

Vom Flaggenalphabet zur Vorratsdatenspeicherung: Schülerinnen und Schüler als Multiplikatoren technischer Aspekte der digitalen Welt

Klaus-Tycho Förster¹

Abstract: Im Nachrichtenalltag existieren viele kontroverse informatische Phänomene wie etwa die Gesundheitskarte, Internetsperren oder die Vorratsdatenspeicherung. Bei Berichten oder Diskussionen über die Thematiken fällt zumeist auf, dass zwar über den informatischen Kontext gesprochen, das zur Beurteilung benötigte technische Wissen jedoch eher ignoriert, teilweise sogar sachlich falsch verwendet wird. Durch informatisch-technische Bildung erhalten Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, zumindest in ihrem lokalen Umfeld als Multiplikatoren dieser Aspekte zu wirken. Die Verbindung von Informatik und Gesellschaft unter technischen Aspekten im Informatikunterricht ist dabei natürlich kein neuartiges Konzept. Dennoch möchte die vorgestellte mehrfach praktisch im Schulalltag erprobte Unterrichtssequenz einen kurzen Vorschlag liefern, wie dieses für die Thematik der Vorratsdatenspeicherung im Rahmen der Behandlung von Computernetzen durchgeführt werden könnte.

Keywords: Computernetzwerke, Vorratsdatenspeicherung, technische Aspekte der Informatik

1 Schülerinnen und Schüler als lokale Multiplikatoren

Die Idee der kontextorientierten Unterrichtsorganisation ist ein *neues altes Unterrichtsparadigma* (vergl. [Ko]) zur Herstellung des Lebensweltbezuges im Informatikunterricht. Unter dem Oberbegriff *Informatik im Kontext (IniK)* werden dabei diverse Thematiken aufgegriffen, siehe dazu etwa [DKW11] und [DD11]. Der Lebensweltkontext soll dabei nach Diethelm, Koubek und Witten auch das Kriterium erfüllen, dass er geeignet für „*Abendbrotgespräche mit den Eltern ist*“ [DKW11]. Daher bietet sich eine Multiplikatoren-Rolle der Schülerinnen und Schüler aus dem Informatikunterricht heraus an.

Bei anderen schulischen Fächern zuordenbaren Phänomenen, wie z.B. der Nuklearkatastrophen von Fukushima und Tschernobyl, haben Eltern zumeist aus ihrer eigenen Lebenserfahrung bzw. ihrer (Schul-)Bildung einen Wissensvorsprung gegenüber ihren Kindern in der Sekundarstufe, der neben den gesellschaftlichen auch die technischen Aspekte umfasst. In Bezug auf technische Aspekte der Informatik bei tagesaktuellen Phänomenen dreht sich diese althergebrachte Rollenverteilung jedoch oft um.

¹ Aalborg University, Department of Computer Science, Selma Lagerlöfs Vej 300, DK-9220 Aalborg, Denmark, ktfoerster@cs.aau.dk. Klaus-Tycho Foerster is supported by the Danish Villum Foundation.

Sofern die Eltern nicht ein erhebliches fachliches Interesse an der Informatik zeigen, begegnet ihnen der technische Hintergrund nur in alltäglichen Zusammenhängen, wie etwa in Nachrichten, Zeitungsartikeln oder Diskussionssendungen in Radio und Fernsehen. Dabei ist ohne Vorkenntnisse nur schwer zu überprüfen, ob geführte Argumentationsketten oder (anscheinend) fachliche Aussagen auch der Realität entsprechen. Die gesellschaftlichen Implikationen sind nachvollziehbar, basieren aber gegebenenfalls auf verfälschten informatischen Annahmen.

