgeblich für die kategorische Einschätzung waren jeweils die Zeichnungen; nur im Falle unsicherer Zuordnungen bei uneindeutigen oder schwer verständlichen Bildern wurde zusätzlich die textuelle Beschreibung der Schüler hinzugezogen.

Die ursprüngliche Übereinstimmung beider Rater über alle Zeichnungen beträgt 0,86 bezüglich der Stufen sowie 0,85 bezüglich der Dimensionen. Für die Stufen ergibt sich ein nichtgewichteter Wert von Cohens Kappa zu $\kappa = 0,76$. Nach Aussprache und erneuter Bewertung beträgt die Gesamtübereinstimmung in Stufen und Dimensionen 0,96 und für die Stufen ergibt sich ein Kappa-Wert von $\kappa = 0,93$. Die verbliebenen vier Prozent aller Fälle wurden für die weitere Untersuchung in eine eigene Kategorie „kein Konsens“ eingeordnet.

Nach Bortz & Döring (2006, S. 199) gilt für die hohen statistischen Anforderungen explanativer Untersuchungen ein Übereinstimmungswert von 0,8 als akzeptabel und ein Wert von 0,9 als hoch; Anforderungen an explorative Studien sind geringer. Nach Landis & Koch (1977) gilt ein κ -Wert von 0,41 bis 0,6 als moderat, ein Wert von 0,61 bis 0,8 als substantiell und ein Wert von 0,81 bis 1,0 als nahezu perfekt. Die Interrater-Reliabilität darf somit in dieser Studie als sehr gut eingeschätzt werden.

Während sich das Kategoriensystem bei der Einordnung der Schülerzeichnungen als insgesamt recht leistungsfähig erwies, wurde im Laufe der Erstbewertung die Notwendigkeit einer induktiven Ergänzung einer zusätzlichen ranghohen Kategorie deutlich. Diese im Weiteren als *Partiell* (P) bezeichnete Kategorie beschreibt Zeichnungen mentaler Modelle,

Kateg.	H (Ges.)	% (Ges.)	H (Jg. 5)	% (Jg. 5)	H (Jg. 7)	% (Jg. 7)
k. Kons.	11	4,2	5	3,7	6	4,6
k. Kat.	13	4,9	11	8,2	2	1,6
1	152	57,6	95	70,9	57	43,8
2	44	16,7	13	9,7	31	23,8
3	30	11,4	9	6,7	21	16,2
4	6	2,3	0	0,0	6	4,6
P	8	3,0	1	0,7	7	5,4
Σ	264	100,0	134	100,0	130	100,0

Tab. 6.5. – Ausgewertete Kategorien aller Schüler sowie getrennt nach Jahrgangsstufen 5 und 7, jeweils in Häufigkeit und prozentual

die auf ein partiell hochentwickeltes Verständnis des Internets hindeuten, dabei jedoch nur einen kleinen Teilausschnitt des Internets beschreiben (etwa die IP-basierte Kommunikation eines einzelnen Computers mit einem entfernten Server). Die Implikationen dieser Kategorie werden weiter unten näher beschrieben.

Zeichnungen, die „keiner Kategorie“ zugeordnet wurden, sind überwiegend nicht-modellhafte Abgaben (leere oder ausschließlich mit Text versehene Abgaben sowie Zeichnungen, die keinen in irgendeiner Weise erkennbaren informatischen Gehalt haben).

In Tabelle 6.5 findet sich eine Übersicht aller Kategorien und der jeweiligen Anzahl der ihr zugeordneten Zeichnungen insgesamt sowie getrennt nach Jahrgangsstufen. Es wird deutlich, dass in den Jahrgangsstufen 5 und 7 jeweils die Mehrheit der befragten Schüler ein initiales bzw. naives mentales Modell des Internets pflegt. Allerdings ist dieser Anteil bei den Siebtklässlern hochsignifikant geringer als bei den Fünftklässlern (unter Zusammenfassung von „k. Kons.“ und „k. Kat.“ sowie „4“ und „P“ ist $\chi^2(4, N = 264) = 34,6$, $p < 0,001$). Nur 16 Prozent der Fünftklässler, aber 40 Prozent der Siebtklässler zeichneten Vorstellungen des Internets, die konsistent sind mit entwickelten, halbwissenschaftlichen („synthetischen“) mentalen Modellen, und immerhin jeder zehnte Schüler der Jahrgangsstufe 7 besitzt ein partiell (P) oder generell (4) hochentwickeltes, bisweilen konzeptartiges Modell des Internets.

Hinsichtlich der drei Dimensionen ergibt sich das folgende Bild: 232 der 264 abgegebenen Zeichnungen (88 Prozent) wurden im Rating-Prozess einer oder ggf. zwei Dimensionen zugeordnet. Keine dimensionale Einordnung erhielten Zeichnungen, die den Gruppen „keine Kategorie“, „kein Konsens“ sowie „Partiell“ zugeordnet wurden.

Wie in der Übersicht in Tabelle 6.6 zu erkennen, wurde nur einem Zehntel der Zeichnun-

Dimension	Einstufung		
	Häuf.	in %	% der Fälle
a: geographisch-administrativ	65	25,4	28,0
b: physikalisch-topologisch	79	30,9	34,1
c: logisch-topologisch	112	43,8	48,3
Σ	256	100,0	110,3

Tab. 6.6. – Übersicht der Einstufung der Zeichnungen in Dimensionen

		Dimension			Anz. Schüler
		a	b	c	
Stufe	1	36	57	79	152
	2	17	8	20	44
	3	9	13	11	29
	4	3	1	2	6
Σ		65	79	112	232

Tab. 6.7. – Gesamtübersicht der kategoriellen Einordnung in Stufen und Dimensionen des ursprünglichen Kategoriensystems; rechts daneben: die Anzahl der Schüler mit Zeichnungen dieser Stufe. Da eine Zeichnung ggf. mehreren Dimensionen zugeordnet ist, summieren die Zeilen nicht auf.

gen zwei Dimensionen zugeordnet. Zusammen mit der hohen Interrater-Übereinstimmung hinsichtlich der Dimensionen lässt dies auf eine eher hohe Trennschärfe der Dimensionen schließen und legt die Vermutung nahe, dass die Schüler insgesamt überwiegend dimensional eng umrissene mentale Modelle besitzen und diese konsistent verwenden.

Tabelle 6.7 zeigt die Dimensionen differenziert nach den vier ursprünglichen Stufen des Kategoriensystems. Die hohe Zahl von 79 Zeichnungen der Stufe 1c deutet darauf hin, dass unter den initialen mentalen Modellen die Identifikation des Internets mit den graphischen Benutzeroberflächen seiner Web-Anwendungen besonders verbreitet ist. Dies manifestiert sich auch darin, dass vor allem unter den Fünftklässlern Vorstellungen der Dimension c prävalent sind (70 Zählungen; im Vergleich Dimension a: 21, Dimension b: 40). Bei den Siebtklässlern hingegen treten die Dimensionen a bis c ungefähr in gleicher Stärke auf (44, 39 respektive 42 Zählungen).

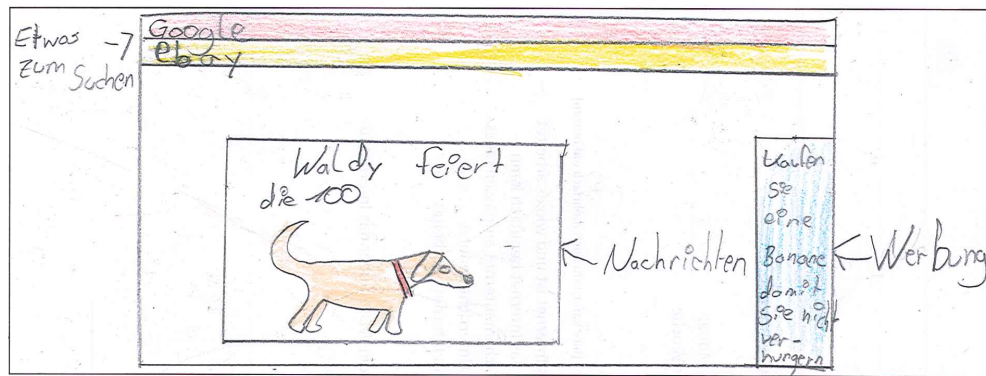


Abb. 6.2. – Zeichnung der Kategorie 1c der Fünftklässlerin G4-L1-S14. Bildunterschrift: „Das Internett. An unserem PC sieht so die Startseite vom Internett [sic]. Nachrichten, Werbung, google oder ebay...“

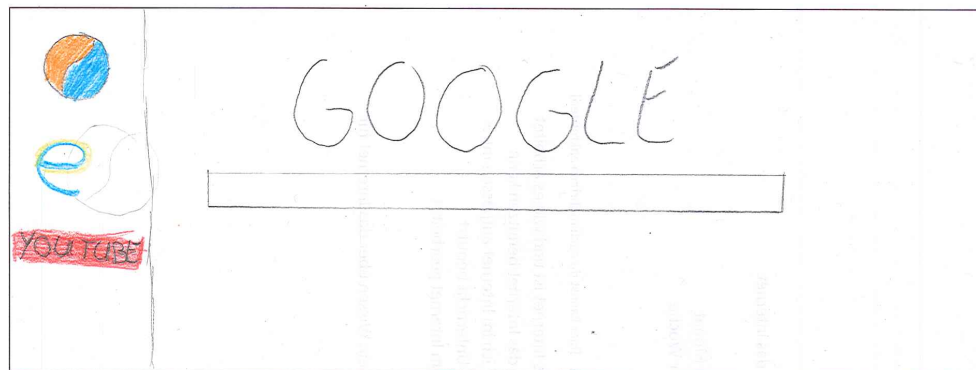


Abb. 6.3. – Zeichnung der Kategorie 1c der Siebtklässlerin G1-L2-S04. Bildunterschrift: „Mozilla Firefox, Internet Explora [sic], YouTube und Google verbinde ich mit dem Internet.“

6.2.2. Vorstellung typischer Schülerzeichnungen

Zwei typische Beispiele der meistdargestellten Kategorie 1c sind in den Abbildungen 6.2 und 6.3 zu sehen. Schüler mit mentalen Modellen aus dieser Kategorie zeichnen üblicherweise die Benutzeroberflächen bekannter oder vielgenutzter Webseiten (besonders häufig wurde die Suchleiste der Suchmaschine Google gezeichnet) oder skizzieren Firmenlogos großer Unternehmen wie Google, Facebook, Yahoo oder Youtube. Dies spiegelt die rein anwendungsorientierte Perspektive von Schülern mit mentalen Modellen der Stufe 1 wider.

Anders als Schüler, die das Internet mit den graphischen Oberflächen seiner Anwendungen gleichsetzten, identifizierten Schüler mit mentalen Modellen der Kategorie 1b

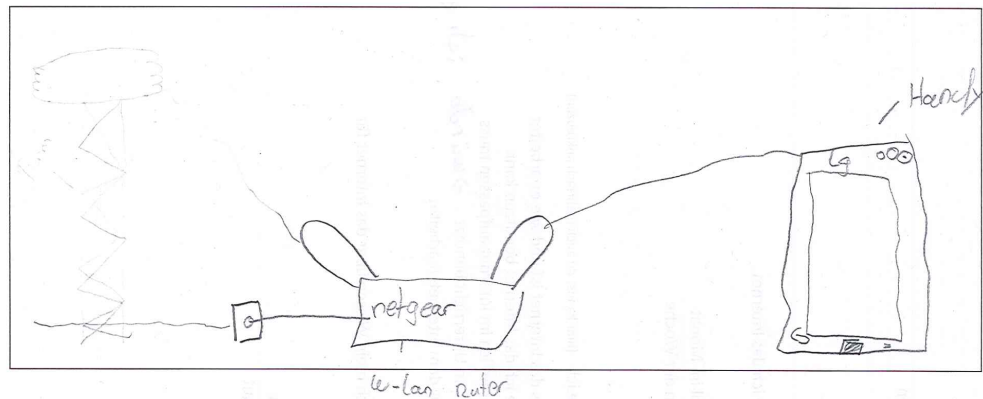


Abb. 6.4. – Zeichnung der Kategorie 1b des Siebtklässlers G1-L2-S02. Bildunterschrift: „Ein langes Kabel kommt bei uns aus der Steckdose (Glasfaser netz) und ist verbunden mit mein [sic] Wlan Ruter und sendet es weiter an mein Handy etc.“

das Internet mit den technischen Geräten, die den Internetzugriff ermöglichen, wie in Abbildung 6.4 zu sehen ist. Charakteristisch für diesen Typus sind mithin Auffassungen, das Internet sei „im Gerät selbst“ oder komme (über Wellen oder Kabel) in das internettragende Gerät hinein.

Schüler, die mentale Modelle der Kategorie 1a verwenden, bildeten typischerweise mehr oder weniger eindeutig räumlich lokalisierte Internethäuser oder -hallen ab und zeichneten kabelgebundene oder Funkübertragungen, die ihr eigenes Endgerät mit diesen monolithischen Internetbauten verbanden. Ein typischer Vertreter ist in Abbildung 6.5 dargestellt.

Eine Reihe von Abbildungen zeigt das Internet als eine (unsichtbare) Struktur im Himmel. In anderen Abbildungen erklären die Schüler die mysteriöse Verbindung zwischen den eigenen internetfähigen Geräten und dem „System/Datenspeicher Internet“ über (ebenfalls im Himmel befindliche) Satelliten. Einige Schüler gehen so weit, das Internet generell in einem großen Satelliten zu verorten (dies wird noch deutlicher in den Äußerungen einiger Schüler in den Interviews; vgl. dazu Abschnitt 6.3).

Ein unmittelbares Verständnis für die Existenz zahlreicher weiterer Internetnutzer war in allen Zeichnungen der Stufe 1 nicht zu erkennen.

Dies stellt sich deutlich anders dar bei Schülern, die Modelle der Stufe 2 nutzen, um sich den Aufbau des Internets zu erklären. Schüler auf dieser Stufe haben bereits einen Begriff von der Interkonnektivität des Internets und seiner Vielzahl von Nutzern. Sie stellen das Internet daher als ein Netz dar, dessen einzelne Knoten – ggf. in Form von

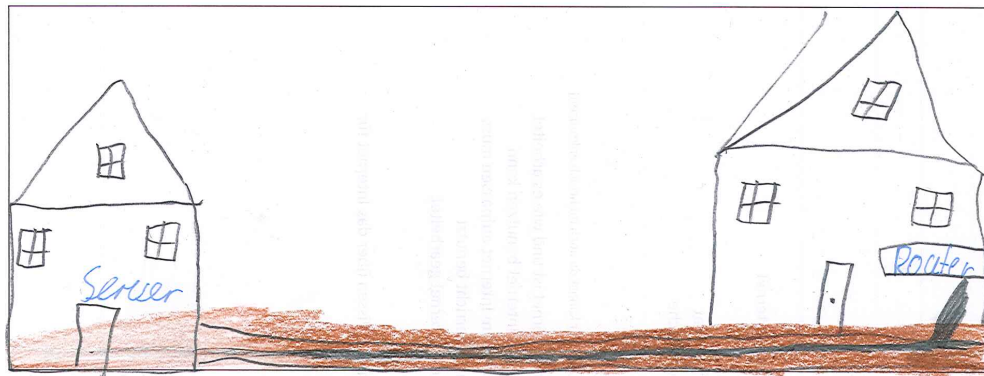


Abb. 6.5. – Zeichnung der Kategorie 1a des Siebtklässlers G1-L3-S22. Bildunterschrift: „das im linken Haus Internet produziert wird [...] und dass im rechten Haus das Internet in den Router durch Kabel die durch den Boden gehen hineingeschickt wird. [...]“

Computern oder der Nutzer selbst – über eine direkte Leitung mit jedem anderen oder doch zumindest den meisten anderen Knoten des Netzes verbunden sind. Zwei typische Beispiele für diese Stufe sind in den Abbildungen 6.6 und 6.7 zu sehen.

Charakteristisch für alle Zeichnungen, die mentale Modelle der Stufe 2 repräsentieren, ist die ganz weitgehende Strukturlosigkeit des Netzes und das Fehlen jeglicher physischer oder logischer Zwischeninstanzen in der Verbindung zweier Nutzer oder Endgeräte. Dies unterscheidet Schüler mit Modellen der Stufe 2 von jenen, die mit Modellen der Stufe 3 operieren. Auf dieser Stufe stellen die Schüler sich das Internet als ein sternförmiges, zentral administriertes Netz vor. Existieren Teilnetze, so sind diese einem Hauptknoten eindeutig hierarchisch untergeordnet. Als beispielhaft hierfür können die Zeichnungen in den Abbildungen 6.8 und 6.9 angesehen werden. Der Zentralknoten wird dabei teilweise als Informationsspeicher und teilweise nur als Vermittlungsknoten angesehen.

Die Stufen des Kategoriensystems haben sich im Zuge des Rating-Prozesses als weitgehend trennscharf herausgestellt. Allerdings sind in drei einzelnen Fällen, die überwiegend Merkmale der Stufe 2 aufweisen und dementsprechend eingeordnet wurden, nach übereinstimmender Meinung der Rater auch deutliche Charakteristika der Stufe 3 zu erkennen. Zwei der drei Zeichnungen sind in den Abbildungen 6.10 und 6.11 dargestellt.

