

Die schriftliche Ausarbeitung

Klaus D. Toennies

Einen Algorithmus für ein Problem zu finden, das entsprechende Programm zu entwickeln und es zu testen ist sicher nicht einfach. Die eigene Arbeit dann aber in schriftlichen Form so zu präsentieren, dass ein Leser der Lösung folgen kann, ohne dass Sie erklären müssen, was Sie gemeint haben, ist jedoch genauso schwierig. Das liegt daran, dass Sie sich darauf verlassen müssen, dass diese schriftliche Ausarbeitung ein Bild im Kopf des Lesers entstehen lässt, welches Ihrer Auffassung von dem Problem und der von Ihnen entwickelten Lösung entspricht.

Die folgenden Ausführungen sollen daher ein paar Informationen über Aufbau und Inhalt einer schriftlichen Arbeit zu einem wissenschaftlichen Thema geben, die Ihnen bei der Erarbeitung helfen sollen. Dieser Text ist natürlich nicht die einzige mögliche Informationsquelle. Das WWW ist eine gute Ressource um weitere Informationen zu finden. Geben Sie bei einer der gängigen Suchmaschinen Stichworte, wie z.B. „How to write a paper“ ein, und Sie werden eine Reihe von Web-Seiten finden (meist von Colleges und Universitäten), die diesen Aspekt betrachten. Einige dieser Seiten sind z.B. (diese Art von Referenzen veraltet rasch, daher lohnt sich eine eigene Suche im Netz):

- <http://library.lib.binghamton.edu/guides/write.html>
- <http://www.acm.org/sigplan/oopsla/oopsla96/how91.html>
- http://dmoz.org/Bookmarks/G/greenrd/Main/Technical_Writing/

Es gibt natürlich auch Bücher und Artikel in Zeitschriften zu diesem Thema. Beispiele hierfür sind:

- Karl-Dieter Bunting, Alex Bitterlich, Ulrike Pospiech. *Schreiben im Studium: mit Erfolg. Inkl. CDROM. Ein Leitfaden.* Cornelsen Verlag, 2002.
- Norbert Franck. *Fit fürs Studium. Erfolgreich lesen, reden, schreiben.* DTV, 1998.
- Robert A. Day (Hrsg.). *How to Write & Publish a Scientific Paper.* Oryx Press, 1998.
- Boris Gustavii. *How to Write and Illustrate a Scientific Paper.* Cambridge University Press, 2003.

1 Struktur

Ziel einer wissenschaftlichen Arbeit (Seminararbeit, Studienarbeit, Diplomarbeit, Dissertation) ist es immer, eine eigene Arbeit (eine Untersuchung, eine Entwicklung, eine Erfindung, etc.) im Rahmen der Forschung im betreffenden Gebiet darzustellen und zu bewerten. Es hat sich bei der Darstellung eine Struktur eingebürgert, die zwar nicht immer genau so eingehalten werden muss, bei der man bei Abweichungen aber darauf achten sollte, dass die durch diese Strukturierung erreichten Ziele immer noch erreicht werden können.

Eine Arbeit besteht in der Regel aus sechs Teilen:

- Kurzfassung
- Motivation und Zielsetzung

- Stand der Forschung
- Darstellung der eigenen Arbeit
- Bewertung der eigenen Arbeit
- Diskussion und Ausblick

Es werden nicht immer genau sechs Kapitel oder Abschnitte sein und auch die Überschriften werden nicht immer dieselben sein, aber die Reihenfolge, in der argumentiert wird, erfolgt entlang dieser Linie. Nachfolgend erläutere ich, was die einzelnen Teile umfassen und was mit ihnen erreicht werden soll.

1.1 Die Kurzfassung

Hier werden alle folgenden Ausführungen in wenigen Worten zusammengefasst. Motivation und Stand der Forschung werden genauso charakterisiert wie die eigene Arbeit und deren Ergebnisse. Für manche Publikationen ist es darüber hinaus zweckmäßig, die Kurzfassung um eine Liste von Stichworten zu ergänzen. Diese werden oft zur Indexerstellung verwendet, so dass es sich lohnt, möglichst genau charakterisierende Stichworte zu wählen. Eine Arbeit zur Tumorsegmentierung durch eine neue Art von Aktiven Konturen würde daher Stichworte enthalten, wie

- „Aktive Konturen“ (damit sie aufgelistet wird unter allen Arbeiten zu diesem Spezialthema).
- „Segmentierung“ (damit die Arbeit durch jemanden gefunden wird, der Segmentierungsverfahren allgemein sucht).
- eventuell den Tumortyp (damit jemand sie auch findet wenn er sich mit anderen Themen zur Analyse dieser Tumore auseinandersetzt).
- „Medizinische Bildverarbeitung“ (damit sie auch unter dem Oberbegriff zu finden ist).

Die Reihenfolge, in der die Stichworte gelistet werden, geht dabei in der Regel von speziellen zu allgemeinen Stichworten. So werden Suchmaschinen unterstützt, die die Relevanz nach Listenplatz entscheiden.

