

# Dualitätsrekonstruktion als Hilfsmittel zur Entwicklung und Planung von Informatikunterricht

Carsten Schulte  
Institut für Informatik  
Freie Universität Berlin  
Takustr. 9  
10495 Berlin  
schulte@inf.fu-berlin.de

**Abstract:** Bislang gibt es kein informatikdidaktisches Verfahren für die didaktische Rekonstruktion von digitalen Artefakten wie z.B. Standardsoftware, um sie für die Unterrichtsplanung aufzubereiten. Im Artikel wird in Form der Dualitätsrekonstruktion ein solches (einfach zu handhabendes) Verfahren vorgeschlagen, das insbesondere auf drei Aspekte zielt: Aktuelle Gegenstände und Beispiele für den IU zugänglich machen; schülerorientierte Unterrichtsplanung und -gestaltung, Verdeutlichung des Alltagsbezugs informatischer Bildung.

## 1. Überblick

Im Artikel wird ein einfaches Verfahren vorgestellt, mit dessen Hilfe digitale Artefakte wie beispielsweise Handys, MP3-Player, Tabellenkalkulation, digitales Video o.ä. für den Informatikunterricht didaktisch aufbereitet (rekonstruiert) werden können. Damit können Alltagserfahrungen aufgegriffen und der Alltagsbezug informatischer Bildung verdeutlicht werden. Insbesondere sollen die informatischen Hintergründe so aufgezeigt werden, dass sie als sinnvoll erlebt werden können, weil sie die Funktionsweise digitaler Artefakte erklären, zur Bewältigung komplexer Nutzungsszenarien beitragen und die Lücke zwischen Alltagserfahrungen mit digitalen Artefakten der Welt der Informatik überbrücken helfen.

Den zentralen Ausgangspunkt der didaktischen Rekonstruktion bildet die Betrachtung der dualen Natur digitaler Artefakte. Die beiden Seiten der Dualität sind Struktur und Funktion. Funktion bezieht sich auf den Einsatzzweck und die Nutzung des Artefakts, die Struktur auf dessen inneren Aufbau.

Die entsprechende Analyse wird angereichert durch die Rekonstruktion des (geschichtlichen) Entwicklungspfads, der wesentliche konzeptuelle Ideen und die dynamische Veränderbarkeit aufzeigen hilft.

Diese Schritte werden ergänzt durch die Analyse bzw. Rekonstruktion von Präkonzepten und Vorerfahrungen der Lernenden, sowie die Definition der beabsichtigten Lernziele.

Vorerfahrungen und Lernziele werden jeweils auf drei Dimensionen untersucht. Diese sind Weltbild, Selbstbild und das Verhaltensrepertoire.

Bevor der theoretische Hintergrund dieser Konzeption ausgeführt wird, zeigt die folgende Abbildung zunächst ein einführendes Beispiel einer entsprechenden didaktischen Rekonstruktion.

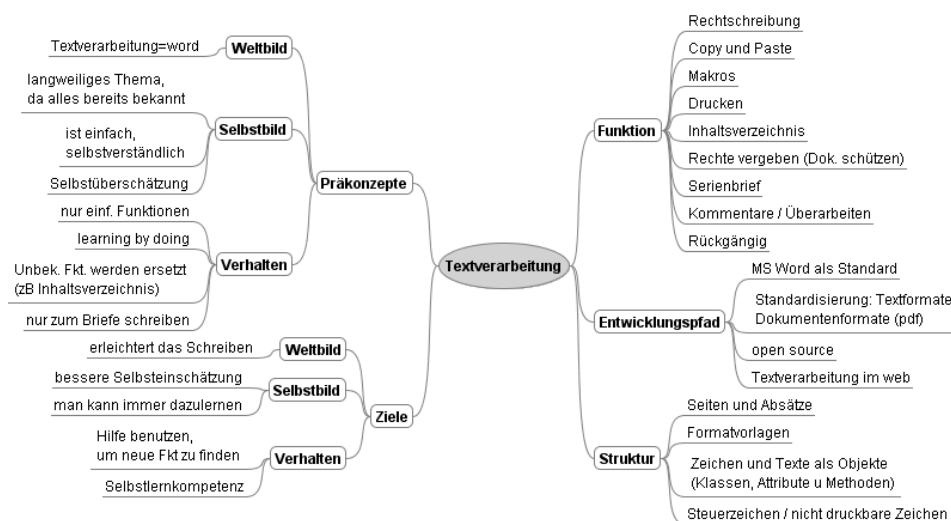


Abbildung 1: Naive didaktische Rekonstruktion der Textverarbeitung

Das Verfahren soll auf einfache Weise (daher die Darstellung als Mindmap) die Ideen- und Themenfindung unterstützen und dabei die innere Verknüpfung verschiedener wesentliche didaktischer Dimensionen unterstützen: Fachlicher Gehalt, Vorwissen und Interessen der Lernenden, sowie das Bestimmen der wesentlichen Lernziele.