Die drei beschriebenen Bilder eines „Zwischenmodells“ zeichnen sich dadurch aus, eine Vollverknüpfung aller Rechner zu zeigen, aber zusätzlich einen zentralen Informationsspeicher bzw. eine Hauptzentrale abzubilden. Möglicherweise gelingt auf diese Weise eine Vereinbarung eines mentalen Modells der Stufe 2 mit der Erkenntnis, dass nicht die Daten sämtlicher Informationen des Internets ausschließlich auf privaten Computern liegen

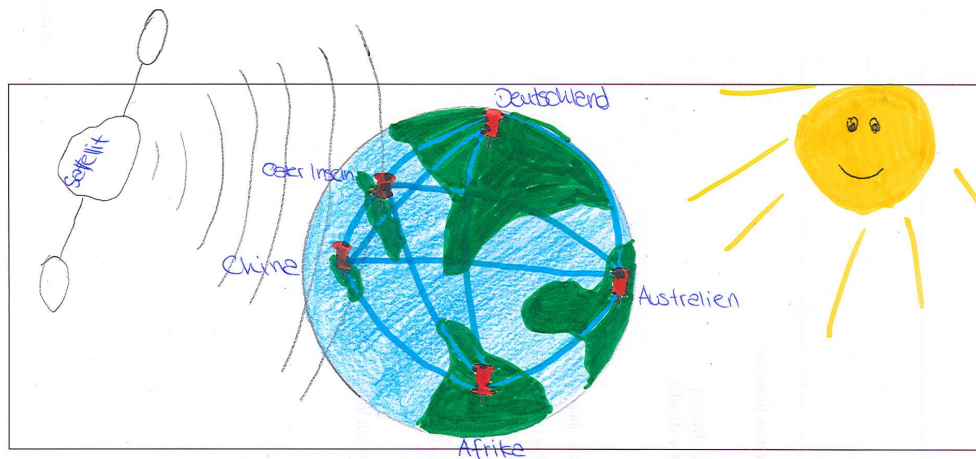


Abb. 6.6. – Zeichnung der Kategorie 2a der Siebtklässlerin G1-L3-S10. Bildunterschrift: „Das Internet verbindet uns alle. Mit dem PC oder dem Laptop kann man überallhin googeln/schreiben.“

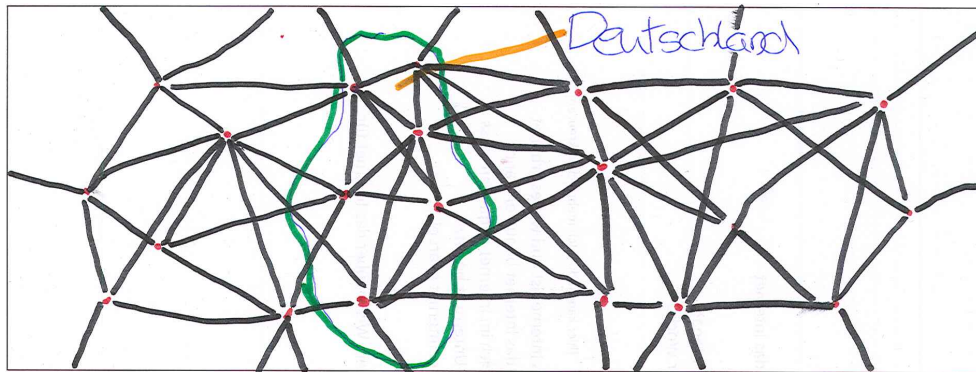


Abb. 6.7. – Zeichnung der Kategorie 2c der Siebtklässlerin G1-L3-S09. Bildunterschrift: „Das soll die einzelnen Internetverbindungen oder Internetwege darstellen. Nachrichten, Fragen usw. gehen durch die ganze Welt.“

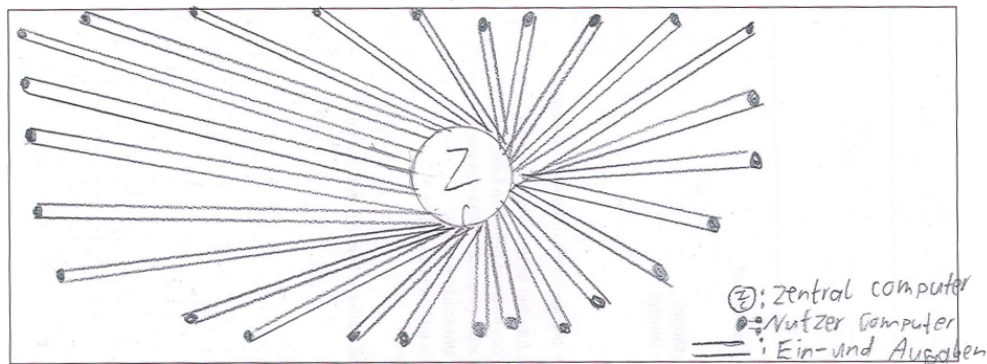


Abb. 6.8. – Zeichnung der Kategorie 3c des Fünftklässlers G3-L2-S22. Keine Bildunterschrift.

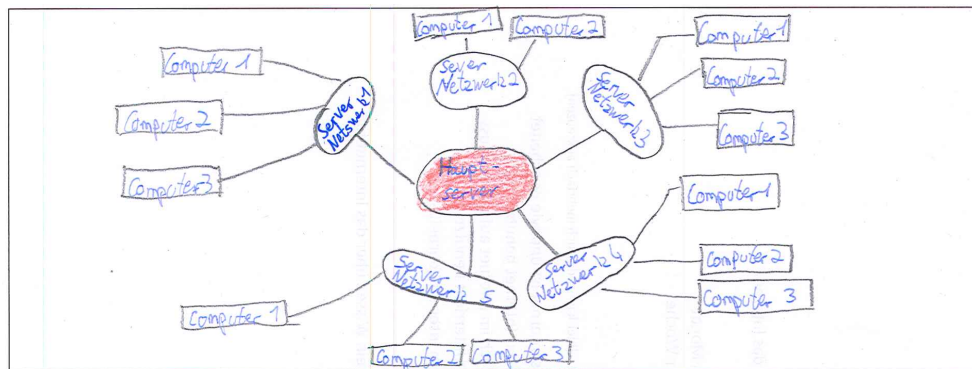


Abb. 6.9. – Zeichnung der Kategorie 3b des Siebtklässlers G2-L3-S01. Bildunterschrift: „Ich habe einen Hauptserver gezeichnet an dem 5 Netzwerke hängen“.

können. Das beschriebene Modell kann folglich als Übergangsmodell der Stufe 2 in die Stufe 3 verstanden werden.

An letzter Stelle stehen im ursprünglich entwickelten Kategoriensystem mentale Modelle der Stufe 4. Schüler, die dieses kognitiv fortgeschrittene Modellverständnis entwickelt haben, stellen das Internet als ein modulares, partiell hierarchisches Netz dar. Nur sechs Schüler haben in der vorliegenden Untersuchung in ihrer Zeichnung die Verwendung eines derart hochentwickelten mentalen Modells unter Beweis gestellt; zwei Beispiele für diese Stufe sind in den Abbildungen 6.12 und 6.13 zu sehen.

Zusätzlich zu den sechs Schülern, die ein mentales Modell der Stufe 4 nutzen, wurden die Zeichnungen von weiteren acht Schülern in eine Kategorie P eingeordnet. Schüler dieser ergänzten Kategorie bewiesen durch ihre Zeichnung ein partiell sehr detailliertes und hochentwickeltes Verständnis der Funktionsabläufe im Internet, indem sie etwa wie

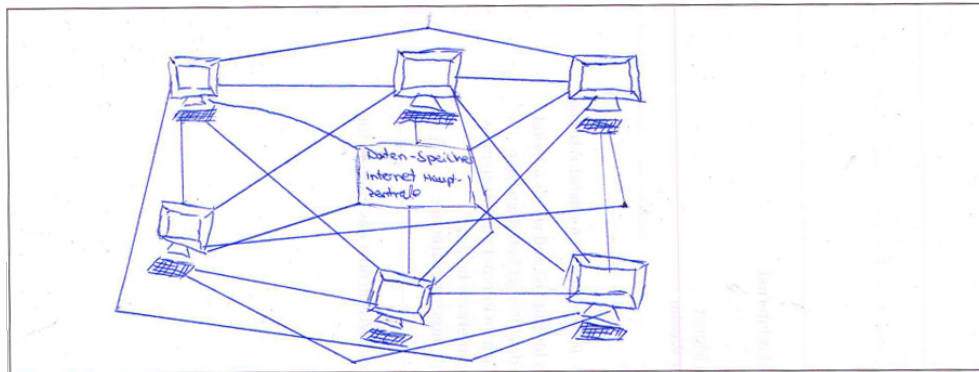


Abb. 6.10. – Zeichnung des Siebtklässlers G3-L1-S30. Das Modell der Stufe 2 trägt Züge der Stufe 3. Bildunterschrift: „Das Internet ist mit jedem Computer verbunden, jeder Computer ist so auch mit jedem Computer verbunden. Alles ist in sich vernetzt.“

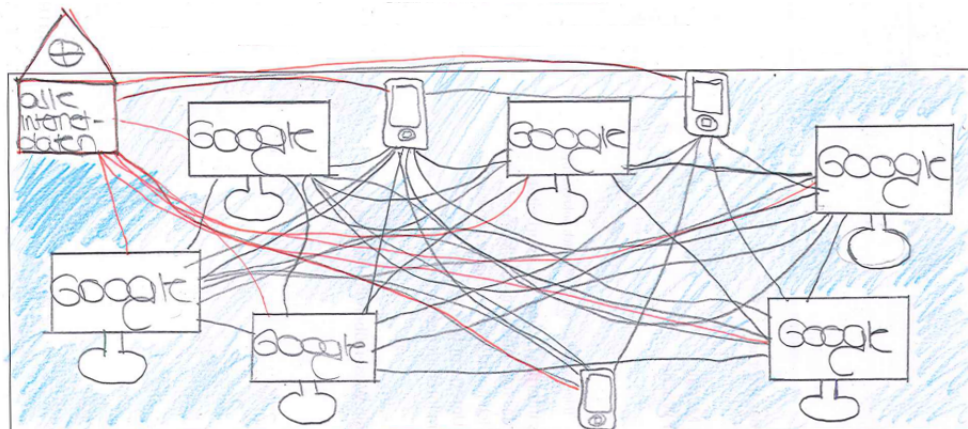


Abb. 6.11. – Zeichnung der Siebtklässlerin G3-L1-S06. Das Modell der Stufe 2 trägt Züge der Stufe 3. Bildunterschrift: „dass alle Computer und Handys durch das Internet miteinander verbunden sind. Außerdem gibt es ein (Haus), indem [sic] alle Internetdaten gespeichert werden.“

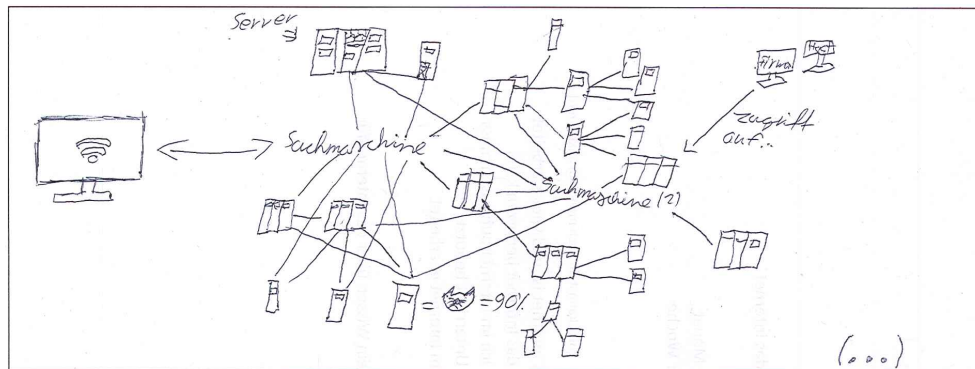


Abb. 6.12. – Zeichnung der Kategorie 4b des Siebtklässlers G1-L2-S10. Bildunterschrift: „Die Verbindungen aller Server. Die, die auf die Server zugreifen.“

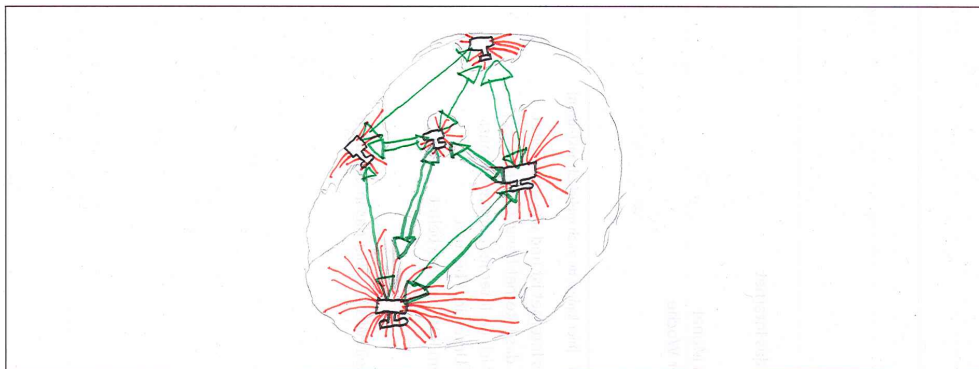


Abb. 6.13. – Zeichnung der Kategorie 4a des Siebtklässlers G3-L1-S11. Bildunterschrift: „Die Erde, auf der mehrere Zentralrechner (schwarz) verbunden sind (grün). Durch diese Verbindungen wird das Internet übertragen und auf die kleinen „Haus-“PC's weitergeleitet (rot). Die Daten werden wieder an die Zentralrechner gegeben.“

in Abbildung 6.14 den schematischen Ablauf einer Serverabfrage reproduzierten.

Jedoch lässt sich aus diesen Zeichnungen nicht entnehmen, wie die Schüler das Internet als Ganzes mental repräsentieren. Auch eine fachwissenschaftlich korrekte Ablaufbeschreibung einer Suchanfrage mit einer Internet-Suchmaschine ist prinzipiell kompatibel mit dem Zentralkonnektivitäts-Modell der Stufe 3 und könnte von einem Schüler derart begriffen werden, dass jede Suchanfrage über den Zentralserver des Internets abgewickelt wird. Aus diesem Grund wurde für solche Zeichnungen eine separate Kategorie entworfen.

Im Rahmen der Interviews war es möglich, zumindest einen Eindruck davon zu gewinnen, welche übergeordneten Mentalmodelle des Internets Schüler mit partiell sehr fortgeschrittenen Internetkenntnissen verwenden. Die gewonnen Erkenntnisse werden in Abschnitt 6.3 eingehender diskutiert.

		Geschl. (Ges.)		Geschl. (St. 5)		Geschl. (St. 7)	
		männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.
Stufe	k. Kons.	8	3	4	1	4	2
	k. Kat.	11	2	10	1	1	1
	1	76	75	48	46	28	29
	2	21	23	7	6	14	17
	3	17	12	5	3	12	9
	4	4	2	0	0	4	2
	P	6	2	1	0	5	2
Σ		143	119	75	57	68	62

Tab. 6.8. – Ausgewertete Modellstufen nach Geschlecht

Stufe	Selbsteinschätzung				
	1	2	3	4	5
k. Kons.	1	5	4	1	0
k. Kat.	1	6	5	0	0
1	17	59	67	6	2
2	3	22	14	3	0
3	2	15	10	2	0
4	1	1	4	0	0
P	3	2	2	0	1
Σ	28	110	106	12	3

Tab. 6.9. – Die Modellstufe der Schüler im Vergleich zu ihrer Selbsteinschätzung hinsichtlich ihrer Internetkompetenz

zuzuordnen sind, während vier von sechs Schülern mit einem mentalen Modell der Stufe 4 sich selbst als nur „mittelmäßige“ Internetkenner einschätzten. Generell ließ sich keinerlei Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen erkennen.

Auch eine statistische Relation zwischen der Internet-Nutzungshäufigkeit und der Modellstufe ließ sich nicht ausmachen. Dies war aber schon deshalb nicht zu erwarten, weil das Nutzungsverhalten nur sehr grob erfasst wurde und ein Großteil der Schüler angab, täglich Umgang mit dem Internet zu haben. Eine Untersuchung der Beziehung von Modellstufe und Internetnutzung würde eine detaillierte Erfassung des Nutzungsverhaltens notwendig machen. Für eine Zusammenhangsanalyse fehlt daher an dieser Stelle die Datengrundlage.

Zuletzt soll die Modellstufe in Relation zu den einzelnen Schulen betrachtet werden (s. Tabelle B.3 im Anhang). Mögliche Erkenntnisse in dieser Hinsicht sind von besonderem Interesse, da die vier Gymnasien, wie eingangs beschrieben, sehr unterschiedliche Ansätze für den Informatikunterricht in den Stufen 5 bis 7 implementiert haben. Aufgrund der je Schule geringeren Fallzahlen sind diese Resultate jedoch mit Vorsicht zu betrachten.

Am Ende der Jahrgangsstufe 5 dominieren bei den Schülern aller vier Gymnasien noch mentale Modelle der Stufe 1. Die Anteilswerte liegen hier bei 50 und 69 Prozent für die Schulen G2 und G3 sowie 75 und 79 Prozent in den Schulen G1 und G4. Immerhin ein Viertel der G2-Schüler und ein Drittel der G3-Schüler verwendet Modelle der Stufen 2 oder 3, im Vergleich zu 13 Prozent der G1-Schüler. Kein Fünftklässler der Schule G4 nutzt ein Modell mit höherer Stufe als 1. Tatsächlich ist G4 auch die einzige Schule mit keinerlei informatischem Unterricht in der Jgst. 5 – möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang.

Dieses Bild verstärkt sich in der Jahrgangsstufe 7. An den Schulen G1 und G4, die in der siebten Klasse keinen Informatikunterricht anbieten, halten immer noch jeweils gut die Hälfte der Schüler Mentalmodelle der Stufe 1. 44 Prozent der G4-Siebtklässler und 40 Prozent der G1-Siebtklässler nutzen Modelle der Stufen 2 und 3 und immerhin sieben Prozent der G1-Schüler dieser Jahrgangsstufe nutzen ein Modell vom Niveau 4 oder P. An den Schulen G2 und G3, die ein Informatikcurriculum für die Stufe 7 besitzen, weist nur jeweils etwa ein Drittel der Schüler ein Mentalmodell des Internets der Stufe 1 auf. Hingegen liegt der Anteil der Modellstufen 2 und 3 bei 32 Prozent (G2) bzw. 46 Prozent (G3) und der Anteil der Stufen 4 und P sogar bei 18 Prozent (G2) bzw. 14 Prozent (G3).

Nach Trennung in Jahrgangsstufen, Schulen und Modellstufen sind die jeweiligen Fallzahlen zu gering, um die Daten einer seriösen statistischen Zusammenhangsanalyse zu unterwerfen. Es drängen sich dennoch zwei Beobachtungen auf: erstens ist der Anteil höherstufiger Mentalmodelle unter Siebtklässlern schulunabhängig größer als unter Fünftklässlern. Dies weist auf eine hohe Bedeutung des Alters für die Komplexität verwendeter mentaler Modelle hin und steht im Einklang sowohl mit grundlegenden kognitionspsychologischen Erkenntnissen zu mentalen Modellen als auch mit bisherigen empirischen Resultaten zu Internetkonzepten, etwa bei Yan (2005).

Zweitens jedoch scheint auch die Präsenz eines Informatikunterrichts die Konzeptualisierung fortgeschrittener mentaler Modelle des Internets deutlich positiv zu beeinflussen. Zumindest lässt sich in den untersuchten Schulklassen ein solcher Trend ausmachen. Ein Zusammenhang in dieser Hinsicht wäre keineswegs selbstverständlich: im Schulunterricht gelehrt Wissen und vermittelte Kompetenzen können den Schülern lediglich als Fragmente dienen, aus denen sie ein fortgeschrittenes mentales Modell formen, das

ihnen ein ganzheitliches Verständnis des Systems Internet erlaubt. Ein Automatismus hierfür existiert jedoch nicht und der Prozess der Modellbildung ist im Allgemeinen schwer nachzuhalten.