Sinn der Kurzfassung und der Stichworte ist es, einem Leser, der nach bestimmten Informationen sucht (z.B. nach Verfahren zur automatischen Tumorsegmentierung in MRIs des Kopfes), rasch zu vermitteln, ob die nachfolgende Arbeit (die ein verwandtes Thema behandeln könnte, z.B. halbautomatische Segmentierungsverfahren zur Lebersegmentierung) Informationen enthält, die für das eigene Vorhaben relevant sind. Es wäre ausgesprochen unfair, zu erwarten, dass ein Leser die Arbeit vollständig liest, um herauszufinden, ob sie für seinen Zweck relevant ist.

1.2 Motivation und Zielsetzung

Jede Arbeit sollte begründbar sein. Auch ein Mathematiker, der anwendungsfern Zusammenhänge von Folgerungen aus einer vorgegebenen Menge von Axiomen untersucht, wird seine Tätigkeit begründen können (etwa dadurch, dass er Beispiele anführt, bei denen solche Untersuchungen später zu anwendbaren Ergebnissen geführt haben oder dass er auf Äußerungen anderer Autoren verweist, die das in der vorliegenden Arbeit behandelte Thema als offene Frage dargestellt haben).

Für eine Arbeit in der Informatik heißt das, dass zunächst einmal das Umfeld beschrieben wird, in dem die Thematik angesiedelt ist, dass dann diejenigen offenen

Fragen und/oder Probleme genannt werden, die in diesem Bereich existieren, und dass schließlich die Zielsetzung der eigenen Arbeit eingeordnet wird. Sie erklären also, was mit der Arbeit selbst erreicht werden soll und welche offenen Fragen hierdurch beantwortet werden sollen. Da das bearbeitete Gebiet meist viel mehr offene Probleme aufweist, als durch die Arbeit zu lösen sind, ist es wichtig, die eigene Arbeit richtig einzuordnen. Hier wird erreicht, dass ein Leser weiß, was er im Folgenden lesen wird und auch, wieso das relevant ist. Es schränkt im Übrigen auch die Angriffspunkte ein, die in einer möglichen Diskussion aufkommen können. Themen, von denen Sie plausibel dargestellt haben, warum sie im Zusammenhang der Arbeit nicht behandelt werden, sind keine Angriffspunkte. Da die meisten Arbeiten gegenüber einer kritischen Beurteilung verteidigt werden müssen, gibt dieses Kapitel Ihnen die Möglichkeit, die Gebiete einer möglichen Diskussion selbst zu bestimmen. Das nicht wahrzunehmen wäre dumm.

1.3 Stand der Forschung

In der Informatik (auch in jedem anderen Wissensgebiet) arbeiten Tausende von Wissenschaftlern. Es ist daher extrem unwahrscheinlich, dass ein relevantes Forschungsgebiet völlig unbearbeitet ist. Es zeugt von Arroganz, großer Unwissenheit oder mangelnder Sorgfältigkeit, wenn man das annehmen würde. Die Aufgabe dieses Abschnitts ist es daher, den Stand des gegenwärtigen Wissens bezogen auf die Aufgabenstellung darzustellen und zu bewerten.

Ein Problem ist die Fokussierung. Fasst man die Fragestellung zu eng (z.B., was gibt es alles an Arbeiten, Glioblastome in MR-Daten durch aktive Konturen zu segmentieren), dann gibt es möglicherweise tatsächlich niemanden, der sich vorher damit beschäftigt hat. Allerdings ist eine solche Betrachtung auch wenig nützlich, denn die Arbeit wäre nur für jemanden interessant, der sich genau mit dieser Problematik auseinandersetzt.

Fasst man hingegen die Fragestellung zu weit (z.B., Segmentierung allgemein), dann wird man allein aus den letzten Jahren Tausende von Arbeiten finden, die diese Thematik betrachten. Das kann zwar für den Leser sehr interessant sein, doch da die oben verlangte Wertung des Stands der Forschung eine Einschätzung der Relevanz der einzelnen Arbeiten in Bezug auf die Problemstellung verlangt, wäre der Aufwand immens und würde letztendlich von der eigenen Arbeit ablenken. (Es gibt Ausnahmen, von denen die wichtigste ist, dass es gerade das Ziel der eigenen Arbeit war, eine Einschätzung des gegenwärtigen Stands des Wissens zu leisten.)

Die Lösung besteht in der Regel aus einer skalierenden Fokussierung. Man beginnt mit einer eher groben aber möglichst repräsentativen Betrachtung des Umfelds (hier werden oft Lehrbücher, Monographien oder Review-Artikel zitiert). Für das obige Beispiel wäre das die Betrachtung von Glioblastomen, von Methoden der MR-Tomographie und von Segmentierungsmethoden. Die Wertung zielt hier auf den Nachweis der Adäquatheit der Mittel.

Anschließend schränkt man dann das Ganze auf eine genauere Betrachtung von Arbeiten im engeren Problemumfeld ein. Im genannten Beispiel wäre das einerseits die Betrachtung von Segmentierungsmethoden in der MR-Tomographie mit Schwerpunkt der Segmentierung von Tumorgewebe und andererseits Methoden der modellgestützten Segmentierung. Hier werden eher Originalarbeiten (z.B., Veröffentlichungen auf Konferenzen und in wissenschaftlichen Zeitschriften) zitiert. Die Wertung bezieht sich hier auf eine Einschätzung der einzelnen Lösungsansätze und die noch offenen

Fragen (gäbe es keine, wäre das Thema abschließend behandelt und rechtfertigte keine weitere wissenschaftliche Arbeit).