Auf Grund der teilweisen Rollenumkehr ist es rein mit technischen Argumenten für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I eher schwierig, mit ihren Eltern gemeinsam über informatische Phänomene zu diskutieren. Auch bei Kenntnis der Positionen diverser gesellschaftlicher Gruppierungen und Interessenverbänden liegt eine Akzeptanz der entgegengesetzten Meinung durch die Schülerinnen und Schüler nicht unbedingt vor, dieser gegenseitige Respekt ist für eine Diskussion jedoch unabdingbar: Teilweise kommt es zu der Kollision von technischem Optimismus und gesellschaftlichem Pessimismus. Ein aktives Erleben und Nachvollziehen der Meinungsbildung scheint daher unerlässlich für eine aktive Multiplikatoren-Rolle der Schülerinnen und Schüler gegenüber ihrem lokalen Umfeld.

In anderen Schulfächern, wie etwa Sozialkunde oder Politik, wird dazu im Vergleich zur Informatik häufiger die Methode der Podiumsdiskussion eingesetzt. Anhand durch die Lehrkraft vorbereitetes oder durch die Schülerinnen und Schüler gesuchtes Quellenmaterial werden Positionen vorher definierter Gruppen ausgearbeitet, die in einem Rollenspiel ähnlich einer Talkshow ausdiskutiert werden. Dabei wird auch das Publikum aktiv eingebunden: *„Diese Art von Rückkopplung dient dazu, die Klassen stärker in die Diskussion miteinzubeziehen und den Realitätsbezug der Positionen zu erhöhen“* [Bu04].

Natürlich wird die Methode des Rollenspiels auch im Informatikunterricht schon seit längerem verwendet, z.B. zur Simulation einer CPU [Gi] oder der Einführung der objektorientierten Modellierung [Di07, S.86ff]. Für eine weitergehende Betrachtung der Thematik siehe etwa [Fo07]. Die Methode des Rollenspiels scheint jedoch in der Fachliteratur zumeist auf eher technische bzw. algorithmische Aspekte der Informatik angewandt zu werden.

2 Vorratsdatenspeicherung im technischen Bezug von Computernetzen

Es stellt sich dabei die Frage, warum diese Multiplikatoren-Rolle für die Vorratsdatenspeicherung insgesamt in einem Informatikunterricht behandelt werden muss. Man könnte meinen, dass man die physikalischen Grundlagen der Nachrichtenübermittlung auch in Physik, nur die benötigten Netzelemente in Informatik und dann abschließend davon getrennt die gesellschaftlichen Auswirkungen in einer Podiumsdiskussion im Politik- bzw. Sozialkundeunterricht vermitteln kann. Insbesondere in Bezug auf die gesellschaftlichen Aspekte lässt sich diese Auslagerung in andere Fächer nach Schubert und Schwill jedoch nicht vornehmen:

„Ethische und rechtliche Regelungen spielen in diesem Unterrichtsgegenstand eine große Rolle. Wenn sich Informatiklehrer dieser Aspekte nicht annehmen, gehen die fachlichen Bezüge im Lernprozess verloren. Man kann sicher in anderen Fächern darüber sprechen, aber kaum Verständnis für die komplexen Zusammenhänge entwickeln. Die Wirkungsprinzipien der Internet-Architektur bilden die kognitive Basis für das Verstehen der komplizierten Umsetzung der Gesetzgebung.“ [SS04, S.267f.]

Ein eigenes Erfahren und Erforschen durch die Schüler ist dabei sicherlich sinnvoll, *„weil die Lernenden eher an den Werkzeugen und Anwendungsbeispielen, vor allem aber am eigenen Tun interessiert sind als an den Fachinhalten“ [Mo03, S.189].*

Die Schülerinnen und Schüler für die technische Beherrschung und gesellschaftliche Beurteilung von Computernetzen zu befähigen, wird bei der Konzeption von Informatikunterricht in Zukunft sicherlich eine immer wichtiger werdende Rolle spielen, denn die Frage *„Wie kommunizieren zwei Rechner miteinander?“* ist nach Aussage von Hubwieser von hoher allgemein bildender Bedeutung [Hu07, S.245]. Schubert und Schwill verweisen ebenfalls darauf, dass im Falle der Informations- und Kommunikationssysteme der Bildungswert sehr hoch eingeschätzt werden muss, da diese Systeme unter anderem folgendes Ziel für Schüler ermöglichen: *„Sie verstehen die Wirkprinzipien von Rechnernetzen und verteilten Systemen, der Basistechnologie neuer gesellschaftlicher Entwicklungen“ [SS04, S.255].* Es sollte daher während der schulischen Ausbildung rechtzeitig und regelmäßig bei den Schülerinnen und Schülern gesorgt werden für die