Die Abbildung zeigt den grundsätzlichen Aufbau der didaktischen Rekonstruktion, stellt jedoch eine naive Variante dar. Dieses naive Herangehen birgt zwei Probleme: Erstens wird die Rekonstruktion von Struktur und Funktion schwierig sein und daher wie oben recht oberflächlich bleiben – Analoges gilt für die Ziele: Was sollen denn die Schülerinnen und Schüler überhaupt noch lernen, wenn sie sich vermutlich sogar besser mit der Nutzung auskennen als der Lehrer?

Die folgenden Kapitel ergänzen notwendige theoretische Hintergründe zu Präkonzepten und zur Dualität digitaler Artefakte, mit denen die Rekonstruktion schrittweise geschärft und ergänzt wird. Dabei wird jeweils auch das einführende Beispiel ergänzt werden.

## 2. Die duale Natur digitaler Artefakte

Der Ansatz stützt sich auf den technikphilosophischen Ansatz der dualen Natur technischer Gegenstände, demzufolge diese nur dann vollständig erfasst und erklärt werden können, wenn sowohl deren Struktur und Funktion als auch der Zusammenhang dieser beiden Dimensionen berücksichtigt wird. Strukturelemente beziehen sich auf den Aufbau des Artefakts, beispielsweise verwendete informatische Konzepte, Algorithmen und Datenstrukturen. Diese Dimension kann objektiv gemessen werden. Die andere Seite der Dualität, die Funktion, bezieht sich auf den Einsatzzweck des Artefakts und beschreibt dessen potenziellen Nutzen. Dieser ist jedoch nicht objektiv zu messen. Vielmehr handelt es sich um eine sozial verankerte Zuschreibung. Die Dualität von Struktur und Funktion bewirkt, dass zumeist entweder nur die Funktion aus Benutzersicht bzw. von außen, oder die technische Struktur aus Entwicklersicht, bzw. von innen betrachtet wird.

Funktion betrifft den Nutzen, den das Artefakt bietet, dessen Funktionalität und Eignung, damit die spezifischen individuellen Aufgaben zu erledigen bzw. Einsatzzwecke zu erreichen. Sie antwortet auf die Frage: Was kann ich damit machen? Die Struktur betrifft die physikalische, technische, informatische Seite: Wie ist das Artefakt aufgebaut, zusammengesetzt und wie funktioniert es, welche Prozesse laufen im Inneren ab?

Die fachdidaktisch relevante Schlussfolgerung dieser Betrachtung ist, dass digitale Artefakte erstens sowohl unter der Frage des ‚Wie‘ (Struktur) als auch unter der Frage des ‚Warum‘ und ‚Wozu‘ (Funktion) zu betrachten sind: A) Struktur wird ohne Funktion buchstäblich sinnlos. B) Funktion ist auf entsprechende Struktur angewiesen, ansonsten kann sie nicht verwirklicht werden.

Um die Verzahnung von Funktion und Struktur sowie den Artefaktcharakter aufzuzeigen, wird die Rekonstruktion von Struktur und Funktion um den Entwicklungspfad ergänzt, der wesentliche Stationen und Elemente der (mitunter weit zurück reichenden) geschichtlichen Entwicklung und der Versionshistorie aufnimmt. Entwicklungspfade über mehrere gleichartige digitale Artefakte hinweg können die Verschränkung von Struktur und Funktion aufzeigen. Beispielsweise die Weiterentwicklung von Textverarbeitungsprogrammen (siehe dazu etwa [Ha06]). Auf diese Weise kann deutlich werden, dass und wie neue Strukturen zur Entdeckung neuartiger Nutzungsmöglichkeiten führen, die oft nur am Rande oder gar nicht bei der Entwicklung berücksichtigt wurden, und wie aufbauend auf vorhandenen Strukturen Veränderungen an diesen vorgenommen werden. Ähnlich wie Struktur und Funktion werden so die Prozesse Nutzen und Entwerfen (bzw. Weiterentwickeln) als ineinandergreifende Aspekte gesehen (vgl. [SC08a]).

Die folgende Abbildung zeigt die Rekonstruktion der Dimensionen Struktur und Funktion, sowie des Entwicklungspfads für die Textverarbeitung. Die Abbildung zeigt verschiedene Merkmale von Struktur, Funktion und Entwicklungspfad auf. Diese Merkmale erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder objektive Gewichtung, sondern stellen vielmehr eine an didaktischen Kriterien zu messende Gewichtung wesentliche Lerninhalte und -ziele dar.