1.4 Darstellung der eigenen Arbeit

In den vorangegangenen Abschnitten haben Sie hinreichend motiviert, wieso Sie das von Ihnen bearbeitete Gebiet behandeln und Sie haben plausibel dargestellt, dass noch eine Lücke existiert, die Sie füllen wollen.

In diesem Abschnitt beschreiben Sie Ihre Lösung. Aus Ihrer Wertung des gegenwärtigen Stands der Forschung heraus entwickeln Sie Ihren eigenen Lösungsansatz, d.h., Sie arbeiten eine Hypothese heraus, wie das von Ihnen bearbeitete Problem lösbar ist. Die Hypothese sollte so eingehend dargestellt werden, dass dem Leser aus dem Text heraus klar wird, wieso und in welchem Umfang das anzugehende Problem lösbar ist. Das ist nicht nur für den Leser eine wichtige Information (wieso sollte er sich die Mühe machen, denn Rest Ihres Texts zu verstehen, wenn ihm unklar ist, wieso das Ganze funktionieren sollte), sondern auch für Sie selbst. Sie leisten an dieser Stelle wertvolle Vorarbeit zur Strukturierung des Resultatsabschnitts, in dem Sie zeigen müssen, inwieweit Ihre Hypothese zutreffend war.

Anschließend beschreiben Sie Ihre Lösung. Ziel ist es, dem Leser klar zu machen, wie Ihre Methode arbeitet und wie Sie sie umgesetzt haben. Sie erreichen zweierlei. Zum einen schaffen Sie Vertrauen darüber, dass Ihre Methode das Problem tatsächlich löst und zum anderen versetzen Sie den Leser in die Lage, zu entscheiden, ob diese Lösung oder ein Teil davon auch für Probleme adäquat sind, die er selbst lösen will.

Mit letzterem verschaffen Sie Ihrer Arbeit Relevanz in einem weiteren als dem konkreten Problemlösungsbereich.

Ersteres ist deshalb wichtig, weil es selten gelingen wird, zu beweisen, dass Ihr Verfahren das Problem löst. Um im obigen Beispiel zu bleiben, würde das bedeuten, dass Sie beweisen müssten, dass eine Segmentierungsmethoden das gesuchte Tumorgewebe immer korrekt extrahiert. Das wird schon allein deshalb kaum möglich sein, weil Sie nicht beweisen können, wie dieses Tumorgewebe in MR abgebildet wird. Also werden Sie nicht verifizieren, sondern validieren. D.h., Sie definieren eine Reihe von Zielgrößen und behaupten, dass Ihre Methode das Problem dann löst, wenn es diese Zielgrößen erreicht. Dem wird ein erfahrener Leser misstrauen, wobei dieses Misstrauen umso größer sein wird, je geringer sein Wissen über die Funktionsweise der entwickelten Methode ist.

Auch hier ist die Darstellungsform wichtig. Bei einem Programm (ein in der Informatik häufigem Ergebnis einer wissenschaftlichen Arbeit) wäre es natürlich am einfachsten, dieses auszudrucken und an dieser Stelle abzudrucken. Die Information wäre vollständig, aber so detailliert, dass es sehr schwierig ist, sich ein Bild von den umgesetzten Methoden zu machen. Daher wird die Arbeit in der Regel in drei Abschnitten dargestellt: Zunächst werden die Methoden erläutert, die das Problem lösen. Anschließend erfolgt eine Darstellung der Entwicklungs- und Laufzeitumgebungen, unter denen die Methode implementiert und gesteuert werden kann, wobei durchaus auch Implementierungsdetails beschrieben werden können, falls sie für das Verständnis der Umsetzung wichtig sind. Schließlich werden Laufzeitbedingungen erklärt, also beispielsweise notwendige Ein- und Ausgabedaten sowie Angaben zu Parametrisierungen.

1.5 Bewertung der eigenen Arbeit

In den wenigsten Fällen wird es das Ziel einer Arbeit gewesen sein, einen Algorithmus syntaxfehlerfrei zu programmieren. Deswegen ist die Bewertung der Arbeit genauso wichtig, wie die Darstellung von Methode und Umsetzung. Hier wollen Sie zeigen, inwieweit Sie Ihr in der Motivation genanntes Ziel erreicht haben. Übrigens, es ist sinnvoll, sich das Ziel zu Beginn zu setzen und durchaus ehrgeizig dabei zu sein. Es ist aber nicht ehrenrührig, die Zielsetzung während der Arbeit zu modifizieren, so dass sich in der endgültigen Darstellung eine veränderte Zielsetzung findet. Das wird insbesondere bei Arbeiten über einen längeren Zeitraum manchmal notwendig sein. Diese, gegebenenfalls überarbeitete Zielsetzung ist die Basis für die Ausführungen in diesem Abschnitt.