Durch eine eingehendere inhaltliche Befragung ausgewählter Schüler ließen sich im Rahmen dieser Studie zumindest Anhaltspunkte dafür finden, welche Wege und Irrwege die Schüler bei der Konstruktion ihrer mentalen Modelle des Internets gehen.

6.3. Resultate aus den Interviews

Eine erste wesentliche Erkenntnis aus den Befragungen ist, dass viele Schüler durchaus sehr konkrete und plastische Vorstellungen ihrer mentalen Modelle pflegen. Die Antworten der Schüler schienen keine spontane Erfindung zu sein, sondern relativ sicher aus den zugrunde liegenden mentalen Modellen erzeugt zu werden. Entsprechend waren die Antworten eines jeden Schülers über den Verlauf des gesamten Interviews zumeist kohärent und innerhalb des verwendeten Modells logisch.

Beispielsweise schildert Schüler G1-L1-S17 seine Vorstellung des Internets wie folgt (Anhang D.2):

Äm, also ich hätt halt auch son Hohlraum, außen von mir sind so etwa– so kleine Rohre, manchmal sind se auch dicker, weil: da kommen halt Dateien raus, und dann fließen sie halt in diesen Hohlraum, und in diesem Hohlraum steht son, son, so ne etwas größere Säule, und diese Säule, ähm, da kommen halt alle Dateien rein, werden– werden kopiert, und dann dreht das sich auch und verschickt das dann halt an die benötigten Rohre zu.

S17 begreift das Internet also als einen großen Hohlraum mit einer Mittelsäule, die Daten durch Rohre verteilt. Auch zur Innenansicht dieses Säulenraums hat S17 konkrete Ideen. Im Vorbeiflug sähe er:

dass so ne Riesensäule vor mir ist. Dann ma- äh, son Raum, und das halt alles so richtig hart elektronisch is, und, ja, alles so mit so, ähm, so so blauen Elek- Elektrowänden. Und die Säule ist halt auch mit so ner blauen Wand umhüllt und innen drin sind halt nur Kabel.

Das Internet wird hier einschließlich seiner farblichen Gestaltung sehr detailliert beschrieben. Und tatsächlich scheint der säulengestützte Hohlraum ein wiederkehrendes Motiv in den Schülervorstellungen zu sein. Zumindest lassen einige Zeichnungen diese Deutung in der Respektive zu (siehe Abbildung 6.15). Es ist möglich, dass die relativ

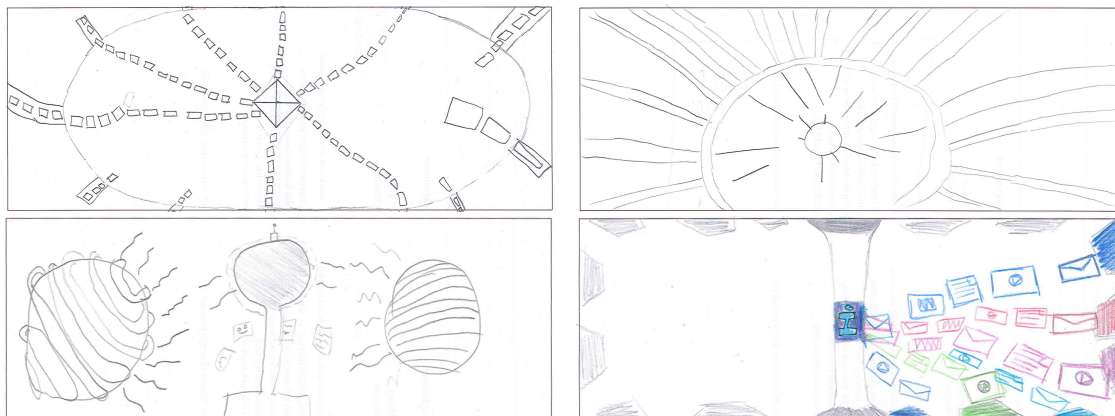


Abb. 6.15. – Das Internet als säulengetragener Raum. Zeichnungen von G1-L1-S16, G1-L1-S17, G3-L2-S11 und G4-L2-S21.

einheitliche Konzeption medial beeinflusst ist. Zumindest Licht- und Farbmotiven – Daten in Form leuchtender Impulse, blaue und grüne Farbgestaltung – könnten ihren Ursprung in Film und Fernsehen haben, wie die Schülerin G1-L2-S16 anmerkt (S. Anhang D.5):

Viele Kabel, die so irgendwie leuchten, wenn da immer so ne Suchanzeige [durchläuft]. Das kennt man ja aus diesen Filmen, da blinkt das so auf und dann geht das da so durch.

Das beschriebene Hohlraum-Konzept ist insgesamt ein einfaches Modell des Internets. Mit anderen initialen Modellen hat es gemein, das Internet als monolithischen Block zu betrachten, als für sich abgeschlossenes, kompaktes System Internet, das für die aktive Speicherung, Verwaltung, Reproduktion und Verteilung aller Daten zuständig ist. Dies unterscheidet es von den weiter entwickelten zentralkonnektiven Modellen, die das Internet bereits als eine Netzstruktur auffassen, die einen zentralen Knotenpunkt besitzt.

Ein anderes, vergleichbares Konzept, welches sich in den Interviews angedeutet hat, identifiziert das Internet mit einer großen Festplatte, auf der alle Informationen kodiert sind, wie aus dem folgenden Ausschnitt des Interviews mit dem Schüler G1-L4-S24 (Anhang D.9) hervorgeht:

Also, ähm, ich denk, dass es [das Internet] auf irgendner Festplatte oder so is, aber die Festplatte ganz, also, nich, also, äußerlich ganz groß ist, sondern innerlich ist die ganz groß und ganz viel ist da drin und so.

Interviewer: Und wo ist diese Festplatte?

Würd sagen, also, dass das– son Satellit oder so [ist]. Und dann [sind] da so ganz viele Daten und so drin.

Die Funde belegen, dass auch die einfachen Vorstellungen der Schüler hinsichtlich des Internets bereits eine hohe Modellhaftigkeit und interne Konsistenz besitzen. Es lassen sich offenbar verschiedene konkrete Variationen dieser initialen Modelle differenzieren, die deutlich über das im Rahmen dieser Arbeit verwendete Kategorienschema hinausgehen. Es empfiehlt sich eine zukünftige Exploration und Beschreibung dieser Modelle.

Schülern, die ein monolithisches Internetmodell besitzen („internet in a box“), fällt die Erklärung schwer, wie Daten vom Internet zum Heimcomputer oder Handy gelangen. Als einfachste Antwort auf diese Frage scheint sich für viele Schüler die Übertragung via Satellit anzubieten. Wie sich überraschenderweise im Rahmen der Interviews gezeigt hat, ist für viele Schüler ein Satellitensystem die primäre Methode der Datenübertragung zwischen zwei Personen oder zwischen einem Nutzer und dem Internet (sofern nicht, wie für den Schüler G1-L4-S24 in obigem Zitat, der Satellit bereits mit der Internetquelle identisch ist).

Auf die Frage nach dem Übertragungsweg antwortete etwa die Schülerin G2-L1-S20 (Anhang D.11):

Das geht [...] aus dem All wahrscheinlich. Über irgendwelche tausend Satelliten. Über irgendnen Server, der irgendwo steht.

Auf die Frage, wo die Festplatten sich befänden, auf denen das Internet gespeichert ist, antwortet Schüler G2-L2-S02 (Anhang D.12):

In einem Raum, [...] der das dann zum Satellit im All oder so überträgt. [...] Der gibt das dann jeweils auf die Handys oder so.

Bei erneuter Betrachtung der Zeichnungen findet sich dieser Fund bestätigt: zwölf Prozent aller Schüler zeichneten einen oder mehrere Satelliten als Teil ihres mentalen Modells des Internets; unter den Schülern mit einem geographisch-administrativen Modell war es sogar jeder Dritte. Die konzeptionelle Attraktivität der Satellitenübertragung liegt vermutlich begründet in der Möglichkeit einer unsichtbaren, globalen Direktverbindung beliebiger Geräte, die eine aufwändige, kabelgebundene Netzstruktur überflüssig erscheinen lässt. Selbstverständlich basiert das Internet bis heute ganz überwiegend auf kupfer- oder glasfasergebundener Infrastruktur – auch interkontinental mittels massiver Unterseekabel.

Generell lässt sich festhalten, dass das Verständnis der meisten Schüler von der Infrastruktur des Internets eher vage ist. Wenn das Internet als ein Verbund von Rechnernetzwerken

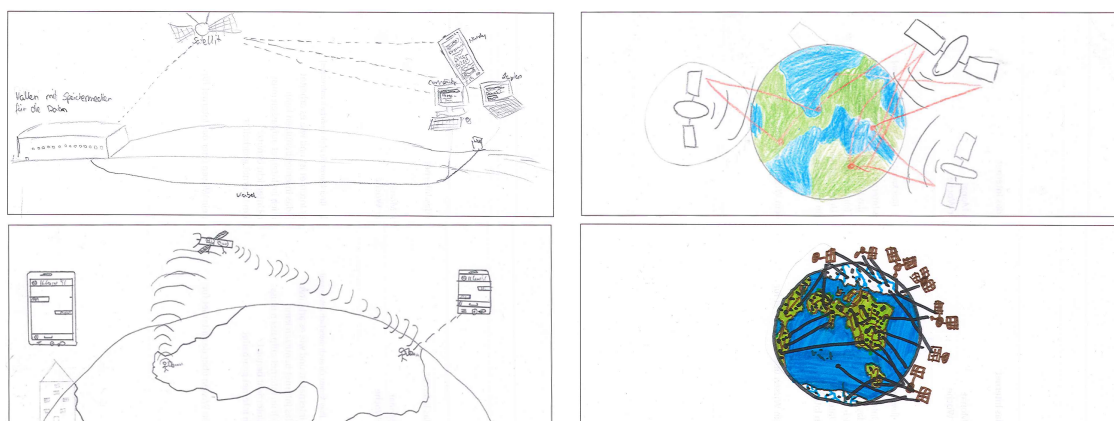


Abb. 6.16. – Satelliten bilden die maßgebliche Infrastruktur des Internets. Zeichnungen von G1-L2-S12, G1-L3-S13, G1-L4-S29 und G2-L1-S20.

verstanden wird, kann aus wissenschaftlicher Sicht jedes internetfähige Endgerät als infrastruktureller Bestandteil des Internets begriffen werden. Für die Schüler hingegen, die Internetanwendungen mutmaßlich überwiegend zur Rezeption von Inhalten nutzen, sind die Geräte und Maschinen weniger Teil des Internets als Schnittstellen zum Internet, wie sich am Beispiel der Antwort von Schüler G1-L3-S06 auf die Frage nach den Bestandteilen des Internets zeigt (Anhang D.7):

[Das Internet besteht] Aus Servern, aus Funksignalen. [...]

Interviewer: Und Computer, oder was ihr sagtet, Handys, gehören die zum Internet? Sind die Teil des Internets?

Mmh. Eigentlich... also damit zapft man sozusagen das Internet an und damit kann man dann halt auch was mit dem Internet machen, sonst bringt das Internet ja eigentlich gar nix.

Eine naiv-anwendungsorientierte Perspektive auf diese Frage vertritt auch Schülerin G1-L4-S24, die auf die Frage, ob ihr Handy Teil des Internets sei, antwortet (Anhang D.9):

Ich würd sagen, dass das eher umgekehrt ist, weil das Internet, das is ja aufm Handy, nicht das Handy aufm Internet.

Zuletzt soll versucht werden, mithilfe der Interviews eine Einsicht in jene Internetmodelle zu gewinnen, die der nachträglich ergänzten Kategorie P zugeordnet wurden und auf ein hohes partielles Internetverständnis schließen lassen – etwa in Form der detailreichen Skizze einer einzelnen Serveranfrage. Die Mehrheit der Zeichnungen dieser Stufe fand sich

bei Siebtklässlern der Schule G2, die sich im Rahmen des Informatikunterrichts eingehend mit dem System Internet beschäftigt hatten.

Wie zu erwarten, schlug sich dieses Wissen auf die Zeichnungen nieder. Damit erschwerte sich jedoch die kategoriale Einordnung, da ein komplexes Kommunikationsschema zwischen zwei Rechnern nicht prinzipiell mit einfachen Strukturmodellen des Internets inkompatibel ist und das im Unterricht erlangte Wissen unter Umständen nur in ein bereits bestehendes naives oder synthetisches Mentalmodell integriert wurde. Es wäre zu erwarten, dass sich eine solche Diskrepanz darin äußert, dass der betreffende Schüler Fragen zur „Innenansicht“ des Internets auf hohem fachlichen Niveau beantwortet, jedoch ein einfacheres Modell bei Fragen zur „Außenansicht“ des Internets heranzieht.

Auf die Frage, wie eine Website des Internets auf dem eigenen Bildschirm lande, antwortet etwa Schüler G2-L1-S06 (Anhang D.10):

Ich rufe dieses Video ab, und diese Information, das ich das abrufe, geht über viele Server, äh, an irgendeine Station hin, und von dort aus wird es dann über einen anderen Weg, über, über ganz viele Server wieder zurückgegeben.

Schüler G2-L1-S09, dessen Zeichnung der Kategorie P zugeordnet wurde, ergänzt:

Ja, dass es halt, ähm, in einzelnen kleinen Paketen geschickt wird und, äh, dann wieder zusammengesetzt wird. Also ich glaub, dass, ähm, alles, was im Computer generell passiert, wird mit Einsen und Nullen, glaub ich, geschrieben, und, ähm, dass das dann sozusagen ein Paket so einen bestimmten Code hat, der dann von verschiedenen Servern, äh, auf, also an den Nutzer halt, äh, geschickt wird. In dem Fall halt an mich. Und, äh, dass wird dann im Rechner wieder, sozusagen, zusammengesetzt.

Die Technik, die die beiden Jungen schildern, ist die IP-Fragmentierung und das Routing von IP-Paketen mithilfe der Daten im IP-Header. Dies ist ein sehr fortgeschrittenes Konzept der TCP/IP-basierten Kommunikation. Mit der Kenntnis dieses Verfahrens sind die Schüler nicht allein. Die Schülerinnen G2-L1-S15 und G2-L1-S20 erklären (Anhang D.11):

S15: Jedes Gerät hat halt so ne bestimmte Nummer, und dann, ähm, kommt das glaub ich auch erst zu nem Router, [und] der teilt dann die andere Nummer zu und dann wird das irgendwie zugestellt.

S20: Ja, und das wird auch immer in ganz viele kleinere Teile quasi zerteilt. Und dann geht das über hunderte Wege und setzt sich beim Empfänger zusammen.

Die beschriebene Neuzuteilung der IP-Adresse wird von NAS-Routern zur Umsetzung einer lokalen in eine globale Adresse durchgeführt.

Im Rahmen der Briefträger-Metapher schildert Schülerin G2-L3-S08 korrekt die Rolle der Mailserver von Sender und Empfänger beim Versand einer E-Mail (Anhang D.14):

Also wenn jetzt einer die Nachricht, äh, schicken will [...], sendet einer, ein User von Netzwerk 1, das erst mal an den Postboten von Netzwerk 1, und, ähm, der, der bringt das dann erst mal von, also an den Postboten von Netzwerk 2, und Netzwerk 2 gibt es dann so an [den Empfänger] weiter.

All diese Antworten lassen auf ein sehr gutes Verständnis des prozeduralen Ablaufs digitaler Netzwerkkommunikation schließen. Hinsichtlich der Frage, welche Struktur das Internet als Ganzes besitzen könnte, fallen die Antworten der Schüler hingegen etwas unsicherer aus. Auf die Frage, welche Rolle der von ihm gezeichnete Server habe, antwortet Schüler G2-L1-S09:

Der Server [ist] eigentlich son sehr [...] leistungsstarker Computer, glaub ich, sone Art, ähm, wo alle Daten, die, äh, bis jetzt im Internet [...] also generell gespeichert sind oder gesammelt sind, ähm, dadrauf liegen. Es gibt halt mehrere Server, glaub ich.

Auf die Frage, ob das Internet sich an einem bestimmten Ort befinde, antwortet Schülerin SG2-L3-S07:

Also ich glaube, es gibt so in jedem Land so von jedem Anbieter so ne Art Browser oder son großen Computer, wo alles halt so von dem Anbieter drin ist und w- wie man das Internet nutzen kann. Aber jetzt son, son ganz großes Internetding gibt's glaub ich nicht.

Diese Antwort hat natürlich einen wahren Kern. Sie lässt jedoch Unsicherheit bei der Verwendung eines eher einfachen Mentalmodells vermuten. Das Internet wird zwar als Netz bezeichnet, aber nicht als Netz verstanden. Die Frage nach der Gestalt des Internets beantwortet die Schülerin wie folgt:

Ich würd [...] sagen, das Internet ist ein Riesennetzwerk, [...] das alle Anforderungen annehmen kann. [...]

Interviewer: *Inwiefern ist das ein Netzwerk?*

Das... ja, also das ist ein bisschen schwer zu beschreiben. Ich, also ich, natürlich weiß ich jetzt nicht, ob das ein Netzwerk ist, aber...

Die obigen Antworten mögen als Indiz dafür gedeutet werden, dass auch ein Detailverständnis gewisser funktionaler Aspekte des Internets nicht notwendigerweise die Bildung eines konzeptartigen Mentalmodells des Internets bedingt – wenngleich es dazu beitragen mag. Natürlich ist die explorative Stichprobe der im Rahmen dieser Studie geführten

Interviews nicht geeignet, belastbare Daten für oder gegen eine solche Deutung zu produzieren.

Die obige Auswahl an Antworten lässt aber hoffentlich einen Eindruck davon entwickeln, vor welchen Herausforderungen Schüler bei der Entwicklung eines komplexen, vielschichtigen und mächtigen mentalen Modells des Internets stehen.

7. Fazit und Ausblick

Vorrangiges Ziel dieser Arbeit war eine erste Exploration und Strukturierung jener mentalen Modelle, die Schüler der Jahrgangsstufen 5 und 7 in Deutschland zum Internet haben. Zu diesem Zweck wurden die Zeichnungen des Internets von insgesamt 264 Schülern gesammelt, kategorisiert und ausgewertet. Weiterhin konnten 22 Paarinterviews geführt werden, die eine punktuelle Detailbetrachtung dieser mentalen Modelle gestatteten.