§3.1 Präzisierung des Begriffes der Kommunikation und Analyse ihrer Komponenten

§3.2 Entwicklung eines technischen Grundverständnisses über Aufbau und Funktion von Computernetzen

§3.3 Fähigkeit zur sachgerechten Beurteilung der Vorteile und Risiken der Kommunikation in Computernetzen

Aufbauend auf diesen Kompetenzen kann eine gesellschaftliche Einordnung des Phänomens der Vorratsdatenspeicherung unter Berücksichtigung technischer Aspekte (§3.4) im Informatikunterricht durch die Schülerinnen und Schüler im Rahmen etwa einer Podiumsdiskussion geleistet werden. Ohne die vorherige technische Grundlagenlegung in (§3.1 - §3.3) kann die komplexe Thematik der Vorratsdatenspeicherung von den Schülerinnen und Schülern nicht adäquat beurteilt werden, sie sind ein notwendiger Baustein.

Ein kurzer Vorschlag für eine mögliche Umsetzung der Thematik wird dazu im nächsten Abschnitt gegeben. Er basiert auf einer mehrfach durchgeführten Unterrichtssequenz im Umfang von ca. 4 Doppelstunden, welche im Informatikunterricht der 9. Klasse gehalten wurde. Die Doppelstundenthemen ergeben sich aus dem obigen Aufbau:

§3.1 Wie funktioniert Kommunikation?

§3.2 Wesentliche Aspekte eines Computernetzes

§3.3 Untersuchung von Eigenschaften eines Computernetzes

§3.4 Auswirkungen der Vorratsdatenspeicherung

Natürliche Erweiterungen ergeben sich durch ausführlichere Behandlung der Anonymität in Computernetzen und der Planung von Computernetzen für diverse Anwendungsfälle. Weiteres Beispielmateriale und vorläufige Ausführungen finden sich in [Fo10].

3 Ein praktischer Durchführungsvorschlag

3.1 Wie funktioniert Kommunikation?

- Welche Kommunikationsarten gibt es, welche Regeln gelten hierbei?
- „Analoge“ Beispiele: Morsen, Winkieralphabet mit Flaggen, Seefunk
- Welche Besonderheiten gibt es bei Nachrichten zwischen Computern?
- Wie sehen Pakete im Netzwerk vereinfacht aus?

Die Grundlagen von Computernetzen basieren auf der Kommunikation mit Protokollen, während die Vorratsdatenspeicherung Protokolle über die Kommunikation anlegt. Ein Einstieg in die Unterrichtssequenz über die Vorratsdatenspeicherung wäre zwar möglich, für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I scheint die Thematik zu diesem Zeitpunkt jedoch noch zu abstrakt zu sein, bzw. führt nicht direkt zu den dahinterliegenden technischen Aspekten. Nach eigener Erfahrung reicht die Behandlung von Computernetzen anscheinend als intrinsische Motivation in der 9. Klassenstufe aus, jedoch nicht für einen Einstieg über die Eigenschaften von Kommunikation – hier bietet sich eine aktive Erforschung durch die Schülerinnen und Schüler an.

