

Textsorten im Informatikunterricht – Ideen einer Kategorisierung zwischen Medium und Lerngegenstand

Daniel Siebrecht¹

Abstract: In sprachlichen Fächern ist der lerngegenständliche Fokus auf Texte selbstverständlicher Bestandteil der Unterrichtspraxis. Im Fach Informatik werden Texte – wie in anderen Fächern auch – zur Sachinformation, zur Kontextualisierung oder in Aufgaben verwendet. Dabei handelt es sich um »reinen Fließtext«, d.h. insbesondere sind *diagrammatische* und *rein formale* Darstellungsweisen ausgeschlossen. Mit dieser Definition lassen sich weitere Textsorten im Informatikunterricht identifizieren: metatextuelle Strukturen wie Dokumentationen (API-Beschreibung, Klassenbeschreibungen) oder Protokolle, virtuelle Strukturen in Form von Hypertext-Dokumenten und schließlich die sehr zentrale Textsorte »Quelltext« bzw. »Quellcode«. Erste Ideen zu solch einer Kategorisierung von Textsorten im Informatikunterricht werden diskursiv von informatischer, textlinguistischer sowie medialer Perspektive her erörtert.

Keywords: Informatikunterricht; Darstellung; Textsorten; Quelltext

1 Darstellungsformen als Ausprägung von Sprache im Informatikunterricht

Sprache gilt in der Informatikdidaktik schon lange als grundlegend für die Informatik – ebenso wie Algorithmen und strukturierte Zerlegung [SS11, S. 74]. Für unterrichtliche Kontexte manifestierte Claus schon sehr früh *Sprachen* als ein »Kerngebiet der Informatik [. . .], das als Orientierung für das Schulfach Informatik dienen kann« [CI95, S. 41]; Informatik ist in der Lage, »mit ihren Darstellungsmitteln Sprache zu beschreiben, ja mehr noch: Sprache zu erzeugen, zu manipulieren und zielgerichtet einzusetzen« [CI95, S. 44]. Insgesamt handelt es sich bei Sprache sowie formalen Sprachen um ein sehr komplexes Thema. Eine mögliche, zielführende Fokussierung bietet der Bereich »Darstellung«. Die Relevanz von »Darstellung« im Informatikunterricht findet sich etwa in den Empfehlungen zu den Bildungsstandards: »Grundsätzlich sollte am Anfang die Idee der Darstellung stehen, bevor sie eventuell in einem zweiten Schritt mit einem Informatiksystem realisiert wird« [gi, S. 55]. Der Wechsel der Darstellungsformen ist für jedes Schulfach ein »didaktische[r] Schlüssel zum fachlichen Verstehen und [. . .] ein Anlass zur fachlichen Kommunikation« [vgl. Le05, S. 10]; im Informatikunterricht kommt diesem Wechsel darüber hinaus fachimmanente Bedeutsamkeit zu, da es sich bei der Modellierung um ebendiesen Darstellungsformwechsel handelt [vgl.

¹ Bergische Universität Wuppertal, Didaktik der Informatik, Gaußstraße, 42097 Wuppertal, Deutschland
siebrecht@uni-wuppertal.de

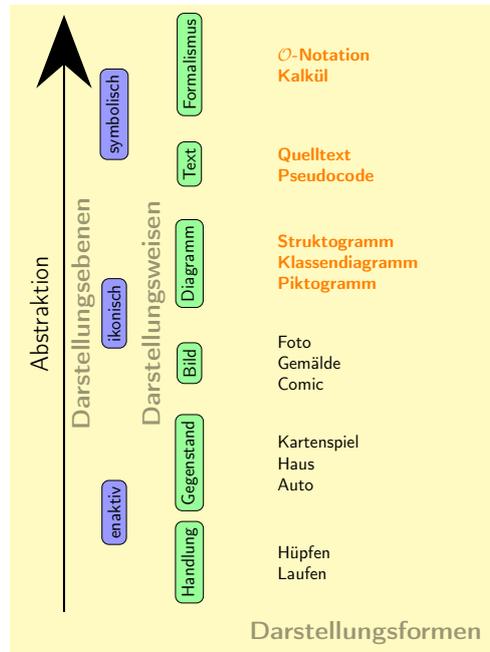


Abb. 1: »Darstellung in informatischen Bildungsprozessen«; graphische Übersicht einer terminologischen Basis in Anlehnung an [Le05] sowie [WH13].