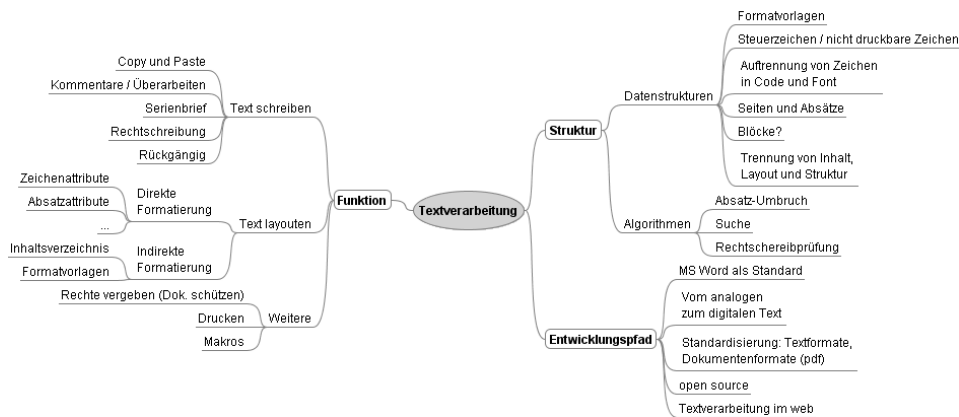


Abbildung 2: Struktur und Funktion des digitalen Artefakts Textverarbeitung

Im obigen Beispiel ist der Unterschied von digitalem und analogem Text das entscheidende Merkmal. Denn es verspricht den größten Erkenntnisgewinn und Nutzen für die Lernenden. Die Analyse von Selbstbild, Weltbild und Verhalten wird ergeben (siehe den folgenden Abschnitt), dass Textverarbeitung als bekannt und daher wenig spannend eingeschätzt wird, bei gleichzeitig eher oberflächlicher Nutzung. Dieses scheinbare Paradox erklärt sich mit Hilfe der dualen Natur der Textverarbeitung: Während sie aussieht wie eine bessere Schreibmaschine (Funktion), arbeitet sie dennoch nach fundamental anderen Prinzipien, die aber nicht offensichtlich sind. Dieses Missverständnis führt dazu, dass Textverarbeitung als bessere Schreibmaschine und somit nur oberflächlich genutzt und wahrgenommen wird.

Die Schreibmaschine arbeitet mit analogem Text, das heißt mit dauerhaften Markierungen auf einem festen Beschreibstoff. Textverarbeitung nutzt nicht nur flüchtigen Speicher, der leichtere Änderbarkeit garantiert, sondern eine neue Art von Zeichen, die sich durch die Trennung von Code und Font auszeichnen. So wird im flüchtigen Speicher nicht das visuelle Arrangement der Fonts, sondern der digitale (Uni-)Code der Zeichen, zusammen mit Layoutanweisungen, gespeichert. Beim Schreiben werden Codes eingegeben, die von der Textverarbeitung in einer für das menschliche Auge nicht wahrnehmbaren Verzögerung in das visuelle Pendant umgerechnet werden. Dabei wird nicht nur der visuelle Teil des Zeichens berechnet und dargestellt, sondern auch der notwendige Absatz- und Seitenumbruch sowie eventuelle Umbrüche eingebetteter Objekte. Textverarbeitung vermittelt demgegenüber jedoch die Illusion, der Benutzer würde gleichsam auf virtuellem Papier schreiben (und entsprechend den Text direkt formatieren). Eine ausführlichere Diskussion in [Sc08a], [SC08b] zum Entwicklungspfad der Textverarbeitung siehe [Ha06].

### 3. Rekonstruktion von Präkonzepten, Finden von Zielen

Mittlerweile verfügen Schülerinnen und Schüler (fast ausnahmslos) über vielfältige Erfahrungen mit unterschiedlichen digitalen Artefakten, bevor sie das erste Mal in der

Schule eine Form informatischer Bildung erleben (sei das nun ITG, die Computer-AG oder der Informatikunterricht).

Verwunderlich ist jedoch, dass trotz allgemein umfangreicher Nutzungserfahrungen mit unterschiedlichen digitalen Artefakten diametral entgegengesetzte Computerbiografien entstehen (vgl. [SK07]): Für eine Gruppe bilden diese Erfahrungen die Eintrittskarte in die Welt der Informatik, für eine andere Gruppe bilden scheinbar fast identische Erfahrungen eine unüberwindbare Barriere, die den Einstieg in die Informatik verhindert. Die einen sehen nur den Aspekt des Benutzens, sie fühlen sich zumeist als Outsider in Bezug auf Informatik und den professionellen Umgang mit digitalen Artefakten. Die anderen sehen auch Aspekte des Gestaltens, sie fühlen sich als Insider und schätzen sich als professionelle Benutzer ein. Nicht nur die Weltbilder unterscheiden sich, sondern auch die Selbstbilder und Handlungsmuster. Irgendwo müssen sich die Qualität und subjektive Aufarbeitung oder Möglichkeit der Aufarbeitung ähnlich fundamental unterscheiden.

Die Suche nach der Antwort führt zum Ansatz der Dualität digitaler Artefakte. Damit kann der Unterschied des Erlebens auf die Dualität von Struktur und Funktion zurückgeführt und erklärt werden. In der Nutzung digitaler Artefakte wird zunächst die Funktion wahrgenommen und dementsprechend Funktionalität des Artefakts genutzt – in problematischen Nutzungssituationen und in der Nutzung komplexer Funktionalität muss zusätzlich auf erworbenes Strukturwissen über die innere Funktionsweise des Artefakts zurückgegriffen werden. Und eben dieses ist wohl nicht allen aufgrund von Benutzungserfahrungen zugänglich. Wenn sich jemand trotz intensiver Computernutzungserfahrungen als reiner Benutzer einschätzt, der mit Administration, dem Lösen von Benutzungsproblemen etc. (=dem professionellen Nutzen) überfordert ist, dann sind die eigenen Erfahrungen der Computernutzung entweder nur auf der Ebene der Funktion verarbeitet worden bzw. die in der Nutzung erworbenen Vorstellungen über die Struktur sind zu lückenhaft oder falsch. Jemand, der sich als Gestalter einschätzt, hat dagegen in viel höherem Ausmaß angemessene Vorstellungen der Struktur aufbauen können, die zum professionellen Nutzung ermöglichen und damit das bewusste Umgestalten der angebotenen Strukturen erlebbar machen. Von dieser Warte aus kann dann auch – im Kontrast zu den Nutzern – Softwareentwicklung und Programmieren als interessant, sinnvoll und nützlich erlebt werden.