Die praktische Untersuchung nur einer einzelnen Kommunikationsart würde jedoch wie bei der Verwendung nur einer einzelnen Programmiersprache (vergl. [St11]) eher zu Produktwissen führen, statt allgemeingültige Komponenten wie Sender und Empfänger zu identifizieren. Für viel Freude bei den Schülerinnen und Schülern sorgt dabei das praktische Ausprobieren in Gruppen von Morsen mit Taschenlampen und dem Einsatz von je zwei Signalflaggen pro Sender. Abhängig vom Zeitansatz können weitere Kommunikationsarten hinzugefügt werden (z.B. Zeichensprache) bzw. Hilfsmittel wie eine Morsecode-Tabelle weggelassen werden. Eine Vertiefung dieser Thematik für weitere Unterrichtsstunden in der Oberstufe wird in [Me12] ausgeführt. Ausgehend von diesem Grundverständnis der Kommunikation kann in der verbleibenden Zeit der ersten Doppelstunde eine stark vereinfachte Version der paketbasierten Nachrichtenübermittlung zwischen Computern durch die Schülerinnen und Schüler erarbeitet werden.

3.2 Wesentliche Aspekte eines Computernetzes

- (Gruppenpuzzle) Was ist bzw. wie funktioniert es?
- (Stammgruppe) eine MAC- bzw. IP-Adresse
- (Expertengruppen) Router, Switch, WLAN?

Hartman et al. [HNR06] formulieren als eine zentrale Leitidee, dass die Adressierung ein wichtiger Aspekt bei Netzprotokollen sei und eine Grundvoraussetzung für die funktionierende Kommunikation. Explizit wird dabei erwähnt, dass die Lernenden auch in

der Lage sein sollen, selbständig MAC- und IP-Adresse herauszufinden [HNR06, S.54f]. Daher werden zunächst die notwendigen technischen Fachkenntnisse aufgebaut, bevor in der nächsten Doppelstunde das Netz an sich erforscht wird.

Durch die Vielfältigkeit des Themas wird eine Untersuchung der gängigen Komponenten eines Computernetzwerkes mithilfe eines Gruppenpuzzles durchgeführt. Nach einer Betrachtung von MAC und IP-Adressen in Stammgruppen werden in Expertengruppen die Bereiche Router, Hub/Switch und WLAN bearbeitet, um anschließend in den Stammgruppen nach gegenseitiger Erklärung ein eigenes kleines Computernetzwerk zu planen und mithilfe von Postern dieses den anderen Gruppen zu präsentieren. Durch die konkrete Identifikation mit eigenen Netzwerkkomponenten zu Hause konnten auch zeitlich relativ anspruchsvolle Arbeitsaufträge gegeben werden, da die Schülerinnen und Schüler großes Interesse daran zeigten, „wie das alles funktioniert“.

3.3 Untersuchung von Eigenschaften eines Computernetzes

- Erkunden gängiger Netzwerkeigenschaften durch eigenständige Erforschung von Netzwerken mit Standardprogrammen
- Geografisches Zuordnen von IP-Adressen bzw. Nachverfolgung der Route von Nachrichtenpaketen
- Theoretische und praktische Möglichkeiten zur Anonymisierung in Computernetzen

In den folgenden beiden Unterrichtsstunden wird zunächst die Untersuchung von Netzwerkeigenschaften mit Standardbefehlen (*arp*, *ping*, *traceroute*, *nslookup* etc.) zur Nachvollziehbarkeit von Kommunikation durchgeführt, bevor theoretische und praktische Möglichkeiten (z.B. über das *TOR*-Netzwerk² zur Verschleierung auch von Verbindungsdaten) der Anonymisierung thematisiert bzw. ausprobiert wurden. Hierbei kann auch der Aufbau des Internets durch sogenannte Autonome Systeme thematisiert werden, siehe dazu [He15].

Die Thematik der Verschlüsselung wird dabei über die Visualisierung der Inhalte unverschlüsselten Netzverkehrs mit Werkzeugen wie *Wireshark*³ angesprochen (vergl. [HNR06, S.127], siehe Abb. 1. Die (komplexe) Technik hinter kryptographischen Verfahren kann in einer weiteren Unterrichtseinheit behandelt werden, siehe etwa *RSA&Co* von Witten und Schulz [WS10] oder im Kontext von Emails in [GHW12]. Weitere Anregungen zu Datenschutz und Privatsphäre finden sich in [Be15].