WH13, S. 318]. Der Übergang »Modell → Programm« im Modellierungskreislauf [vgl. Hu06, S. 14] kann als *Übersetzungsprozess* aufgefasst werden und leistet den Wandel einer (vornehmlich) diagrammatischen Darstellungsform in eine textuelle.

In Abb. 1 soll eine mögliche Kategorisierung graphisch aufgeschlossen werden, die die *oberflächliche*, »materielle« Struktur der einzelnen Darstellungsformen² betrachtet. Sie dient hier als *terminologische Orientierungshilfe*. Bei den Darstellungsformen handelt es sich jeweils um Beispiele.

Um klare Fachkommunikation sowie syntaktisch, semantisch eindeutige Interpretation durch Automaten zu erreichen, werden in exakten Wissenschaften normierte Formen verwendet. Der didaktische Aufschluss zentraler Konzepte sollte den aus dem Vermittlungsprozess erwachsenen Anforderungen genügen. In allen aktuellen Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik für Kompetenzen der informatischen Bildung wird der Prozessbereich »Darstellen und Interpretieren« ausgewiesen. Dabei ist im Sinne der Spiralcurricularität zunächst an eine unterstützende Funktion der Darstellung zu denken, des weiteren werden geeignete Darstellungsformen selbst ausgewählt [vgl. gi, S. 14]. Schließlich sind Kompetenzen aus diesem Prozessbereich grundlegend, damit Lernende das Verständnis von Beziehungen

² Peirce bezeichnet dies als das sogenannte *Repräsentamen* [vgl. Pe83, S. 64].

informatischer Sachverhalte, anderen zugänglich machen können. Auffällig ist die synonyme Verwendung der Begriffe »Darstellung«, »Darstellungsform«, »graphische Notationsform«, »Veranschaulichung« oder auch »Visualisierung«. Dies vernachlässigt jedoch die in [Br74] ausgearbeitete Differenzierung enaktiver, ikonischer und symbolischer Darstellungsebenen. Die Betrachtung der Informatik aus semiotischer Perspektive erweist sich in diesem Zusammenhang als hilfreich [Pe83; An09]. Die Theorien dazu nehmen jedoch *professionelle* System-Gestaltende und *berufsbedingt* System-Nutzende in den Blick und wurden nicht primär mit fachdidaktischer Perspektive auf den Lernprozess entwickelt.

Die fachdidaktische Auseinandersetzung mit typischen Textsorten im Informatikunterricht scheint lohnend, da unter Zuhilfenahme textlinguistischer Ansätze erarbeitet werden kann, welche kognitiven Herausforderungen der Umgang mit den verschiedenartigen, teils informatikspezifischen Textsorten fordert; darauf aufbauend sind Impulse für eine Unterrichtsgestaltung anzustreben, die besondere Eigenschaften von Texten didaktisch angemessen berücksichtigt. Möglicherweise können auch Resultate für den sprachsensiblen Unterricht gewonnen werden, um klarzustellen, welche sprachlichen Anforderungen im Informatikunterricht an die Schülerinnen und Schüler gestellt werden. Schließlich können durch Forschung im Bereich »Textuelle Darstellungsformen im Informatikunterricht« deren Qualitäten konstatiert werden; dadurch könnte auch eine Grundlage für eine qualitative Analyse graphischer Programmiersprachen geschaffen werden, um zu eruieren, ob die jüngere zur älteren Darstellungsweise kongruent bzw. »verlustfrei« ist.