Zum andern erklärt die Dualität, weshalb die professionelle Benutzung und die professionellen Benutzer (die ‚Informatiker‘) als unzugänglich, merkwürdig oder magisch beschrieben und erlebt werden. Ein ‚Outsider‘ kann sich schlicht nicht erklären, wieso ‚auf einmal‘ dann doch das Digitalfoto in tollen Farben ausgedruckt, die Verbindung zum Internet aufgenommen oder die im Text eingebettete Grafik an der richtigen Stelle bleibt. Denn auch der professionelle Benutzer nutzt dieselben Werkzeuge, ruft nur Funktionalität auf, aber bei ihm macht der Computer das, was er soll – versucht es aber der Benutzer alleine, dann scheint es, als höre der Computer nicht auf ihn. Wer nur die Seite der Funktion wahrnimmt, der kann eben nicht unter Rückgriff auf die Struktur die Situation erklären und zielgerichtet Funktionalität benutzen.

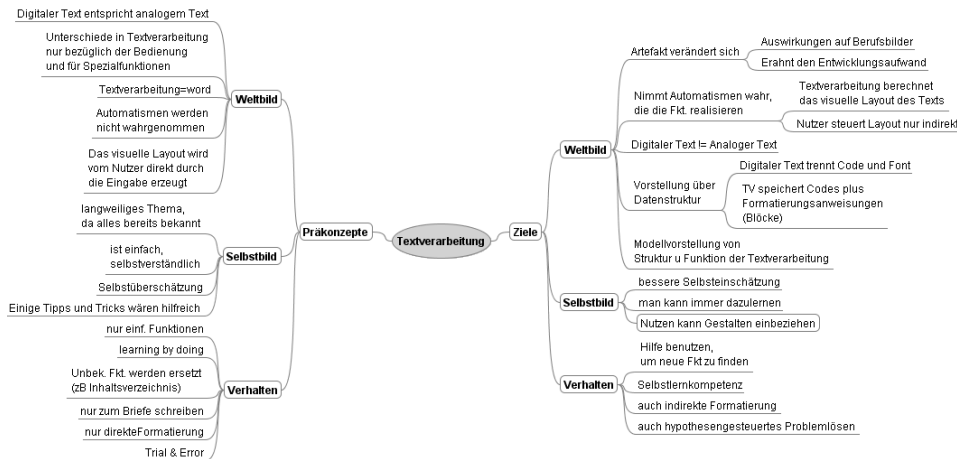


Abbildung 3: Präkonzepte und Lernziele, analysiert nach den Dimensionen Weltbild, Selbstbild und Verhalten

Die Dualität von Struktur und Funktion hilft so, relevante Unterschiede in Welt- und Selbstbildern sowie zugeordneten Handlungsmustern aufzudecken. Die Rekonstruktion von Welt- Selbstbildern und Handlungsmustern spezifisch für ein digitales Artefakt erlaubt, spezifische Lernziele als Veränderungen auf diesen drei Dimensionen zu fassen, und durch die Rekonstruktion des vermuteten Präkonzepte auch Wege (=Lernpfade) zum Erreichen der Ziele zu konstruieren.

#### 4. Zusammenfassung: Das Verfahren der Dualitätsrekonstruktion

Die vorangegangenen Abschnitte zeigten die einzelnen Schritte der Dualitätsrekonstruktion auf. Die folgende Abbildung zeigt ein mögliches zusammenfassendes Ergebnis der Dualitäts-Rekonstruktion der Textverarbeitung (ausführlicher in [Sc08a], [Sc08b]).

So wie am Beispiel der Textverarbeitung wird vermutlich recht oft der Schwerpunkt auf der Rekonstruktion der wesentlichen Strukturelemente liegen. Textverarbeitung gilt als einfach – schließlich wird sie ja bereits in der Grundschule eingesetzt. Allerdings zeigen empirische Studien, dass oft zu wenige Strukturkenntnisse vorliegen und Lehrkonzepte, die eine Vorstellung wesentlicher Strukturelemente einschließen, besser abschneiden als solche, die sich nur auf Funktionsaspekte beziehen (vgl. [Sc08a]). In der obigen Rekonstruktion sind diese Elemente stichwortartig mit den Begriffen ‚digitaler Text‘ (d.h. der Trennung von Code und Font), indirekte Formatierung (insbesondere den dazu notwendigen komplexen Funktionen) und Umbruchalgorithmen erfasst. Es wird vermutet, dass die Lernenden ein Weltbild haben, in dem nicht zwischen analogem und digitalem Text unterschieden wird. Diese Unterscheidung ist ein Lernziel, welches das Weltbild betrifft, aber auch Selbstbild und Verhaltensweisen beeinflusst. Thematisiert werden soll dieser zentrale Inhalt vor allem am Beispiel des Entwicklungspfads.