Es konnte festgestellt werden, dass sich die große Mehrheit aller Zeichnungen eindeutig einem von vier Modelltypen zuordnen ließ: initiale Modelle mit einer starken Anwenderzentrierung; vollkonnektive Modelle, die das Internet als vollständiges, strukturloses Netz beschreiben; sternförmige zentralkonnektive Modelle, die die Existenz einer Internetzentrale behaupten; sowie fachwissenschaftlich hochentwickelte multimodulare Modelle, die das Internet als Netz von Netzwerken verstehen. Weiterhin konnten die Modelle entsprechend einem geographischen, technologischen oder topologischen Fokus in drei Dimensionen klassifiziert werden.

Hierbei ergab sich, dass die Mehrheit der Schüler beider Jahrgangsstufen eher naive, nutzerzentrierte Modelle zur Beschreibung und Erklärung des Internets verwendet. Dabei werden auch diese einfachen Modelle von den Schülern bereits sehr detailreich und konkret konzeptualisiert und weitgehend kohärent zur Erklärung von Phänomenen des Internets herangezogen. Jedoch sind höher entwickelte mentale Modelle unter Schülern der Stufe 7 unabhängig vom schulischen Curriculum signifikant stärker vertreten, wobei ein kleiner Anteil der Siebtklässler bereits wissenschaftlich akkurate Modelle entwickelt hat. Dies legt nahe, dass das Alter der Schüler von großer Bedeutung für die Komplexität der mentalen Modelle ist.

Im Gegensatz zum Alter zeigte sich kein signifikanter Einfluss des Geschlechts der Schüler auf das Niveau ihrer mentalen Modelle, obgleich Schülerinnen sich selbst hinsichtlich des Internets als signifikant weniger kompetent einschätzten als ihre männlichen Klassenkameraden. Es ist insofern davon auszugehen, dass diese Diskrepanz nicht auf Fakten, sondern auf subjektiven Wahrnehmungsunterschieden zwischen den Geschlechtern beruht.

Eine vorsichtige Interpretation der Daten legt zudem den Schluss nahe, dass ein Informatikunterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 7 einen positiven Einfluss auf das Niveau der mentalen Modelle hat, mit denen sich die Schüler das Internet erklären. Diese Wirkung ist jedoch nicht als ein Automatismus zu verstehen: Ein umfängliches Detailwissen funktionaler Teilaspekte des Internets garantiert noch nicht die Ausformung eines adäquaten wissenschaftlichen Mentalmodells, sondern fördert unter Umständen nur die Bildung teilwissenschaftlicher synthetischer Modelle.

Im Rahmen dieser Studie konnte es gelingen, ein erstes Schlaglicht auf die Bildung mentaler Modelle des Internets im Kontext des schulischen Informatikunterrichts in Deutschland zu werfen. Eine zukünftige rigide Untersuchung der hier zuerst beobachteten Zusammenhänge erscheint wünschenswert. Dazu bietet sich etwa eine explanative Anschlussstudie an, die eine inferenzstatistisch belastbare Datengrundlage für die Erklärung der beschriebenen Einflüsse von Alter, Geschlecht und vor allem dem schulinformatischen Curriculum auf die mentalen Modelle der Schüler liefert.

Darüber hinaus empfiehlt sich auch eine vertiefende Betrachtung und Verfeinerung des für diese Untersuchung entworfenen Kategoriensystems. Insbesondere im Bereich der initialen Modelle des Internets konnte diese Studie Hinweise darauf geben, dass eine Anzahl voneinander unterscheidbarer Modellvarianten existiert, die einer näheren Analyse bedürfen. Bei einer Untersuchung dieser Modelle kann es zweckmäßig sein, Schüler anderer Jahrgangsstufen, etwa aus der Primarstufe, miteinzubeziehen.

Eine Grundlage für die weitere Erforschung der mentalen Modelle zum Internet konnte in dieser Arbeit bereits gelegt werden.

Literatur

- ANDERSON, J. & RAINIE, L. (2014). *Digital Life in 2025*. Pew Research Center.
- AUFENANGER, S. (2000). Die Vorstellungen von Kindern vom virtuellen Raum. In *Diskurs* 10 (1), S. 25–27.
- BORTZ, J. & DÖRING, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4., überarbeitete Auflage. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- CASTELLS, M. (2001). Bausteine einer Theorie der Netzwerkgesellschaft. In *Berliner Journal für Soziologie* 11 (4), S. 423–439.
- CHINN, M. D. & FAIRLIE, R. W. (2006). The Determinants of the Global Digital Divide: A Cross-Country Analysis of Computer and Internet Penetration. In *Oxford Economic Papers*. Hrsg. von O. U. PRESS.
- DE-CIX, Hrsg. (2015). *DE-CIX Quick Facts*. URL: <https://www.de-cix.net/about/quick-facts/> (besucht am 29.07.2015).
- CRAIK, K. J. W. (1943). *The Nature of Explanation*. Cambridge University Press.
- DENHAM, P. (1993). Nine- to fourteen-year-old children's conception of computers using drawings. In *Behaviour & Information Technology* 12 (6), S. 346–358.
- DISESSA, A. (1983). Phenomenology and the Evolution of Intuition. In D. GENTNER & A. STEVENS (Hrsg.): *Mental Models*. Cognitive Science - Lawrence Erlbaum Associates. New York: Taylor & Francis, S. 35–60.
- (2009). A Bird's-Eye View of the „Pieces“ vs. „Coherence“ Controversy (From the „Pieces“ Side of the Fence. In S. VOSNIADOU (Hrsg.): *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Educational Psychology Handbook. New York: Taylor & Francis, S. 35–60.
- DUTKE, S. (1994). *Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens*. Kognitionspsychologische Grundlagen für die Software-Ergonomie. Hrsg. von M. FRESE & H. OBERQUELLE. Bd. IV. Arbeit und Technik: Praxisorientierte Beiträge aus Psychologie und Informatik. Göttingen und Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie.
- EIMEREN, B. van u. a. (1998). *ARD/ZDF-Online-Studie 1998*. Basisuntersuchung zur Internetnutzung. Arbeitsgruppe ARD Multimedia.

- ESGI, M. & CEVIK, V. (2010). Images of the Internet Concept Generated by Primary School Students through Their Paintings. In *Contemporary Educational Technology* 1 (3), S. 221–232.
- FRIEBERTSHÄUSER, B. & LANGER, A. (2013). Interviewformen und Interviewpraxis. In B. FRIEBERTSHÄUSER, A. LANGER & A. PRENGEL (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. 4., durchgesehene Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa Verlag, S. 437–455.
- GENTNER, D. & GENTNER, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In D. GENTNER & A. L. STEVENS (Hrsg.): *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, S. 99–129.
- GRUNENBERG, H. & KUCKARTZ, U. (2013). Deskriptive Statistik in der qualitativen Sozialforschung. In B. FRIEBERTSHÄUSER, A. LANGER & A. PRENGEL (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. 4., durchgesehene Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa Verlag, S. 487–500.
- GUMM, H. P. & SOMMER, M. (2006). *Einführung in die Informatik*. München: Oldenbourg Verlag.
- HAMMOND, M. & ROGERS, P. (2007). An investigation of children's conceptualisation of computers and how they work. In *Education and Information Technologies* 12 (1), S. 3–15.
- HOYER, M. (2014). Soziale Netzwerke verändern die Kommunikation. Kundenkommunikation, Facebook-Freundschaften, digitale Demokratie und virtuelle Shitstorms unter medienpsychologischer und mediensoziologischer Perspektive. In U. DITTLER & M. HOYER (Hrsg.): *Social Network – Die Revolution der Kommunikation*. München: kopamed.
- HUSSEY, W., SCHREIER, M. & ECHTERHOFF, G. (2013). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. 2., überarbeitete Auflage. Springer Verlag.
- JOHNSON-LAIRD, P. (1995). *Mental Models*. 6. überarb. Auflage. Harvard University Press.
- (2004). The history of mental models. In *Psychology of Reasoning: Theoretical and Historical Perspectives*. Hrsg. von K. MANKTELOW, S. 179–212.
- KANNENBERG, A. (2014). *Umfrage: Mehrheit für Informatik-Pflicht an Schulen*. Hrsg. von HEISE MEDIEN GMBH & CO. KG. URL: <http://heise.de/-2290865> (besucht am 21.07.2015).
- LANDIS, J. R. & KOCH, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. In *Biometrics* 33 (1), S. 159–174.

- LANGER, A. (2013). Transkribieren – Grundlagen und Regeln. In B. FRIEBERTSHÄUSER, A. LANGER & A. PRENGEL (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. 4., durchgesehene Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa Verlag, S. 515–526.
- LEINER, B. M. u. a. (2015). *Brief History of the Internet*. Internet Society. URL: <http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet> (besucht am 21.07.2015).
- LOEFFLER, H. (2014). *Die Deutschen sind Digital-Dummies*. Eurostat-Studie. URL: <http://www.gruenderszene.de/allgemein/studie-deutschland-internet> (besucht am 30.07.2015).
- LUCKIN, R., RIMMER, J. & LLOYD, A. (2001). „Turning on the Internet“: Exploring children’s conceptions of what the Internet is and does.“ In P. DILLENBOURG, A. EURELINGS & K. HAKKARAINEN (Hrsg.): *European perspectives on computer-supported collaborative learning: The first european conference on CSCL*. University of Sussex. Maastricht.
- MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NRW, Hrsg. (2013). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Informatik*.
- Hrsg. (2015a). *Kernlehrplan für die Gesamtschule/Sekundarschule in Nordrhein-Westfalen. Wahlpflichtfach Informatik*. Entwurf Verbändebeteiligung vom 26.2.2015.
 - Hrsg. (2015b). *Kernlehrplan für die Realschule in Nordrhein-Westfalen. Wahlpflichtfach Informatik*.
- MOSER, K. S. (2003). Mentale Modelle und ihre Bedeutung. Kognitionspsychologische Grundlagen des (Miss)Verstehens. In *Schriften zur Symbolforschung*. Hrsg. von P. LANG, S. 181–205.
- NORMAN, D. A. (1983). Some Observations on Mental Models. In *Mental Models* 7.112, S. 7–14.
- OSWALD, H. (2013). Was heißt qualitativ forschen? Warnungen, Fehlerquellen, Möglichkeiten. In B. FRIEBERTSHÄUSER, A. LANGER & A. PRENGEL (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. 4., durchgesehene Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa Verlag, S. 183–201.
- PAPASTERGIOU, M. (2005). Students’ Mental Models of the Internet and Their Didactical Exploitation in Informatics Education. In *Education and Information Technologies* 10 (4), S. 341–460.

- POSNER, G. J. u. a. (1982). Accomodation of a Scientific Concept: Toward a Theory of Conceptual Change. In *Science Education* 66 (2), S. 211–227.
- PUHLMANN, H. u. a. (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. Hrsg. von H. PUHLMANN. Gesellschaft für Informatik e. V.
- RATHGEB, T., FEIERABEND, S. & PLANKENHORN, T. (2015). *KIM-Studie 2014*. Basisuntersuchung zum Medienkonsum. Medienpädagogischer Forschungsverband Südwest.
- RIGGERT, W. (2012). *Rechnernetze. Grundlagen – Ethernet – Internet*. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- SANFORD, A. J. & GARROD, S. C. (1998). The role of scenario mapping in text comprehension. In *Discourse processes* 26 (2-3), S. 159–190.
- SCHMIDT, C. (2013). Auswertungstechniken für Leitfadeninterviews. In B. FRIEBERTSHÄUSER, A. LANGER & A. PRENGEL (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. 4., durchgesehene Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa Verlag, S. 473–486.
- STACHOWIAK, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer Verlag.
- STAGGERS, N. & NORCIO, A. F. (1993). Mental Models: Conceptions for Human-Computer Interaction Research. In *International Journal of Man-Machine Studies* 38.4. Hrsg. von ELSEVIER, S. 587–605.
- STEIN, E. (2008). *Taschenbuch Rechnernetze und Internet*. 3., neu bearbeitete Auflage. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- STREIM, A. (2014). *Viele Deutsche haben nur schlechte Internetkenntnisse*. Hrsg. von BITCOM. Pressemitteilung. URL: https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Pressemitteilung_3322.html (besucht am 30.07.2015).
- TAPSCOTT, D. (1996). *Die digitale Revolution. Verheißungen einer vernetzten Welt – die Folgen für Wirtschaft, Management und Gesellschaft*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- THATCHER, A. & GREYLING, M. (1998). Mental models of the Internet. In *International Journal of Industrial Ergonomics* 22, S. 299–305.
- UHLENDORFF, H. & PRENGEL, A. (2013). Forschungsperspektiven quantitativer Methoden im Verhältnis zu qualitativen Methoden. In B. FRIEBERTSHÄUSER, A. LANGER & A. PRENGEL (Hrsg.): *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. 4., durchgesehene Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa Verlag, S. 137–148.
- VIELEMEIER, L. (2007). Mythos und Alltagsmedium – Geschichte und Zukunft des Internet. Die gesellschaftsverändernde Kraft eines Alltagsmediums. In T. STERNBERG &

- M. DABROWSKI (Hrsg.): *Internet: Realität und Virtualität*. 1. Auflage. Bd. III. Christen in der Gesellschaft. Münster: dialogverlag.
- VOSNIADOU, S. (2009). The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. In S. VOSNIADOU (Hrsg.): *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Educational Psychology Handbook. New York: Taylor & Francis, S. 3–34.
- VOSNIADOU, S. & BREWER, W. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. In *Cognitive Psychology* 24 (4), S. 535–585.
- WEIGEND, M. (2007). „Intuitive Modelle der Informatik“. Dissertation. Universität Potsdam.
- WENNINGER, G., Hrsg. (2000). *Lexikon der Psychologie*. Heidelberg: Spektrum Verlag.
- YAN, Z. (2005). Age differences in children’s understanding of the complexity of the Internet. In *Applied Developmental Psychology* 26, S. 385–396.
- (2006). What Influences children’s and Adolescents’ Understanding of the Complexity of the Internet? In *Developmental Psychology* 42 (3), S. 418–428.
 - (2009). Limited knowledge and limited resources: Children’s and adolescents’ understanding of the Internet. In *Applied Developmental Psychology* 30, S. 103–115.

Anhang

A. Untersuchungsbögen

Folgend finden sich der während der Interviews genutzte Leitfaden (S. 96) sowie Vorder- und Rückseite des den Schülern ausgehändigten Zeichenbogens (S. 97 und 98).

Interview-Leitfragen

{1a} Ihr habt ja vorhin ein Bild des Internets gezeichnet. Benutzt ihr das Internet selbst manchmal? // {1b} Wie häufig benutzt ihr denn das Internet ungefähr und was macht ihr dann damit? //

{1c} Wenn ich vorher noch nie im Internet war: was brauche ich denn, um das Internet benutzen zu können [zum Beispiel welche Geräte]?

{2a} Würdet ihr einmal kurz beschreiben, was ihr auf euren Bildern gezeichnet habt und was ihr euch dabei überlegt habt? //

{2b} Wie würdet ihr zusammenfassend den folgenden Satz vervollständigen: „Das Internet ist...“

{3a} Stellt euch einmal vor, ihr könntet aus weiter Entfernung von oben auf das Internet hinabblicken. Was denkt ihr, würdet ihr dann sehen? //

[{3b} Woraus besteht das Internet denn dann und was gehört da eurer Meinung nach alles dazu?] *oder*

[{3c} Gehören denn dann auch (Menschen/andere Computer/Handys) zum Internet dazu?]

{4} Was glaubt ihr: wie groß ist das Internet eigentlich? // [Was heißt ...?]

{5a} Habt ihr das Internet schon einmal benutzt, um zu Hause oder für die Schule Informationen zu suchen? // [Wie habt ihr das gemacht?]

[{5b} Diese Information/Seite, die ihr gefunden habt: wo hat die der Computer herbekommen? [Wo war die vorher?] // Und was passierte, als ihr sie aufgerufen habt?]

[{5c} Viele Leute nutzen das Internet, um Informationen zu suchen. Sie würden dann etwa eine Frage in einem Suchprogramm eingeben und dann Internetseiten finden, auf denen die Antwort steht. Könntet ihr euch vorstellen, wie das vielleicht funktioniert?]

{6} **Wo** ist das Internet eigentlich? // Hat das Internet einen Ort – oder mehrere?

{7a} Sagen wir, ihr wollt eine Nachricht schreiben, etwa eine E-Mail, an einen Freund/eine Freundin. Habt ihr das schon einmal gemacht?

{7b} Stellt euch vor, ihr wäret eine Art Briefträger des Internets, der diese Nachricht überbringt. Ihr würdet also zusammen mit der Nachricht von innen durch das Internet gehen. [Könnt ihr euch das vorstellen?] Was denkt ihr, wie würde euer Weg durch das Innere des Internets aussehen? // Welchen Weg würdet ihr durch das Internet gehen, bis euer Freund/eure Freundin die Nachricht erhält?

{8} Eine letzte Frage noch: Gibt es denn Dinge, die am Internet schlecht oder gefährlich sind oder auf die ihr aufpassen müsst?