2 Zum Textbegriff

Eine wissenschaftlich fundierte Beschäftigung, die sowohl Struktur als auch Wirkungsweise von Texten aufgreift, wird von der *Textlinguistik* gewährleistet. De Beaugrande und Dressler etablieren sieben Merkmale, die einen Text als Text ausmachen. Ein Text ist eine »kommunikative Okkurrenz«, die sieben konstitutive Kriterien von Textualität erfüllt. Wenn diese Kriterien nicht zutreffen, spricht man von einem »Nicht-Text« [BD81, S. 3]. Bei jenen Merkmalen unterscheiden die beiden Textlinguisten zwischen *text*zentrierten und *verwender*zentrierten Eigenschaften: Erstere Kategorie wird abgedeckt von *Kohäsion*, die auf die Oberflächenstruktur des Textes fixiert ist, und *Kohärenz*, die sich danach richtet, wie Textbestandteile untereinander textweltlichen Zugang und Relevanz erzeugen. Konkret können der Kohärenz beispielsweise Konnektoren, wie Konjunktionen oder Pronomina, oder auch Kongruenzen grammatischer Formen nach Kasus, Numerus und Genus zugeordnet werden; die Kohäsion hingegen zeigt sich beispielsweise in der Oberflächenfolge eines Textes: »Ruhig keine Panik« ist uns verständlich, wohingegen ein Vertauschen der Wortfolge »Panik keine ruhig« zur Undurchsichtigkeit der Textaussage führt.

Um jedoch auch die *Aktivität* der Text-Kommunikation zu berücksichtigen³, werden vor allem *Intentionalität* als Einstellung des *Textproduzenten* und *Akzeptabilität* als Einstellung

³ De Beaugrande und Dressler rekurrieren ihr Verständnis von Sprache auf Malinowski, der Sprache als »mode of action« [Ma69, S. 296] deklariert.

des *Textrezipienten* gefordert; die Textsorte, soziale bzw. kulturelle Kontexte sowie die Wünschbarkeit von Zielen stellen hierbei wesentlich verantwortliche Faktoren dar [BD81, S. 8 f.]. Nicht zuletzt werden Informativität⁴, Situationalität⁵ und Intertextualität⁶ aufgeführt [BD81, S. 10, 12 f.].

3 Textsorten

Im Informatikunterricht treten verschiedene Textsorten auf, denen unterschiedliche Bedeutungen zufallen. Fließtexte haben einen eher medialen Charakter inne, da sie beispielsweise einerseits Unterrichtsgegenstände *kontextualisieren* oder Fachtermini *definieren*; andererseits *moderieren* solche Texte etwa in Form von Aufgabenstellungen das Unterrichtsgeschehen. Andere Textsorten – vor allem Quelltexte – sind selbst *Gegenstand* des Unterrichts.

3.1 Fließtext

Für die Mathematikdidaktik identifiziert Prediger drei Rollen von Sprache; nämlich: Lerngegenstand, Lernmedium, Lernvoraussetzungen [Pr13, S. 167]. Ähnliches sollte für den Informatikunterricht gelten können: Sprache tritt im Sinne von Fachsprache als Lerngegenstand im Unterricht auf, welches bereits für die Mathematik gilt; in der Informatik werden durch die Auseinandersetzung mit formalen Sprachen Texte zum Fachgegenstand im Unterricht. Bei Fließtexten handelt es sich aber um Texte, die im Rahmen der unterrichtlichen Kommunikation zur Sachinformation, zur Problematisierung, zur Kontextualisierung oder zur Aufgabenstellung dienen; sie sind damit ein Beispiel für die mediale Funktion von Sprache im Unterricht [vgl. Pr13, S. 168].

Texte zur Sachinformation, die einen informatischen Unterrichtsgegenstand erläutern oder ihn in das Unterrichtsgeschehen einbetten, bedürfen sorgfältiger Textarbeit. Die Schülerinnen und Schüler sollten auch im Informatikunterricht die Kompetenz entwickeln, *methodisch* an Fließtexte herangehen, indem sie diese beispielsweise von der Überschrift ausgehend Fragen an den Text stellen, ihn lesen, ihn in Sinnabschnitte gliedern und anschließend die Abschnitte paraphrasieren. Oftmals bieten sich tagesaktuelle Zeitungsartikel an, um informatisch aufgearbeitet zu werden. Hierbei besteht die Herausforderung für die Lehrkraft das Textkorpus unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lesekompetenz der jeweiligen Jahrgangsstufe didaktisch aufzubereiten. Doch auch bei Lehrbuchtexten sollte dieser Aspekt stets hinterfragt werden.