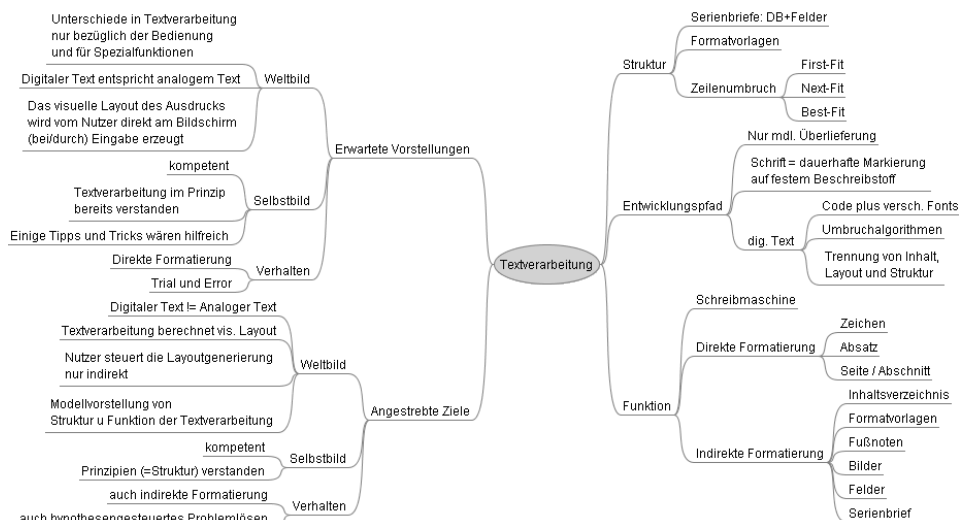


Abbildung 4: Didaktische Rekonstruktion der Textverarbeitung

Eine genauere Durchsicht der in der Mindmap gesammelten Inhalte und ihre Sequenzierung werden weitere innere Vernetzungen aufzeigen: Digitaler Text als Grundlage für die notwendigen Umbruchalgorithmen, die wiederum Ausgangspunkt für weitere Layoutfunktionen und damit die indirekte Formatierung bieten – um so ein angemessenes Bild der Textverarbeitung aufzudecken, indem diese Strukturelemente auf die typischen Funktionselemente und damit für kompetente Nutzungsstrategien erschlossen werden.

Einige der so herausgearbeiteten Präkonzepte, Ziele und Lerninhalte sind generisch, d.h. können auf andere Artefaktklassen angepasst und übertragen werden, beispielsweise: relevantes Strukturwissen für kompetente Interaktion, hypothesengesteuertes Problemlösen mit Hilfe von Strukturwissen, angemessene Modellvorstellung des Zusammenhangs von Funktion und Struktur.

Die Darstellung des Schemas in Form einer Mindmap soll auf zweierlei Aspekte hinweisen: Zum einen geht es darum, in einem Ideensammelprozess wesentliche Gedanken kurz festzuhalten – was durchaus einschließen kann, dass zwischendurch Fragen auftreten, die recherchiert werden müssen. Zum anderen geht es darum, die Beziehungen zwischen den Hauptästen zu sehen: Zwischen Präkonzepten, Zielen und Eigenschaften des digitalen Artefakts. Das heißt beispielsweise, dass durch das Nachdenken über die Struktur ggf. deutlich wird, welche möglichen unzureichenden Präkonzepte bestehen.

In der folgenden Tabelle sind die Leitfragen für die Dualitätsrekonstruktion aufgelistet:

Prä-konzepte	Weltbild	Welche vorunterrichtlichen Vorstellungen über Funktion und Struktur des dA könnten existieren? Welche Vorstellungen über typische Verwendungen und typische Verwender liegen vor?
	Selbstbild	Welche Einstellungen gegenüber dem dA werden vermutet? Z.B.: Interesse, Abwehr, eigene Einschätzung als kompetent oder nicht kompetent. Sieht man sich selbst als typischer oder möglicher Anwender?
	Handlungsmuster	Gibt es typische Nutzungsszenarien der Lernenden? Welche typischen Funktionen werden benutzt? Welche (komplexen) Funktionen eher nicht? Gibt es typische Strategien im Umgang mit Fehlern oder komplexen Anwendungsfällen?
Ziele	Weltbild	Können den Zusammenhang von wesentlichen Struktur- und Funktions-elementen nutzen, um die Natur des dA zu erklären. Verstehen, wie welche Strukturen beim Anwenden erzeugt werden, bzw. als Voraussetzung für die Nutzung komplexer Funktionen erzeugt werden müssen. Können wesentliche Struktur- und Funktions-elemente erklären.
	Selbstbild	Können die eigene Rolle beim Benutzen reflektieren, haben das Selbstvertrauen, sich weiter einzuarbeiten (sowohl in Strukturen als auch in komplexe Funktionen)
	Handlungsmuster	Können Kenntnisse über Strukturen, Funktionen und komplexe Funktionen nutzen, um sich in neue Anwendungsszenarien einzuarbeiten. Können zielgerichtet mit dem dA experimentieren, um die eigenen Vorstellungen über Struktur und Funktion zu prüfen. Können hypothesengeleitet Probleme in Anwendungsszenarien lösen, können zielgerichtet Ursachen für Defekte überlegen und prüfen, indem sie dazu auf die Verknüpfung von Struktur und Funktion zurückgreifen.
Arte-fakt	Funktion	Welches sind die wesentlichen Funktionen des dA? Welches sind die wesentlichen komplexen Funktionen?
	Entwick-lungspfad	Wie haben sich typische Funktionen und Strukturen aus den Vorläufern (älteren Versionen, verwandte Artefaktklassen) entwickelt? Welche Erweiterungen / Veränderungen sind in naher Zukunft absehbar (z.B. angekündigte neue Versionen)
	Struktur	Welches sind die wesentlichen Strukturen des dA? Strukturen können sein: wichtige informtische Konzepte (Backtracking, Schichten, Geheimnisprinzip, Benutzungsmetapher); das Konzept der verwendeten Datenstruktur (Container als Listen, Graphen oder Bäume), (wesentliche Ideen der zentralen) Algorithmen.