Bitte **malt** oder **zeichnet**:

Meine Vorstellung, wie das **Internet** aufgebaut ist und wie es arbeitet



Mein Bild zeigt: _____

Ich bin

- ☐ ein Junge
- ☐ ein Mädchen

Alter: _____

Zu Hause benutze ich das Internet

- ☐ nie
- ☐ ein paar Mal im Monat
- ☐ mehrmals in der Woche
- ☐ täglich

In der Schule habe ich [hier kannst du auch mehrfach ankreuzen]

- ☐ gelernt, was das Internet ist und wie es arbeitet
- ☐ gelernt, wie ich das Internet benutzen kann
- ☐ gelernt, worauf ich im Internet aufpassen muss
- ☐ das Internet im Unterricht benutzt
- ☐ noch nie mit dem Internet gearbeitet

Insgesamt halte ich mein Wissen über das Internet für

- ☐ sehr gut
- ☐ gut
- ☐ mittelmäßig
- ☐ nicht sehr gut
- ☐ schlecht

B. Ergänzende Auswertungstabellen

Kompetenzerwerb im Schulunterricht: Jahrgangsstufe 5

Schulkennung			Antworten		Prozent der Fälle
			H	Prozent	
G1	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	4	3,3%	6,8%
		Anwendungskompetenz	39	32,0%	66,1%
		Gefahrenkompetenz	38	31,1%	64,4%
		Anwendungserfahrung	40	32,8%	67,8%
		Keinerlei Kontakt	1	0,8%	1,7%
	Gesamtsumme		122	100,0%	206,8%
G2	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	0	0,0%	0,0%
		Anwendungskompetenz	11	23,9%	55,0%
		Gefahrenkompetenz	17	37,0%	85,0%
		Anwendungserfahrung	17	37,0%	85,0%
		Keinerlei Kontakt	1	2,2%	5,0%
	Gesamtsumme		46	100,0%	230,0%
G3	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	4	6,6%	14,8%
		Anwendungskompetenz	24	39,3%	88,9%
		Gefahrenkompetenz	8	13,1%	29,6%
		Anwendungserfahrung	23	37,7%	85,2%
		Keinerlei Kontakt	2	3,3%	7,4%
	Gesamtsumme		61	100,0%	225,9%
G4	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	5	12,2%	23,8%
		Anwendungskompetenz	10	24,4%	47,6%
		Gefahrenkompetenz	14	34,1%	66,7%
		Anwendungserfahrung	12	29,3%	57,1%
		Keinerlei Kontakt	0	0,0%	0,0%
	Gesamtsumme		41	100,0%	195,2%

Abb. B.1. – Kompetenzerwerb in der Jahrgangsstufe 5 nach Schulen

Kompetenzerwerb im Schulunterricht: Jahrgangsstufe 7

Schulkennung			Antworten		Prozent der Fälle
			H	Prozent	
G1	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	0	0,0%	0,0%
		Anwendungskompetenz	21	25,9%	48,8%
		Gefahrenkompetenz	38	46,9%	88,4%
		Anwendungserfahrung	21	25,9%	48,8%
		Keinerlei Kontakt	1	1,2%	2,3%
	Gesamtsumme		81	100,0%	188,4%
G2	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	29	26,6%	85,3%
		Anwendungskompetenz	21	19,3%	61,8%
		Gefahrenkompetenz	31	28,4%	91,2%
		Anwendungserfahrung	28	25,7%	82,4%
		Keinerlei Kontakt	0	0,0%	0,0%
	Gesamtsumme		109	100,0%	320,6%
G3	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	7	8,8%	25,0%
		Anwendungskompetenz	20	25,0%	71,4%
		Gefahrenkompetenz	27	33,8%	96,4%
		Anwendungserfahrung	26	32,5%	92,9%
		Keinerlei Kontakt	0	0,0%	0,0%
	Gesamtsumme		80	100,0%	285,7%
G4	Kompetenzerwerb im Schulunterricht	Systemische Kompetenz	3	5,3%	12,0%
		Anwendungskompetenz	13	22,8%	52,0%
		Gefahrenkompetenz	23	40,4%	92,0%
		Anwendungserfahrung	18	31,6%	72,0%
		Keinerlei Kontakt	0	0,0%	0,0%
	Gesamtsumme		57	100,0%	228,0%

Abb. B.2. – Kompetenzerwerb in der Jahrgangsstufe 7 nach Schulen

Modellstufe nach Schule und Jahrgangsstufe

Jahrgangsstufe				Schulkennung				Summe		
				G1	G2	G3	G4			
Jgst. 5	Modellstufe	k. Kons.	Anzahl	3	2	0	0	5		
			% in Schule	4,9%	10,0%	0,0%	0,0%	3,7%		
		k. Kat.	Anzahl	3	3	0	5	11		
			% in Schule	4,9%	15,0%	0,0%	20,8%	8,2%		
		1	Anzahl	46	10	20	19	95		
			% in Schule	75,4%	50,0%	69,0%	79,2%	70,9%		
		2	Anzahl	3	4	6	0	13		
			% in Schule	4,9%	20,0%	20,7%	0,0%	9,7%		
		3	Anzahl	5	1	3	0	9		
			% in Schule	8,2%	5,0%	10,3%	0,0%	6,7%		
		4	Anzahl	0	0	0	0	0		
			% in Schule	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
		P	Anzahl	1	0	0	0	1		
			% in Schule	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%		
		Gesamtsumme			Anzahl	61	20	29	24	134
					% in Schule	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Jgst. 7	Modellstufe	k. Kons.	Anzahl	1	3	1	1	6		
			% in Schule	2,3%	8,8%	3,6%	4,0%	4,6%		
		k. Kat.	Anzahl	0	1	1	0	2		
			% in Schule	0,0%	2,9%	3,6%	0,0%	1,5%		
		1	Anzahl	22	13	9	13	57		
			% in Schule	51,2%	38,2%	32,1%	52,0%	43,8%		
		2	Anzahl	12	7	6	6	31		
			% in Schule	27,9%	20,6%	21,4%	24,0%	23,8%		
		3	Anzahl	5	4	7	5	21		
			% in Schule	11,6%	11,8%	25,0%	20,0%	16,2%		
		4	Anzahl	1	2	3	0	6		
			% in Schule	2,3%	5,9%	10,7%	0,0%	4,6%		
		P	Anzahl	2	4	1	0	7		
			% in Schule	4,7%	11,8%	3,6%	0,0%	5,4%		
		Gesamtsumme			Anzahl	43	34	28	25	130
					% in Schule	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Abb. B.3. – Modellstufen nach Schule und Jahrgangsstufe

C. Zusammenfassung der Interviews

Auf den folgenden Seiten findet sich eine tabellarische Zusammenfassung aller geführten Schülerinterviews. Ausgelassene Fragen sind durch einen Geviertstrich „—“ gekennzeichnet. Unsicherheit der Schüler hinsichtlich ihrer Antworten wurde mit einem Fragezeichen annotiert. Die Interviews wurden in folgenden Gruppen gehalten:

Lerngruppe	Schüler	Dauer
G1-L1	S03 (1), S23 (1)	10:25
	S16 (1), S17 (3)	10:53
	S02 (1), S27 (1)	13:50
G1-L2	S10 (4), S11 (1)	10:12
	S15 (1), S16 (1)	12:27
	S19 (1), S20 (P)	11:19
G1-L3	S06 (P), S07 (1)	16:03
	S27 (2), S28 (2)	11:23
G1-L4	S06 (3), S34 (1)	10:32
	S24 (1), S29 (1)	10:39
G2-L1	S06 (1), S09 (P)	16:12
	S15 (1), S20 (2)	11:00
G2-L2	S01 (2), S02 (K)	10:23
	S15 (K), S16 (3)	11:57
G2-L3	S01 (3), S15 (2)	13:20
	S07 (1), S08 (1)	12:57
G3-L1	S02 (1), S07 (2)	16:54
	S08 (2), S27 (3)	12:05
	S19 (3), S20 (3)	12:43
G3-L2	S01 (2), S05 (2)	11:51
	S17 (1), S30 (1)	12:25
	S22 (3), S23 (2)	12:13

Tab. C.1. – Übersicht der durchgeführten Interviews. In Klammern hinter den Schülerkennungen steht jeweils die Kategorienstufe, die der Zeichnung des Schülers zugewiesen wurde.

Schüler	1b: Internetnutzung	1c: Notwendige Elemente	2a: Bildinhalt	2b: Das Internet ist...
G1-L1-S03	Youtube, Videospiele, Tagesschau in 100 Sekunden	Internetverbindung; PC/Handy	Aufteilung: wesentliche Anwendungen im Zentrum, Medieninhalte an den Seiten	„für uns alle Neuland“
G1-L1-S23	Youtube, Schulrecherche	wie S03 und Anwendungskenntnisse	ein Tastendruck aktiviert eine Anwendung	„gut gebrauchbar“
G1-L1-S16	Schulrecherche	wie S17	eine große Halle, in der Postings und Fotos zugeordnet werden	Suchquelle
G1-L1-S17	Youtube; Schulrecherche	Handy, PC, Tablet	ein Hohlraum, umgeben von Rohren, in dessen Mitte eine Verteilersäule steht	Suchquelle und Sendequelle
G1-L1-S02	Youtube, Videos	Erfahrung	Kabel und Steckdose	„eine Suchmaschine für die ganze Welt“
G1-L1-S27	wie S02	einen Account (Youtube, Amazon, Google), PC	„ganz viele Suchmaschinen“	sehr interessant, macht sehr viel Spaß
G1-L2-S10	Nachrichten, Youtube	Internetanschluss, internetfähiges Gerät (PC, Laptop, Handy, ggf. Fernseher)	multiple Serververbindungen	—
G1-L2-S11	Onlinegames, Browser-spiele	S10 und Antivirus, Router	eine Serververbindung	—
G1-L2-S15	Apps, Youtube	wie S15 und Internetanschluss	das Internet als Schrank voller Karteikarten	eine Sammlung von Daten
G1-L2-S16	Internetsuche, Apps	Computer, WLAN, Server?, Firefox	Schema einer Google-Suche	ein Speicher vieler Daten
G1-L2-S19	Youtube, Google	Handy, Computer, Tablet	ein Mann benutzt WLAN auf dem Handy	nützlich
G1-L2-S20	Onlinespiele	Browser, PC	Weg einer Internetseite vom Server zum PC	ein Mittel zum Informieren und Verbinden mit Leuten
G1-L3-S06	Spielen, Reden, Programmieren	internetfähiges Gerät, Router, Internetflat	Verbindung vom Router zu einem Server mittels dessen IP-Adresse	eine Datenquelle
G1-L3-S07	Onlinespiele, Youtube	Wissen um Gefahren und Nutzen	Verbindung über Router zur Internetzentrale in Frankfurt	hilfreich, spaßig
G1-L3-S27	WhatsApp, Youtube	internetfähiges Gerät (PC, Handy, Tablet), WLAN	die ganze Welt ist verbunden	praktisch, auch gefährlich
G1-L3-S28	WhatsApp, Schulrecherche	wie S27	wie S27	? (wohl kein einzelner Computer)
G1-L4-S06	Informieren	PC, Monitor	viele Geräte sind per WLAN mit einem Hauptcomputer verbunden	informierend

Schüler	1b: Internetnutzung	1c: Notwendige Elemente	2a: Bildinhalt	2b: Das Internet ist...
G1-L4-S34	Informieren	wie S06 oder Handy	Daten einer Person gehen in die Welt hinaus und werden dort von Fremden mitgelesen	groß und gefährlich
G1-L4-S24	wie S29	Zustimmung zu S29	sind Bilder einmal im Netz, lassen sie sich kaum wieder löschen	etwas, das alles behält und nichts wieder abgibt
G1-L4-S29	Nachrichten schreiben	Handy mit Guthaben, WLAN	ein Deutscher und ein Amerikaner kommunizieren via Satellit	eine riesige Datensammlung
G2-L1-S06	Youtube, Facebook, Chats	—	Menschen weltweit nutzen ihren Browser zum Zugriff auf werbefinanzierte Suchmaschinen	„für viele Menschen die Rettung in letzter Not“
G2-L1-S09	Youtube	—	vom Server werden Infos über Router an die Suchmaschine geschickt und von dort an den Nutzer. Daten gehen über verschiedene Wege.	eine schnell und einfach zugängliche Informationsquelle
G2-L1-S15	Essen bestellen; Recherche	Computer, WLAN	überall auf der Welt sammelt das Internet Daten, merkt sie sich und dient der Überwachung	ein weltweites Überwachungssystem
G2-L1-S20	WhatsApp, Chats, Youtube, Recherche	Internetzugang, internetfähiges Gerät	Geräte auf der Erde sind via Satelliten miteinander verbunden	eine Möglichkeit der Kommunikation
G2-L2-S01	Youtube, Recherche	PC, Bildschirm, Maus, Tastatur	miteinander verbundene Speicherpunkte	ein wichtiges Speicher- und Suchmedium
G2-L2-S02	wie S01	Internetanleitung	ein Raum voller Festplatten, auf denen das Internet gespeichert ist	ein großes Laufwerk
G2-L2-S15	Internet-Apps, Recherche	Nutzungswissen	einen zentralen Stromerzeuger, der für Internet sorgt	?
G2-L2-S16	wie S15	Computer, Handy, Tablet	eine Internethauptquelle, umgeben von PCs	?
G2-L3-S01	Youtube, Musik	Internetanschluss, Server, elektronisches Gerät	ein Internethauptserver	ein großes Netzwerk
G2-L3-S15	Youtube, E-Mails	Zustimmung zu S01; (WLAN-)Empfang	viele verbundene Server und Geräte	ein Zusammenschluss aus Verbindungen
G2-L3-S07	Chatten mit Freunden, Schulrecherche	Zustimmung zu S08	Pfeile stellen Zugriffe auf das Internet dar	eine vielfältige Anwendung zur Informationssuche
G2-L3-S08	Chats (WhatsApp), Youtube	PC o. ä., Anschlüsse, Browser, Router	Anfrage wird vom PC per Satellit zum Internet geschickt	ein Riesennetzwerk, das Anforderungen annimmt
G3-L1-S02	WhatsApp, Videos	PC, Handy, „Internet an sich“	legale und illegale Inhalte im Netz	für Menschen wichtig
G3-L1-S07	WhatsApp, Kommunikation	PC, Internetanschluss	ein (kugelförmiges) Datennetzwerk, umgeben von Daten (in Pfeilform)	ein großes einflussreiches Datennetzwerk

Schüler	1b: Internetnutzung	1c: Notwendige Elemente	2a: Bildinhalt	2b: Das Internet ist...
G3-L1-S08	Youtube, Social Networks, Recherche	—	eine Welt der verknüpften Daten	ein Netzwerk mit vielen Zugängen
G3-L1-S27	Youtube, Whatsapp, Wikipedia	—	ein großer zentraler Server, über den alle Geräte drahtlos verbunden werden	„ein großes drahtloses Netzwerk“
G3-L1-S19	Google, Whatsapp,	wie S19	ein Steuercomputer verknüpft alle PCs	?
G3-L1-S20	Zustimmung zu S19, Snapchat	Tablet/Handy; Browser	ein Hauptsystem kontrolliert das Internet	ein großes Netzwerk?
G3-L2-S01	(Schul)Recherche	—	—	—
G3-L2-S05	Youtube, Schulrecherche	—	—	—
G3-L2-S17	Bildersuche, Filme, Schularbeit	Computer, Suchmaschine	—	—
G3-L2-S30	Youtube, (Schul)Recherche	wie S17; Internetanschluss	—	—
G3-L2-S22	(Schul)Recherche	—	—	—
G3-L2-S23	(Schul)Recherche, Videos	—	—	—

Schüler	3a: Fernblick	3b/c: Bestandteile des Internet	4: Internetgröße
G1-L1-S03	Verbindungen zwischen Websites, Linien	Videos, Websites; keine Geräte, keine Menschen!	„unendlich weit“; viele Videos
G1-L1-S23	verknottete, durcheinander liegende Kabel	wie S03	jeder kann herein ins Internet
G1-L1-S16	eine Halle (wie in der Zeichnung)	Dateien. Menschen „posten“, gehören ein bisschen dazu	—
G1-L1-S17	die Säule aus der Zeichnung	Dateien, Hohlraum mit Säule, viele Rohre. Menschen nur Nutzer!	—
G1-L1-S02	zwei PCs	Suchmaschinen, Tastatur, Bildschirm, ggf. Maus	hängt daran, wie viele Leute angemeldet sind
G1-L1-S27	einen Bildschirm und PC	wie S02	unterschiedlich groß (liegt am Bildschirm)
G1-L2-S10	viele fließende Daten (Bilder, Videos); ggf. Codes	Serververbindungen; Internetgeräte nur zum Zugriff, nicht Teil des Internets	Daten selbst klein (virtuell); aber: viel Code, viele Server
G1-L2-S11	Zustimmung zu S10	Codes, Datenbanken; Zustimmung zu S10	riesige Datenbanken
G1-L2-S15	wie S16	Internet: vermutlich nicht nur der Computer, sondern etwas eigenes	sehr groß
G1-L2-S16	leuchtende Kabel und kastenartige Stationen, aus denen die Informationen als Zettel fliegen	Verbindungsgeräte (PC), Anbieter (Google); früher haben Menschen Suchanfragen beantwortet, heute nicht mehr	riesig, so groß wie Afrika oder ganz Amerika. In Nordamerika ist viel Internet, in Südamerika oder Afrika weniger
G1-L2-S19	? (nicht vorstellbar)	viele Geräte? Internet kommt durch den Router	reicht sogar bis in den Weltraum
G1-L2-S20	kommunizierende Leute, versendete Daten	viele Daten	umfasst und verbindet die ganze Welt
G1-L3-S06	Vernetzungen (unter der Erde)	Server und Funksignale; PCs und Handys dienen nur der Verbindung zum Internet	Zustimmung zu S07
G1-L3-S07	alles miteinander verbunden (aber Signale unsichtbar)	Zustimmung zu S06	reicht für die ganze Welt
G1-L3-S27	Strahlen zwischen den einzelnen Geräten	? (vermutlich kein echtes physisches Objekt)	sehr groß
G1-L3-S28	wie S27 (vielleicht eine Zentrale?)	wie S27; Menschen und PCs gehören beide zum Internet dazu	sehr groß
G1-L4-S06	Bilder und Nachrichten	?	?
G1-L4-S34	Leute, Stimmen und Gewusel	?	größer als Pluto (der Zwergplanet)
G1-L4-S24	viele Daten und Dateien	versch. Internetseiten; keine PCs: Internet ist auf PC, nicht umgekehrt	äußerlich kleine, innerlich große Festplatte in einem Satelliten
G1-L4-S29	Zahlen und Codes	WhatsApp, Facebook; (auf Nachfrage) auch PCs und Handys	eher klein (Computerchips)
G2-L1-S06	ein Gewirr aus Zahlen und Verbindungen, Sendern und Empfängern	Verbindungen zwischen Routern und Servern	gewaltig große Datenmengen, nicht in üblichen Maßeinheiten angebbbar
G2-L1-S09	eine Verbindung zwischen je zwei im Netz aktiven Maschinen	auf Servern abrufbar liegende Daten	fast unendlich, nicht in Metern o. ä. auszudrücken