Kontext erzeugende oder problematisierende Texte bieten Anlass zur informatischen Modellierung. Erforderlich wird eine Übersetzung des Fließtextes: Eine Problemstellung

⁴ Informativität ist das Ausmaß der Erwartbarkeit oder Bekanntheit der dargebotenen Textelemente.

⁵ Situationalität umfasst Faktoren, die einen Text für eine Kommunikationssituation relevant machen.

⁶ Intertextualität umfasst Faktoren, welche einen Text abhängig von anderen Vorgängertexten macht.

textueller Darstellungsweise – also in Form eines Fließtextes – wird in eine diagrammatische Darstellungsform (beispielsweise in ein Objektdiagramm) überführt. Dabei werden jedoch nicht nur sprachliche, auf die Repräsentation bezogene Schwierigkeiten evident: Es gilt auch die fachliche Hürde zu berücksichtigen, dass die erzeugte Darstellungsform auf ikonischer Ebene schon als erste Stufe einer Problemlösung verstanden werden kann. Die fachsprachlichen Decodierungsanforderungen beim Wechsel von Darstellungsformen sind für Schülerinnen und Schüler keineswegs trivial [vgl. Pr13, S. 171]; dies gilt bereits bei der den Schülerinnen und Schüler aus anderen Unterrichtsfächern vertrauten Form des Fließtextes.

3.2 Metatext

Eine weitere Textsorte im Informatikunterricht ist diejenige, der etwa Dokumentationen von Softwarebibliotheken, Schnittstellenbeschreibungen oder (in der Objektorientierung) Klassenbeschreibungen zuzurechnen sind. Semiotisch betrachtet sind diese Texte als *Indizes* aufzufassen, da sie stets auf Primärtexte verweisen, ja sogar von ihnen unmittelbar *abhängig* sind [vgl. Pe83, S. 65].

Kohäsion	Die Gliederung ist in Absätze strukturiert – beispielsweise nach einzelnen Methoden und Attributen ergänzt um Erklärungen in Fließtextform.
Kohärenz	Die einzelnen Teile nehmen Bezug untereinander und stehen in einem Gesamtzusammenhang – beispielsweise nehmen Methoden gegenseitig Bezug zu einander und gehören alle zu einer bestimmten Klasse.
Intentionalität	Die Autorenschaft liegt bei Schülerinnen und Schüler, Lehrkräften oder auch Software-Firmen, die eine Klasse dokumentieren wollen, um spätere Einsatzszenarien dieser Klasse einfach handhaben zu können.
Akzeptabilität	Die Texte sind zur Selbstnutzung, meistens jedoch im Sinne einer erleichterten Zugänglichkeit an weitere Personen (z. B. Mitschülerinnen und Mitschüler) .
Informativität	Die Texte bieten einen <i>effizienten</i> Überblick über ein umfangreicheres Referenzdokument.
Situationalität	Im Unterrichtsgeschehen ist es hilfreich, die Kommunikation über existierende oder geplante Klassen mittels Klassenbeschreibungen zu vereinfachen.
Intertextualität	Die Texte beziehen sich auf einen oder auch mehrere vorausgehende Text – d.h. eine Projekt-Dokumentation umfasst Klassenbeschreibungen, die Bezug zu mehreren Klassen herstellen können, die parallel als Quelltexte vorliegen.