Zunächst müssen Sie hier plausibel darstellen, wie Sie den Erfolg prüfen wollen. Dazu greifen Sie auf Ihre im vorigen Abschnitt genannte Hypothese zurück. Sie erklären, wie Sie prüfen, ob notwendige Rahmenbedingungen eingehalten wurden, und wie Sie unter diesen Rahmenbedingungen die Richtigkeit der Hypothese testen. Für das oben genannte Beispiel der Segmentierung von Glioblastomen reicht es auf keinen Fall aus, ihre Methode auf eine Reihe von Daten anzuwenden und die Ergebnisse kommentarlos zu präsentieren. Zunächst einmal müssen Sie plausibel erklären, wann ihr Verfahren erfolgreich arbeitet. In der Regel bedeutet das, dass Sie aus Ihrer Hypothese Voraussagen für das Verhalten der umgesetzten Methode ableiten und diese dann prüfen. Sie könnten zum Beispiel voraussagen, dass Ihre Methode in kürzerer Zeit dieselben Resultate erbringt, als ein anderes, bereits als korrekt arbeitend anerkanntes Verfahren.

Wann ein Resultat korrekt ist, ist gerade in der Bildanalyse oft sehr schwer zu sagen und man sollte Testmethoden deshalb auf jeden Fall mit anderen diskutieren. Es besteht sonst die Gefahr, dass aus dem Wunsch heraus, ein korrekt arbeitendes Verfahren entwickelt zu haben, eine unhaltbare Korrektheitsdefinition entsteht. Validierungsergebnisse auf der Basis einer ungültigen Definition sind jedoch selbst ungültig.

Da die Validierung in der Bildanalyse oft an Beispielen durchgeführt wird und da es neben korrekten Ergebnissen meist auch akzeptable Ergebnisse gibt (ein Tumolvolumen, das um 1% überschätzt wurde ist nicht korrekt, aber besser als eines, das um 20% überschätzt wurde), ist es in der Regel sinnvoll, ein kontinuierliches Maß für Korrektheit zu definieren und statistische Resultate für dieses Maß aus dem Test an Beispielen zu berechnen. Auch dieses Maß muss im Rahmen der Fragestellung plausibilisiert werden (wie sinnvoll ist es, wenn Volumenfehler als Maß genommen wird, falls es nur darauf ankommt, festzustellen, ob ein Tumor vorhanden ist) und die Repräsentativität der Beispieldaten für die ins Auge gefasste Anwendung sollte ebenfalls begründet werden.

Auch bei der Bewertung kommt es im Übrigen auf die Qualität der Darstellung an. Es nutzt dem Leser unter Umständen mehr, wenn er eine sinnvoll kondensierte Zusammenfassung der Ergebnisse erhält, als wenn er mit Hunderten von Einzelresultaten konfrontiert wird. Letztendlich muss er aus dieser Bewertung einen eigenen Schluss über den Wert der Arbeit (eventuell in Bezug auf eine vom Autor nie ins Auge gefasste Anwendung) ziehen. Dazu muss die Darstellung genau genug sein, um nachvollziehbar zu sein, aber nicht so detailliert, dass für den Leser der Bezug zu Zielsetzung kaum noch herstellbar ist.

1.6 Diskussion und Ausblick

Es wird wohl kaum ein Vorhaben geben, bei dem man vorher in jedem Detail weiß, was das Ergebnis sein wird. Also wird man über die Kenntnisse hinaus, wie gut das Problem gelöst worden ist, auch Erkenntnisse über die Problemstellung selber gewonnen haben. Zielsetzung und Methode in Hinblick auf die Ergebnisse zu diskutieren, ist der Zweck dieses Abschnitts. Das schließt auch Vorschläge ein, wie weiter vorzugehen ist, denn selten wird ein Problemgebiet durch eine einzelne Arbeit abschließend gelöst. Es ist eher so, dass die Lösung eines Teilproblems andere Bereiche zugänglich macht. Es kann auch sein, dass die Resultate darauf hindeuten, wie eine noch effizientere Lösung erreicht werden könnte. Und der Autor, der sich ja am tiefstgehenden mit dem Problem auseinander gesetzt hat, ist sicher am besten in der Lage, die Situation nach Anfertigung seiner Arbeit einzuschätzen und Vorschläge für ein Erfolg versprechendes weiteres Vorgehen zu machen.

2 Stil

2.1 Aufräumen

Die Organisation des Textes aus dem vorherigen Kapitel dient auch dazu, den Text für die Lesersicht (der Leser will einen Sachverhalt verstehen) zu strukturieren. Das sollte sich auch im Stil der Darstellung widerspiegeln. Der Leser hat im Allgemeinen nur dann ein Interesse an der Entstehungsgeschichte der Arbeit, wenn hierdurch Entscheidungen maßgeblich beeinflusst worden sind (zum Beispiel, wenn aus Zeitmangel bestimmte Themen nicht bearbeitet wurden, die für die Fragestellung wesentlich sind). Andererseits ist Ihnen die Entstehungsgeschichte nur allzu bewusst, wenn Sie die Arbeit abschließen. Dennoch sollten Sie nicht in den Fehler verfallen, Ihre Inhalte in Form einer Erzählung auszubreiten: „Erst habe ich das und das gemacht und dann hat das nicht so richtig funktioniert und ich habe mich furchtbar geärgert und hab dann erst einmal das und das probiert aber das hat auch nicht so richtig funktioniert und als ich mir die Sache nach einer Woche angeschaut habe, dann ist mir die Riesenidee gekommen und dann habe ich was ganz Neues probiert und ich war ziemlich überrascht, dass das auch nicht ging...“. Diese Darstellung entspricht zwar wahrscheinlich der Art, wie Sie Ihre eigene Arbeit erlebt haben und erklärt vielleicht auch, wieso Sie viel Zeit auf bestimmte Teilaspekte verwendet haben, doch der Leser verliert gleichzeitig die eigentliche Motivation (wir wollen ein Problem lösen) aus den Augen.