Abbildung 5: Leitfragen für die Dualitäts-Rekonstruktion

Zudem sollten die folgenden Regeln der Dualitätsrekonstruktion berücksichtigt werden:

- **Exemplarische Inhalte herausarbeiten:** Es geht darum, die wesentlichen Aspekte herauszuarbeiten – eine vollständige Beschreibung von Funktions- und Strukturelementen eines dA würde jede Darstellung sprengen. Die Mindmap stellt also die für den Unterricht ausgewählten bzw. in Betracht kommenden Themen dar.
- **Innere Vernetzungen herausarbeiten:** Die einzelnen Aspekte sollen aufeinander bezogen werden: Wie im Beispiel gibt es immer logische und inhaltliche Beziehungen zwischen den Hauptästen: Angenommene Weltbilder in den Präkonzepten beziehen sich oft auf vermutete Defizite im Strukturwissen, daraus leiten sich Ziele ab. Zudem sollten die Funktionsaspekte deutlich werden, an denen Strukturelemente deutlich gemacht und als sinnvoll erlebt werden können.
- **Ideengeschichte herausarbeiten:** Im Entwicklungspfad, der Ideengeschichte des Artefakts, können längerfristig gültige Struktur- und Funktionsaspekte deutlich werden, oder gerade Brüche in diesen Aspekten. Diese Themen werden dann im Unter-



richt in Bezug auf ‚historische Einordnung‘ vermittelt – sie brauchen nicht eigens nochmal in Struktur oder Funktionsast aufgeführt werden. Das bedeutet: Das Verfahren schlägt vor, zu jedem dA zumindest kurz auf die Entwicklungsgeschichte einzugehen. Hintergrund ist die These, dass a) jedes aktuelle dA Merkmale aufweist, die nur vor einem solchen Hintergrund erklärbar sind; b) nur durch Kenntnis der Entwicklungsgeschichte Verständnis für den Artefaktcharakter (das heißt das menschengemachte, das intentional gestaltete und veränderbare) erreichbar ist und c) nur so die Rolle der Informatik deutlich und damit ermöglicht wird ein angemessenes Bild der Wissenschaft Informatik und ihrer Anwendungen zu vermitteln.

- **Aus Fakten Erkenntnisse gewinnen:** Die Ziele sollen stets auf allen drei Dimensionen liegen, um ein reines Vermitteln von Faktenwissen zu vermeiden. Im Sinne eines weiten Kompetenzbegriffs umfasst Lernen mehr als rein kognitive Aspekte, mehr als die Vermittlung von Faktenwissen. Es sind auch handlungsrelevante Dimensionen zu berücksichtigen, die aus Fakten Erkenntnisse werden lassen. Erkenntnisse wirken handlungsleitend, geben Orientierung, werden zur Gewinnung weiteren Wissens eingesetzt, verknüpfen Fakten. Handlungsrelevanz muss mehr bedeuten als eine Operationalisierung zur Überprüfung des Faktenwissens.

## 5. Didaktisch-Methodische Konsequenzen und Schlussfolgerungen

### 5.1. Methodische Konsequenzen

Das Experimentieren zeichnet sich als eine geeignete Unterrichtsmethodik ab, um wesentliche Ziele des Ansatzes zu erreichen:

- um das hypothesengeleitete Problemlösen einzuüben,
- um eine Brücke von der Funktion zur Struktur zu schlagen und so
- so eine angemessene Modellvorstellung über den Zusammenhang von Funktion und Struktur zu entwickeln.

Die Lernenden experimentieren (hypothesengeleitet) mit einzelnen Funktionen, um so die zu deren Erbringung implementierten Strukturen aufzudecken. Beispielsweise könnte nach der Erarbeitung einiger unterschiedlicher Umbruchalgorithmen ein Experiment entwickelt werden mit dem geprüft werden kann, welcher Algorithmus für den Umbruch am Bildschirm benutzt wird. Aufbauend darauf könnte mit komplexeren Layoutsituationen experimentiert werden, beispielsweise der Anordnung eingebetteter Grafiken (hier kann der Benutzer durch verschiedene ‚Verankerungen‘ unterschiedliche Layoutstrategien auswählen). An diesem Beispiel kann deutlich werden, dass auf den ersten Blick für den Benutzer verwirrendes Verhalten („Wieso hat die verflixte Software schon wieder das Bild verschoben?“) durch Strukturwissen erklärt werden kann und wie nun durch stärker hypothesengeleitetes Vorgehen Benutzungsprobleme gelöst werden können.