Schüler	3a: Fernblick	3b/c: Bestandteile des Internet	4: Internetgröße
G2-L1-S15	real nichts	Server	unendlich groß (bis zum Weltraum)
G2-L1-S20	ein riesiges Netz (metaphorisch)	Router, internetfähige Geräte, Server	riesig groß (auch um Mond und Mars sind Satelliten)
G2-L2-S01	viele offene Seiten	Speicherpunkte	groß (ca. eine Milliarde Seiten)
G2-L2-S02	viele Benutzer	Festplatten	sehr groß
G2-L2-S15	Vielleicht Kabel?	Strom, Sonne (da sie Strom erzeugt), stromverbrauchende Geräte	groß
G2-L2-S16	Felder (?)	Zustimmung zu S16	sehr groß
G2-L3-S01	Zustimmung zu S15	wie S15, auch Chatplattformen, Handys, Computer	weltweit verteilt
G2-L3-S15	ein zusammenhängendes Netz zwischen allen Servern und Computern	Websites, Apps	fast unendlich
G2-L3-S07	—	wie S07	nicht beschreibbar bzw. keine Grenze (viele Internetanschlüsse)
G2-L3-S08	—	Geräte gehören dazu, Menschen nicht	unendlich groß (sehr viele Seiten)
G3-L1-S02	riesiges Netz aus Kabeln; ein Wirrwarr	verbundene Computer; Menschen sind nur Nutzer, nicht Teil des Netzes	metaphorisch eine Galaxie für sich
G3-L1-S07	nicht viel; etwas, wodurch helle Daten „durchschießen“	viele Dinge, von denen man gar nicht weiß, dass sie zum Internet gehören	räumlich klein, inhaltlich sehr groß
G3-L1-S08	bildlich viele Leute, die im Internet sind	Menschen sind nicht Teil des Internet, arbeiten damit und daran	wie S27
G3-L1-S27	physisch gar nichts, bildlich Elektrizität in vielen Kabeln mit dem Zentralserver in der Mitte	wie S08	ohne bestimmte Größe (erweiterbar)
G3-L1-S19	?	Verbindungen zum Steuercomputer?	die meisten Leute haben Smartphones
G3-L1-S20	?	?	groß (75 Prozent der Welt haben Internet)
G3-L2-S01	Kabel, Seiten (mit Lügen)	Kabel, Ordner, Seiten, Tricks	so groß wie die Erde und weltweit verteilt
G3-L2-S05	Einsen und Nullen, Kabel	Zustimmung zu S01	sehr groß
G3-L2-S17	viele Bilder und Seiten	iPad, iPod	wie ein großer Kanal/Chatroom
G3-L2-S30	Seiten wie Facebook, Youtube	Handy, Computer	groß, die Welt umfassend
G3-L2-S22	ein Netz mit Werbung	WLAN-Gerät, Computer	sehr groß, größer werdend
G3-L2-S23	ein großes Netz mit Ecken und Linien, das die Nutzer verbindet	wie S22	groß

Schüler	5b/c: Seitenherkunft	6: Internetort	7b/c: Innenansicht	8: Gefahren
G1-L1-S03	?	?	?	Spam- und Phishing-Mails
G1-L1-S23	?	?	Verschiedene Häuser mit Namensschildern	Fremde im Internet
G1-L1-S16	eine riesengroße Festplatte irgendwo	eine Lagerhalle irgendwo auf der Welt	Wirrwarr durch den Raum fliegende Dateien	Lügen anderer
G1-L1-S17	Zwei Vorstellungen: die „PC-Box“ (Gehäuse?) oder ein versteckter Ort	Schicht überall auf der Erdkugel, auf der wir stehen	großer blauer Raum mit Säule in der Mitte	Videos, die, sobald online, nicht mehr löscher sind
G1-L1-S02	aus der Festplatte	in Deutschland eine oder mehrere Festplatten; gleiches in anderen Ländern, aber nicht ärmeren (in Afrika)	Briefe; ein helles Licht, Strom	Beleidigungen/Drohungen über Social Media
G1-L1-S27	in einem Internettank	Tanks überall in Deutschland	Kabel, Briefe. Der Weg geht durch die Stromleitung	Facebook, Twitter, Snapchat, Whatsapp (private Bilder)
G1-L2-S10	Anfrage, Antwort von Server	überall (Server in Luxemburg, Russland, USA, China)	andere Nachrichten sichtbar (Weg führt durch Mailserver)	Phishing-Seiten, Scammer
G1-L2-S11	Datenbank	wie S10; auch Server zu Hause	Datenströme, Gänge	Viren, Hacker
G1-L2-S15	„aus dem Speicher“	Zustimmung zu S16	Räumliche Vorstellung ähnlich wie S16	radikale Seiten
G1-L2-S16	von einem Anbieter	Internet ist unsichtbar (wie WLAN). Internet entsteht im PC	Weißer Raum mit vielen Verbindungen und Wegen. Inhalte (wie Bilder) an der Wand)	gefährlich, weil jeder eine Website zu jedem Thema erstellen kann
G1-L2-S19	Zustimmung zu S19	Zustimmung zu S19	viele Verbindungen	Fremde Leute auf Social Media Seiten
G1-L2-S20	Person kauft Domain und erstellt Website. Transport der Daten per Satellit???	Internet fast überall	?	Viren, Abzocker
G1-L3-S06	Anfrage über Router zu Server, von dort Antwort	Zustimmung zu S07	Uploads und Downloads von einem Mailserver	Viren, Hacker
G1-L3-S07	von Google (?)	überall stehen einzelne Server; Satelliten leisten die Verbindung	wie S06	Betrug bei Online-Einkäufen
G1-L3-S27	von anderen Menschen	—	?	Hacker
G1-L3-S28	Datentransport über „Internetwege“ (auf der Zeichnung)	—	?	Facebook
G1-L4-S06	über WLAN	?	ein Hauptcomputer, der alle Daten kopiert und verteilt	Zustimmung zu S34

Schüler	5b/c: Seitenherkunft	6: Internetort	7b/c: Innenansicht	8: Gefahren
G1-L4-S34	vom Browser	überall? Hat man Internet, wenn man es nicht installiert hat?	Zustimmung zu S06	Cybermobbing
G1-L4-S24	ein Strahl geht zur Festplatte im Satelliten und zurück	im Satelliten und auf Handys usw.	viele Zahlen, Wörter, Codes, Bilder; Bewegung als „Strahl“	Verbreitung peinlicher Bilder
G1-L4-S29	Zustimmung zu S24	überall	viele Zahlen, alles weiß oder blau (wie in Filmen)	gespeicherte Metadaten
G2-L1-S06	wandert vom Quellserver über viele Router und Server zum Abrufer	überall, wo es Router oder Server gibt, oder WLAN	Schwärze, Nichts (Verbindung ist virtuell)	Zwielichtige/nicht jugendfreie Seiten
G2-L1-S09	wie S06; wandert in einzelnen Paketen, die am Ziel zusammengesetzt werden	überall, wo man eine Verbindung herstellen kann zu einem Router/Server/Satelliten	bildlich: Autobahn; LKW transportieren Einzelpakete	illegale Downloadseiten
G2-L1-S15	Satelliten rufen das auf? Jedenfalls muss es von irgendwo anders herkommen	überall (Radiostrahlen?)	wie S20	Datenüberwachung und Datensammeln durch Unternehmen; Scamming Mail
G2-L1-S20	Eine Suchanfrage geht über irgendwelche Wege (Satelliten?) zu einem Server und zurück	überall (jedes internetfähige Gerät ist Teil davon)	Einzelpakete nehmen einen Zickzackweg über Router und Server zum Ziel	Kontaktversuche durch Fremde; Hacking
G2-L2-S01	aus den im Internet gespeicherten Seiten	überall, wo Funkmasten stehen	?	Hacker
G2-L2-S02	von den gezeichneten Festplatten per Funkteleport	überall, wo Satellitenempfang besteht	ein langer Weg	Viren
G2-L2-S15	?	überall, wo Strom ist (unterm Boden)	viele Kabel	gesperrte Youtube-Videos
G2-L2-S16	?	?	ein langer Gang	Illegale Seiten
G2-L3-S01	Websites werden von Suchmaschinen gespeichert; Aufrufe laufen über mehrere Server vom Sender zu Empfänger	überall wo WLAN ist	Nachricht läuft via Satellit/Funk von Sender zu Empfänger	Speicherwut der Unternehmen
G2-L3-S15	Zustimmung zu S01	überall, wo WLAN ist	WhatsApp Nachricht läuft über Server des Unternehmens	Cybermobbing
G2-L3-S07	Suchanfragen sind zahlenkodiert (?) und Seiten werden wie in einem indizierten Ordner gefunden	kein richtiger Standort	Mail passiert die Mailserver von Sender und Empfänger	Hacker, Viren
G2-L3-S08	alle Seiten sind im Internet gespeichert	Internet ist überall, wo Empfang ist; aber Bestandteile sind dezentral	wie S07; Whatsapp Nachrichten gehen nur über einen Server	Hacker, Datensammelwut von Facebook etc.

Schüler	5b/c: Seitenherkunft	6: Internetort	7b/c: Innenansicht	8: Gefahren
G3-L1-S02	kommt aus dem Mittelpunkt des 'Netzballs'	überall (WLAN oder LAN)	wie eine Galaxie mit Datenströmen, die an einem vorbeifließen	Cybermobbing, illegale Seiten
G3-L1-S07	gespeichert im Internet wie in einem großen Gehirn	vermutlich nicht an einem einzelnen Ort	jeder stellt sich das anders vor	Mobbing, Abhören privater Kommunikation, „Das Internet vergisst nie“
G3-L1-S08	Zustimmung zu S27	überall, wo es abrufbar ist	viele Infos	Viren
G3-L1-S27	Seite läuft über zentralen Server und wird dann über Funk angezeigt	überall, wo man Empfang hat	Internet nicht 'betretbar' (da funktlos); Route läuft über Zentralserver	Cybermobbing auf Social Networks; Copyright Probleme
G3-L1-S19	Seiten sind auf Steuercomputer gespeichert	durchsichtige Linien überall	viele verschiedene bunte Linien	Viren, Cybermobbing
G3-L1-S20	Zustimmung zu S19	kein richtiger Ort?	Zustimmung zu S19	Zustimmung zu S19
G3-L2-S01	Zustimmung zu S05; Verteilung der Seiten erfolgt zentral	überall	ein Gebäude mit vielen Räumen für Daten verschiedener Themen	Viren, Trick-Shops, Veröffentlichung privater Informationen
G3-L2-S05	alles zu je einem Thema ist gespeichert in einem Ordner	überall auf der Erde	Flug durch Tunnel mit vielen Informationen zum Internetzentrum	Viren
G3-L2-S17	Seiten werden vom Internet per Satellit zum PC geschickt	dort, wo Internetanschlüsse sind? Oder Satelliten	groß und endlos; viele Nachrichten fliegen zu verschiedenen Anschlüssen	nicht jugendfreie Inhalte
G3-L2-S30	über eine App?	überall, wo Strom ist	Nachrichten laufen über dünne blaue Kabel zwischen Personen	gefälschte Seiten und Viren, nicht jugendfreie Seiten
G3-L2-S22	auch von Wikipedia?	dort, wo der Hauptcomputer steht	eine graue Fläche?	nicht jugendfreie Videos, illegale Inhalte, Viren
G3-L2-S23	z. B. von den Machern von Youtube	Verbindungen unsichtbar?	die Nachricht wandert die Knoten und Linien des Netzes entlang	virenverseuchte Seiten

D. Transkripte

Die folgenden Transkripte geben Ausschnitte aus den geführten Interviews wider. Mit der Auswahl wird versucht, einen möglichst umfassenden Einblick in das Spektrum der Schülerantworten zu geben und zugleich einige aus Sicht des Autors besonders interessante oder relevante Antworten zur Referenz festzuhalten. Auf eine vollständige Transkription musste aufgrund der Datenfülle im Rahmen dieser Arbeit leider verzichtet werden. Für eine Zusammenfassung der Inhalte aller Interviews sei auf die Tabellen in Anhang C verwiesen.

Das Transkriptionssystem folgt weitgehend dem Regelwerk nach Langer (2013) für sozialwissenschaftliche Zwecke. Auf die Notation von Betonungen, Intonationen und Aussprache wurde ganz überwiegend verzichtet, da sie für den Zweck dieser Arbeit nicht notwendig erschienen. Die Transkripte folgen daher in weiten Teilen der deutschen Standardorthographie.

Im folgenden werden markante, kurze Pausen mit (.) notiert, längere Pausen unter Angabe der Sekunden, etwa (3). Betonungen sind durch Unterstreichungen, gedehnte Sprache durch *S p e r r u n g e n*, leises Sprechen durch einfache 'Anführungsstriche' und Überlappungen durch eckige [Klammern gekennzeichnet. Nonverbale Akte stehen in doppelten ((runden)) Klammern, Anmerkungen kursiv in einfachen [*eckigen*] Klammern. Bindestriche verdeutlichen Wortabbrüche und Gedankenstriche Satzabbrüche. Einfache runde Klammern () zeigen unverständliche Passagen an; Vermutungen des Transkriptors hinsichtlich dieser Passagen werden (ebenso) notiert.

Vor jedem transkribierten Ausschnitt ist die Nummer der zugehörigen Frage im Leitfaden des Interviews notiert sowie die Zeitmarke der Passage in der entsprechenden Tonaufnahme in Minuten und Sekunden.

D.1. G1-L1-S03+S23

Frage 3a (3:48)

I: Stellt euch einmal vor, ihr könntet aus ganz weiter Entfernung von oben auf das Internet herunterblicken. Was denkt ihr, würdet ihr dann sehen?

S03: Ziemlich viele Verbindungen, Linien, Netzwerke und so weiter.

S23: Ja, auch so Kabel und (wie– die da so rum– überall so Dinger) verknotet, sag ich mal, sind. Son bisschen, dass sie durcheinander gehen.

I: Mmh. [zu S03] Verbindungen, hast du gesagt: wozwischen?

S03: Mh, naja. Halt zwischen den ganzen Websites und so weiter.

D.2. G1-L1-S16+S17

Frage 2a (3:26)

I: Würdet ihr mal kurz beschreiben, was ihr auf den Bildern gezeichnet habt? [zu S16] Vielleicht anfangend bei dir.

S16: Also ich hab da gezeichnet, dass das sozusagen– denk ich davon, dass das so eine () große Halle ist, zum Beispiel, und dass da die Sachen, die gepostet werden, in– da reinkommen und dann das zugeordnet wird. Zum Beispiel Fotos kommen in eine Datei und das ist dann ne große Sache.

S17: Äm, also ich hätt halt auch son Hohlraum, außen von mir sind so etwa– so kleine Rohre, manchmal sind se auch dicker, weil: da kommen halt Dateien raus, und dann fließen sie halt in diesen Hohlraum, und in diesem Hohlraum steht son, son, so ne etwas größere Säule, und diese Säule, ähm, da kommen halt alle Dateien rein, werden– werden kopiert, und dann dreht das sich auch und verschickt das dann halt an die benötigten Rohre zu: also wenn ich jetzt von hier, von dem rechten Rohr aus, ganz nach links schicken will, dann kommt das von rechts rein, geht nach links und dann verschickt das halt an die Person, an die ich das schicken möchte, und kopiert halt auch. Und wenn man jetzt zum Beispiel aus einem anderen Land kommt, dann kommt das von links oben und fließt dann halt auf alle Dateien in der Welt. So wie Wikipedia, das ist ja auch in Deutschland sehr bekannt, deswegen– die posten ja auch auf jeden Computer der Welt. Deswegen hab ich halt die verschiedenen Rohre, und– ja.

Frage 5b/c, 6 (6:52)

I: Wenn ihr jetzt also so ne Information habt. So, ihr habt euren Computer, und ihr habt jetzt die Information gesucht, und die kommt da jetzt: wo kommt die da eigentlich her?

S17: Ähm...

I: Wo war die vorher?

S17: (4) Also bei mir ist das so, dass es da son, ähm, also– ich stell mir das wie– vor wie son, ja, dass das halt diese Box für son PC ist, das halt jeder hat, und dass die halt, ähm, die das alles so sendet. Aber das kann natürlich auch, äh, irgendwo in einem versteckten Ort sein. Also ich hab da zwei Vorstellungen von.

I: M-hm.

S16: Ja, also zum Beispiel, dass das ne ganz große Festplatte ist, wo dann alle gespeichert sind, und wenn du was suchst, dann schaltet sich das frei und dann wird das an (den) *gesehen*]det.

S17: [Ja.

I: M-hm. Und wo ist das Internet?

S17: Auf der Welt. Also: Internet ist ja verströmt. Ich würd jetzt sagen, das Internet ist ne, ähm, ne, ne Schicht über der Erdkugel, also, bei der Erdkugel halt und das In– wir stehen alle auf dem Internet. Und da, äh, mmh, ist dann halt– und dieses Internet, das verstrahlt halt alles. Deswegen ist das auf der ganzen Welt.

S16: 'Ja'.

I: [*zu S16*] Würdst du auch sagen. Du hast ja sowas wie, wie eine Lagerhalle gezeichnet. Hat die dann einen bestimmten Ort, oder...?

S17: Nö, die könnte eigentlich überall sein.

Frage 7b/c (8:19)

I: Stellt euch mal vor, ihr wärt jetzt so ne Art Briefträger des Internets. Also ihr schreibt jetzt eure Mail an einen Freund oder eine Freundin...

S17: M-mh.

I: ...und verschickt die an den. Und ihr würdet jetzt dieser Mail durch das Internet, in das Internet hinein, folgen.

S17: Ähm.

I: Was würdet ihr denken, würdet ihr da sehen?

S17: Also ich würde da sehen, ähm. Also ich wär halt son kleines Männchen mit som, äh, so nem Düsenanzug, das da halt durchfliegt und das dann deine Datei sucht. Und

diese Datei is halt auch in, sagen wir mal, Fotos, und, ähm– Ja, also de- das würd ich, äh, das würd ich mir so vorstellen, dass alles halt, dass so ne Riesensäule vor mir ist. Dann ma- äh, son Raum, und das halt alles so richtig (.) hart elektronisch is, und, ja, alles so mit so, ähm, so so blauen Elek- Elektrowänden. Und die Säule ist halt auch mit so ner blauen Wand umhüllt und innen drin sind halt nur Kabel. Und auch halt diese, ähm, Verschickungsschwellen, und, ja. Und Virusse würd ich mir dann vorstellen, dass das, hm, die schlimmste Person is, die ich mir je vorgestellt hab. Das wär dann so das Virus.

I: M-hm.

S16: Ja, also ich würd da ein Wirrwarr aus Dateien sehen, die irgendwo hinfliegen.

S17: Ja.

D.3. G1-L1-S02+S27

Frage 4 (5:15)

I: Was glaubt ihr eigentlich, wie groß ist das Internet?

S02: Es gibt– is, äh, unterschiedlich.

S27: ((zwischen))

I: Unterschiedlich heißt?

S02: Das is jetzt– manchmal is es ein bisschen kleiner, manchmal größer, weil das liegt ja auch ein bisschen an dem Bildschirm.

Frage 4 (6:54)

I: Wenn ihr jetzt so ne Seite oder Information, die ihr gefunden habt, ähm, aufruft, und die dann da erscheint, ähm. Wo hat die der Computer herbekommen?

S02: Aus der Festplatte, oder?

S27: [*flüstert*] Ausm Internet. ((lacht))

I: () Von der Festplatte, oder...? Is das Internet dann auf der Festplatte, oder...?

S27: Naa. (.) Auf der Festplatte ist nur das, was man gedownloadet hat.

I: M-mh.

S02: Ab– es gibt ja auch, vielleicht, schlaue Menschen, die haben das eine, ja, Festplatte jetzt nich unbedingt, aber auf irgendwie so ne DVD, keine Ahnung, drauf[gemacht].

S27: [Dü-de-le-dü-dü.

S02: Und dann ins Internet irgendwie so geschickt und dann kommt das dann alles so.

S27: Gepostet. ((lacht))

S02: Ja.