Daher sollten Sie die Darstellung aus der Sicht des Lesers und nicht aus Ihrer eigenen Sicht auf das Problem heraus entwickeln. Und der ist nun einmal nur daran interessiert, zu erfahren, wie Sie welches Problem mit welchen Mitteln gelöst haben. Da sich oft im Lauf der Arbeit eine Art „aha“-Effekt einstellt, Sie also im Nachhinein gut sagen können, warum der gefundene Lösungsweg der richtige ist, sollten Sie den Text aus dieser Erklärung heraus aufbauen. Die Darstellung, da sie auf all die Irr- und Nebenwege verzichtet, sollte einem Leser die innere Logik der Argumentation von der Problemstellung zur Lösung klar machen. Das einzige, was so verloren geht, ist die Begründung, wie man auf diese Lösung gekommen ist (bei manchen mathematischen Beweisen ist mir zwar auch klar, warum die bewiesene Behauptung wahr ist, jedoch ist unverständlich, wie man auf die Beweiskette gekommen ist). Lösung und Beschreibung der Lösungsstrategie gemeinsam darzustellen, ist schwer zu verstehen, so dass Sie sich für eines der beiden Aspekte ihrer Arbeit entscheiden

müssen. Und da ist die begründbare Darstellung einer Problemlösung natürlich wichtiger als die Erzählung, wie man zu ihr gekommen ist.

2.2 Text

Es sollte selbstverständlich sein, dass der Text **keine Rechtschreib- oder Grammatikfehler** enthält. Ersteres lässt sich durch die von den meisten Textverarbeitungssystemen zur Verfügung gestellten, automatischen Rechtschreibprüfungen gut vorbereiten. Schwieriger ist es mit der Überprüfung der Grammatik, da die entsprechenden Werkzeuge wegen der großen Freiheitsgrade der deutschen Grammatik viel zu wünschen übrig lassen. Da man im eigenen Text spätestens nach dem zehnten Lesen sehr viel überliest, ist es am günstigsten, einen guten Freund / eine gute Freundin zu bitten, die Arbeit kritisch zu lesen. Das ist auch aus anderen Gründen eine gute Idee. Stilistische Entgleisungen, langweilige oder unverständliche Ausführungen und fehlende Information fallen dem Ihnen oft deswegen nicht auf, weil Sie selbst ja über alle Information verfügen und fehlende, falsche oder unverständliche Information unbewusst ergänzen bzw. korrigieren.

Bevorzugen Sie **kurze Sätze**. Natürlich sind Behauptungen einer Argumentationskette voneinander abhängig. Das kann man deutlich machen, in dem man die gesamte Argumentationskette als Folge von geschachtelten Nebensätzen darstellt. Das Kurzzeitgedächtnis der meisten Leser ist jedoch gut genug, um den aktuellen Stand der Argumentation über einen Satzpunkt hinaus im Gedächtnis zu halten. Der Satzpunkt gibt dem Leser Gelegenheit, innerlich Luft zu holen. Das mag nötig sein, wenn die Anzahl der in einem Satz mitgeteilten Neuigkeiten das Fassungsvermögen für unaufgelöste Referenzen übersteigt. Eine gute Technik ist es, nach dem ersten Schreiben den Text ein paar Tage später zu prüfen. Bei jedem Nebensatz überlegen Sie, ob Sie selbst der Argumentation auch noch hätten folgen können, wenn dieser Nebensatz als eigenständiger Hauptsatz gefolgt wäre.

Im Deutschunterricht wird zwar gelehrt, die passive Form möglichst zu vermeiden, doch machen Sie bitte keine unschuldigen Objekte zu handelnden Personen.

Vermeiden Sie **Wiederholungen** von Worten. Allerdings sollten Sie den Text eher kürzen (Wiederholungen von Worten deuten manchmal auf unnötige Wiederholungen von Inhalten hin) als den in den meisten Textverarbeitungssystemen vorhandenen Thesaurus für die Suche nach Synonymen zu nutzen. Auf keinen Fall sollten Sie – von Ihnen oder anderen – eingeführte Fachbegriffe durch Synonyme ersetzen. Ein Fachbegriff heißt so, weil dieser Begriff für eine mehr oder weniger genaue Definition steht. Wenn man zum Beispiel das in der Bildverarbeitung genau definierte Wort „Filter“ durch sein Synonym „Sieb“ ersetzen würde, dann würde bei der Ersetzung die Definition (die für das Wort „Sieb“ nicht existiert) verloren gehen.