3.4 Auswirkungen der Vorratsdatenspeicherung

- Argumente für und gegen die Nachverfolgbarkeit von IP-Adressen im Internet
- Positionen verschiedener gesellschaftlicher Gruppen zur Vorratsdatenspeicherung
- Vorbereitung und Durchführung einer Podiumsdiskussion

² <https://www.torproject.org/>

³ <https://www.wireshark.org/>

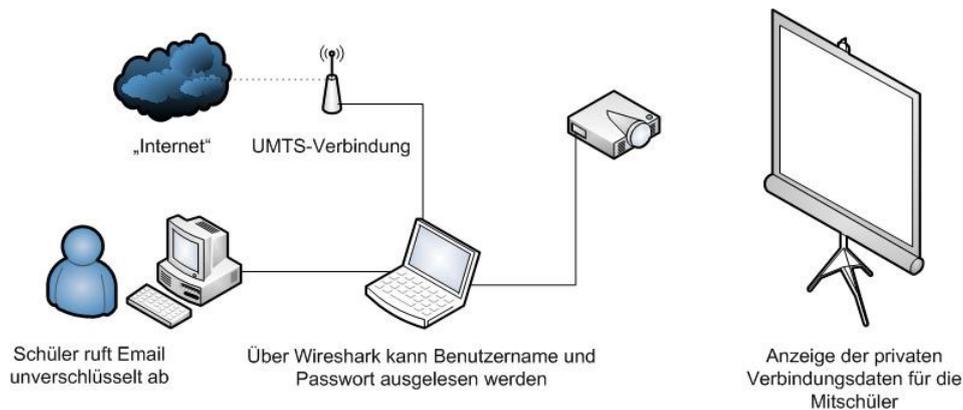


Abb. 1: Mitlesen von vermeintlich geschützten Inhalten mit *Wireshark*.

Die in der abschließenden Doppelstunde vorbereitete und durchgeführte Podiumsdiskussion über die Vorratsdatenspeicherung sollte dabei einen groben Querschnitt durch die Gesellschaft repräsentieren, als Gruppen bieten sich hierbei etwa die Sicht der Provider, der Polizei, von Parteien und die von Datenschützern an. Wichtig dabei ist die konkrete Auseinandersetzung in Gruppen mit zugehörigem Quellenmaterial, z.B. Zeitungsartikel, Interviews, Pressemeldungen, Webseiten etc. Nur daraus können die Schülerinnen und Schüler sich in die gewählte Position hineinfinden, die Argumentationsketten nachvollziehen und technisch beurteilen, siehe Abb. 2 für einige Beispiele⁴



Abb. 2: Beispielposter für verschiedene gesellschaftliche Positionen zur Vorratsdatenspeicherung.

Bewährt hat sich dabei die Moderation der Podiumsdiskussion durch eine(n) Schülerin bzw. Schüler, da die Lehrkraft sich damit im (beobachtenden) Abseits aufhalten kann und es eher um die Sache an sich geht, wodurch nach kurzer Zeit auch sonst eher ruhigere Schülerinnen und Schüler in den Diskussionsfluss kamen.

Bemerkenswert war dabei die relative Länge der Podiumsdiskussionen (ca. 30 Minuten)

⁴ Ein alternativer Einstieg bietet sich über mögliche Auswertungsszenarien der Vorratsdaten an [OG14, OS11].

und die inhaltliche Tiefe, welche wahrscheinlich nur durch die direkte Identifikation im Rollenspiel, das geweckte persönliche Interesse der Schülerinnen und Schüler im Publikum und die vorherige ausführliche Quellenarbeit möglich war, wobei als direkte Grundlage auf die technischen Aspekte von Computernetzen zurückgegriffen werden konnte.