## 5.2. Didaktische und bildungstheoretische Konsequenzen

Die duale Natur digitaler Artefakte bewirkt verschiedene Schwerpunktverlagerungen in der Betrachtung des Lerngegenstands: Die vermeintlich 'reine' Informatik als von der Struktur her kommend wird zunehmend Funktion einbeziehen – das kann im Informatikunterricht geschehen, indem z.B. Algorithmen als Strukturaspekte digitaler Artefakte behandelt werden, anstelle losgelöster Unterrichtseinheiten zu Algorithmen. Umgekehrt muss 'reine' Anwenderschulung, von der Funktion her kommend, zunehmend die Struktur einbeziehen. Damit sind folgende Schwerpunkte in den Richtzielen informatischer Bildung verknüpft:

- Vermitteln von Orientierungswissen, bzw. Aufklärung über die Natur der digitalen Artefakte, die den Einzelnen umgeben und dessen Alltag prägen.
- Vermitteln von angemessenen Nutzungskompetenzen, die über Anwenden einfacher Funktion hinausgehen und komplexe Funktionen, das Anpassen vorhandener Strukturen und ggf. die Erweiterung um neue Strukturelemente einschließen.
- Vermitteln von Orientierungswissen über Verfahren, Werkzeuge und Entwicklungslinien der Wissenschaft Informatik, die die Entwicklung digitaler Artefakte ermöglicht und die (zum Teil weitreichende) Ideengeschichte verstehbar macht.

## 6. Diskussion der wesentlichen Ziele des Verfahren

Das vorgestellte Verfahren hat drei wesentliche Ziele: Aktuelle Gegenstände und Beispiele für den IU zugänglich machen; schülerorientierte Unterrichtsplanung und -gestaltung, Verdeutlichung des Alltagsbezugs informatischer Bildung. Im Folgenden werden diese drei Anforderungen aus unterrichtspraktischer Sicht und im Hinblick auf fachdidaktische Forschungsfragen diskutiert.

### A) Aktualität ermöglichen

Aktualität kann natürlich auf vielfältige Art und Weise hergestellt werden (Aufgreifen von Medienberichten, aktuelle Schlagzeilen aus der Forschung, Ereignisse an der Schule, aktuelle Anforderungen aus anderen Unterrichtsfächern, etc.). Hier wird (nur) ein Weg vorgeschlagen: Informatische Inhalte anhand der Verzahnung von Funktion und Struktur aktueller digitaler Artefakte zu verdeutlichen. Dieser Weg wird insbesondere deshalb vorgeschlagen, um - schlagwortartig formuliert - ITG und Informatik zu verknüpfen, die sich klassischerweise entweder fast ausschließlich auf die Dimension der Funktion oder fast ausschließlich auf die Dimension der Struktur beziehen. Das Verfahren erleichtert es, jeweils neue und neuartige digitale Artefakte mit dem soeben formulierten Anspruch zielgerichtet für den Unterricht aufzuarbeiten. Eine gründliche Dualitäts-Rekonstruktion sprengt jedoch bei weitem den Aufwand für die alltägliche Unterrichtsvorbereitung. Allerdings kann das Verfahren entsprechende fachdidaktische Forschungsprojekte anregen. Zudem ergibt sich auf mittlere Sicht ein deutlicher Vorteil, wenn man sich die Bedeutung des Entwicklungspfads ansieht: Auch neue, d.h. stark ver-

änderte Artefakte weisen in ihrem Entwicklungspfad wesentliche Inhalte auf, die durch eine neue Version nicht entwertet werden – Analoges gilt für neuartige Artefakte, die zu- meist aus Erfahrungen und Ideen mit anderen Artefakten und den dort verwendeten Strukturen und Funktionen entstehen. Positiv formuliert: hat eine Lehrkraft sich auf die- se Weise eine Artefaktklasse erschlossen, dann können wesentliche Anteile auf neue Ar- tefakte dieser Klasse – und damit wesentliches didaktisch-methodisches Wissen – über- tragen werden. In diesem Sinne erleichtert das Verfahren Aktualität.

Zugespißt: Unterricht wird auf Dauer sogar einfacher. Bislang stellte jede neue Softwa- reversion die bisherigen Materialien zur Disposition. Hier gewinnt man sogar, weil er Entwicklungspfad eines digitalen Artefakts viel einfacher nachzuvollziehen ist, wenn man für eine Nachfolgeversion die Dualitätsrekonstruktion wiederholt. Es wird deutlich, was man alles an Wissen eben nicht wegwerfen muss – und man kann leichter erkennen, ob sich die Zielgruppe (die Anwendungsszenarien) verschoben haben.

## B) Schülerorientierte Unterrichtsplanung

Auch Schülerorientierung wird durch vielfältige Maßnahmen erreicht, eine wesentliche Bedingung für Schülerorientierung liegt natürlich in der konkreten Unterrichtsdurchfüh- rung.