Wenn eingeführte **Fachbegriffe** existieren, dann benutzen Sie sie. Dem Leser sind diese Begriffe vermutlich bekannt, so dass sich beim Lesen eines einzigen Worts sehr schnell ein umfassendes Verständnis einstellt. Sind Sie sich nicht sicher, ob der Fachbegriff einem durchschnittlichen Leser bekannt ist, dann definieren sie ihn entweder beim ersten Auftreten oder – vor allem wenn der Begriff häufig und in einem langen Text benutzt wird – an prominenter Stelle (zum Beispiel am Beginn der Arbeit). Sie können davon ausgehen, dass der durchschnittliche Leser „vom Fach“ ist. In einer Arbeit zur Bildanalyse muss deshalb zum Beispiel die Fouriertransformation nicht noch einmal erklärt werden.

Wenn Sie **Fremdworte** benutzen, dann stellen Sie vorher sicher, dass Sie sie richtig einsetzen. Wenn Sie **englischsprachige Ausdrücke** verwenden, dann vermeiden Sie es, dass Sie sie konjugieren bzw. deklinieren müssen. Falls das sich nicht vermeiden lässt, dann verwenden Sie die englische Grammatik (es gibt keine outgeputteten Daten!).

Idealerweise sollte ein Text keine **Anhänge** enthalten, weil sie auf Anteile der Darstellung hindeuten, die sich einer sequentiellen Argumentation entzogen haben. Durch Anhänge werden Sachverhalte erläutert, die entweder im Zusammenhang der Problemdarstellung zwar interessant, aber nicht unbedingt notwendig sind, oder die zwar notwendig sind, den Ablauf der Argumentation aber stören würden. Das kann zum Beispiel ein zu umfangreicher Nachweis für eine Behauptung sein. Es kann auch ein Sachverhalt sein, von dem man annehmen kann, dass die meisten Leser mit ihm vertraut sein. Es mag auch eine Idee sein, die parallel zur Argumentation im Haupttext entwickelt wurde und die eine interessante Alternative darstellt. Wichtig ist, dass die Anhänge in sich geschlossen und aus der sequentiellen Argumentation des Haupttextes abtrennbar sind. Wiederholte Verweise auf Information in einem Anhang sind ein Zeichen dafür, dass das nicht so ist und der Text nicht ohne die Anhänge verständlich ist.

Ein **Schrifttyp** mit Serifen (z.B. Times) ist leichter zu lesen als einer ohne Serifen (z.B. Helvetica), weil die Serifen das Zeilenfinden unterstützen. Ein Wechsel des Schrifttyps sollte selten sein und in jedem Fall semantisch begründet sein. So kann man zum Beispiel Programmzeilen in einer anderen Schriftart drucken als den laufenden Text. Ein Wechsel des Schrifttyps macht unterschiedliche Blöcke für den Leser deutlich sichtbar, aber ein zu häufiger Wechsel des Schrifttyps mindert die Lesbarkeit, weil die vielen Blöcke den Text sehr kleinteilig zerlegen.

Schriftgröße und Abstände sollten angemessen sein. Eine zu kleine Schrift ist mühsam zu lesen, während zu große Schrift den Eindruck vermittelt, dass der Schreiber Seiten schinden wollte. Eine 12-Punkt-Schrift ist in den meisten Fällen ein guter Kompromiss. Der Zeilenabstand sollte ein- bis anderthalbzeilig sein. Absätze sollten durch mindestens eine halbe Leerzeile getrennt sein.

Formeln im Text (auch einzelne Variablen) sollten mit einem Formeleditor erzeugt worden sein. Achten Sie darauf, dass die Indizes nicht zu klein werden. Falls Sie einzelne Variablen ohne Formeleditor schreiben, dann nutzen Sie die gleichen Regeln, wie der Formeleditor (z.B., dass Buchstaben in Variablen kursiv, Zahlen, Sonderzeichen und Funktionsnamen nicht-kursiv geschrieben werden, also z.B. $\cos(x_1)$). Variablen müssen beim ersten Auftreten erklärt werden. Falls sich bestimmte Namen eingebürgert haben, verwenden Sie sie (z.B. verbindet man mit der Variable dx oft einen Abstand). Brauchen Sie sehr viele Variablen und brauchen Sie sie an unterschiedlichen Stellen eines langen Textes, dann lohnt es sich, die Bedeutung aller Variablen zusätzlich zu Beginn oder am Ende des Textes zu definieren. Verwenden Sie Variablennamen möglichst immer mit der gleichen Bedeutung. Es ist für einen Leser ohnehin schwer, sich die Bedeutung einer Variable x_1 zu merken, weil der Name abstrakt ist. Es wird noch schwieriger, wenn die Bedeutung auch noch wechselt. Bei langen Texten lässt sich das manchmal nicht vermeiden, weil die Anzahl der Buchstabenkombinationen, die sinnvollerweise verwendet werden können, begrenzt ist. In einem solchen Fall sollte eine Bedeutungsänderung aber wenigstens mit unterschiedlichen Blöcken (z.B. Kapiteln) einhergehen.