Tab. 1: Betrachtung der Textsorte »Metatext« anhand konstitutiver, textlinguistischer Kriterien – Beispielkontext: Objektorientierung

3.3 Hypertext

Ein Hypertext ist ein Text, »der Sprungmarken enthält, die von anderen Texten angesteuert werden können, oder in dem Verweise zu anderen Texten stehen« [CS06, S. 290]. Diese Textsorte erfährt im Informatikunterricht sowohl die Rolle eines Mediums als auch

eines Lerngegenstands. Im Vergleich zu anderen Unterrichtsfächern, in denen Hypertext-Dokumente allein *rezipiert* werden, *modellieren* und *implementieren* die Schülerinnen und Schüler zudem geeignete Strukturen für derartige Dokumente. Der Textcharakter gleicht demjenigen eines Fließtextes ergänzt um die Eigenschaften »Sprungmarken von anderen Texten« und »Verweise auf andere Texte«; dadurch wird zugleich eine nicht-physische »Darreichungsform« nahegelegt, wenngleich nicht *per definitionem* vorgeschrieben. In der (Schul-) Praxis geht es aber vor allem um die Ausprägung, die auf Informatiksystemen gespeichert werden kann.

3.4 Quelltext

In der Informatik wird regelmäßig von *Quelltext* gesprochen, wobei (Quell-) Code oder (Quell-) Programm höchst gebräuchliche Synonyme sind. Der Informatik-Duden führt für »*Quelltext*« kein eigenes Lemma, sondern listet ihn unter »Quellprogramm« auf [vgl. CS06, S. 533]. Damit gelangt man zum Terminus »Programm«, welches als »Formulierung eines Algorithmus und der zugehörigen Datenbereiche sowie Darstellung von Prozessen und Objekten in einer Programmiersprache« [CS06, S. 504] definiert wird. Noch deutlicher drückt es Herzog aus: »[M]it Hilfe formaler (Programmier-) Sprachen wird der Algorithmus in einem endlichen Text codiert« [He01].

Kohäsion	Der Text als Wort einer formalen Sprache mit symbolischem Alphabet.
Intentionalität	Die Autorenschaft liegt bei der Programmiererin oder dem Programmierer, der seinen Text sowohl zur Ausführung auf einem Informatiksystem als auch für einen Mitmenschen gestaltet.
Akzeptabilität	Informatiksysteme akzeptieren oder verwerfen das Wort, also den Text, indem sie ihn linear übersetzen; sie können sich ausschließlich am Merkmal der Kohärenz orientieren. Menschen hingegen nehmen den Text in seiner Ganzheit wahr.
Intertextualität	Dem Quelltext liegen andere Textdokumente zugrunde – beispielsweise kann der Quelltext einer Klasse auf Quelltexte anderer Klassen Bezug nehmen.

Tab. 2: Betrachtung der Textsorte »Quelltext« anhand ausgewählter, konstitutiver, textlinguistischer Kriterien

Interessant scheint vor allem die Betrachtung der verwenderorientierten Textkriterien Intentionalität und Akzeptabilität. Diese Aspekte treten beim Modellierungskreislauf [vgl. Hu06, S. 14] in einem vierstufigen Übersetzungsprozess auf: Zuerst notieren wir eine *verbal* beschriebene Problemstellung als *formalisiertes* Problem (1. Übersetzung); dieses überführen wir dann in ein formales Lösungsmodell, das beispielsweise ein Diagramm sein kann (2. Übersetzung); diese diagrammatische Darstellungsform wird schließlich in die textuelle Darstellungsform »Quelltext« übersetzt (3. Übersetzung). Bis hierhin waren Intentionalität und Akzeptabilität, insofern es sich um Texte handelt, von Menschen an Menschen gerichtet – z. B. Schülerinnen und Schüler die untereinander über die Beschreibung der Problemstellung oder mögliche Lösungsmodelle diskutieren.

Schließlich wird der Quelltext in Maschinensprache übersetzt (4. Übersetzung), wofür er entsprechende syntaktischen und ggf. semantischen Konditionen erfüllen muss; der Mensch, der den Text liest, erfasst diesen hingegen als Ganzes und operiert auf pragmatischer Ebene. Hierin zeigt sich eine *ambivalente Intentionalität* des Quelltextes als maschinen- und menschenlesbarer Text.