Für die Forschung eröffnet sich hier ein Feld, das schlagwortartig mit dem Begriff der Artefaktbiographie bezeichnet werden kann. Artefaktbiographien erheben spezifische auf eine Artefaktklasse bezogene Präkonzepte, aber auch im Sinne negativer Attribuie- rungen oder Lernhemmungen mögliche Lernhürden (die auch im übersteigerten Selbst- bewusstsein liegen können). Damit werden Lernverläufe, Lernbiographien und spezifi- sche Alltagsvorstellungen über bestimmte Artefakte erhoben und können für einen schü- lerorientierten Unterricht genutzt werden. Zur Zeit liegen solche Forschungen, wenn überhaupt, nur vereinzelt vor. Aber auch in der praktischen Planung sollte die gedankli- che Rekonstruktion möglicher Präkonzepte die Schülerorientierung erhöhen. Zudem er- laubt der Ansatz die spezifische Diskussion und Auswahl von Lerninhalten und Lernzie- len (viel genauer als: Die SuS lernen wesentliche Konzepte der Textverarbeitung ken- nen. Nämlich: Auflistung wesentlicher Konzepte, Abgrenzung zu anderen Artefaktklas- sen, Kombination mit typischen Anwendungsszenarien...). Schülerorientierung in Bezug auf die Unterrichtsdurchführung wird zudem ein wenig in Bezug auf möglichen entde- ckenden Unterricht mit Hilfe von Experimenten gefördert: Das Verfahren liefert eine Grundlage für entdeckenden Unterricht, den ich als Experimente mit digitalen Artefak- ten beschreiben möchte: SuS entdecken den Zusammenhang von Funktion und Struktur; verbalisieren ihre Vermutungen über die Struktur; wenden Funktionalität gezielt an, d.h. bauen (Daten-) Strukturen auf; rufen einen Befehl auf und prüfen das Ergebnis in Bezug auf die Vorhersage, um so die Vermutung über Strukturelemente zu prüfen. Gleichzeitig lernen sie so Aspekte des professionellen Benutzens – es entsteht eine Brücke für die Benutzer, auch professionelles Benutzen und Gestalten erleben zu können, um schließ- lich so auch die Relevanz von Softwareentwicklung begreifen zu können (und ggf. daran Interesse finden).

Zudem: Wir können gezielt und systematisch diese Experimentsituationen entwickeln. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass bei der Dualitätsrekonstruktion automatisch entsprechende Ideen entstehen.

#### C) Den Alltagsbezug informatischer Bildung verdeutlichen

Konkrete Gegenstände des Unterrichts (die behandelten digitalen Artefakte) verdeutlichen die Relevanz informatischer Bildung. Das Ziel des Alltagsbezugs wird vor allem durch entsprechende Auswahl zu thematisierender digitaler Artefakte entsteht ein nachvollziehbarer Alltagsbezug für die Schülerinnen und Schüler. Die bereits oben beschriebene Wechselbeziehung zwischen Struktur und Funktion verdeutlicht dann, wie informatische Kompetenzen im Alltag helfen, indem sie Orientierung geben und kompetentere Nutzungsstrategien ermöglichen. Diese Relevanz kann immer wieder neu an neuen Artefakten und dem Aufdecken ihrer Strukturen erlebt werden. Moderne Benutzungsschnittstellen und Architekturen (man denke z.B. an das MVC-Paradigma) verdecken diese gezielt Strukturen. Zudem werden so zwangsläufig abstrakte, theoretische Konzepte der Informatik in konkreten Anwendungssituationen, in sinnstiftenden Kontexten bzw. alltäglichen oder zumindest zugänglichen Nutzungssituationen verankert. Wesentlicher Punkt ist das Erlebnis, wie informatische Kenntnisse die Funktionsweise digitaler Artefakte erklären, und so helfen, komplexe Nutzungsszenarien zu bewältigen.

## 7. Literaturverzeichnis

- [Ha06] Haigh, Thomas: Remembering the Office of the Future: The Origins of Word Processing and Office Automation. In: IEEE Annals of the History of Computing, October-December 2006. S. 6-31. Online at: <http://tomandmaria.com/tom/Writing/Annals2006WP.pdf>
- [KS07] Knobelsdorf, Maria und Schulte, Carsten (2007) Das informatische Weltbild von Studierenden. INFOS 2007 – 12. GI - Fachtagung Informatik und Schule, September 2007.
- [Sc08a] Schulte, Carsten: Duality Reconstruction – Teaching Digital Artifacts from a Socio-technical Perspective. In: Informatics Education - Supporting Computational Thinking. Third International Conference on Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspectives, ISSEP 2008. Proceedings. pp 110-121
- [Sc08b] Schulte, Carsten: Die duale Natur digitaler Artefakte als Kern Informatischer Bildung. In: Münsteraner Workshop zur Schulinformatik 2008S. 7-24
- [SK07] Schulte, Carsten; Knobelsdorf, Maria: Attitudes towards computer science—computing experiences as a starting point and barrier to computer science. In: Proceedings of the third international workshop on Computing education research, Atlanta, Georgia, USA, p. 27-38, 2007, <http://doi.acm.org/10.1145/1288580.128858S>.