Auch ergab sich im Anschluss nicht ein einseitiger Ausschlag dafür oder dagegen, die einzelnen Schülermeinungen blieben differenziert, wenn auch eher gegen die Vorratsdatenspeicherung tendierend.

4 Fazit

Obwohl oder gerade weil die ersten Stunden stark theoretisch und technisch fundiert waren, zeigten die Schülerinnen und Schüler starkes Interesse und Begeisterung an der Thematik. Erst das technische Grundverständnis von Kommunikation in Computernetzen erlaubte ihnen eine angemessene Beurteilung der in Bezug stehenden gesellschaftlichen Aspekte der Informatik.

Nach Aussage mehrerer Schülerinnen und Schüler ergab sich aus der Unterrichtssequenz heraus zumindest ein kurzer Austausch mit der Familie, wobei gerade die Weitergabe technischen Wissens von Interesse war. Da das Hauptlernziel natürlich nicht eine Multiplikatoren- und Kompetenzbildung ist, sondern der Wissens- und Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler, positiv überprüft durch eine Klassenarbeit, ist diese Weitergabe ein interessanter zusätzlicher Effekt, den wir in der Zukunft auch weiter untersuchen möchten.

Als eine weitere Auswirkung ergab sich auch, dass die Schülerinnen und Schüler nach der Sequenz viele Arten von eingerichteten Internetseitensperren (nicht nur) in der Schule umgehen konnten – und dieses Wissen als Multiplikatoren auch gerne aktiv unter Mitschülern verbreiteten – ein (un[?])gewollter Aspekt der Unterrichtssequenz.

Es wäre dabei sicherlich interessant, diese Multiplikatorenwirkung bewusst als Unterrichtsmethode zu verwenden, etwa durch die Einbeziehung der Schülerinnen und Schüler: Welches Wissen und welche Kompetenzen müssten ihr anderen (Erwachsenen) vermitteln, sodass diese fachlich fundierte Entscheidungen treffen können?

Dabei ist die Vorratsdatenspeicherung nur ein (immer noch) aktuelles Anwendungsbeispiel für den Unterricht. Mögliche Alternativen im Bereich Computernetze wären etwa auch Netzneutralität oder Internetsperren.

Abschließend möchten wir noch einmal anmerken, dass (nicht nur) unserer Meinung nach *jede* Unterrichtssequenz, die Informatik und Gesellschaft behandelt, auch zwingend die technischen Aspekte behandeln muss. Denn zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt sind die fachlichen Hintergründe immer notwendig, sonst wandelt sich das Potenzial vom aktiven Mitwirken zum passiven Erfahren der Auswirkungen, ein gesellschaftlicher Aspekt, den nur das Schulfach Informatik adäquat behandeln kann.

Danksagung

Abschließend möchte der Autor herzlichst Ylva Brandt, Eckart Modrow und Kerstin Strecker für viele anregende Diskussionen und Hinweise danken, ebenso Ira Diethelm für das Konzept der Abendbrotgespräche und Vorabversionen ihrer Artikel sowie den anonymen Reviewern für ihre hilfreichen Anmerkungen, u.a. für die Idee der Multiplikatorenwirkung als Unterrichtsmethode, als auch Nina Schneider für Hinweise zur finalen Formatierung.