I: Woher kommt das dann oder war das dann vorher, bevor ihr das aufgerufen habt?

S02: Ja, da auf der Festplatte, oder? Oder ne. Ne.

S27: (flüstert unverständlich) S c h w i e r i c h .

I: Mmh. (9) Hah, wenn ihr das jetzt nich– wenn ihr da jetzt keine Idee habt, [dann is das...

S27: Gibt's da nich irgendwie son riesigen Tank, son Internettank, oder?

I: N Internettank?

S27: ((lachend)) Ja.

I: Wie funktioniert das denn?

S27: Irgendwie hab ich davon mal gehört. Da sind ganz viele Suchmaschni- äh, Suchmaschinen drauf gespeichert. Und dann, ähm, wenn jemand, ähm, ins Internet will und was, ähm, hochladen will oder so, dann werden die Daten zu dem geschickt.

I: Uh-huh.

D.4. G1-L2-S10+S11

Frage 2a (1:38)

I: Würdet ihr mal kurz beschreiben, was ihr auf euren Bildern gezeichnet habt und was ihr euch dabei gedacht habt?

S10: Also ich hab, äh, gezeichnet, die ganzen Serververbindungen. Da hab ich mir– also erst mal vom PC greift man auf die Suchmaschine zu und al– je nachdem, was man eingibt, zeigt die Suchmaschine einem dann die Links für die verschiedenen Server an und die haben dann auch noch mal Verbindungen zu anderen Servern. Wenn man zum Beispiel auf andere Seiten weitergeleitet wird, oder, oder die noch mal irgendwelche Unterkategorien da haben, oder irgendwelche Partnerseiten.

Frage 4 (4:55)

I: Was glaubt ihr eigentlich, wie groß ist das Internet?

S11: Riesig.

I: Riesig, was heißt das?

S11: Ja, also, es gibt ja (n Haufen) Server und

I: Mmh.

S11: So () Wenn man schon so ne Computerfirma hat, dann sind ja auch schon (aber[zählige?]) von Datenbänken und so und

I: Uh-huh.

S11: Schon groß.

S10: Ich würd sagen, an sich wäre das jetzt nich groß, denn Daten an sich würden ja gar nicht existieren. Sie sind ja nur virtuell. Also. Aber wenn man das jetzt so– das wär schon ziemlich groß, ziemlich– gibt ja mehrere Milliarden, wahrscheinlich, an Servern und...

I: Ja.

S10: ...Daten und Codes. () Wenn man zum Beispiel jetzt mal den Quellcode von Google, also nur von, anguckt, das kann man ja machen. Dann ist das auch schon eine total lange Seite. Und also das wär schon, würde schon sagen, wenn man das irgendwie auslegen könnte, dann wär das schon mehr, größer als die Erde oder so.

Frage 5b/c, 6 (6:11)

I: Wie kommt diese Seite auf euren Computer? Wo kommt die her? Wo war die vorher?

S10: Irgendwer, wer [auch immer die

S11: (Auf einer)] Datenbank.

I: Via Daten[bank?

S11: Also] Ähm.

I: M-mh.

S11: Dann schickt– Man sucht das halt. Dann– Also so glaub ich jedenfalls, dass das halt so ist.

I: Joah.

S11: Ähm, das, äh, dann wird halt ein Signal über den Router oder worüber auch, dahin gesendet, zur Datenbank, oder per Satellit zur Datenbank. Und ich meine, dass die das dann auch wieder zurückschicken.

I: M-mh.

S11: Über den weiteren Weg.

S10: Also wenn ich irgendne Anfrage erstmal auf die Seite gestellt und, ähm, dann werden auch die, die Daten abgerufen, das heißt, die kommen über die Leitung zu einem, das wird dann alles angezeigt. (Des)wegen auch langsames Internet lädt es auch länger, weil die Daten dann länger brauchen.

I: Alles klar. Ähm. (4) Wo wir jetzt gerade bei Orten warn. Wo ist das Internet

eigentlich?

S10: Ich würd sagen, überall. Wenn man jetzt zum Beispiel WLAN oder allgemein Netz, so, das, das schwebt ja durch die Luft und Server, die stehen ja an ganz verschiedenen Orten. Manche Server stehen in Luxemburg oder irgendwo halt. In China, in Russland, in den USA, irgend- ganz verteilt. Also überall.

S11: (Könnt) auch Server bei sich zuhause haben.

S10: Ja.

D.5. G1-L2-S15+S16

Frage 3a/b (3:14)

I: Stellt euch mal vor, ihr könntet irgendwie aus weiter Entfernung, sagen wir mal von oben, auf das Internet draufblicken. Was könntet ihr euch vorstellen, würdet ihr da vielleicht sehen?

S16: Viele Kabel, die so irgendwie leuchten, wenn da immer so ne Suchanzeige, so, so, [blinkt–

S15: Ja.]

S16: Das kennt man ja aus diesen Filmen, da blinkt das so auf und [S15: Genau.] dann geht das da so durch. Dann sieht man auch so verschiedene Stationen, halt, mit so ganz ganz viele Kästen. So wie [bei dir [zu S15].

S15: ((lachend)) Ja.]

S16: Ähm, mit den verschiedenen Themen. Und dann fliegt da plötzlich son Zettel raus und fliegt dann auf den Bildschirm.

I: Mmh.

S15: Ja, könnt ich mir auch so vorstellen.

I: Kay. Ja, okay. Ähm. Gehört denn zum Internet– gehören da so auch Computer dazu, oder... was, was, was denkt ihr, würde da noch dazugehören?

S16: Also, ohne Computer kann man ja gar nich ins Internet, außer mit Handy, oder iPad, oder... ja schon. Kannst ohne Computer. ((lacht))

I: ((lachend)) Okay, gut.

S16: Aber, äh, das war ja früher so, dass man erst nur mit Computer da reinkonnte. Und deswegen, denk ich, dass da eigentlich nur noch halt der Anbieter, Google, dädädä, dazugehört, und halt das Internet selber.

I: M-mh.

S15: Ja, also ich weiß jetzt nich, ob wenn man direkt nen Computer kauft, dann direkt das Internet mit dabei is, weil man braucht ja auch immer nen Internetanschluss. Deswegen denk ich, das Internet ist noch mal was eigenes.

I: M-mh.

S15: Was man auf dem Computer halt benutzen kann.

Frage 3c, (5:04)

I: Gehören denn auch Menschen zum Internet?

S16: Also ich denke mal, früher war das so, dass dann da wohl son– mehrere Menschen saßen, dann halt die Websites, so diese Suchanfragen schon mal gestaltet haben für sehr beliebte Themen. Heißt, irgendwie, so was ganz im Trend war wie Fußball oder so, haben die dann so gestaltet, wenn man Fußball eingibt, dass dann ganz viel kommt oder so. Aber mittlerweile denk ich macht das das schon von ganz alleine.

I: M-mh.

S16: Also so ne Maschine macht das.

Frage 4, (6:03)

I: Wie groß ist das Internet eigentlich?

S16: Riesig.

S15: Ja, also ich glaub auch, das is sehr groß.

I: M-mh. Sehr groß hieße jetzt...?

S16: Äh... so groß wie Afrika.

S15: ((lacht))

I: [*in amüsiertem Tonfall*] So groß wie Afrika?

S16: ((lacht)) Doch, kann ich mir schon vorstellen. Oder ganz Amerika.

S15: Ja.

S16: Asien.

I: M-mh. M-mh. Und ist das da auch überall, oder...?

S16: Ja, eigentlich. Also in Afrika is jetzt glaub ich nich sooo viel Internet.

S15: Jaaah.

S16: Aber ich denke, in Amerika ist fast überall Internet. Außer unten, in Südamerika. Könnte auch sein, dass da nich so viel Internet ist. Aber so in Asien, so Tokio und so, müsste das ja auch immer so sein.

D.6. G1-L2-S19+S20

Frage 5b, (6:11)

I: Wenn ihr jetzt so Information gesucht habt, ne, so, ihr googlet irgendne Seite oder so und die kommt da jetzt auf euren Bildschirm. Wo kommt die da eigentlich her? Wo war die vorher?

S20: Also eine (Bir-) Person hat sich zum Beispiel ne Domain erstellt, die Internetseite eingerichtet und zu einem Thema, zum Beispiel Tiere, Tierfutter, jetzt zum Beispiel, und hat dann sich, ähm, die ganzen Texte, oder, selbst ausgedacht, oder, durch nen Buch gelesen. Die Information schreibt er, das, auf den– auf die Website geladen, und das wird dann da angezeigt und die Person, die danach googlet, sieht dann, dass das da is.

I: M-mh. Und wie kommt das von dieser Person, die das erstellt hat, zu dir?

S20: Also die Person mietet sich, oder macht sich einen eigenen– mietet sich zum Beispiel eine Domain. Richtet dann die Domain halt ein. Die ganze Internetseite. Und die wird dann, wenn man dann auf Google nach dieser Website sucht, nach dem Titel der Website, wenn man danach sucht, und dann kann man da auch die Information abrufen.

S19: Ja.

I: [zu S19] So auch... würdest du zustimmen. Oder[siehst du auch so.

S19: Ja.

I: M-mh. Ähm. Und diese, diese Seite, die Person jetzt erstellt, was weiß ich, in Amerika, ähm, wie würde die jetzt hier bei deinem, auf deinem PC dann in Deutschland landen? Wie würde diese diesen Weg zurücklegen?

S19: (2) Wahrscheinlich durch die Satelliten oder durch andere (4) Weiterleitungen oder so. Weiß ich gerade nich.

D.7. G1-L3-S06+S07

Frage 2, (2:58)

I: Wo ihr jetzt schon die Bilder vor euch liegen habt, würdet ihr mal mir kurz beschreiben, was ihr da gezeichnet habt und was ihr euch dabei gedacht habt?

S07: Ja. Ich, ich fang wohl mal an. Also ich hab, ich war, ich bin mir, ich wusste jetzt nicht das genau, aber auf jeden Fall [halt...

I: Joah.]

S07: Man empfängt– also ich hab das so gemalt, zum Beispiel der PC oder das Handy empfängt vom Router halt das WLAN, wenn man zu Hause ist. Oder in der Nähe des Routers. Und, ähm. Damit kann man sich halt mitm Internet verbinden und das Internet benutzen und der Router, also hab– so hab ich das geschrieben, bekommt das Internet halt über halt Kabel von– also ich hab jetzt geschrieben, zum Beispiel, es gibt halt auch so, ähm, Inter- also die Internetzentrale ist glaub ich in Frankfurt oder sowas. Also d- ähm, und, ähm, ja, das ist halt so für jede, äh, ich hab geschrieben, für jede, also für die Stadt ist das halt, das empfängt, das wird halt immer so weitergeleitet. Also das, die Ka- das Kabel ist nich durch ganz Deutschland, sondern es kommt von da [*zeigt mit dem Finger auf sein Bild*] und nach da [*zeigt*] und dann nach da [*zeigt*] und irgendwann halt nach Hause. So hab ich das geschrieben.

I: Und in Frankfurt, was ist da?

S07: Ich glaub, also ich weiß nich, da is irgendwie so die Internetzen[trale, hab ich mal gehört.

S06: Da stehen– ja, da stehen die Server.

S07: Ja genau.

I: M-mh. Alle, oder...?

S06: Ja, viele.

[...]

S06: Ähm. Und ich hab das ja halt auch ungefähr auch so. Aber, äh. Ja, also ich hab halt: der PC, oder halt Handy oder sowas, sendet halt nen Signal an den Router, und, ähm, der hat halt auch ne bestimmte IP-Adresse. Ähm, der schickt dann diese Anfrage an einen Server weiter, ähm, der Server antwortet dann sozusagen auf die Anfrage. Ja, der Router leitet das Signal wieder an den PC weiter.

Frage 3b, (7:33)

I: Woraus besteht das Internet denn dann eigentlich? Also, woraus ist das zusammengesetzt?

S06: Aus Servern, aus Funksignalen.

S07: Ja genau, also aus Signalen, de- ähm, halt, man, das geht halt auch, also, über Kabel, aber zum Beispiel dieses WLAN-Signal, man sieht ja nich, wenn man das Handy benutzt, dass da so, also dass man halt– die Signale, die sieht man ja nich.

[...]

I: Und (.) Computer, oder was ihr sagtet, Handys, gehören die zum Internet? Sind

die Teil des Internets?

S06: Mmh. (.) Eigentlich... also damit zapft man sozusagen das Internet an und damit kann man dann halt auch was mit dem Internet machen, sonst bringt das Internet ja eigentlich gar nix.

D.8. G1-L4-S06+S34

Frage 2, (1:35)

I: Würdet ihr mal kurz beschreiben für mich vielleicht, was ihr auf den Bildern gezeichnet habt und was ihr euch dabei vorgestellt habt?

S06: Äh, also ich hab, ähm, halt so viele Computer und, ähm, Handys und so. Das soll alles sein, wo Menschen das Internet- äh, das Internet halt gerade benutzen. Und das geht halt über WLAN über einen Hauptcomputer, dann.

I: Okay. Ah, ja. M-mh.

S34: Ich hab halt auch so, so ganz viele, ähm, Daten, die in die Welt rausgehen und an vielen Orten dann halt sind. Und ähm, das sieht halt dann jeder, aber manche Leute, die sind ja halt gefährlich, und die sollten das dann auch nicht sehen, sonst, zum Beispiel wenn man schreibt im Internet: 'Ja, ich bin gerade im Urlaub'. Und dann, äh, kann er vielleicht mit GPS gucken, wo die wohnen und dann bricht der dort ein, weil er ja weiß, dass die weg sind. Oder man auch auch, äh, irgendwie gemobbt werden, weil man dann- weil irgendwie ne Freundin lustiges Foto aus Spaß halt von ner anderen irgendwie gepostet hat bei Twitter oder so.

D.9. G1-L4-S24+S29

Frage 3b, (3:30)

I: Würdet ihr (2) auch Bestandteile des Internets sehen? Was, was wären so Bestandteile des Internets? Woraus besteht das?

S29: Mh. Vielleicht aus so, äh, ähm, also jetzt zum Beispiel WhatsApp oder so. Also, oder Facebook oder so. So Sachen, wofür man das Internet gebraucht.

S24: Und- und aus verschieden- ich würd sagen, aus verschiedenen Internetseiten, also zum Bei- auch wie WhatsApp und Facebook, Twitter und was es alles gibt.

I: M-mh. Äh, sind denn diese Computer, zum Beispiel, Teil des Internets?

S29: Äh...

I: Son Computer oder son Handy? Ist das Teil des Internets?

S29: Eigentlich schon (als) Teil davon.

I: [zu S24] M-mh. Bist du der gleichen Meinung oder denkst du eher nicht?

S24: W- eher... Wa- ich würd sagen, dass das eher umgekehrt ist, weil das I- Internet, das is ja aufm Handy, nicht das Handy aufm Internet.

Frage 4, (5:44)

S24: Also, ähm, ich denk, dass es auf irgendner Festplatte oder so is, aber die Festplatte ganz, also, nich, also, äußerlich ganz groß ist, sondern innerlich ist die ganz groß und ganz viel ist da drin und so.

I: M-mh. Und wo ist diese Festplatte? (3) Ist die...? (4)

S29: Würd sagen, also, dass das– son Satellit oder so.

I: M-mh.

S29: Und dann da so ganz viele Daten und so drin.

D.10. G2-L1-S06+S09

Frage 2, (2:29)

S09: Ja, ich hab das halt, äh, so, dass alles vom Server ausgeht, auf dem die ganzen Daten liegen. Ähm. Die Daten, die dann, äh, vom Server halt, äh, in die Suchmaschine eingegeben werden, zum Beispiel jetzt Suchbegriff: Staubsauger; dann wird halt auf dem Server gesucht, ähm, nach den Informationen, die was mit Staubsauger zu tun haben. Ähm, die werden dann an die Suchmaschine, halt, äh, über Router und, äh, etcetera, ähm, an die Suchmaschine geschickt und halt dadurch an den Nutzer, und, äh, der Nutzer kann halt, äh, also meistens is es so, dass man in der Su- also im Browser eine Suchmaschine halt benutzt. Und, ähm, ja, der Ser- also die meisten Daten gehen halt über sehr viele Wege. Es können manchmal ein bestimmter Weg sein, manchmal kann's auch ein anderer Weg sein. Und, äh, es muss halt nich immer der gleiche sein. Und, ja.

I: Uh-huh. Und was's dieser Server?

S09: Ähm. Der Server sind, ja. Is eigentlich son sehr star- leistungsstarker Computer, glaub ich, sone Art, ähm, wo alle Daten, die, äh, bis jetzt im Internet gespei- also generell gespeichert sind oder gesammelt sind, ähm, dadrauf liegen. Es gibt halt mehrere Server,

glaub ich. Und, ja.

I: Also is das, is das ein, quasi, starker PC, auf dem alles drauf ist.

S09: Ja, also so mehrere. Also ich glaub ma nich, dass ein son sehr starker Rechner das jetzt, äh, ja, alles speichern kann.

I: Uh-huh.

S09: Deswegen geh ich ma eher davon aus, das sind mehrere Server.

I: Wie viele vermutlich, vielleicht?

S09: (2) ((Pusten)) Ich würd jetzt ma so schätzen () ja, knapp tausend, würd ich [jetzt so...

I: Okay]. Ja.

Frage 5, (9:24)

I: Wenn ihr jetzt also so eine, meinetwegen auf eurem Computer, so eine Seite, äh, aufruft und die erscheint dann auf eurem Bildschirm. (2) Zum Beispiel ein Video oder so.

S06: M-mh.

I: Wo kommt diese Seite her?

S06: Na, die wu- ich denke mal, also, es is ja so die Sache, die Seiten sind ja nich einfach so da. Sondern, äh, Google wurde ja auch so, von som Larry Page und Sergey Brin, das wurd ja erstellt. Das wird ja von bestimmten Leuten, wird, wird eine Website erstellt, und, ähm, desto mehr Leute die nutzen, desto größer wird die, glaub ich. Von daher, ähm, (s' hat d's) hat- genau, äh, das mit den Videos, das hat der [Lehrer] uns so erklärt, ähm, ich rufe dieses Video ab, und diese Information, das ich das abrufe, geht über viele Server, äh, an irgendeine Station hin, und von dort aus wird des dann über einen anderen Weg, über, über ganz viele Server wieder zurückgegeben. Und das, äh, deshalb lädt das manchmal so, und, ähm, ja, das geschieht aber halt auch ziemlich schnell, sodass ich sofort diese Information, also das Video, direkt dann halt wieder so vor mir habe, also...

I: Ja.

S06: ... das würd ich jetzt so sagen.

I: Uh-huh, uh-huh.