Die informatiksystemische Verarbeitung von Quelltexten wurde und wird im Bereich der Fachwissenschaften entwickelt; in informatischen Bildungskontexten stellt diese Verarbeitungsweise einen bedeutsamen Lerngegenstand dar. Die menschliche, kognitive »Verarbeitung« und die Produktion von Quelltext unter dem Blickwinkel der aufgezeigten ambivalenten Intentionalität ist ein sperrlich bearbeitetes Forschungsfeld der Informatikdidaktik. Dutke stellt in diesem Zusammenhang aus kognitionspsychologischer Sichtweise folgenden Repräsentationsebenen eines Quelltextes auf:

1. Textoberfläche mit exaktem Wortlaut
2. Textrepräsentation, losgelöst von der spezifischen sprachlichen Kodierung
3. Modellrepräsentation
4. Kommunikationssituation

[vgl. Du12, S. 9 f.]

Diese Einteilung geht nicht nur mit den dargestellten Ansichten der Textlinguistik konform, sondern eröffnet schließlich auch eine informatikdidaktische Perspektive, die eingehender untersucht werden muss.

4 Konsequenzen

Die zwischenmenschliche Kommunikation ist jeher stets von enaktiver, ikonischer sowie symbolischer Interaktion bestimmt; Menschen kommunizieren miteinander, indem sie über alle drei Darstellungsebenen hinweg Zeichenprozesse initiieren können. Beim Austausch zwischen »Maschine–Mensch« und »Mensch–Maschine« hat erst der technische Fortschritt in der Geschichte die Elemente von Ein- und Ausgabe nach und nach auch über andere Ebenen als über die *symbolische* ermöglicht; ursprünglich gab es nur auf dieser Darstellungsebene Interaktionsprozesse; inzwischen ist haptische (also enaktive) Interaktion alltägliche Handlung geworden. Es bleibt die Kommunikation zwischen Informatiksystemen; diese war und ist ausnahmslos auf der *symbolischen* Darstellungsebene anzuordnen; jedwede Interaktion zwischen Menschen und Informatiksystemen wird letztlich auf die symbolische Darstellungsebene zurückgeführt. Ebendiese Erkenntnis im Rahmen informatischer Bildungsprozesse zu fördern, muss ein zentrales Anliegen des Informatikunterrichts sein.

Vorsicht ist geboten bei didaktisch *reduzierten* Systemen, wie visuellen, block-orientierten Programmiersprachen: Sie vernachlässigen den Prozess des Lesens⁷ und Modifizierens eines Quelltextes als *rein symbolische* Darstellungsform sowie die Reflexion dieses Prozesses als einen wesentlichen Kern informatischer Bildung. Die Umwandlung eines diagrammatischen Lösungsmodells in »graphischen Code« verhindert einen fachlich bedeutsamen Übersetzungsprozess, der einem Wechsel der Darstellungsform entspricht, da visuelle, block-orientierte Programmiersprachen überwiegend auf der ikonischen Darstellungsebene verbleiben. In diesem Sinne ist für den Einsatz solcher didaktischen »Gestaltungsmittel« zu prüfen, ob sie nicht zu häufig Gefahr laufen, unbewusst zu didaktischen *Reduktionsmitteln* zu werden.

Das gesellschaftlich etablierte Schlagwort »Digitalisierung«⁸ meint im *eigentlichen* Sinne den Prozess der »Transformation von ›Zeichen‹ in Bitmuster« [He01]. Dahingehend eröffnet die Auseinandersetzung mit der Textsorte »Quelltext« eine kulturtechnische Dimension, die *ausschließlich* von informatischer Bildung adressiert werden kann, da es sich bei Quelltext um eine *informatikgenuine* Darstellungsform handelt. Dies bedeutet aber, dass dringlichst *flächendeckend* obligatorische Elemente informatischer Bildung im Schulsystem eingerichtet werden müssen.