Falls Sie **Abkürzungen** verwenden, die nicht allgemein als bekannt vorausgesetzt werden können, dann erklären Sie sie bei ihrem ersten Auftreten. Im Zweifelsfall ist es besser, eine allgemein bekannte Abkürzung zu erklären, als es zu unterlassen. Der Bekanntheitsgrad kann geringer sein, als Sie denken. Wenn Sie sehr viele Abkürzungen verwenden und der Text sehr lang ist (mehr als 10-20 Seiten), dann ist es gut, sie zusätzlich noch einmal als eigenen Punkt zu Beginn oder am Ende des Textes aufzulisten und zu erklären.

Verwenden Sie **Verweise** auf andere Stellen im Text sparsam. Ein Text wird sequentiell gelesen und beschreibt oft Sachverhalte, deren Abhängigkeiten besser durch einen Graphen dargestellt würden. Die Kunst des Schreibens besteht darin, dennoch eine Sequentialisierung zu finden. Man vertraut darauf, dass das Gedächtnis des Lesers gut genug ist, um im Verlauf des Lesens diesen Graphen der Zusammenhänge in seinem Kopf entstehen zu lassen. Will man dennoch speziell auf Zusammenhänge hinweisen, dann benötigt man Verweise („... wurde in Abschnitt X.x erläutert“). Auf Verweise auf später in der sequentiellen Darstellung aufgeführte Sachverhalte (Vorwärtsverweise) vermeiden, da diese sich auf Dinge beziehen, die nicht erinnert werden können (weil sie noch nicht gelesen wurden).

2.3 Bilder, Tabellen und Grafiken

Bilder sind ein Mittel, im Text beschriebene Sachverhalte auf andere Weise zu vermitteln. Die Redundanz ist gewollt, weil sich die Art der Informationsvermittlung durch Bilder von der durch Text wesentlich unterscheidet. Texte sollten den Sachverhalt exakt beschreiben. Das kann aber für einen Leser bedeuten, dass er unter Umständen sehr viel Information aufnehmen muss (sehr viel lesen muss), bevor er in der Lage ist, die Information zu ordnen und zu bewerten. Information wird aber erst dann wahrgenommen, wenn sie eingeordnet wurde. Bilder haben den Vorteil, dass sie komplexe Zusammenhänge unmittelbar vermitteln. Ihr Nachteil ist, dass Bilder keine exakte Sprache sprechen (es gibt kaum Definitionen, wie ein Bild zu interpretieren ist) und daher eher zur Wiedergabe von Beispielen eingesetzt werden sollten. Redundanz zwischen textuell und bildlich vermittelter Information ist wichtig, weil sie dem Leser erlaubt trotz unterschiedlicher Vermittlungsart Information aus den beiden Medien zu verbinden.

Idealerweise sollten es Bilder zusammen mit Bildunterschriften dem Leser erlauben, zumindest überblicksweise den Textinhalt zu verstehen. Dazu muss der Bildinhalt wirklich beispielhaft für den vermittelten Inhalt sein und die Bildunterschrift sollte das Bild ergänzend erläutern. Es ist zum Beispiel nicht günstig, ein Bildbeispiel zur Anwendung eines Beleuchtungsmodells auf ein 3-D Objekt mit „ein Visualisierungsbeispiel“ zu betiteln und sich darauf verlassen, dass der Leser die restliche Information aus dem Text entnimmt.

Graphiken haben eine ähnliche Funktion wie Bilder. Durch eine Graphik können abstrakte, zwei- oder dreidimensionale Zusammenhänge (zwischen Komponenten eines Konzepts, zwischen Modulen eines Algorithmus', zwischen Verarbeitungseinheiten eines Prozesses, zwischen korrelierende Einzelresultaten etc.) gezeigt werden. Da Sie entscheiden, wie Sie diese Zusammenhänge graphisch abbilden, sollten Sie darauf achten, dass möglichst wenig Irrelevantes (d.h. das Verständnis des Sachverhalts nicht Unterstützendes) in die Graphik einfließt. Da es sich immer um Abbildungen zwischen zwei unterschiedlichen Sichten handelt, müssen Sie darauf achten, dass die Abbildung entweder selbsterklärend ist oder in einer Legende

beschrieben wird. Ähnlich wie bei Bildunterschriften kann die Graphikunterschrift weitere Erläuterungen beinhalten und den Bezug zum Text herstellen.

Tabellen stellen (meist zweidimensionale) Bezüge zwischen Textmodulen her (z.B. zwischen Belegungen von Eingabe- oder Störparametern und einem berechneten Resultaten). Nicht numerisch ausdrückbare Zusammenhänge können so besser dargestellt werden als durch eine Graphik (numerische Funktionen sind meist eingängiger als Kurven einer graphischen Funktionsdarstellung vermittelbar). Man sollte es mit den Tabellen – vor allem bei der Ergebnisdarstellung – aber nicht übertreiben. Bedenken Sie bitte, dass ein Leser die Tabelle auf zwei verschiedenen konzeptuellen Ebenen (als räumlich angeordnete Struktur und als sequentiell zu interpretierender Text) verstehen muss. Das ist aufwändig und wird ermüdend, wenn durch eine große Anzahl von Tabellen immer wieder der gleiche Sachverhalt dargestellt wird. Anstatt also die Abhängigkeit der Korrektheit einer Flächenberechnung vom Störeinflüssen durch 20 Tabellen über 20 gerechnete Beispiele wiederzugeben sollten Sie eher eine kondensierte Darstellung wählen (Graphik oder Tabelle), die diesen Sachverhalt aus allen Testdaten wiedergibt. In diesem Beispiel wäre es dem Leser sogar möglich, aus der individuellen Variation des dargestellten Verhaltens zwischen den Resultaten aus den 20 Stichproben zusätzliche Schlüsse zu ziehen. Die Ergebnisse aus 20 Tabellen dagegen „im Kopf“ zu integrieren, wird sehr viel schwieriger sein.