S09: Ja, dass es halt, ähm, in einzelnen kleinen Paketen geschickt wird und, äh, dann wieder zusammengesetzt wird. Also ich glaub, dass, ähm, alles, was im Computer generell passiert, wird mit Einsen und Nullen, glaub ich, geschrieben, und, ähm, dass das dann sozusagen ein Paket son eigenen bestimmten Code hat, der dann von verschiedenen Servern, äh, auf, also an den Nutzer halt, äh, geschickt wird. In dem Fall halt an mich.

Und, äh, dass wird dann im Rechner wieder, sozusagen, zusammengesetzt. Und das wird dann, glaub ich, auf den Bildschirm sozusagen übertragen, was da zusammengerechnet wurde.

Frage 6, (11:32)

I: Wo ist das Internet eigentlich?

S06: [*halb lachend*] Überall, würd ich jetzt so sagen.

I: ((kurzes Lachen))

S06: Weil eigentlich läuft ja momentan, also, (2), sssff-fast alles läuft jetzt so übers Internet, von daher, würd ich sagen, das Internet is schon (*murmeln*) überall, äh, wo's nen Router und nen Server gibt, würd ich sagen. Also, wenn's nen Router gibt, dann gibt's folgenderweise auch WLAN, und mit WLAN gibt's Internet. So. Deshalb würd ich sagen: überall wo's n Router gibt, dann gibt's da auch WLAN, oder, äh, Internet, halt.

D.11. G2-L1-S15+S20

Frage 3b/c, (4:17)

I: Was gehört denn dann alles zum Internet so dazu?

S20: (3) Mein- so, du meinst- meinen Sie, oder du oder was auch immer, dass...

I: „Du“ ist in Ordnung.

S20: Okay.

I: Ja.

S20: Wie meinst du das?

I: Ähm. Also welche Geräte zum Beispiel?

S20: Naja, öh, Router, auf jeden Fall. Eben das internetfähige Gerät [und, äh...

S15: Und n Server] oder so [gibt's (das nich)

S20: Ja, genau, ein] Server. Und, ähm... ja. (3) Eigentlich, isses aus nich so wichtig, dass man das selbst hat. Eigentlich kann man auch, wenn man, ähm, wenn ich jetzt zum Beispiel nur mein Handy habe, hab ich auch ni- keinen Router und keinen Server hier stehen. Da kommuniziert mein Handy ja mit völlig anderen Routern und völlig anderen Servern. Irgendwo im Weltall oder auf der Erde oder was auch immer. Um dann trotzdem das zu machen, was ich möchte.

I: M-mh, ja. Was glaubst du, mit welchen, äh, Geräten, dein, dein Handy dann

kommuniziert?

S20: Ähm. Naja, jetzt gerade meins is zum Beispiel in keinem WLAN. Es gibt hier ein, äh, Endospot von der Schule. Aber der, diese- kommt man auch nich so rein als Schüler.

I: M-mh.

S20: Ähmmm. Jetzt gerade hab ich eben ne Flat. Das geht übers Internet, äh, über, aus dem All wahrscheinlich. Über irgendwelche tausend Satelliten. Über irgendnen Server, der irgendwo steht.

I: ((kurzes Lachen))

S20: ((leises Lachen))

I: [*amüsiert*] Okay.

S20: Und, ähm...

I: Ja.

S20: irgendwie komm ich [dann doch noch ins Netz.

I: ((Lachen))] Ja, ja. Hast du noch was [vergessen

S20: Ah, ja] doch.

I: Doch.

S20: Über einen, äh, Sendeturm von meinem Anbieter O2.

I: Uh, aha.

Frage 6, (7:53)

I: Wo wir jetzt davon gesprochen haben, wo da so Seiten herkommen. Wo ist das Internet eigentlich?

S15: (((Lachen))) Überall.

S20: ((Lachen)) Überall.]

I: ((Kurzes Lachen)) Und hat das Internet selbst einen bestimmten Ort oder ist das einfach überall [dort, wo man Zugriff aufs Internet hat?

S20: Ja.] De- also, jedes internetfähige Gerät is da nen Teil davon. Ähh...

I: M-mh.

S20: Also es gibt, denk ich mal, ganz besonders große Server oder sowas, die dann irgendwo stehen. Aber trotzdem isses immer noch ein- (gibt's) noch etwas stärkeres aber trotzdem nur Gel- Glied in der Kette.

I: Ja.

S15: Also ich glaub, es gibt ja auch überall so Strahlen, (und) das is jetzt (nich) vielleicht nich unbedingt nen bestimmter Ort.

Frage 7b, (7:53)

I: Sagen wir mal, ihr wollt eine Nachricht schreiben. Eine Mail, oder WhatsApp [Nachricht,

S15: Okay.]

I: an einen Freund oder eine Freundin, und ihr verschickt die. Und stellt euch vor, ihr könntest als so ne Art, mmh, Postbote des Internets, so, eurer Nachricht hinterher ins Internet hinein folgen.

S20: Also...

I: Was, stellt ihr euch vor, könntet ihr dann da vielleicht sehen?

S15: Also...

S20: Wir hatten das gerade in Medienkunde. [Das is unfair. ((lacht))

S15: Ja. Ich glaube, das is halt] so...

I: ((kurzes Lachen))

S15: Jedes Gerät hat halt so ne bestimmte Nummer, und dann, ähm, kommt das glaub ich auch erst zu nem Router, oder [so und

S20: Ja.]

S15: der teilt dann die andere Nummer zu und dann wird das irgendwie zugestellt.

I: Mmh.

S20: Ja, und das wird auch immer in ganz viele kleinere Teile quasi zer-

S15: -teilt.

S20: zerteilt. Und dann geht das über tr- hunderte Wege

I: Uh-huh.

S15: Und setzt sich beim Empfänger zusammen.

S20: Genau.

D.12. G2-L2-S01+S02*Frage 2, (1:24)*

I: Okay. Würdet ihr mal kurz mir beschreiben, was ihr auf euren Bildern gezeichnet habt und was ihr euch dabei überlegt habt?

S02: Also, äh, das Internet ist ja sehr groß, da gibt's ja sehr viele verschiedene, äh, Seiten, zum Beispiel Google oder so. Und das wird halt- da hab ich nen Raum gemalt,

wo ei- richtig viele Festplatten sind, wo das alles drauf gespeichert ist.

[...]

I: Und diese ganz vielen Festplatten, wo sind die?

S02: In einem Raum. An, an einem, äh, Satellit, oder so, der das dann zum Satellit im All oder so, äh... **I:** Uh-huh.

S02: überträgt oder so und dann der gibt das dann jeweils auf die Handys oder so.

I: Ah, okay. Gibt's mehrere solcher Räume oder gibt's einen?

S02: Äh. Ich glaube es gibt einen sehr großen. Irgendwo in den USA oder so.

D.13. G2-L3-S01+S15

Frage 2, (1:21)

I: Würdet ihr mal kurz beschreiben, was ihr auf euren Bildern gezeichnet habt und was ihr euch dabei gedacht habt?

S01: Ja, also, wir haben das halt mal im Unterricht besprochen, dass, dass es halt ein, son Hauptserver gibt, und dass daran dann mehrere, äh, also so, ja, ich sag jetzt mal, noch kleinere Server dranhängen, an denen dann Computer angeschlossen werden, und, ähm, dass man dann so die Information bekommt.

I: Uh-huh. Und dieser Hauptserver is sozusagen das Zentrum, so für das ganze Internet?

S01: Joaaaaah.

I: Aha. Und wo ist der?

S01: Äh, irgendwo... (3) ich wei- keine Ahnung.

D.14. G2-L3-S07+S08

Frage 2b, (3:40)

I: Wie würdet ihr denn zusammenfassend den folgenden Satz vervollständigen, in Hinblick auf eure Bilder vielleicht: „Das Internet ist...“?

S08: Das Internet ist ein, eine, ähm, (2) eine Anwendung, die, ähm, wo man Informationen suchen kann und di- mit denen fast alles machen kann. Also kann ja mit dem so s- äh, Videos schreiben und so. Und dass, ähm, alle Personen, die einen Internetanschluss haben, den nutzen können.

I: Uh-huh.

S08: () gesucht werden.

S07: Ja, ich würd irgendwie, zum Beispiel, sagen, das Internet ist ein Riesennetzwerk, auf dass, ähm, das alle Anforderungen annehmen kann. Oder dass halt viele Leute drauf zugreifen können und, ähm...

I: Uh-huh. Inwiefern ist das ein Netzwerk?

S07: Das... ja, also das ist ein bisschen schwer zu beschreiben. Ich, also ich, natürlich weiß ich jetzt nicht, ob das ein Netzwerk ist aber...

I: Ja.

S07: ... ich empfinde es so als nen Riesen...

I: Okay.

S07: ... ähm, Bereich, wo halt ganz viel drin is. Wo, ähm, ganz viele Leute drauf zugreifen können. Das is halt wie son...

I: Ja, ja.

S07: Es funktioniert ja auch wie son- das hat ja so ne ganz bestimmte Funktion.

Frage 6, (7:36)

I: Wo ist das Internet eigentlich?

S06: Also ich glaube, da gibt's keinen richtigen Platz. Also (3) das ist ne gute Frage. ((lacht))

I: ((lacht))

S07: Ja, ja. Überall, eigentlich, ne? ((lacht))

I: ((lacht)) Überall [eigentlich, mmh?

S07: J-] Ja. Also man kann ja, wenn man das ja hier jetzt hat, ich mein, Sie haben ja hier n Handy. Hier könnte man jetzt ins Internet. Man könnte- ich mein, mittlerweile gibt's ja sogar fast schon im Flugzeug Internet. Und man kann ja überall auf das [Internet zugreifen.

I: Ja, ja.]

S07: Und das geht ja überall hin. [Also...

I: Ja.] Aha.

S08: Aber ich glaube, es gibt jetzt keinen richtigen Standort, wo jetzt (.) man sagt: ja, da ist das Internet und da geht alles hin. Also ich glaube, es gibt so in jedem Land so von jedem Anbieter so ne Art Browser oder son großen Computer, wo alles halt so von dem Anbieter drin ist und w- wie man das Internet nutzen kann. Aber jetzt son, son ganz

großes Internetding gibt's glaub ich nicht.

I: Aha.

S07: Das Internet besteht ja eigentlich auch aus so diesen ganzen einzelnen, diese ganzen einzelnen...

S08: Anbieter.

S07: Anbieter und Internetnutzer und das macht dir das Internet so. Und das heißt, es ist ja nich– das Internet besteht ja daraus. Und diese einzelnen, die sind ja eben auch an unterschiedlichen Orten, und dann...

I: M-mh.

S07: ... gibt's da keinen einzelnen Platz.

Frage 7b, (8:59)

I: Stellt euch vor, ihr könntet jetzt diese Nachricht, die ihr geschrieben habt, als, ha, so eine Art Postbote des Internets, mit ins Internet hinein verfolgen und könntet mit dieser Nachricht zusammen den Weg durch das Internet gehen. Zu, zum Ziel, zu eurer Freundin oder so. Was glaubt ihr, wenn ihr so in dieses Internet hineingehen würdet, was würdet ihr da sehen?

S07: Also, äh, das hatten wir auch mal in der Klasse als Rollenspiel, sozusagen. Also wenn jetzt einer die Nachricht, äh, schicken will und ich bin zum Beispiel Netzwerk 1 und, und sie ist Netzwerk 2, dann ähm, senden, sendet einer, ein User von Netzwerk 1, das erst mal an den Postboten von Netzwerk 1, und, ähm, der, der bringt das dann erst mal von, also an den Postboten von Netzwerk 2, und Netzwerk 2 gibt es dann so an [S08] weiter.

I: M-mh.

S08: Ich glaube, das ist bei WhatsApp dann so, ich glaub Whats- is schon in einem Netzwerk. Ich glaub, das geht dann nur noch direkt an die Person, und sonst, wenn das jetzt zum Beispiel f- sonst, sonst so, genau so wie sie das gerade gesagt hat, dass es erst zum Postboten geht, dann ins andere Netzwerk und dann da zum Postboten und der verteilt das dann, weil er ja die Nummern seiner anderen Anbieter dann da weiß.

D.15. G3-L1-S08+S27

Frage 2, (0:55)

I: Würdet ihr mal kurz beschreiben, mmh, was ihr auf euren Bildern gezeichnet habt,

und was ihr euch dabei gedacht habt?

S08: Du, oder soll ich?

S27: Joah, ich fang an. Ähm, also ich hab (.) halt einen, ähm, großen, ja, Server hab ich versucht zu zeichnen, der dann halt drahtlos mit (ba) irgendwelche Geräte, egal, irgendwelches ich- irgendwelche internetfähigen Geräte erreichbar ist.

I: M-mh. M-mh.

S08: Ja, und ich hab halt auch so gezeichnet, die Welt quasi, und dass du, dass alle, so, PCs oder generell internetfähigen Geräte miteinander verbunden sind und so, dass, was einmal im Internet ist, dass das so nich mehr so schnell rauskommt. Aber das ne verhal-äh, dass im Internet halt auch viele Gefahren sind.

I: M-mh. M-mh. [zu S27] Würdest du sagen, dass dieser Server sozusagen das Internet ist oder nur ein Teil davon, oder...?

S27: Joaaah, also ich würd sagen, dass man den, der, wenn man ins Internet möchte, dass man, dass das alles über den läuft. Dass man erst auf den Server gelangen muss und dass man dann in die, äh, anderen Teile des Internets kann. Irgendwelche Seiten besuchen.

I: M-mh. We- welche anderen Teile sind das dann?

S27: Ja, halt diese kleineren Server vielleicht. Weil: wenn man ne Internetseite anlegen möchte oder so, dann muss man ja, mein ich, auch n Server k- bezahlen oder kaufen...

I: M-mh.

S27: ...damit man da ne Seite haben kann.

Frage 3a, (4:18)

I: Und was genau würde man dann sehen? Wie würde das Internet aussehen?

S27: (3) Vielleicht irgendwie viele Kabel, die irgendwo überall mit andern Ländern oder so verbunden sind, wo man halt sieht, wie dann irgendwelche elektrischen Dinger (.) dadurch

I: M-mh. M-mh. M-mh.

S27: Ja.

I: Und würde man diese Bestandteile hier sehen? [Zeigt auf die Zeichnung von S27] Dein, dein Server? Oder... (2) Wäre das etwas, was man sehen würde?

S27: Joah. Der würd vielleicht zentral liegen. Wo dann halt die ganzen Kabel angeschloss- sind und, ähm, durch die Welt gehen.

D.16. G3-L2-S01+S05

Frage 5b/c, (5:16)

I: Wenn ihr jetzt also an som PC sitzt und ihr habt ne Seite gesucht und, äh, diese Seite erscheint jetzt auf eurem Computerbildschirm...

S05: M-mh.

I: Wo kommt die eigentlich her?

S05: (3) Äh...

S01: Ähm. Aus irgendsonem, ähm, wo alles dann drin gespeichert is, aber auch immer was verändert werden kann. Sozusagen son Ordner.

I: Uh-huh.

S01: Son ganz großen.

I: Ein, ein großer Ordner. Und da ist alles drin, oder...?

S01: Ähm. Also jetzt, sozusagen, alles für ein Thema. Zum Beispiel jetzt mit, ähm, Such- für k- also zum Beispiel Bing und Google dann in einem Ordner und dann auch, ähm, Shops in einem einzelnen Ordner und alles zu einem Thema.

I: Ah, okay. [Was wolltest du...

S05: Äh, ja.] Genau das gleiche eigentlich, mit so vielen Ordnern, ähm, ja, und dass die dann auch noch, also, dass es dann zwei Arten von Ordnern gibt und (.)

I: Zwei, öh, welche zwei Arten?

S05: Also zum Beispiel, äh, Ordner für, ähm, Fragen und so, und Ordner für, äh, ähm, einfach so Spaß und so. (2)

I: Uh-huh.

Frage 5b/c, (8:53)

I: Stellt euch mal vor, ihr könntet so ne Art Briefträger des Internets sein und könntet diese Nachricht mitnehmen auf ihrer Reise durch das Internet. Und ihr könntet in das Internet hineingehen und euch darin umsehen. Was glaubt ihr, würdet ihr da sehen?

S05: Ähm, dass man erst mal so durch nen Tunnel mit so, ganz vielen Informationen, äh, also fliegt, und dass man dann bei diesem Zentrum des Internets irgendwie ankommt, und dann, ähm, ja, die, äh, Nachricht dann, äh, sortiert wird, zur, äh, Stelle, wo die hinmuss und dass man dann wieder durch son Tunnel- und dann beim nächsten Computer, also wo, äh, wieder, erscheint.

I: Uh-huh.

S01: Ich glaub mal son, ähm, Gebäude dann, und, ähm, dann sind da mehrere Räume, und dann sind die Räu- manche Räume für, ähm, Nachrichten, manche für Informationen, manche um, ähm, für Shops und dann auch manche für, ähm, wenn die da was reingestellt wird, dass es in die richtige gestellt wird und nich zum Beispiel jetzt n Preis anstatt, ähm, auf Amazon, zum Beispiel, sondern auf Twitter gestellt [wird.

I: Uh-huh.] Okay.

D.17. G3-L2-S17+S30

Frage 6, (7:37)

I: Wo ist das Internet eigentlich?

S30: Überall auf der Welt, halt, wo's Strom gibt.

I: M-mh.

S17: Und wo's Internetanschluss gibt.

I: Und wo's...

S17: Sonst bin ich der gleichen Meinung.

I: M-mh. Hat das Internet selbst irgendeinen Ort? Oder sind lediglich die Anschlüsse irgendwo überall?

S17: Also, ich glaub, ich glaub, das ist so, äh, der w- und die Satelliten, sozusagen.

I: M-mh. (3) Kay. (Du vielleicht)

S30: Also ich mein], dass das Internet, halt, keinen festen Ort hat. Weil, äh, wenn man jetzt zum Beispiel ne App aufruft, dann geht die ja auch sofort auf, und dann, ähm, ist das halt ja auch so, dass, dass die App ja bei dir is und auch bei andern und dass sie halt nich immer auf der gleichen Stelle ist, dann.

I: M-mh.

Plagiatserklärung des Studierenden

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel **Studie zu mentalen Modellen von Schülerinnen und Schülern zum Internet in den Jahrgangsstufen 5 und 7** selbstständig verfasst habe, dass keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt worden sind und dass die Stellen der Arbeit, die anderen Werken – auch elektronischen Medien – dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen wurden, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht worden sind.

Ich erkläre mich mit einem Abgleich der Arbeit mit anderen Texten zwecks Auffindung von Übereinstimmungen sowie mit einer zu diesem Zweck vorzunehmenden Speicherung der Arbeit in einer Datenbank einverstanden.

Münster, den 5. November 2015

(Unterschrift)