Literatur

- [An09] Andersen, P. B.: A Theory of Computer Semiotics. Cambridge University Press, United States, 2009.
- [BD81] de Beaugrande, R.-A.; Dressler, W. U.: Einführung in die Textlinguistik. Max Niemeyer Verlag, Tübingen, 1981.
- [Br74] Bruner, J. S.: Entwurf einer Unterrichtstheorie. Pädagogischer Verlag Schwann, Düsseldorf, 1974.
- [Cl95] Claus, V.: Informatik in der Schule als Sprachen-Unterricht. In (Schubert, S., Hrsg.): Innovative Konzepte für die Ausbildung. Informatik aktuell, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 40–48, 1995.
- [CS06] Claus, V.; Schwill, A.: Duden Informatik A–Z. Fachlexikon für Studium und Praxis. Bibliographisches Institut, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich, 2006.
- [Du12] Dutke, S.: Wie verstehen Schüler/innen Programmtext? – Kognitionspsychologische Analogien zum Verstehen natürlichsprachlicher Texte. In (Thomas, M.; Weigend, M., Hrsg.): Ideen und Modelle – 5. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik. Books on Demand, Norderstedt, S. 9–10, Mai 2012, ISBN: 978-3-8482-0181-5.

⁷ In [SB10] wird eine mögliche Vorgehensweise im Leseprozess von *Quelltexten*, nämlich das Blockmodell, veranschaulicht.

⁸ Der Prozess ist vielmehr als »Informatisierung« zu charakterisieren, da dieser Begriff den umfassenden Wandel, der gemeint ist, auch tatsächlich berücksichtigen kann.

- [gi] GI: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards« – Beschluss des GI-Präsidiums vom 24. Januar 2008 – veröffentlicht als Beilage zur LOG IN 28 (2008) Heft 150/151, URL: <https://metager.to/8kwli>.
- [He01] Herzig, B.: Medienbildung und Informatik – Zur Fundierung einer integrativen Medienbildungstheorie. In (Keil-Slawik, R.; Magenheim, J., Hrsg.): Informatik und Schule – Informatikunterricht und Medienbildung INFOS 2001 – 9. GI-Fachtagung 17.–20. September 2001, Paderborn. GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P-8, Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, Bonn, S. 107–119, Sep. 2001, ISBN: 3-88579-334-2.
- [HK13] Hallet, W.; Königs, F. G., Hrsg.: Handbuch Bilingualer Unterricht. Content and annote Integrated Learning, Seelze: Kallmeyer, Friedrich Verlag, Feb. 2013, ISBN: 978-3-7800-4902-5.
- [Hu06] Humbert, L.: Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial. B.G. Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006.
- [Le05] Leisen, J.: Wechsel der Darstellungsformen. Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer. Der fremdsprachliche Unterricht Englisch 78/, S. 9–11, 2005.
- [Ma69] Malinowski, B.: The problem of meaning in primitive languages. In (Ogden, C. K.; Richards, I. A., Hrsg.): The meaning of meaning – A study of the influence of language upon thought and of the science of sybolism. 10. Auflage (1. Auflage: 1923), Routledge & Kegan Paul Ltd, London, 1969.
- [Pe83] Peirce, C. S.: Phänomen und Logik der Zeichen. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1983.
- [Pr13] Prediger, S.: Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutungen und Beziehungen – mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und bearbeiten. In (Hallet, W.; Königs, F. G., Hrsg.): Handbuch Bilingualer Unterricht. Content and annote Integrated Learning. Kallmeyer, Friedrich Verlag, Seelze, S. 314–324, 2013, ISBN: 978-3-7800-4902-5.
- [SB10] Schulte, C.; Busjahn, T.: Das Blockmodell als Hilfsmittel zur fachdidaktischen Analyse von Quelltexten. In (Thomas, M.; Weigend, M., Hrsg.): Informatik und Kultur – 4. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik. ZfL – Zentrum für Lehrerbildung an der WWU, ZfL-Verlag, Münster, S. 11–20, 2010, ISBN: 978-3-86877-004-9, Stand: 07. 02. 2015.
- [SS11] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2011.
- [WH13] Weise (né Reinertz), M.; Humbert, L.: 44 Informatik. Auf dem Weg zu bilinguaem Informatikunterricht. In (Hallet, W.; Königs, F. G., Hrsg.): Handbuch Bilingualer Unterricht. Content and annote Integrated Learning. Kallmeyer, Friedrich Verlag, Seelze, S. 314–324, 2013, ISBN: 978-3-7800-4902-5.