Bilder, Tabellen und Graphiken sollten möglichst nah an diejenigen Stellen im Text positioniert werden, auf die sie Bezug nehmen. Damit erlaubt man dem Leser, zwischen Text und Bild zu wechseln, ohne dass er viel blättern muss. Sie müssen bedenken, dass er gerade versucht, den von Ihnen dargestellten Sachverhalt zu verinnerlichen. Das wird schwieriger, wenn Sie von ihm verlangen, dass er sich eine große Anzahl von Einzelheiten beim Blättern merken muss (auch Blättern und Suchen ist eine Aufgabe, die einen gewissen intellektuellen Aufwand erfordert).

Die Darstellungen sollten so groß sein, dass jedes Detail, auf das im Text oder der Bildunterschrift Bezug genommen wird, erkennbar ist. Das betrifft auch Beschriftungen. Andererseits sollten sie auch nicht wesentlich größer sein, als durch diese Anforderung vorgegeben. Das wirkt nur verschwenderisch und vergrößert das Problem einer möglichst nah am entsprechenden Text liegenden Platzierung unnötig.

2.4 Zitierte Sekundärliteratur

In der Darstellung des Stands der Forschung und vielleicht auch im weiteren Verlauf des Textes haben Sie auf andere Arbeiten verwiesen. Damit erkennen Sie nicht nur die Leistungen anderer Wissenschaftler an. Sie ersparen sich darüber hinaus, die in den zitierten Veröffentlichungen genannten und von Ihnen im weiteren Verlauf Ihrer Argumentation genutzten Sachverhalte aus diesen Werken im Detail zu erklären. Das geht aber nur, wenn ein Leser in der Lage ist, die zitierte Literatur zu finden. Oberstes Ziel der Liste der zitierten Literatur ist es daher, diese Suche zu vereinfachen. Denken Sie daran, dass Sie zwar über die Diplomarbeit, den Technischen Bericht oder den Zeitschriftenartikel, den Sie zitiert haben, verfügen, dass aber viele Jahre später ein Leser Ihrer eigenen Arbeit kaum die Möglichkeit hat, Sie direkt nach Kopien des zitierten Werks zu fragen.

Daraus ergeben sich zwei Anforderungen:

- Wenn eine von Ihnen zitierte Arbeit in mehr als einer Form vorliegt, dann zitieren Sie die leichter zugängliche (eine in Auszüge in einer wissenschaftli-

chen Zeitschrift veröffentlichte Diplomarbeit ist leichter zu finden als die Diplomarbeit selbst).

- Wenn Sie eine Arbeit in der Literaturliste aufführen, dann machen Sie alle Angaben, die zum Auffinden des Werks notwendig sind. Das sind:
 - Bei einem Buch: Autoren, Titel, bei einer Buchreihe die Nummer des Bands, Verlag, Erscheinungsort, Erscheinungsjahr.
 - Bei einem Kapitel in einem Buch: Autoren und Titel des Kapitels, Herausgeber und Titel des Buchs, bei einer Buchreihe die Nummer des Bands, Verlag, Erscheinungsort, Erscheinungsjahr, Seitenzahlen.
 - Bei einem Artikel in einer wissenschaftlichen Zeitschrift: Autoren und Titel des Artikels, Name der Zeitschrift, Nummer des Bands, Erscheinungsjahr, Seitenzahlen.
 - Bei einem Beitrag zu einer Konferenz: Autoren und Titel des Beitrags, Name des Herausgebers und Titel der Konferenz oder des Konferenzbandes, Konferenzort, bei einer Buchreihe die Nummer des Bandes, Verlag, Erscheinungsort, Erscheinungsjahr, Seitenzahlen.
 - Bei nicht veröffentlichten Arbeiten (Diplomarbeiten, Technische Berichte, Beiträge auf Webseiten etc.): Alle Angaben, die nötig sind, um die Arbeit zu finden (bei einer Diplomarbeit zum Beispiel Autor, Titel, Jahr, Universität, Fakultät; bei einer Webseite die http-Adresse).

Bei der Zitierung und bei der Auflistung zitierte Quellen sollte man sich darüber hinaus auf einen Stil einigen und den auch durchhalten. Verbreitet sind zum Beispiel die Vorgaben von IEEE (Websuche mit den Stichworten IEEE, style, guide, siehe zum Beispiel <http://www.computer.org/author/style/refer.htm>), aber auch andere Gesellschaften haben ihre Muster. Wichtig ist nicht, was Sie auswählen (Sie können sich auch ihren eigenen Stil ausdenken), sondern dass die oben angegebenen Information über zitierte Literatur einfach zu entnehmen ist.