Literatur

- [Be15] Berendt, Bettina; Dettmar, Gebhard; Esslinger, Bernhard; Gramm, Andreas; Grillenberger, Andreas; Hug, Alexander; Witten, Helmut: Datenschutz im 21. Jahrhundert - Ist Schutz der Privatsphäre (noch) möglich? In: INFOS. Jgg. P-249 in LNI. GI, S. 33–42, 2015.
- [Bu04] Bundeszentrale für politische Bildung: , Makromethode Podiumsdiskussion (Forschen mit GrafStat). <http://www.bpb.de/lernen/formate/methoden/46894/podiumsdiskussion>, 2004. Zuletzt abgerufen am 10. Februar 2017.
- [DD11] Diethelm, Ira; Dörge, Christina: Zur Diskussion von Kontexten und Phänomenen in der Informatikdidaktik. In: INFOS. Jgg. P-189 in LNI. GI, S. 67–76, 2011.
- [Di07] Diethelm, Ira: Strictly models and objects first: Unterrichtskonzept und -methodik für objektorientierte Modellierung im Informatikunterricht. Dissertation, University of Kassel, Germany, 2007.
- [DKW11] Diethelm, Ira; Koubek, Jochen; Witten, Helmut: IniK – Informatik im Kontext: Entwicklungen, Merkmale und Perspektiven. LOG IN, 32/33(169/170):97–105, 2011.
- [Fo07] Fothe, Michael: Algorithmen in spielerischer Form. In (Stechert, Peer, Hrsg.): Praxisband der 12. Fachtagung Informatik und Schule INFOS. 2007.
- [Fo10] Foerster, Klaus-Tycho: Didaktische Reduktion des Themenkomplexes Computernetze unter besonderer Berücksichtigung der technischen Aspekte - ein Unterrichtsversuch im Jahrgang 9. Schriftliche Arbeit im Rahmen der zweiten Staatsprüfung, Studienseminar Göttingen für das Lehramt an Gymnasien, 2010.
- [GHW12] Gramm, Andreas; Hornung, Malte; Witten, Helmut: Email for you (only?): design and implementation of a context-based learning process on internetworking and cryptography. In: WiPSCE. ACM, S. 116–124, 2012.
- [Gi] Gierhardt, Horst: , CPU-Simulation als Rollenspiel (aus: Mikroprozessor-Simulation mit dem DC (Didaktischer Computer)). <http://www.gierhardt.de/informatik/dc/Rollenspiel.pdf>. Zuletzt abgerufen am 10. Februar 2017.
- [He15] Hennecke, Martin: Modellvorstellungen zum Aufbau des Internets. In: INFOS. Jgg. P-249 in LNI. GI, S. 155–164, 2015.
- [HNR06] Hartmann, Werner; Näf, Michael; Reichert, Raimond: Informatikunterricht planen und durchführen. Springer, 2006.
- [Hu07] Hubwieser, Peter: Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele (3.Auflage). Springer, 2007.

- [Ko] Koubek, Jochen: , Informatik im Kontext (IniK). <http://www.informatik-im-kontext.de>. Zuletzt abgerufen am 10. Februar 2017.
- [Me12] Merkert, Klaus: , Kommunikation in Rechnernetzen. <http://www.hsg-kl.de/faecher/inf/netze/lehrplan/index.php>, Dezember 2012. Zuletzt abgerufen am 10. Februar 2017.
- [Mo03] Modrow, Eckart: Fundamentale Ideen der theoretischen Informatik. In: INFOS. Jgg. 32 in LNI. GI, S. 189–200, 2003.
- [OG14] OpenDataCity; Glättli, Balthasar: , Vorratsdaten-speicherung in der Schweiz: Das überwachte Leben von Nationalrat Balthasar Glättli. <https://apps.opendatacity.de/vds/>, April 2014. Zuletzt abgerufen am 10. Februar 2017.
- [OS11] Online, Zeit; Spitz, Malte: , Vorratsdatenspeicherung: Verräterisches Handy. <http://www.zeit.de/datenschutz/malte-spitz-vorratsdaten>, März 2011. Zuletzt abgerufen am 10. Februar 2017.
- [SS04] Schubert, Sigrid E.; Schwill, Andreas: Didaktik der Informatik. Spektrum Akadem. Verl., 2004.
- [St11] Strecker, Kerstin: Einstieg in die Algorithmik. Lehrerbildungszentrum Informatik Göttingen, 2011.
- [WS10] Witten, Helmut; Schulz, Ralph-Hardo: RSA&Co in der Schule - Moderne Kryptologie, alte Mathematik, raffinierte Protokolle. Neue Folge (Teil 4). LOG IN, 30(163/164):97–103, 2010.